

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

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNİ
GELİŞTİRMESİNDE VE KAVRAMSAL DEĞİŞİM SAĞLAMASINDA
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ LABORATUAR REHBER MATERYALLERİNİN ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Fethiye KARSLI

TRABZON
Aralık, 2011

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

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNİ
GELİŞTİRMESİNDE VE KAVRAMSAL DEĞİŞİM SAĞLAMASINDA
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ LABORATUAR REHBER MATERYALLERİNİN ETKİSİ

Fethiye KARSLI

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

Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Alipaşa AYAS

TRABZON
Aralık, 2011

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. .../..../2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Alipaşa AYAS

Üye : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Üye : Prof. Dr. Samih BAYRAKÇEKEN

Üye : Doç. Dr. Muammer ÇALIK

Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Haluk ÖZMEN

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

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

Fethiye KARSLI

.../.../....

ÖNSÖZ

Eğitime yapılan yatırım, sürdürülebilir ekonomik büyümenin altın anahtarı gibidir. Bunun bilincinde olan ülkeler eğitimde kaliteyi arttırmak için fen eğitimi programlarını yapılandırma yoluna gitmişlerdir. Fakat sadece programların yenileştirilmesi kaliteli bir eğitimin gerçekleşmesinde tek başına yeterli değildir. Bu durumda programın ve toplumun gereksinimlerini yerine getirecek ve kaliteli bireyleri yetiştirecek öğretmenlere büyük sorumluluklar düşmektedir. Öğretmenlerin sorumluluklarını layıkıyla yerine getirebilmeleri için hizmet öncesinde etkili bir kavram öğretiminden geçmiş ve en üst düzeyde alan bilgi ve becerilerine sahip olarak yetiştirilmesi önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada fen eğitiminin, öğretmen eğitimi ayağında etkililiğini ve verimliliğini arttırmak amacı ile kavramsal değişim ve BSB birlikte düşünülerek, öğretim materyalleri geliştirilmiş, etkililiği detaylı olarak tanıtılmış ve eğitimcilerimizin takdirine sunulmuştur.

Tezimin her aşamasında bana rehberlik eden, engin bilgi birikimi ve tecrübelerinden yararlandığım, akademik hayatım boyunca örnek alacağım ve öğrencisi olmaktan büyük onur ve gurur duyduğum danışman hocam Prof. Dr. Alipaşa AYAS'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında görüş ve önerileriyle yoluma ışık tutan ve çalışmaya değer katan kıymetli hocalarım Doç. Dr. Muammer ÇALIK ve Doç. Dr. Suat ÜNAL'a teşekkürlerimi sunarım. Araştırma süresince beni motive eden ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Çiğdem ŞAHİN'e de ayrıca teşekkür ederim. Yine yardım ve desteklerini gördüğüm değerli hocalarım Prof. Dr. Salih ÇEPNİ, Doç. Dr. Haluk ÖZMEN ve Yrd. Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU'na ve değerli arkadaşlarım Kimya Öğretmeni Necla DÖNMEZ USTA, Zeliha CENG ve Fatma YAMAN'a, Arş. Gör. Neslihan ÜLTAY ve Arş. Gör. Mehmet ALVER'e teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamımın her adımında olduğu gibi tez çalışmam sürecinde de büyük sabır göstererek sıkıntılarımla benimle paylaşan, varlıklarıyla her zaman beni cesaretlendiren, bana güvenen ve benim en kıymetlilerim; sevgili annem-babam Hayriye-İhsan KARSLI ve kardeşlerim Olgun ve Onur KARSLI'ya sevgi ve şükranlarımı sunarım. Bu çalışmaya KTÜ BAP 2009.116.002.1 kodlu proje kapsamında destek veren KTÜ BAP birimi fonuna, yönetici ve çalışanlarına da ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Fethiye KARSLI
Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi	6
1.3. Araştırmanın Amacı	11
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	11
1.5. Araştırmanın Varsayımları	15
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	15
1.7. İlgili Literatür Taraması	16
1.7.1. Bilimsel Süreç Becerileri	16
1.7.1.1. Bilimsel Süreç Becerileri Basamak ve Alt Basamakları	18
1.7.1.1.1. Temel Süreç Becerileri	20
1.7.1.1.1.1. Gözlem Yapma	21
1.7.1.1.1.2. Ölçme	22
1.7.1.1.1.3. Sınıflama	23
1.7.1.1.1.4. Verileri Kaydetme	23
1.7.1.1.1.5. Sayı ve Uzay İlişkileri Kurma	24
1.7.1.1.2. Nedensel Süreç Becerileri	25
1.7.1.1.2.1. Önceden Kestirme (Tahmin Yapma)	25
1.7.1.1.2.2. Değişkenleri Belirleme	25
1.7.1.1.2.3. Verileri Yorumlama	26
1.7.1.1.2.4. Sonuç Çıkarma	26
1.7.1.1.3. Deneysel Süreç Becerileri	27
1.7.1.1.3.1. Hipotez Kurma	27

1.7.1.1.3.2.	Verileri Kullanma ve Model Oluşturma.....	28
1.7.1.1.3.3.	Deney Yapma	29
1.7.1.1.3.4.	Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	29
1.7.1.1.3.5.	Karar Verme	30
1.7.1.2.	Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	30
1.7.2.	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı	37
1.7.2.1.	5E Öğretim Modeli.....	40
1.7.2.2.	5E Öğretim Modeline Yönelik Yapılan Çalışmalar	42
1.7.3.	Araştırmada Kullanılan Öğretim Yöntem ve Teknikleri.....	45
1.7.3.1.	Çalışma Yaprakları (ÇY).....	45
1.7.3.2.	Bilgisayar Animasyonları (BA).....	47
1.7.3.3.	Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)	49
1.7.3.4.	Kavram Haritaları (KH)	50
1.7.3.5.	Analojiler.....	51
1.7.4.	Araştırmada Kavramsal Değişim Sağlanılmaya Çalışılan Konularla İlgili Yapılan Çalışmalar	54
1.7.4.1.	“Buharlaştırma ve Kaynama” Kavramları ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	54
1.7.4.2.	“Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	57
1.7.4.3.	“Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	59
1.7.4.4.	“Gaz Yasaları” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	62
1.7.4.5.	“Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	65
1.7.4.6.	“Elektrokimyasal Piller” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	67
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	72
2.1.	Araştırmanın Tasarlanması.....	72
2.2.	Araştırmanın Yöntemi	74
2.3.	Araştırmanın Evreni	76
2.4.	Araştırmanın Örneklemi.....	76
2.4.1.	Araştırmacının Rolü	77
2.4.2.	Araştırmada Kullanılan İkincil Bir Araştırmacının Rolü.....	79
2.5.	Araştırmanın Veri Toplama Araçları	80
2.5.1.	Araştırmada Kullanılan BSB Testi (BİSBET)	81

2.5.1.1.	Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Geliştirilmesi	83
2.5.1.2.	Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Geçerliğine İlişkin Yapılan İşlemler ve Geçerlik Analizi.....	86
2.5.1.3.	Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Güvenirliğine İlişkin Yapılan İşlemler ve Güvenirlik Analizi	89
2.5.1.4.	BİSBET'in İç Tutarlılık Güvenirlik Analizi	89
2.5.1.5.	BİSBET'in Gözlemciler Arası Tutarlılık Güvenirlik Analizi	91
2.5.1.6.	Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Madde Analizine İlişkin Yapılan İşlemler ve Madde Analizi.....	92
2.5.2.	Araştırmada Kullanılan İki Aşamalı Kimya Kavram Testleri (KİKAT).....	94
2.5.2.1.	Araştırmada Kullanılan KİKAT'ın Geliştirilmesi.....	95
2.5.2.2.	Araştırmada Kullanılan KİKAT'ın Geçerliğine ve Güvenirliğine İlişkin Yapılan İşlemler	98
2.5.3.	Araştırmada Kullanılan Tutum Testi (FBÖTÖ).....	100
2.5.4.	Araştırmada Kullanılan Mülakat Sorularının Geliştirilmesi	101
2.5.5.	Araştırmada Kullanılan Gözlem Formunun Geliştirilmesi.	103
2.6.	Araştırmada Kullanılan Rehber Materyallerin Geliştirilmesi	104
2.6.1.	Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi.....	106
2.6.2.	Kavramsal Değişim Metinlerinin Geliştirilmesi	108
2.6.3.	Kavram Haritalarının Geliştirilmesi	108
2.6.4.	Analojilerin Geliştirilmesi.....	109
2.6.5.	Araştırma kapsamında 5E Öğretim Modeline Göre Hazırlanmış Materyaller ve Bu Materyallerden Öğrenci ve Öğretmen Rehber Materyallerine Birer Örnek	110
2.6.6.	Rehber Materyallerin ve Veri Toplama Araçlarının Uygulanma Takvimi	123
2.7.	Araştırmanın Pilot Uygulaması	123
2.7.1.	Pilot Uygulama Sonunda Rehber Materyaller Üzerinde Yapılan Değişiklikler	125
2.8.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi	127
2.8.1.	BİSBET'ten Elde Edilen Verilerin Analizi	127
2.8.2.	KİKAT'ten Elde Edilen Verilerin Analizi	129
2.8.3.	FBÖTÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi.....	131

2.8.4.	Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	132
2.8.5.	Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi	133
3.	BULGULAR	135
3.1	Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	135
3.1.1.	Öğrencilerin BİSBET’e Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Nicel Bulgular.	135
3.1.2.	Öğrencilerin BİSBET’in Her Bir BSB Becerisine Yönelik Sorularına Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Nicel Bulgular	138
3.1.3.	BSB ile İlgili Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	147
3.1.3.1.	BSB Hakkında Teorik Bilgileri Yoklamaya Yönelik Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular.....	148
3.1.3.2.	Öğrencilerin BSB’yi Uygulamada Kullanabilme Yeterliliklerini Yoklamaya Yönelik Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular....	153
3.2.	Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular....	157
3.2.1.	Öğrencilerin KİKAT’e Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Nicel Bulgular..	157
3.2.2.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin KİKAT’teki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	160
3.2.2.1.	Öğrencilerin KİKAT’te “Buharlaşma ve Kaynama” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	160
3.2.2.2.	Öğrencilerin KİKAT’te “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	171
3.2.2.3.	Öğrencilerin KİKAT’te “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	180
3.2.2.4.	Öğrencilerin KİKAT’te “Gaz Yasaları” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	189
3.2.2.5.	Öğrencilerin KİKAT’te “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	198
3.2.2.6.	Öğrencilerin KİKAT’te “Elektrokimyasal Piller” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	209
3.3.	Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	218

3.4.	Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	219
3.4.1.	Deney Gruplarındaki Öğrencilerinin Rehber Materyaller ve Uygulama Süreci ile İlgili Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular.....	220
3.4.2.	Deney Gruplarındaki Uygulamalar Sürecinde Öğrenme Ortamı Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular.....	222
4.	TARTIŞMA.....	224
4.1.	Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.	224
4.1.1.	BİSBET'ten Elde Edilen İstatistiksel Bulgulara ve BSB ile İlgili Mülakat Sorularına Yönelik Yapılan Genel Tartışma.....	224
4.1.2.	Öğrencilerin BSB'lerinin Gelişimine Dair Detaylı Tartışma.....	228
4.1.2.1.	“Gözlem Yapma” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	229
4.1.2.2.	“Ölçme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	229
4.1.2.3.	“Sınıflama” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	231
4.1.2.4.	“Verileri Kaydetme” ve “Verileri Kullanma ve Model Oluşturma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	232
4.1.2.5.	“Önceden Kestirme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	233
4.1.2.6.	“Değişkenleri Belirleme ve Hipotez Kurma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	234
4.1.2.7.	“Verileri Yorumlama” ve “Sonuç Çıkarma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	236
4.1.2.8.	“Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	238
4.1.2.9.	“Deney Tasarlama-Yapma” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma.....	239
4.2.	Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.	241
4.2.1.	Öğretim Sürecinin Kavramsal Değişime Etkisi Üzerine Genel Tartışma.....	241
4.2.2.	KİKAT'te Yer Alan Her Bir Konudaki Kavramlarla İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgulara Yönelik Yapılan Tartışma.....	244
4.2.2.1.	“Buharlaştırma ve Kaynama” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma.....	245

4.2.2.2.	“Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma.....	251
4.2.2.3.	“Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma..	256
4.2.2.4.	“Gaz Yasaları” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma.....	260
4.2.2.5.	“Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma.....	263
4.2.2.6.	“Elektrokimyasal Piller” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma.....	268
4.3.	Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma....	273
4.3.1.	FBÖTÖ’den Elde Edilen İstatistiksel Bulgulara Yönelik Yapılan Tartışma.....	273
4.4.	Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.....	275
4.4.1.	Öğrencilerinin Rehber Materyaller ve Uygulama Süreci İle İlgili Görüşlerine Yönelik Yapılan Tartışma..	275
4.4.2.	Deney Gruplarındaki Uygulamalar Sürecinde Öğrenme Ortamı Gözlem Formuna Yönelik Yapılan Tartışma..	278
5.	SONUÇLAR..	280
5.1.	Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar..	280
5.2.	Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar.....	282
5.3.	Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar.....	285
5.4.	Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar..	286
6.	ÖNERİLER..	288
6.1.	Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler..	288
6.2.	Araştırmacının Kendi Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler.....	291
7.	KAYNAKLAR.....	294
8.	EKLER.....	332
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmesinde ve Kavramsal Değişim Sağlamasında Zenginleştirilmiş Laboratuvar Rehber Materyallerinin Etkisi

Bu çalışmanın amacı, Fen Öğretimi Laboratuvarı Uygulamaları dersi kapsamında “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik, öğrencilerin hem Bilimsel Süreç Becerilerini (BSB) geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan laboratuvar rehber materyalleri geliştirmek ve etkililiğini incelemektir. Araştırmanın örneklemini, Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programının 4 şubesinde öğrenim gören toplam “97” 3. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmada ön test-son test dizaynı yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Deney grupları D1 ve D2, kontrol grupları ise K1 ve K2 şeklinde kodlanmıştır. D1 ve D2 gruplarında, 5E'nin aşamalarına çalışma yaprağı, kavramsal değişim metni, bilgisayar animasyonları, analogi, kavram haritası ve deney gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte edilmesiyle zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyalleri; K1 ve K2 gruplarında ise geleneksel öğretim yöntemi (teorik bilgi, soru-cevap ve deney) kullanılarak uygulamalar yürütülmüştür. Araştırmada veriler, Çoklu Formda Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BİSBET), İki Aşamalı Kimya Kavram Testleri (KİKAT), Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği (FBÖTÖ), yarı yapılandırılmış mülakatlar ve yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılarak toplanmıştır. BİSBET, KİKAT ve FBÖTÖ'den elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, deney ve kontrol grupları arasında hem BSB hem de kavramsal değişim başarıları yönünden deney grupları lehine anlamlı farklılıkların olduğunu ($p < .05$), buna karşın tutum puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Araştırmada, 5E öğretim modeline dayandırılarak farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin, öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede, onların ele alınan konularda alternatif kavramlarını gidererek olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerinde geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu ve geliştirilen materyallerin uygulanabilirliğinin yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: BSB, Kavramsal Değişim, Laboratuvar Rehber Materyalleri, 5E Öğretim Modeli, Farklı Öğretim Yöntem ve Teknikler.

ABSTRACT

The Effect of Enriched Laboratory Guide Materials on Improving Science Process Skills and Conceptual Change of Prospective Science Teachers

The aim of this study is to develop laboratory guided materials offering the opportunity on both improving Science Process Skills (SPS) and conceptual change of prospective science teachers about the concepts of “Evaporation and Boiling”, “Acid-Base Neutralization Reactions”, “Dissolution and Factors Affecting Solubility”, “Gas Laws”, “Factors Affecting Reaction Rate” and “Electrochemical Cells” at the course of laboratory practices in science education and investigate the effectiveness of these materials on them. The sample of the study consisted of 97 third-year students enrolled in four different classes of Department of Science Teaching Programme in Faculty of Education in Giresun University. A quasi-experimental approach with a pre-test-post-test design was used in this study. Experimental groups were coded as D1 and D2, and control groups as K1 and K2. D1 and D2 groups were instructed with enriched laboratory guide materials embedded different teaching methods and techniques such as worksheet, conceptual change text, computer animations, analogy, concept map and experiment within 5E model. K1 and K2 groups were instructed with traditional methods (theoretical knowledge, question-answer, and experiment). The data were gathered by means of Multiple Form of Science Process Skills Test (MSPST), two- tier Chemistry Concept Tests (CCTs), The Science Teaching Attitude Scale-II (STAS-II), semi-structured interviews and semi-structured observation form. The statistical analysis of the data obtained from the MSPST, CCT and STAS indicated that there were significant differences in favor of the experimental groups in terms of the prospective science teachers’ achievement both their SPS and conceptual change ($p < 0.5$), on the other hand there was no significant difference in terms of their attitude. The results obtained from quantitative and qualitative data indicated that laboratory guide materials based on the 5E instructional model and enriched with different teaching methods and techniques helped the prospective science teachers both to improve their SPSs and achieve conceptual change together with removing their alternative conceptions.

Key Words: Science Process Skills, Conceptual Change, Laboratory Guided Materials, 5E Instructional Model, Different Teaching Methods and Techniques.

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Materyal geliştirme sürecinde izlenen adımlar	105
Şekil 2.	Asıl uygulamaların yapıldığı öğrenme ortamlarından kesitler	115
Şekil 3.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda öğrenci etkinliğinin birinci (girme) aşaması	116
Şekil 4.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin ikinci (keşfetme) aşaması	118
Şekil 5.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin üçüncü (açıklama) aşamasında kullanılan animasyonlardan örnek ekran görüntüleri	119
Şekil 6.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin üçüncü (açıklama) aşamasında kullanılan kavram haritası	119
Şekil 7.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin dördüncü (derinleştirme) aşaması	120
Şekil 8.	Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin beşinci (değerlendirme) aşaması	121
Şekil 9.	Araştırmada yapılan çalışmaların işlem basamaklarını gösteren akış şeması	134

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Literatürde BSB'lerin gruplandırılma şekilleri	19
Tablo 2.	BSB ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	32
Tablo 3.	5E öğretim modeli temel alınarak yapılan bazı çalışmalar.	42
Tablo 4.	Öğrencilerde “buharlaştırma ve kaynama” kavramları ile ilgili literatürden tespit edilen alternatif kavramlar	56
Tablo 5.	Öğrencilerde “pH ve asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar	58
Tablo 6.	Öğrencilerde “çözünme-çözünme olayı ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar.....	61
Tablo 7.	Öğrencilerde “gazlar ve gaz yasaları” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar.....	64
Tablo 8.	Öğrencilerde “reaksiyon hızı ve reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar	66
Tablo 9.	Öğrencilerde “elektrokimyasal piller” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar.....	70
Tablo 10.	Araştırmanın uygulama süreci, yapılan işlemler, örneklem ve zaman aralığı.....	78
Tablo 11.	BİSBET’te yer alan BSB türleri ve bu becerilere yönelik FTÖP’te belirtilen kazanımlar	84
Tablo 12.	BİSBET puanlarının grup farklılıklarına göre t-testi sonuçları.....	88
Tablo 13.	BİSBET’in çoktan seçmeli ve açık uçlu soruları için hesaplanan iç tutarlılık katsayıları.....	90
Tablo 14.	BİSBET’in açık uçlu maddeleri için gözlemciler arası tutarlılık oranı (Kappa katsayıları)	92
Tablo 15.	Üst ve alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısına göre madde analizi sonuçları.....	93

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 16.	BİSBET’te ölçülecek BSB türüne göre madde yapısı, sayısı, numaraları ve bu maddelerin puanlanmasında kullanılan araçların türü	94
Tablo 17.	KİKAT madde-toplam istatistik değerleri.....	100
Tablo 18.	Araştırmada kullanılan rehber materyallerde ele alınan konu başlıkları, odak kavramlar ve yapılan deneylerin isimleri.....	105
Tablo 19.	Araştırma kapsamında ele alınan konularda geliştirilen öğretim materyalleri, kullanım amaçları ve bu materyallerin 5E öğretim modelinin hangi aşamalarında kullanıldığı	111
Tablo 20.	“Reaksiyon hızına etki eden faktörler” etkinliğinin kullanımına yönelik öğretmen rehber materyali.....	121
Tablo 21.	“Reaksiyon hızına etki eden faktörler” etkinliğinde “katalizör ve madde cinsinin reaksiyon hızına etkisi” isimli öğretmen rehber materyali (Analoji haritası)	123
Tablo 22.	Araştırmanın pilot ve asıl uygulama takvimi ve yapılan uygulamalar.....	124
Tablo 23.	KİKAT’ın birinci ve ikinci aşamalarının analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve bu kategorilerin karşılıkları.....	130
Tablo 24.	KİKAT’ın analizinde kullanılan kategorik bileşenler, kısaltmaları ve puanları.....	131
Tablo 25.	BİSBET’te deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları	136
Tablo 26.	BİSBET’te deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları	136
Tablo 27.	Kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	137
Tablo 28.	Deney gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	137
Tablo 29.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “gözlem yapma” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	139
Tablo 30.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “ölçme” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları.....	139

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 31.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "sınıflama" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	140
Tablo 32.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "verileri kaydetme" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	141
Tablo 33.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "verileri kullanma ve model oluşturma" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	142
Tablo 34.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "önceden kestirme" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	142
Tablo 35.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	143
Tablo 36.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "verileri yorumlama" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	144
Tablo 37.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "sonuç çıkarma" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	145
Tablo 38.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "değişkenleri değiştirme ve kontrol etme" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	146
Tablo 39.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "deney tasarlama-yapma" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	147
Tablo 40.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB ile ilgili teorik bilgilerini yoklamaya yönelik A1, A2, A3 ve A4 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular	149
Tablo 41.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BSB ile ilgili teorik bilgilerini yoklamaya yönelik A5 ve A6 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular	152

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 42.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BSB'yi uygulamada kullanabilme yeterliliklerini yoklamaya yönelik B1, B2, B3 ve B4 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular	154
Tablo 43.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları	158
Tablo 44.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları	158
Tablo 45.	Kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	159
Tablo 46.	Deney gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları	159
Tablo 47.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 1. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	161
Tablo 48.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 2. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	162
Tablo 49.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 3. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	164
Tablo 50.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 4. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	165
Tablo 51.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 5. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	166
Tablo 52.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 6. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	167
Tablo 53.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 7. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	168
Tablo 54.	“Buharlaştırma ve kaynama” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi	169
Tablo 55.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 8. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	172
Tablo 56.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 9. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	173

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 57.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 10. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	174
Tablo 58.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 11. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	176
Tablo 59.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 12. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	177
Tablo 60.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 13. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	178
Tablo 61.	“Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi	179
Tablo 62.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 14. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	181
Tablo 63.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 15. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	182
Tablo 64.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 16. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	183
Tablo 65.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 17. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	184
Tablo 66.	KİKAT'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerinin ön ve son testte 18. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	186
Tablo 67.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 19. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	187
Tablo 68.	“Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi	188
Tablo 69.	KİKAT'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerinin ön ve son testte 20. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	190
Tablo 70.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 21. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	191
Tablo 71.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 22. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	192

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 72.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 23. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	193
Tablo 73.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 24. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	195
Tablo 74.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 25. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	196
Tablo 75.	“Gaz Yasaları” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi.....	197
Tablo 76.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 26. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	199
Tablo 77.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 27. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	200
Tablo 78.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 28. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	201
Tablo 79.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 29. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	203
Tablo 80.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 30. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	204
Tablo 81.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 31. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	205
Tablo 82.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 32. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	206
Tablo 83.	“Reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi	207
Tablo 84.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 33. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	209
Tablo 85.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 34. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	210
Tablo 86.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 35. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	212

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 87.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 36. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	213
Tablo 88.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 37. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	214
Tablo 89.	KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 38. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri	215
Tablo 90.	“Elektrokimyasal Piller” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi	217
Tablo 91.	FBÖTÖ'de deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarına göre bağımsız t-testi sonuçları	218
Tablo 92.	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin FBÖTÖ ön test-son test puanlarına ilişkin bağımlı t-testi sonuçları	219
Tablo 93.	Deney gruplarındaki öğrencilerin rehber materyaller ve uygulama süreci ile ilgili düşüncelerini belirlemeye yönelik C1, C2 ve C3 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular	220
Tablo 94.	Deney gruplarına uygulanan etkinliklerin, 5E öğretim modelinin her bir aşamasının, uygulanabilirliği hakkında gözlem formundan elde edilen bulgular	222

KISALTMALAR LİSTESİ

AKA	Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlıı Açıklama
B	Boı/İliıkisiz Açıklama
BA	Bilgisayar Animasyonları
BİSBET	Çoklu Formda Bilimsel Süreç Becerileri Testi
BSB	Bilimsel Süreç Becerileri
ÇY	Çalııma Yapradı
D1	Deney Grubu 1
D2	Deney Grubu 2
DA	Doğru Açıklama
DS	Doğru Seçenek
FBÖTÖ	Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği
FTÖP	Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı
K1	Kontrol Grubu 1
K2	Kontrol Grubu 2
KDA	Kısmen Doğru Açıklama
KDM	Kavramsal Değiıim Metinleri
KH	Kavram Haritaları
KİKAT	İki Aııamalı Kimya Kavram Testleri
ÖT	Ön Test
ST	Son Test
YAÖK	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı
YS	Yanlıı Seçenek

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlunun çevresini anlama, açıklama ve kontrol altına alma yönünde var olan çabalarının başlangıcının üç bin yıl öncesine dayandığı ileri sürülmektedir. İnsanoğlu yaratılışı gereği etkileşim içinde bulunduğu tabiatı gözlemlemiş ve gözlemle başlayan merakları sayesinde hayata dair birtakım deneyimler edinmiştir. Sahip olduğu bu deneyimler sayesinde günümüze gelinceye kadar bilgilerin sistematik hale getirilmesi ve yorumlanmasıyla birlikte bilimsel bilgiler sürekli olarak artmıştır. Mevcut bilgi birikiminin okul öğretim programındaki bilgilerin kat kat üstünde olması, eğitimciler arasında bu bilgilerin tamamının mı, bazı temel kavramların mı yoksa bilgiye ulaşma yollarının mı öğretilmesi gerektiğine ilişkin tartışmaların çıkmasına neden olmuştur. Bu görüşlerden, temel kavramlar ve bilgi edinme yollarının öğretilmesi görüşü eğitimciler tarafından yaygın olarak benimsenmektedir (Ayas, 1995a; Varış, 1996; Demirel, 1998). Bu bağlamda okul öğretim programlarında da temel kavramların öğretilmesine ve bilgi edinme yollarının öğretilmesine yönelik çalışmaların yapılması ön plana çıkmıştır.

Fen bilimlerinin temel ilke ve yöntemlerini öğretmeye dayalı, ezberciliğe zemin hazırlayan ve bir tür bilgi yumağından ibaret gelenekselleşmiş programlar yerine özellikle son 30 yıldır gelişmiş ülkelerin pek çoğu, bilimin doğasını anlamaya yönelik, çocuklarda bilime karşı olumlu tutum geliştirmeye çalışan, bilimsel araştırma yapmaya yönlendiren, öğrencilerin bilgiye kendisinin ulaşmasına imkan tanıyan, laboratuvar çalışmalarına önem veren ve fen ve teknolojiyi bir arada gören yeni yaklaşımlarla programlarını yenileştirme yoluna gitmişlerdir (Ayas vd., 1997; Korkmaz, 2004). Fen bilimleri, ülkelerin, ekonomik, teknik ve sosyal alanlardaki gelişmişlik düzeyini artıracak stratejik bir güçtür (İnönü, 2005). Küreselleşen dünyanın gelişmişlik yarışında geri kalmamak ve değişime ayak uydurabilmek için ülkelerin yetişmiş insan gücüne ihtiyacı vardır. Yapılan araştırmalarda ekonomik alana oranla, eğitime yatırım yapan ülkelerin, diğerlerine göre daha hızlı bir gelişme gösterdiği ifade edilmektedir (Kagıtcıbası, 1997). Çünkü eğitime yapılan yatırım, sürdürülebilir ekonomik büyümenin altın anahtarı gibidir. Bunun bilincinde olan ülkeler eğitimde kaliteyi arttırmak için fen eğitimi programlarının geliştirilmesi konusuna ayrıca bir önem vermişlerdir.

Ülkemizde de programların geliştirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması sonucunda, 2004 yılında hazırlanmış olan Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda (FTÖP) bireysel farklılıkları ne olursa olsun her bireyin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi öncelikli amaç olarak belirlenmiştir. Öğrenciler sürekli alma ihtiyacını duymak yerine kendi kendilerine araştırabilen, sorgulayabilen bireyler olacak şekilde yönlendirilmelidir. Fen ve teknoloji okuryazarı olan bireyler bilgiye ulaşmada ve yeni bilgi üretmede daha etkin rol alabilmektedir. Bu bağlamda fen ve teknoloji okuryazarı olan bir kişi, bilimi ve bilimsel bilginin doğasını anlayarak uygun şekillerde kullanır; problemleri çözerken ve karar verirken Bilimsel Süreç Becerileri'ni (BSB) kullanır; fen, teknoloji ve toplum arasındaki etkileşimleri anlar ve bilgiye ulaşma, bilgiyi kullanma ve bilgi üretme yollarını bilir (Köseoğlu vd., 2003; Ardaç ve Muğaloğlu, 2002; Çepni ve Bacanak, 2002; Laugksch, 2000). Bilgiye ulaşma yollarını kazandırmak ise öğrencilerin BSB'sini geliştirmekle sağlanabilmektedir (Ayas vd., 1997).

Fen bilimlerinin içeriği, BSB'lerden ve bilimsel kavramlardan oluşmaktadır. Ancak fen eğitiminde öğrencilere bilimsel içeriğin kazandırılmasının mı yoksa BSB'nin kazandırılmasının mı daha önemli olduğu tartışılmaktadır (Brotherton ve Preece, 1995; Colley, 2006). Bilimsel kavramlar geçerliliği kanıtlanmış olan olguları, bilgileri, ilkeleri, doğa kanunlarını ve kuramlarını bilmeyi içermekte; BSB ise, bilgilere ulaşmak için izlenen yolu, bilim yapmayı kapsamaktadır. Aslında birinin öğrenilmesi bir diğerinin öğrenilmesine yardımcı olabilir (Dawson, 1999; Kanlı, 2007; Kula, 2009). Etkili bir kavram öğretimi, bu ikisini bütünleştirebilmeyi gerekli kılar.

Türkiye'de yeniden yapılandırılan fen ve teknoloji, fizik, kimya ve biyoloji dersi öğretim programlarında öğrencilerde BSB'nin kazandırılmasının ve geliştirilmesinin önemi üzerine vurgu yapılmaktadır. Fen öğretimi programlarında BSB'nin üzerine vurgu yapılması, akıllara BSB'nin eğitimde kullanılmasının ve geliştirilmesinin fen öğretiminde etkisinin nasıl olduğu sorusunu getirmektedir. Yapılan araştırmalarda da BSB ile öğrencilerin akademik başarıları arasında (Bilgin, 2006; Beaumont Walters ve Soyibo, 2001; Colley, 2006; Wilke ve Straits, 2006; Kesamang ve Taiwo, 2002; Baser, 2003; Tupin ve Cage, 2004), BSB ile öğrencilerin fene yönelik tutumları arasında (Downing ve Filer, 1999; Sittirug, 1997; Aydoğdu, 2006) ve BSB ile bilimsel yaratıcılık arasında (Aktamış ve Ergin, 2007; Meador, 2003; Roberts, 2003) pozitif bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca BSB bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi

yüksek düzeyde düşünme yeteneklerini geliştirmede de oldukça etkilidir (Lee vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003; Arslan ve Tertemiz, 2004; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007). Bir laboratuvar yaklaşımı olarak da bilinen BSB, yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirilmesinde, kavramların zihinde daha kolay yapılandırılmasında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumun açıklanmasında öğrencilere yardımcı olabilmektedir. BSB'nin bu özelliklerine bakıldığında eğitim çalışmalarında özellikle üzerinde durulan ve öğretimde ulaşılmaya çalışılan nitelikleri sağladığı ve öğrencilerde BSB'nin geliştirilmesinin öğrenmeyi olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

BSB, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Eğitim Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı'nın hazırladığı programlarda fen öğrenen bir öğrencide kazandırılması düşünülen davranışlar arasında yer almasına rağmen; Türkiye'de 2004 FTÖP'e kadarki öğretim programlarında yeterli düzeyde ön plana çıkmamıştır (Şenyüz, 2008). Öğrencilerimizin BSB seviyelerinin ise istenilen düzeyde olmadığı yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalardan da bilinmektedir (URL-1, 2009; URL-2, 2009; URL-3, 2011; Temiz, 2001; Hazır ve Türkmen, 2008; Farsakoğlu vd., 2008; Temiz ve Tan, 2009; Aydoğdu ve Ergin, 2009). Bununla birlikte öğrencilere bu becerilerin kazandırılmasında en önemli faktörlerden birisi öğretmenlerdir ve öncelikle onlarda bu becerilerin en üst seviyede olması gerekmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının laboratuvarda hizmet öncesi eğitimlerinde, BSB'lerinin geliştirilmesine ve bu becerilerin geliştirilmesi ile ilgili etkinlikleri öğrencilerine yaptırabilme yeterliliğine yönelik çalışmaların olması bu anlamda önem kazanmaktadır.

Fen eğitiminde öğrencilere BSB'nin yanı sıra bilimsel içeriğin de hedeflenen düzeyde kazandırılması için, Fen ve Teknoloji derslerinde sağlanacak olan kavram öğretiminin etkili ve yeterli olması gerekmektedir (Aydoğan vd., 2003; Coştu ve Ünal, 2005). BSB'nin kazandırılması, öğrencilere, problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi yüksek düzeyde düşünme yeteneklerini geliştirmede yardımcı olduğu gibi (Lee vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003; Arslan ve Tertemiz, 2004; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007) yapılan deneyleri konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında da yardımcı olabilmektedir (Carey vd., 1989; Aktamış, 2007; Lind, 2009). Bunun için bilimsel araştırmalarda, alternatif kavramlar düzeltilerek kavram öğretimi ve beceri gelişimi birlikte kullanılmalıdır (Carin ve Bass, 2001).

Kavram öğretimine ve kavramların anlaşılmasına yönelik yapılan birçok çalışmanın sonuçlarından; öğrencilerin fen bilimlerindeki kavramların çoğunun soyut olmasından dolayı anlamakta zorluk çektikleri (Finley vd., 1982; Ayas ve Demirbaş, 1997), gerek günlük deneyimleri sırasında (Ünal ve Coştu, 2005; Çalık, 2006), gerekse öğretim öncesinde ve sırasında bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlara aykırı kavramlar geliştirebildikleri gözlenmektedir. Literatürde öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramların haricinde geliştirdikleri bu kavramlar; “kavram yanılgısı” (misconception) (Griffiths ve Preston, 1992; Nakhleh ve Krajcik, 1994), “alternatif kavramlar” (alternative conceptions) (Gonzalez, 1997), “alternatif yapılar” (alternative frameworks) (Driver ve Easley, 1978), “öznel fikirler” (naive conceptions), (Fensham, 1988) ve “genel duyu kavramları” (common sense concepts) ya da “kendiliğinden oluşan bilgiler” (spontaneous knowledge) (Treagust, 1988) gibi çeşitli şekillerde anılmaktadır. Öğrencilerin bilimsel kavramlar geliştirememelerinde; a) öğrencilerin öğrenme ortamlarına birtakım yanlış inançlarla gelmesi, b) öğretimin etkili bir şekilde düzenlenmemesi, c) ders kitaplarında ve/veya diğer öğretim kaynaklarında yanlış anlaşılmaya meyil veren ifadelerin olması, d) öğretmenlerin ders anlatırken yanlış ifadeler kullanması, e) öğretim sürecinde tartışılan alternatif kavramlı fikirlerin ve sunulan bilimsel açıklamaların öğrenci tarafından yanlış yorumlanması, f) öğretmenlerin laboratuarlara ve laboratuarlarda BSB'lere yeterince önem vermemesi sonucu öğrencilerin olayları bilimsel olarak sorgulamadan, bilgiyi hazır olarak almaları ve ezberlemeleri, g) laboratuarlarda deney yapılmadığı zamanlarda öğrencilerin bilgiyi kendilerinin keşfetmesine imkân sunulmaması vs. neden gösterilebilir. Nedeni her ne olursa olsun alternatif kavramlar, çocuğun kendi gözlem ve tecrübesi yoluyla zihinde yapılandırıldığından, başka bir deyişle kendine ait fikirleri olduğundan, çocuk için önemli ve mantıklı bulunmakta, değiştirilmeye gerek görülmemektedir (Treagust vd., 2000; Nieswandt, 2001). Buna ek olarak bu alternatif kavramlar değiştirilmeye karşı oldukça dirençli olmakta ve öğrencilerin daha üst düzey bilgileri öğrenmelerine olumsuz yönde etki etmektedir (Ayas vd., 2010; Niaz vd., 2002; Coştu vd., 2002; Canpolat vd., 2004).

Öğrencilerde oluşan alternatif kavramların düzeltilmesinde ve güçlü bir kavramsal değişimin sağlanmasında Bodner (1990), “öğrenme” ve “öğretme” kavramlarına yeni bakış açıları getirmiş ve bu kavramları geleneksel tanımları dışında irdelemeye çalışmıştır. Öğretmenler her ne kadar mükemmel birer öğretici olsalar bile, bütün öğrencilerin aynı

şekilde öğrenemeyeceklerini, öğrencilerin bireysel farklılıklara sahip olduklarını ve ancak kendilerinin bilgiyi zihinlerinde yapılandırması durumunda öğrenebileceklerini belirtmiştir. Bu anlayışla birlikte son zamanlarda eğitimciler tarafından benimsenen Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı (YAÖK) ön plana çıkmıştır. YAÖK, yanlış kavramsal yapılara sahip olan öğrencilerin kavramlarını düzeltmede ve etkili kavram öğretiminin yapılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir (Kayalı ve Tarhan, 2004; Tezcan ve Salmaz, 2005). Ayrıca YAÖK'te fen kavramlarını yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunan laboratuvar ortamlarında öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerine, bilgiye kendilerinin ulaşması sonucu onların kavramlar arası neden sonuç ilişkisi kurarak kavramları zihinlerinde yapılandırılması üzerine vurgu yapılmaktadır (Carey vd., 1989). Yapısalcı yaklaşıma, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapılarak hazırlanan laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal değişimlerine (Nicosia vd., 1984; Dawson, 1999; Beaumont Walters ve Soyibo, 2001; Kanlı, 2007); mantıksal ve yaratıcı düşünme becerilerine (Karahan, 2006; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007; Aktamış ve Ergin, 2007); kavramların ezberlenerek değil yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirilerek zihinlerde yapılandırılmasına (Rollnick vd., 2001) bilimsel süreçlere ilişkin becerilerin gelişimine (Dawson, 1999; Kanlı, 2007; Aktamış, 2007), muhakeme yeteneklerinin gelişimine ve bilimsel olarak olayları sorgulayabilmelerine (Lee vd., 2002) yardımcı olduğu da ifade edilmektedir. Bu bağlamda YAÖK'e, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapan laboratuvar ortamlarının hazırlanması önemli olmakla birlikte öğretmenlerin bu ortamlarda yaklaşımın hakkını verecek nitelikte yetiştirilmesi de oldukça önemlidir.

Günümüzde, her meslekte bilimsel ve teknolojik alanlarda etkin bir şekilde problem çözme ve karar verme yetenekleri gelişmiş bireylere acil ihtiyaç duyulduğu ve öğrencilere temel fen kavramları, BSB, fen, teknoloji, toplum ve çevre ile ilgili anlayışlar, bilimsel tutum ve değerlerin kazandırılması gereği düşünüldüğünde programı hayata geçirecek olan öğretmenlerin birikimlerinin, becerilerinin ve tutumlarının geliştirilmesi oldukça önem kazanmaktadır (Nicosia vd., 1984). Fen ve teknoloji öğretmeni yetiştiren programlar incelendiğinde ise, bu programlarda genellikle fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi alan derslerinin yanı sıra yöntem derslerinin de yer aldığı; fakat bilimsel araştırmalara ilişkin süreçler, bilimsel kararların verilme aşamaları, inançlar vb. konuların bu derslerde derinlemesine işlenmediği, laboratuvar derslerinin geri plana atıldığı (Hamrich, 1997; Tezcan ve Günay, 2003) ya da laboratuvar BSB'lerin sınırlı düzeyde uygulandığı (Berry

vd., 1999) dikkat çekmektedir Buna benzer olarak görev başındaki öğretmenlerin laboratuvar amaç ve uygulamaları konusunda gerekli eğitimi almadıkları ve deney yaptırmada kendilerini yetersiz hissettikleri (Akdeniz vd., 1998; Çepni vd., 1994; Nakiboğlu ve İşbilir, 2001; Karaca vd., 2006; Yıldırım, 2011), öğretmen adaylarının ise laboratuvarla ilgili temel bilgi ve becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı (Coştu vd., 2005) belirtilmektedir. Bu durumda dünyanın en etkili programı da olsa, etkili bir hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimden geçmemiş bir öğretmenin programı uygulama performansı düşük olacaktır (Ayas, 1995b). Bilginin her geçen an arttığı günümüzde, öğretmenlerin hizmet öncesi eğitimde kazandığı bilgiler, belli bir zaman sonra yeterliliğini kaybedebilmekte ve eğitimin istenen düzeyde yürütülmesini güçleştirmektedir. Bütün bu sebeplerden dolayı, öğretmen eğitiminin hizmet öncesinde ve hizmet içinde sürekli ve uygulamalı bir süreç olarak bilimsel araştırmalara ilişkin süreçler, bilimsel kararların verilme aşamaları, kavramların bilimsel olarak sorgulanması, inançlar vb. konuları da içeren kapsamlı ve nitelikli uygulamalarla donatılmış programlarla desteklenmesine ihtiyaç vardır (Çepni ve Akdeniz, 1996; Gürşimşek, 1999).

1.2. Araştırmanın Problemi

FTÖP'te öğrencilere bilimsel araştırmanın yol ve yöntemlerini öğretmek amacıyla kavram öğretiminin yanı sıra BSB olarak adlandırılan becerileri kazandırmak esas alınmıştır (MEB, 2004). Bu beceriler geliştirilmedikçe çocukların anlayarak bilimsel kavramlar geliştirmeleri mümkün olmamaktadır. Bu durum günümüzde ilköğretim programlarında yer alan derslerde BSB'ye yer verilmesini gerekli kılmaktadır. İlköğretimin temel işlevlerinden biri, çocukların BSB'sini geliştirmelerine yardımcı olmaktır. BSB'nin kazandırılmasında ise öğretmenlere öğrenme etkinlikleri ve ortamı düzenleme, bilgiye ulaşma yollarını öğretme, öğrencilerin BSB'sini geliştirme ve bu süreç becerilerinin gelişim seviyesini takip etme gibi konularda önemli görevler düşmektedir (Ash, 1993; Harlen, 1999; Bağcı Kılıç, 2003; Arslan ve Tertemiz, 2004). BSB'si geliştirilen öğrencilerin fene karşı olumlu tutum geliştireceği ve sonuç olarak etkili ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşeceği unutulmamalıdır (Çepni, 2005). Bilimsel tutumlara ve BSB'ye sahip olmak bilimsel bilgilere ulaşmayı kolaylaştırır (Başdağ, 2006).

BSB genellikle laboratuarda uygulanan becerilerdir. Yani deney yapma ve BSB'yi geliştirme birbirini destekleyen uygulamalardır. BSB bireylere, yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında yardımcı olabilmektedir. İlgili literatürde, görev başındaki öğretmenlerin laboratuvar amaç ve uygulamaları konusunda gerekli eğitimi almadıklarını ve deney yaptırma kendilerini yetersiz hissettiklerini gösteren çalışmalar da vardır (Akdeniz vd., 1998; Nakiboğlu ve İşbilir, 2001; Karaca vd., 2006; Yıldırım, 2011). Ayrıca öğretmen adaylarının laboratuvarla ilgili temel bilgi ve becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı da tespit edilmiştir (Coştu vd., 2005). Mesleğe adım atmalarına an kala, eğitim fakültelerinden uygulama konusunda eksiklikler ile mezun olan, programda öğrencilere kazandırılması istenen BSB'leri nasıl kazandırabileceklerine dair yeterlilik kazanmayan öğretmenlerin, kendi öğrencilerine beceri kazandırma konusunda ne kadar yeterli olabileceği ise bir araştırma konusudur. Öğretmenlerin BSB'leri ile öğrencilerin bu becerileri kullanma ve akademik başarıları arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir (Nicosia vd., 1984). Öğretmenler ve geleceğin öğretmenleri, öğretmen adayları, öğrencilerin BSB'lerinin gelişmesine veya bu becerilerinin körelmesine neden olabilecek faktörlerdendir. Bu yüzden hizmet öncesi öğretmen eğitiminde laboratuvar ortamında hem BSB'nin geliştirilmesine hem de kavramsal değişim sağlanmasına yönelik çalışmaların yapılması oldukça önemli ve gereklidir.

Geleneksel laboratuvar ortamı, kavramlarla ilgili yapılan deneylerde öğrencilerin BSB'lerinin geliştirilmesinde ve deneylerde meydana gelen olaylara kavramsal bir açıklama getirilmesinde yetersiz kalmaktadır (Kanlı, 2007). Bu nedenle laboratuvar ortamının alışılmışın dışında, öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik, hem BSB'yi geliştirmeyi hem de kavramlar arası ilişkiler kurmayı sağlayan, mevcut alternatif kavramların giderilmesine fırsat sunan ve kalıcı öğrenme ile kavramların iç dünyasının keşfedilmesine imkân tanıyacak şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir (Akdeniz vd., 1998). Bu bağlamda laboratuvar uygulamaları sürecinin, öğretmen adaylarından temel laboratuvar becerilerini, araştırmanın yol ve yöntemlerini öğretmek amacıyla kazandırılması gereken BSB'yi ve onların hizmet öncesi öğrenim süreçleri içerisinde olduğu kadar, ileriki yaşantılarında da kullanacakları, temel becerileri içermesi gerekmektedir (Hegarty, 1990; Coştu vd., 2005; Karaca vd., 2006). Bu sebeple, etkin bir şekilde fen öğretiminin gerçekleştirilmesi için zengin uyarıcılarla donatılmış öğrenme ortamlarını hazırlamaktan sorumlu olan

öğretmenlerin fen bilimlerine ve uygulama laboratuvarlarına karşı inançlarının, bilgi ve becerilerinin üst düzeyde olması önem taşımaktadır. Nitekim öğrencilerimizden yetkin birer birey olmalarını beklediğimiz günümüz şartlarında gerekli öğrenme durumlarının da aynı standartlarda olması gerekir. Coştu ve diğerleri (2005), öğretmen adaylarının laboratuvarla ilgili temel bilgi ve becerilerinin ve Canbazoğlu (2008) fen bilgisi öğretmen adaylarının pedagojik ve alan bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığını tespit etmişlerdir. Gerekli donanıma sahip olmadan öğretmen yetiştiren kurumlardan mezun olan öğretmen adaylarının, hizmetleri süresince kendilerinde var olmayan kavramsal yapıları ve becerileri öğrencilere kazandırmaları zorlaşmakta ve neredeyse imkânsızlaşmaktadır.

Türkiye’de yeniden yapılandırılan öğretim programlarında, öğrencilere kavram öğretiminin yanı sıra beceri kazandırma boyutunun da ön plana çıktığı görülmektedir. Bu programların uygulanmasında ise YAÖK’ün 5E öğretim modeli benimsenmiştir. Bu anlamda, eğitim-öğretim kurumlarında fen kavramlarının esas temellerinin atıldığı ilköğretim düzeyindeki öğrencilere, fen eğitimi veren öğretmenlerin öncelikli olarak “YAÖK ve 5E öğretim modeli nedir?”, “Eğitim öğretimde bu modelin uygulamaları nasıl yapılır?”, “Güçlü bir kavramsal değişim sağlamak ve BSB’leri kazandırmak için nasıl materyaller kullanılmalı ve sunulmalıdır?” gibi soruları yanıtlayabilir konumda olmaları çok önemlidir. Fen bilgisi öğretmenleri ile yapılan bir araştırmada öğretmenlerin 5E öğretim modeli hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları, sınıflarında alışık oldukları yöntemlere göre ders işleme eğiliminde oldukları ve 5E öğretim modelini tam olarak benimseyemedikleri tespit edilmiştir (Akyol İnç, 2009).

Yukarıda belirtilen soruların öğretmenlerce yanıtlanabilmesinde öncelikli olarak onların hizmet öncesi eğitimlerinde 5E öğretim modeline göre, BSB’lere vurgu yapan ve bireysel farklılıkları dikkate alarak farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş öğretim materyalleri kullanılarak laboratuvar ortamında derslerini işlemelerinin payı çok fazladır. BSB’yi geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarda Erdoğan (2010), Tatar (2006) ve Kula (2009) ilköğretim seviyesindeki öğrencilerde, Altunsoy (2008) ise lise öğrencilerinde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının; Lee ve diğerleri (2002) farklı sınıf seviyelerindeki biyoloji ve sınıf öğretmen adaylarında; Dori ve Sasson (2008) lise 3 öğrencilerinde, Tavukçu (2008) ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinde bilgisayar destekli öğretimin; Bilgin (2006) ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinde, Bozdoğan ve diğerleri (2006) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinde işbirlikli öğrenme yönteminin; Serin (2009)

ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinde, Şahbaz (2010) ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının; Kanlı ve Yağbasan (2008) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinde 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının etkilerini incelemiştir. Çalışmalardaki örneklemeler genel olarak ilköğretim çoğunlukta olmak üzere ortaöğretim ve üniversite seviyesindeki öğrencilerden oluşmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmalarda, öğrenci merkezli tek bir öğretim yönteminin BSB'ye etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmalardan da görüldüğü gibi literatürde fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerini örneklem alan farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılarak, 5E öğretim modeline dayalı BSB'lerin geliştirilmesine ve kavramsal değişime vurgu yapan etkinliklerin laboratuvar ortamına uyarlanarak etkisinin incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Fen bilimlerinin önemli bir dalı olan kimya dersi, birçok soyut kavram içermesinden dolayı farklı ülkelerde, farklı yaş gruplarındaki öğrenciler tarafından zor bir ders olarak nitelendirilmektedir (Orgill ve Bodner, 2004; Ayas ve Demirbaş, 1997; Nakhleh, 1992; Zoller, 1990). Kimya alanında yapılan araştırmalar incelendiğinde ise öğrencilerin kimya konularında çok sayıda alternatif kavrama sahip olduğu tespit edilmiştir. Kimya konuları içerisinden öğrencilerde alternatif kavramlara en çok rastlanılan konuların; elektrokimya (Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Ogude ve Bradley, 1994; Sanger ve Greenbowe, 1997a, 1997b), “kaynama, kaynama noktası ve buhar basıncını etkileyen faktörler” (Abad, 2001; Coştu, 2006; Gopal vd., 2004; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003), “asit ve bazlar” (Nakhleh ve Krajcik, 1994; Vidyapati ve Seetharamappa, 1995; Sheppard, 1997; Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2004); “çözünürlük” (Gennaro, 1981; Ebenezer ve Erickson, 1996; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Çalık ve Ayas, 2004), “kimyasal kinetik” (Hackling ve Garnett, 1985; Banerjee, 1991; Nakiboğlu vd., 2002; İcik, 2003; Cakmakci, 2005; Cakmakci vd., 2005) ve “gazlar” (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996) gibi konular olduğu belirtilmektedir (Griffiths, 1994; Garnett vd., 1995; Stavy, 1998; Taber, 2002). Öğrencilerin kimyanın bu başlıklarında çeşitli öğrenme zorlukları yaşaması onların ileriki öğrenmelerinde de ciddi problemlerle karşılaşacaklarının bir habercisidir. Bu konular üzerinde yapılan kavramsal değişim çalışmaları incelendiğinde, çalışmaların genelde animasyon, kavramsal değişim metni, deneyle öğretim, çalışma yaprağı, analogi gibi metotların tek başına kullanılarak etkililiklerinin incelendiği görülmektedir. Fakat bu yöntemlerin sürekli kullanılmasının öğrenciyi sıkması ve bütün öğrencilere aynı oranda

yarar getirememesi gibi dezavantajları olabileceği de belirtilmektedir (Dole, 2000; Huddle vd., 2000; Demircioğlu ve Atasoy, 2006). Son yıllarda çalışmaların çoğu, öğrenciler tarafından anlaşılması güç olan ve alternatif kavramlar içeren konu ve kavramların öğretimine odaklanmıştır (Canpolat vd., 2004; Doymuş vd., 2010; Karşlı ve Çalık, 2012). Bundan dolayı bu araştırma kapsamında; öğrencilerce zor bir ders olarak nitelendirilmesi ve öğrencilerin birçok alternatif kavrama sahip olması özelliklerinden dolayı sadece kimya konularına ve yukarıda da sıralanan kimya kavramlarına odaklanılmış, çalışma yaprakları, kavramsal değişim metinleri, bilgisayar animasyonları, analogi, kavram haritası ve deney gibi etkinlikler 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılmasına imkân verecek şekilde öğrenci ve öğretmen rehber materyalleri geliştirilmiştir. Bu şekilde laboratuvar ortamında çeşitli öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş bir öğretimin birbirinin eksikliğini kapatarak etkili ve güçlü bir kavramsal değişim ve BSB gelişimi sağlayacağına inanılmaktadır. Bunun yanı sıra bu şekilde bir uygulamanın yapılması, öğretmen adaylarının kendi öğrencilerinde, öğretmen kaynaklı oluşabilecek alternatif kavramların erkenden önüne geçilmesinde ve kendi öğrencilerinin BSB'lerini geliştirebilmede yeterlilik kazanmalarında önemli bir adım olacaktır.

Bütün bunlardan hareketle, bu araştırmanın temel problemi; fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları” dersi kapsamında Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarında yer alan “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik, YAÖK’ün 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB'lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamaya dönük etkinliklerden oluşan rehber materyallerin geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi olarak belirlenmiştir. Bu temel problem doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yönelik araştırmalar yapılacaktır:

1. Geliştirilen rehber materyaller öğretmen adaylarının BSB'lerinin gelişiminde ne derecede etkilidir?
2. Geliştirilen rehber materyaller, öğretmen adaylarının çalışma kapsamında belirlenen kavramlarla ilgili olarak kavramsal yapılarında uygulama öncesinden sonrasına nasıl bir değişim gerçekleştirmiştir?

3. Geliştirilen rehber materyaller öğretmen adaylarının fen bilimlerine ve fen öğretimine yönelik tutumları üzerinde etkili midir?
4. Çalışma kapsamında geliştirilen rehber materyallerin ve uygulama sürecinin deney grubu öğrencileri görüşleri ve araştırmacı gözlemleri açısından yansımaları nelerdir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı; Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarında yer alan “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik, YAÖK’ün 5E öğretim modeline uygun, farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamaya dönük etkinliklerden oluşan rehber materyaller geliştirmek ve etkililiğini incelemektir. Bu temel amaca paralel olarak çalışmanın alt amaçları ise şu şekilde belirlenmiştir:

1. Geliştirilen rehber materyallerin, öğretmen adaylarının BSB’lerine etkisini incelemek,
2. Geliştirilen rehber materyallerin, öğretmen adaylarının çalışma kapsamında belirlenen kavramlarla ilgili olarak kavramsal yapılarında uygulama öncesinde ve sonrasında nasıl bir değişime yol açtığını incelemek,
3. Geliştirilen rehber materyallerin, öğretmen adaylarının fen bilimlerine ve fen öğretimine yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemek,
4. Geliştirilen rehber materyaller ve uygulama süreci hakkında deney grubu öğrencilerinin görüşlerini ve araştırmacı gözlemlerini değerlendirmektir.

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Son yıllarda yapılan program geliştirme ve değerlendirme çalışmalarında özellikle öğrencilerin olaylara bilimsel yaklaşımlarına, çözüm üretmelerine ve bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlamaya yönelik, beceri kazandırmaya uygun çalışmaların yapılmasına

vurgu yapılmaktadır (MEB, 2004; URL-1, 2009; URL-2, 2009). Fen alanında öğrencilerin olaylara bilimsel yaklaşımları ve beceri kazandırılması düşüncesi pek çok ülke tarafından benimsenmesine rağmen, uluslararası yapılan TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study) araştırması sonuçlarından çoğu ülkede yeterince gerçekleştirilemediği anlaşılmaktadır (URL-1, 2009; URL-2, 2009). Farklı ülkelerde hangi tür öğretim programlarının, uygulamalarının ve okul çevrelerinin daha yüksek öğrenci başarısını sağladığı konusunda veriler sağlamak amacıyla gerçekleştirilen TIMSS çalışması raporlarına göre Türkiye genel sıralamada 1999 yılında 38 ülke arasında 33. sırada, 2007 yılında ise 48 ülke arasında 31. sırada yerini almıştır (URL-1, 2009, Gonzalez ve Miles, 2001; Martin vd., 2008; Uzun vd., 2010). Öğrencilerin bilgi ve becerilerinin değerlendirildiği uluslararası PISA sonuçları da, 2003 yılında Türkiye'nin 41 ülke arasında fen alanında 36. sırada, 2006 yılında 57 ülke arasında 44. sırada, 2009 yılında ise 65 ülke arasında fen alanında 42. sırada olduğunu göstermektedir (URL-3, 2011). Bu araştırma sonuçlarından 2004'te yeniden yapılandırılan FTÖP'e göre eğitim alan ve daha öncesindeki öğretim programına göre eğitim alan öğrencilerin TIMSS ve PISA sonuçları arasında çok önemli bir fark olmadığı görülmektedir. TIMSS ve PISA sorularının içeriğinde öğrencilerin BSB'lerini ölçen soruların da olduğu göz önüne alındığında (Bağcı Kılıç, 2003), Türkiye'nin Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilâtı – OECD'nin (Organisation for Economic Co-Operation and Development) ortalamasının altında kalması, öğrencilerin BSB seviyelerinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Ülkemiz genelinde yapılan bazı çalışmaların sonuçlarından da öğrencilerimizin BSB seviyelerinin istenilen düzeyde olmadığı tespit edilmiştir (URL-1, 2009; URL-2, 2009; URL-3, 2011; Hazır ve Türkmen, 2008; Temiz ve Tan, 2009; Aydoğdu ve Ergin, 2009; Dönmez ve Azizoğlu, 2010). Öğrencilerde BSB'lerin yeterince gelişmemiş olması akıllara öğretmen ve öğretmen adaylarının bu konudaki durumlarının ne olduğu sorusunu getirmektedir. Farsakoğlu ve diğerlerinin (2008) 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB farkındalıklarını belirlemek amacıyla yaptıkları araştırma sonucundan öğretmen adaylarının BSB'yi teorik olarak açıklayabilmelerine rağmen bu teorik bilgileri pratiğe dökemedikleri ortaya çıkmıştır. Bu bulgu Karanlı ve diğerlerinin (2010) son sınıf kimya öğretmen adayları ile yaptıkları çalışma sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. Karanlı, Şahin ve Ayas'ın (2009) fen bilgisi öğretmenleri ile bireysel mülakatlar yaparak onların BSB hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmak amacıyla yaptıkları araştırma sonucunda fen

bilgisi öğretmenlerinin çoğunun BSB hakkında teorik bilgiye sahip olmadıkları ve bu kavramları Bloom Taxonomy, Piaget'in Formal Operasyon Evresi ve problem çözme gibi kavramlarla açıklamaya çalıştıkları gözlenmiştir. Laçin Şimsek (2010) 4. sınıf öğretmen adaylarının deneylerle öğrencilere kazandırılması hedeflenen BSB'leri tespit edebilme yeterliliklerini belirlemek için çalışma yapmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının deneylerdeki yapılan işlemlerde hangi BSB'lerin kazandırıldığını tespit etmede problem yaşadıkları ve BSB basamakları ile Bloom taksonomisi ve problem çözme yönteminin basamaklarını birbirine karıştırdıkları aktarılmıştır. Sinan ve Uşak (2011) araştırmalarında 27 biyoloji öğretmen adayının BSB'lerini değerlendirmek için biyokimya laboratuvar dersinde öğrencileri gruplar halinde deneylerini yaparken gözlemlemiş ve bu öğrencilerin 3 tanesi ile de yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının özellikle “işlemsel bilgi, deney yönergesini anlama, deney düzeneği kurma, hipotez oluşturma-sınama ve günlük yaşamla ve diğer alanlarla çapraz ilişkilerin kurulması” alanlarında zayıf, diğer BSB alanlarında ise iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu araştırmada öğrencilerin yapılan deneylerle kavram ve günlük yaşam arasındaki ilişkiyi kurmada zayıf oldukları gözlenmiştir. Fen ve teknoloji öğretmeni yetiştiren programların ders içerikleri incelendiğinde BSB'nin özel öğretim yöntemleri derslerinin bir alt konusu olduğu ve fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersinde de uygulamalara yer verildiği görülmektedir. Fakat yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının mevcut sistemde bu dersleri almalarına rağmen öğretim programlarında özenle vurgulanan BSB'lerden çok haberdar olmadıkları görülmektedir. Mevcut sistemde halen yetişen öğretmen adaylarının iyi yetişmesi halinde ancak programın daha amaca yönelik olarak ilköğretim okullarında uygulanabileceği ve öğrencilerin BSB seviyelerinin ve başarılarının artacağı düşünüldüğünde BSB'nin gelişimine daha çok vurgu yapan ve BSB'yi pratiğe dökmeye yönelik uygulamaya fırsat veren çalışmalar önem kazanmaktadır.

Yeni fen öğretim programlarında üniteler, içeriğe bilimsel süreçler yoluyla varılması esasına göre düzenlenmiştir. Bu anlamda okullarda görev yapan öğretmenlere öğrenme aktiviteleri ve ortamı düzenleme, araştırma yol ve yöntemlerini ve bilgiye ulaşma yollarını öğretme, öğrencilerin BSB'lerini geliştirme ve gelişim düzeylerini belirleme gibi konularda önemli sorumluluklar düşmektedir (Ash, 1993; Harlen, 1999; Bağcı Kılıç, 2003; Arslan ve Tertemiz, 2004). BSB'nin öneminin her öğretmen tarafından bilinmesi programın başarıya ulaşabilmesinde esas olduğundan, bu amaca uygun öğretmen

yetiştirilmesine özen gösterilmelidir. Böylece öğretmen adaylarının, edindikleri bu BSB'ler sayesinde, yeni bilgileri kavrayarak öğrenebileceklerine ve gelecekte kendi öğrencilerinin becerilerini geliştirmede daha faydalı olacağına inanılmaktadır.

Öğrencilere beceri kazandırmada ve onların alternatif kavramlarını gidererek kavramsal değişim sağlamalarında öğretmenlerin bir etken olmasının yanı sıra onlarda alternatif kavramların oluşmasında da öğretmenlerin etken olduğu bilinmektedir. Yapılan araştırmalarda öğretmenlerin kendi eğitimlerinden kaynaklanan alternatif kavramlarını öğrencilerine aktardığına yönelik bulgular da mevcuttur (Valanides, 2000a; Papageorgiou ve Sakka, 2000). Fen derslerinde öğretmenlerin, öğretilmesi hedeflenen kavramları zihinlerinde yapılandıramamaları öğrencilerde alternatif kavramlara neden olmaktadır (Aydoğan vd., 2003). Öğretmenler, öğrencilerin de kendilerinin geçmişte en iyi öğrendikleri yaklaşımla öğrenebileceklerini düşünmekte ve öğretimlerini alıştırdıkları şekilde düzenlemektedirler (McDermott, 1993; Shymansky, 1992). Öğrencilerde alternatif kavramların oluşmasında öğretmenlerin laboratuarda öğretime ve BSB'ye yeterince önem vermiyor olması da neden gösterilebilir (Dawson, 1999). Çünkü BSB'yi geliştirmeye yönelik bir laboratuvar ortamı öğrencilerin BSB gelişimini sağlamakla birlikte bu becerilerin geliştirilmesi olayların nedenlerini, nasıllarını sorgulayıcı bir yaklaşımla sebep-sonuç ilişkisi içinde açıklayabilme fırsatı da sunar. Bununla birlikte BSB'ler öğrencilerin yaptıkları deneyle ele aldıkları kavramlar arasında birebir bağlantılar kurmalarını ve kavramsal değişim gerçekleştirmelerini de sağlamaktadır (Dawson, 1999; Walters ve Soyibo, 2001; Kanlı, 2007; Kula, 2009). Bu bağlamda öğretmen kaynaklı alternatif kavramların önüne geçmek için, eğitim fakültelerinde hizmet öncesi eğitimlerinde öğretmen adaylarının temel fen kavramları anlayıp anlamadıklarının farkında olmalarına, onların alternatif kavramlarını gidererek kavramsal değişim sağlamaya ve BSB'lerini geliştirmeye yönelik laboratuarda uygulanmak üzere etkinlikler düzenlemek oldukça önemli ve gereklidir.

Bütün bunlardan hareketle, öğretmen adaylarına yönelik olarak BSB'ye ve kavramsal değişime ilişkin hazırlanan rehber materyallerin BSB kazanımına ve kavramsal anlamaya katkılarının araştırılmasının ve sonuçlarının paylaşılmasının MEB'e, öğretmen yetiştiren kurumlara, bu alanda yapılacak araştırmalara, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına önemli derecede katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Bu araştırmada ele alınan kavramlar hemen hemen her sınıf seviyesindeki öğrencilerin birçok alternatif kavrama sahip olduğu başlıklardan seçilmiştir. Öğretmen adaylarına yönelik bu alternatif kavramlar da dikkate alınarak geliştirilen ve uygulanan rehber materyallerin onların alternatif kavramlarının giderilmesine etkisinin araştırılmasının ileride öğretmen kaynaklı oluşabilecek alternatif kavramların erkenden önüne geçilmesinde önemli bir adım olacaktır.

Bu araştırmada laboratuvar ortamında farklı kavramsal değişim yöntemlerinin birlikte kullanılarak BSB'ye ve kavramsal değişime etkilerinin araştırılması, öğretmen adaylarının geleneksellikten uzaklaşmış zengin bir öğrenme ortamında deneyim yaşamaları ve onların ileride kendi öğrencilerinde bu yöntemleri nasıl kullanabileceklerine dair bakış açısı, bilgi ve deneyim kazanmaları açılarından da önemlidir.

Bu araştırmada öğretmen adaylarının gelecekte uygulayacakları öğretim programındaki BSB kazanımları, konu ve kavramları dikkate alınarak onların seviyelerine uygun materyaller geliştirilmiş ve uygulamıştır. Bu anlamda çalışma, öğretmen yetiştiren programlarda buna yönelik yürütülecek derslere ve diğer branşlarda hazırlanacak rehber materyallere örnek teşkil etmesi bakımından da önem taşımaktadır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının çalışmada kullanılan tüm ölçme araçlarındaki sorulara dürüst ve gereken itinaı göstererek cevap verdikleri varsayılmaktadır.
2. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin birbirlerinden etkilenmedikleri varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında kayıtlı olan 3. sınıf öğrencilerini kapsayan bir çalışmadır. Bu nedenle sonuçların genellenmesi amaçlanmamıştır.
2. Bu çalışmada kullanılan etkinlikler sadece fen bilimlerinin bir alanı olan kimya konuları ile sınırlandırılmıştır.

3. Veri toplamak için kullanılan testlerde soru sayısının fazla olması, öğrencilerin sıkılmasına ve problemleri çözmeye istekli davranmamalarına neden olmuş olabilir.

1.7. İlgili Literatür Taraması

Bu bölümde araştırmada temel alınan BSB, YAÖK, 5E öğretim modeli, araştırmada kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerle ilgili bilgiler ve bunları içeren konularda ilgili literatür incelemeleri sunulmuştur. Bunlara ek olarak araştırmada BSB'lerin kazandırılması için deney konularının seçildiği ve kavramsal değişim sağlanmaya çalışılan “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularında alternatif kavramların belirlenmesi çalışmalarından ve bu kavramlara yönelik kavramsal değişimi konu alan çalışmalardan bazıları sunulmuştur.

1.7.1. Bilimsel Süreç Becerileri

Fen programlarının, fen kavramlarının öğretilmesinin yanı sıra, bilimsel düşünmeyi ve bilimsel süreçlere ilişkin becerileri geliştirmeye yönelik hedefleri içermesi, eğitimciler arasında yaygın kabul gören bir görüştür. Burada, geliştirilmesi hedeflenen söz konusu becerileri iş becerileri ve BSB olarak iki gruba ayırabiliriz (Taylor, 1990). İş becerileri, ameliyat yapmak, mikroskop kullanmak, damardan kan almak gibi genelde bir mesleği icra ederken kullanılan becerilerdir. BSB ise etkili bir eylem için duygu, düşünce ve hislerin sistemli bir şekilde organize edilerek, insanlar arasında transfer edilme ve problemlerin çözümünde akıl yürütme sürecinden oluşur. Başka bir deyişle dinlemek, konuşmak, gözlem yapmak, sınıflama yapmak, genelleme yapmak, plan yapmak gibi insanoğlunun hemen her aktivitesinde kullanabileceği becerilerdir.

Literatür incelendiğinde birçok araştırmacı temelde birbirine benzerlik gösterecek şekilde BSB'ye farklı tanımlamalar getirmiştir. AAAS (1990), BSB'yi, geniş ölçüde aktarılabilir birçok fen disiplini için benimsenmiş, bilim insanlarının doğru davranışlarının yansımaları olarak kabul edilen beceriler seti olarak tanımlamıştır. BSB, Gagne'ye (1965) göre kavramsal bilgilerin ve prensiplerin kazandırılmasında öğrencilerde olması gereken temel yeteneklere, Burns ve diğerlerine (1985) göre bilimdeki akılcı ve mantıksal

düşünmeyi temsil eden becerilere, Ostlund'a (1992) göre dünyamız hakkında bilgi üretmek ve düzenlemek için sahip olunan en güçlü malzemeye, Lind'e (2009) göre bilgi oluşturmada, problemler üzerinde düşünmede ve sonuçları formülize etmede kullanılan düşünme becerilerine, Rezba ve diğerlerine (1995) göre, bilim insanlarının çalışırken ve bilimsel araştırma yaparken kullandıkları işlem basamaklarına, Brotherton ve Preece'e (1995) göre, bilim insanlarının bilimsel araştırmada kullandıkları yöntemlere ve yapmış oldukları davranışlara, Ayas ve diğerlerine (1997) göre fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren, öğrenmenin kalıcılığını artıran ayrıca araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran temel becerilere, Bağcı Kılıç'a (2003) göre sadece fen öğrenirken değil, diğer öğrenmelerde de kullanılan süreçlere, Schwartz ve diğerlerine (2004) göre bilginin üretilmesiyle sonuçlanan farklı bilimsel metotların ve etkinliklerin kullanıldığı süreçlere denir. FTÖP'te ise BSB, bilgi oluşturmada, problemler üzerine düşünmede ve sonuçları formülize etmede kullandığımız düşünme becerileri olarak ifade edilmektedir. Bu beceriler, bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerilerdir. Bu önemli beceriler öğrencilere kazandırarak, onların bilim insanları gibi düşünmelerine ve konuları öğrenmelerine yardımcı olunabilir (MEB, 2004).

Bilim insanları BSB'yi farklı ifadelerle açıklamış olsalar bile, bu beceriler bilimsel araştırmaların yöntemlerini içine alır. Başka bir deyişle BSB, günlük hayatta karşılaşılan her türlü olay, zorluk ve problemle başa çıkmada, doğru bilgiye ulaşmak için geçirilen her türlü zihinsel ve bedensel faaliyetlerin genel adıdır. Bu çalışmada bilginin deney yoluyla bizzat keşfedilmesi de sağlanarak öğrencilerin birtakım zihinsel ve bedensel faaliyetlerde bulunması sağlanmıştır. Bu çalışmadaki BSB anlayışı öğrencilere, yapılan deneyleri konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları sorgulayarak zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında yardımcı olan becerilerdir.

BSB, MEB'in (2004) Fen ve Teknoloji okuryazarlığı için belirttiği yedi boyuttan (Fen bilimleri ve teknolojinin doğası, anahtar fen kavramları, Bilimsel Süreç Becerileri (BSB), Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) ilişkileri, bilimsel ve teknik psiko-motor beceriler, bilimin özünü oluşturan değerler, Fen'e ilişkin tutum ve değerler) birisidir. BSB'ye, FTÖP'te yer verilmesinin sebebi; "FTÖP sadece günümüzün bilgi birikimini öğrencilere aktarmayı değil, araştıran, sorgulayan, inceleyen, günlük hayatıyla fen konuları

arasında bağlantı kurabilen, hayatın her alanında karşılaştığı problemleri çözmeye bilimsel metodu kullanabilen, dünyaya bir bilim insanının bakış açısıyla bakabilen bireyler yetiştirmeyi amaçlamasıdır. Programda öğrencilere bilimsel araştırmanın yol ve yöntemlerini öğretmek amacıyla BSB olarak adlandırılan becerileri kazandırmak esas alınmıştır.” (MEB, 2004: 64) şeklinde belirtilmektedir.

Ostlund (1998), BSB ile ilgili yapılan çalışmaları derleyerek, ilköğretim düzeyinde bu becerilerin geliştirilmesi ile diğer disiplinler arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Yaptığı çalışmanın sonucunda öğrencilerin BSB gelişimi ile okuma, dil ve matematiği öğrenme arasında yüksek düzeyde bir ilişkinin olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca BSB'nin fen bilimleri öğretimi ve öğreniminde (Örneğin; Lee vd., 2002; Saat, 2004; Azar vd., 2006; Tatar vd., 2007) ve bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi yüksek düzeyde düşünme yeteneklerini geliştirmede (Örneğin; Tan ve Temiz, 2003; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007) oldukça etkili olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bu beceriler genellikle laboratuvar ortamında uygulanır ve aynı zamanda bir laboratuvar yaklaşımı olarak da bilinmektedir. BSB bireylere, yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırılmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında yardımcı olmakta, öğrenmenin kalıcılığını arttırmaktadır. Bütün bu özelliklere bakıldığında eğitim çalışmalarında özellikle üzerinde durulan ve ulaşılmaya çalışılan niteliklerin BSB gelişimi ile sağlanılabileceği düşünülmektedir. Laboratuvar ortamında ele alınan kavramların deney ile ilişkilendirilerek anlaşılmasını kolaylaştırması, öğrencilerin konu ile ilgili kendi hipotezlerini kurarak bilgiye kendilerinin ulaşması ve bilginin kalıcılığını artırması, onların hem zihinsel hem de bedensel faaliyetlerde bulunmasına imkan tanıması özelliklerinden dolayı bu çalışmada BSB seçilmiş ve kavramsal değişimle birlikte ele alınmıştır.

1.7.1.1. Bilimsel Süreç Becerileri Basamak ve Alt Basamakları

Yapılan literatür taramasında BSB'nin araştırmacılar tarafından farklı şekillerde gruplandırıldığı görülmektedir (bkz. Tablo 1). Bu çalışmada, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesinde (1998) gruplandırıldığı şekilde BSB gruplandırılmış ve alt basamakları bundan sonraki paragraflarda açıklanmıştır.

Tablo 1: Literatürde BSB'lerin gruplandırılma şekilleri (Akt. Kanlı, 2007).

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1998)	Gabel (1993a)	Rezba ve diğerleri (1995)	Smith (1995)
<p>Temel Beceriler (Basic Skills) Gözlem (Observing), Sınıflama (Classifying), Ölçme (Measuring), Çıkarım (Inferring), Tahmin (Predicting), İletişim Kurma (Communicating) , Sayılar Arası İlişki Kurma (Using Number Relationships)</p> <p>Bütünleştirilmiş Beceriler (Integrated Skills) Model Oluşturma (Making Models), İşlevsel Tanımlama (Defining Operationally) , Veri Toplama (Collecting Data), Verileri Yorumlama (Interpreting Data), Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme (Identifying and Controlling Variables), Hipotez Kurma (Hypothesizing), Deney Yapma (Experimenting).</p>	<p>Gözlem (Observation), Sınıflama (Classification), Ölçme (Measurement), Çıkarım ve Tahminlerde Bulunma (Making Inferences and Predictions), Değişkenleri Kontrol Etme ve Hipotez Test Etme (Controlling Variables and Testing Hypotheses), İşlevsel Tanımlama (Operational Definitions), Graphing, Hipotez Kurma ve Deney Yapma (Hypothesizing and Experiment), Büyük ya da Küçük Sayıları Kullanma (Large and Small Numbers), Oranlama ve Grafikleme (Proportion and Graphing), Problem Çözme (Problem Solving), Model ve Teorileri Kullanma (Using Models and Theories).</p>	<p>Temel Beceriler (Basic Skills) Gözlem Yapma (Observing), İletişim Kurma (Communicating), Sınıflama (Classifying); Ölçme (Measuring), Çıkarım Yapma (Inferring), Tahminlerde Bulunma (Predicting),</p> <p>Bütünleştirilmiş Beceriler (Integrated Skills) Değişkenleri Belirleme (Identifying Variables), Veri Tablosu Oluşturma (Constructing Table of Data), Grafik Çizme (Constructing a Graph), Değişkenler Arasında İlişki Kurma (Describing Relationships Between Variables), Kendi Verilerini İşleme ve Yorumlama (Acquiring and Processing Your Own Data), Araştırmayı Analiz Etme (Analyzing Investigations) Hipotez Kurma (Hypothesizing), Değişkenleri İşlevsel Olarak Belirleme (Defining Variables Operationally), Araştırmayı Tasarlama (Designing Investigations), Deney Yapma (Experimenting).</p>	<p>Gözlem (Observing), Sınıflama (Classifying), Çıkarım (Inferring), Tahmin (Predicting), Ölçme (Measuring), İletişim (Communicating), Sayı Uzay İlişkileri Kurma (Using Space/Time Relations), İşlevsel Tanımlama (Defining Operationally), Hipotez Oluşturma (Hypothesizing), Deney Yapma (Experimenting), Değişkenleri ayırt etme, (Recognizing Variables), Verileri Yorumlama (Interpreting Data), Model Oluşturma (Formulating Models).</p>

Tablo 1'in devamı

YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi (1998)	Lancour (2005)
Temel Süreç Becerileri Gözlem yapma, Ölçme Sınıflama Verileri kaydetme Sayı ve uzay ilişkileri kurma Nedensel Süreç Becerileri Önceden kestirme Değişkenleri belirleme Verileri yorumlama Sonuç çıkarma Deneysel Süreç Becerileri Hipotez Kurma Verileri Kullanma ve Model Oluşturma Deneysel Yapma Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme Karar Verme	Temel Bilimsel Süreç Becerileri (Basic Process Skills) Gözlem Yapma (Observing), Ölçüm Yapma (Measuring), Çıkarım Yapma (Inferring), Sınıflama (Classifying), Tahmin yürütme (Predicting), İletişim kurma (Communicating). Bütünleştirici Bilimsel Süreç Becerileri (Integrated Process Skills) Hipotezler Geliştirme (Formulating Hypotheses), Değişkenlerin Belirlenmesi (Identifying of Variables), Değişkenlerin İşlevsel Olarak Belirlenmesi (Defining Variables Operationally), Değişkenler Arasındaki İlişkilerin Tanımlanması (Describing Relationships Between Variables), Araştırmayı Tasarlama (Designing Investigations), Deneysel Yapma (Experimenting), Verilerin Toplanması (Acquiring Data), Verilerin Tablo ve Grafik Olarak Düzenlenmesi (Organizing Data in Tables and Graphs), İncelemelerin ve Verilerinin Analiz Edilmesi (Analyzing Investigations and Their Data), Neden ve Sonuç İlişkilerinin Anlaşılması (Understanding Cause and Effect Relationships), Model Oluşturma (Formulating Models).

1.7.1.1.1. Temel Süreç Becerileri

Bu tür beceriler daha üst düzey becerilere zemin hazırladığı, bilimsel araştırmada, doğal olayları ve nesnelere tanımlayabilme ve düzenleyebilme gibi özelliklere sahip olduğu ve zihinsel gelişime katkı sağladığı için bu becerilerin her öğrenciye mutlaka kazandırılması gerekir (Bağcı Kılıç, 2003; Ayas vd., 1997; Beaumont Walters ve Soyibo, 2001). Temel süreç becerileri; gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme ve sayı ve uzay ilişkileri kurma becerilerinden oluşmaktadır.

1.7.1.1.1. Gözlem Yapma

Duyu organlarından birini ya da birkaçını kullanarak veya duyu organlarının hassasiyetini arttıran teknolojik araç ve gereçlerle objelerin ve olayların derinlemesine incelenmesidir (Carin, 1993). Bilimsel çalışmalar gözlemlerle başlamış ve şekillenmiştir. Bu yüzden gözlem, tüm süreçlerin temelidir. Gözlem yapma, nitel ve nicel olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir. Nitel gözlem, etrafımızdaki olay ve varlıkları görme, duyma, işitme, tat alma ve dokunma olmak üzere beş duyu organımız aracılığı ile yapılan gözlemlerdir. Bu tür gözlemler kişiden kişiye değişebilir. Nicel gözlem ise bir yapıyla ya da konuyla ilgili özelliğin uygun ölçme araçları kullanılarak elde edilen sonuçların sayısal olarak ifade edilmesidir. Bu tür gözlemler kişiden kişiye değişmez, daha kesin sonuç verir. Nitel ve nicel gözlemler sonucunda elde edilen bilgiler, daha ayrıntılı araştırmaların yapılmasına ve kişinin konuya karşı merak duymasına sebep olur (Ayas vd., 2006).

Gözlem aynı zamanda zihinsel bir aktivitedir ve bundan sadece duyu organlarının uyarılması sorumlu değildir (Harlen, 1993). Eğitim ortamında öğretmenler uygun sorularla öğrencinin etkili gözlem yapabilmesine ve gözlem becerisinin gelişmesine fırsat sunan etkinlikleri içeren öğrenme ortamları sağlamalıdır (Çepni vd., 1997). Örneğin bir öğretmen sınıfa getirdiği çeşitli maddelerin (katı, sıvı) birbirine karıştırılması ile meydana gelen sıvı-sıvı, katı-sıvı ve katı-katı karışımları öğrencilerin gözlemlerini ve bununla ilgili olabildiğince bilgi toplamalarını isteyebilir. Öğrencilerce yapılan birçok gözlem, ortak ve farklılıkları açısından karşılaştırılarak, karışımların sahip olduğu özellikler tespit edilmeye çalışılabilir. Burada öğrenciler duyu organlarını kullanarak, bazı karışımların tek bir madde gibi görüldüğünü, bazılarının ise karıştırılan maddelerin ayrı ayrı görüldüğünü gözlemleyeceklerdir. Aynı zamanda zihinsel anlamda bu durumun nedenini sorgulayacaklar ve daha üst düzeydeki sınıflandırma, tahmin etme gibi becerileri kazanacaklardır.

Bilimsel gözlem nedir? Herkes kendisinin iyi bir gözlemci olduğunu düşünür. Oysa gözlem yapmak gözle bakmaktan çok daha başka bir şeydir. Dikkatin bir noktaya toplanmasını, ayrıntılara dikkat edilmesini gerektiren ve çoğu kez sabır ve maharet isteyen bir iştir. Örneğin yanan bir mumu gözlemleyebilir misiniz? İşe bir deneyle başlamamız gerekecektir. Demek ki, bir laboratuvarında, yani şartların denetlenebildiği bir yerde yanan bir mum gözlenmelidir. Fakat hangi şartların denetlenmesi gerektiğini biliyor musunuz? Bazen önemli şartların hangisi olduğunu bulmak zordur, fakat bunları denetlemeden

yapılabilecek bir deneyin de hiçbir anlamı yoktur. Laboratuvar masası kapının yanındadır. Pencere açıktır. Mumu nefesinizle etkileyecek kadar yakın mesafede durabilirsiniz. Bu şartlar niçin önemlidir? Bütün bu şartlarda ortak olan bir şey var mıdır? Evet, hepsinde ortak olan bir etken vardır; mum hareketli havada iyi yanmaz. Önemli olan şartlar, çok kere, burada olduğu gibi kolayca ortaya çıkarılamazlar. İyi bir bilimsel gözlemci, önemli şartlar bulmaya ve denetlemeye çok dikkat eder.

Gözlemin faydalarını; “öğrencileri meraklı olmaya sevk eder; benzerlik ve farklılıklara dikkati sağlar; sınıflama, değişkenleri tanımlama ve değiştirme becerilerinin gelişmesini sağlar; kavramla ilgili gözlemler kavram gelişimine yardım eder ve bilgilerin geliştirilmesini sağlar; araştırma dürtüsünü harekete geçirir” şeklinde sıralayabiliriz. Gözlem becerisi gelişmiş bir öğrenci; nesnelere arasındaki benzerlik ve farklılıkları saptayabilir, gözlem için gerekli uygun araç gereci seçebilir, gözlem sonuçlarını değerlendirip soruna ilişkin olanları seçebilir, bir dizi gözlem sonucu elde edilen bulguları ilişkilendirebilir (Harlen, 1989).

1.7.1.1.1.2. Ölçme

Ölçme, en basit anlamda kıyaslama ve sayma işidir. Hacim, kütle, zaman, sıcaklık ve benzeri niteliklerin büyüklüğünü belirlemek için standart veya benzer birimlerin kullanılması gerekir. Nitelikli ölçme becerilerine sahip olmak ve ölçme araçlarını doğru bir şekilde kullanabilmek için nicel gözlem, sınıflama ve karşılaştırma gibi önemli becerilere sahip olmak gerekir (Ayas vd., 2006). Standart ölçme sistemlerinden faydalanma ve dönüşüm yapma, günlük yaşamda kullanılan birimler hakkında kişiye kolaylık sağlar. Bu becerilerin kazandırılması için bazı nesnelere hangi ölçme araçları ile ölçülebileceğine ve nasıl ölçüldüklerine yönelik ortam hazırlanmalı ve öğrencilere denettirilmelidir. Çünkü ölçme becerisi deneyim olmadan gelişmez. Ölçme becerisi gelişmiş bir öğrenci, cismin herhangi bir özelliğini uygun araç gereçle ölçebilir; terazi, termometre, voltmetre gibi bilimsel ölçme araçlarını kullanabilir ve çeşitli ölçüm birimlerini birbirine çevirebilir.

1.7.1.1.1.3. Sınıflama

En basit anlamda objeleri, olayları ve olayları temsil eden nitelikleri bazı metotlar ve sistemler kullanarak, benzer ve farklı özelliklerine göre gruplandırma işidir. Bu iş karmaşıklığın organize bir şekilde düzenlenmesini ve olayların daha kolay kavranmasını sağlamaktadır. Kavram gelişimi sürecinde de sınıflandırma becerisinin gelişmiş olması büyük önem taşımaktadır. Etkili ve doğru bir sınıflandırma, sınıflama yapılacak özelliklerin iyi bir şekilde gözlemlenmiş ve ayrıntılı bir incelemesinin yapılmış olmasını gerektirir. İlköğretimde öğrencilere ikili ve çoklu sınıflandırmayı içeren etkinlikler sunulurken bu beceriler geliştirilebilir ve bunun neticesinde sağlıklı bir kavramsal gelişim sağlanabilir. Örneğin, öğrenciler karışımları homojen ve heterojen olarak iki temel gruba ayırabilirlerse ikili sınıflama; karışımları temel olarak iki gruba ayırdıktan sonra homojen karışımları sıvı-sıvı, katı-katı, sıvı-katı, sıvı-gaz şeklinde ve heterojen karışımları süspansiyon, aerosol, emülsiyon ve kolloid şeklinde kendi içinde tekrar farklı özelliklere göre hiyerarşik olarak gruplandırabilirlerse çoklu sınıflama yapmış olurlar.

Sınıflandırma becerisi gelişmiş bir öğrenci nesnelere sınıflandırmada kullanılacak nitel ve nicel özellikleri belirleyebilir, nesnelere veya olaylar arasındaki belirgin benzerlikleri ve farklılıkları saptayabilir, gözlemlere dayanarak bir veya birden fazla özelliğe göre karşılaştırmalar yapabilir, benzerlik ve farklılıklara göre grup ve alt-gruplara ayırma şeklinde sınıflamalar yapabilir.

1.7.1.1.1.4. Verileri Kaydetme

Üzerinde yaşadığımız dünyada fark edilen birçok şeyin, sahip olunan fikirlerin tekrardan kullanılabilmesi için kaydedilmesi gerekir. Bir araştırma sırasında ya da deneyler süresince yapılan gözlemlerden ve ölçümlerden hem niteliksel hem de niceliksel birçok veri elde edilir. Bu veriler ilk etapta karmaşık bir yapıya sahip olabilir. Olaylar ve nesnelere hakkında toplanan bu verilerin faydalanış amacına göre, herkesin anlayabileceği çeşitli düzenleyici formlarda kaydedilmesi gerekir. Bu düzenleyici formlar verilerin her an kullanılmasında kolaylık sağlar (Hughes ve Wade, 1993). Verileri bir veri tablosu çizip, tablo halinde düzenlemek ve sunmak, verileri unutmamayı, veriler arasındaki ilişkileri yorumlamayı ve detayları daha sonra tekrardan inceleyebilmeyi kolaylaştırır. Bu nedenle bilim insanları araştırmalarında elde ettikleri verileri tablolar halinde kaydederek bu

şekilde kendilerinden sonra gelen araştırmacıların o ana kadar elde edilen verileri yorumlayabilmesine olanak sağlamış olurlar. Veri tabloları oluşturulurken tablodaki veri çiftlerinden herkesin aynı anlamı çıkaracak şekilde verilerin kaydedilmesi önemlidir. Bunun için özellikle ilköğretimden itibaren öğrencilere veri tablosu oluşturulurken nelere dikkat edileceği, uygulamalı olarak açıklanmalıdır. Mesela veri tablosuna bir başlık yazmak, deneydeki değişkenler için satır veya sütun başlıkları yazmak, tüm değişkenlerin varsa birimlerini yazmak, tüm veri gruplarını doğru kaydetmek, verileri tabloya artan ya da azalan sırada kaydetmek gibi noktalara dikkat çekilebilir.

Veri kaydetme becerisi gelişmiş bir öğrenci gözlem ve ölçüm sonucunda elde edilen verileri, araştırmanın amacına uygun olarak yazılı ifade, resim, tablo, çizelge ve çizim gibi çeşitli düzenleyici biçimler yardımıyla kaydedebilir.

1.7.1.1.1.5. Sayı ve Uzay İlişkileri Kurma

Fen bilimlerinde bilgi üretme sürecinde sayı ve uzay ilişkileri kurma becerileri de kullanılmaktadır. Sayı ilişkileri bir etkinliğin sonuçlarını veya devam eden olgularını tanımlamak için sayıları kullanma işidir. Sayısal ilişkiler, matematiksel uygulamalarda olduğu gibi saymayı ve hesap yapmayı gerektirir. Uzayla ilgili ilişkiler ise üç boyutlu gösterim ile ilişkili olduğu için uzayda yer ve yön kavramlarının geliştirilmesini sağlar (Ayas vd., 2006). Nesnelere düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre anlamaya ve anlatmaya çalışmak, uzayla ilgili süreçleri öğrenmede etkindir (Bozkurt ve Olgun, 2005). Sayı ve uzay ilişkilerini kullanma becerisi, uzaysal düzenlemeleri, yönelimleri, hareketi ve sürati, simetrisi ve değişme oranlarını ayırt etmede ve tarif etmede kullanılan becerilerdir (Abruscato, 2000).

Sayı ve uzay ilişkilerini kavrayan bir öğrenci elindeki sayısal verilerle karşılaştırmalar yaparak, daha doğru sonuçlara ulaşabilir, soyut durumları kavramada ve matematiksel kuralları ve formülleri içeren nicelikleri hesaplamada daha başarılı olabilir ve nesnelere düzlem, simetri eksenleri ve üç boyutlu şekillerine göre zihninde resmedebilir.

1.7.1.1.2. Nedensel Süreç Becerileri

Nedensel süreçler, öğrencilerin test edilebilir çalışmalarını ve hipotezlerle mantıksal sonuçlar çıkarmalarını içermektedir. Bu süreçler, öğrenci ve bilim insanları tarafından kullanılan özel zihinsel becerilerdir. Bu beceriler değişik konu alanlarında kullanılabilir. Mantıksal düşünme becerileri yavaş geliştiği için nedensel süreçlerin öğrenilmesi daha zordur. Bir olay ne kadar somut olursa o kadar kolay anlaşılır (Çepni vd., 1997). Bu süreçler; önceden kestirme, değişkenleri belirleme, verileri yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerinden oluşmaktadır.

1.7.1.1.2.1. Önceden Kestirme (Tahmin Yapma)

Bilimsel araştırmalar sürekli bir tahmin işlemidir. Bir tahmini desteklemek veya çürütmek için veri toplanır. Bunun için de deney veya gözlem yapılır ve veriler toplanır. Bu verilere dayanarak gelecekteki olaylar veya var olması beklenen şartlar hakkında tahmin yapma işi, bir önceden kestirmedir. Bu süreçte, öğrenciler yeni gerçekleştirecekleri deneyler ve açıklamalar hakkında yapacakları tahminde, geçmiş deneyimler sonucu oluşturulan zihinsel modellere ihtiyaç duyarlar. Bu becerilerin geliştirilmesi öğrencilerin kendi tahminlerini sınavarak bir sonuca ulaşmasında oldukça önemlidir. Öğrencileri sürekli önceden kestirme (tahmin) yapmaya yönlendirmek ve cesaretlendirmek için “Eğer olursa sonuçta ne olacağını tahmin ediyorsunuz?” türünde soruların sorulması ve bunun alışkanlık haline getirilmesi gerekmektedir (Ayas vd., 1997).

Tahmin yürütme becerisi gelişmiş bir öğrenciden; örnek oluşturma ve geliştirme, gelecek olaylarla ilgili doğru tahminler yürütme, tahmin için gerekli nedenleri sözel olarak ifade etme gibi özelliklere sahip olması beklenir (Ayas vd., 1997).

1.7.1.1.2.2. Değişkenleri Belirleme

Değişkenleri belirleme, bir durum veya olayda farklı koşullarda değişen veya sabit kalan elemanların özelliklerini tanımayı, bir durumu etkileyebilecek bütün etkenleri ortaya çıkarmayı içerir. Bu süreçteki davranışlar, öğrencilerin neden-sonuç ilişkilerini kurma becerilerini kazandıktan sonra gelişmeye başlar. Bir olayı oluşturan değişkeni belirleme, test etme süreçleri için çok önemlidir. Değişkenleri belirlemek, deneyin gidişatını

etkileyebilecek bütün etkenleri ifade etmektir. Öğrencilere bir olayın veya deneyin gidişatını etkileyebilecek bütün ihtimallerin düşündürülmesi ve buna yönelik olarak içlerinden birisinin etkisini test ettirmeye yönelik öğrenme durumlarının oluşturulması bu becerilerin geliştirilmesinde oldukça etkili olabilir. Bu şekilde öğrencilerin neden-sonuç ilişkisine göre olayları yorumlaması sağlanmış olur.

Öğrencileri bu süreçte aktif kılacak soru tiplerine; “Bir bitkinin fotosentez yapmasını etkileyebilecek bütün değişkenler nelerdir?”, “Bir yemeğin daha çabuk pişmesini sağlayabilecek bazı değişkenler neler olabilir?”, “Sıvıların hangi özellikleri onların elektrik akımını iletmesinde etkilidir?” gibi örnekler verilebilir. Değişkenleri belirleme becerisi gelişmiş bir öğrenci verilen olayın birden fazla özelliğini görme ve iki olay arasındaki ilişkiyi yorumlama yeteneği kazanmış olur ve etkiye neden olduğu düşünülen değişken ile etkilenen değişken arasında neden-sonuç ilişkisini ortaya koyabilir.

1.7.1.1.2.3. Verileri Yorumlama

Verileri yorumlama en genel tanımıyla, toplanan verilerin düzenlenmesi ve veriler üzerinde mantıklı düşünerek sonuçlar çıkarılmasıdır (Bağcı Kılıç, 2003). Bu süreç, deneylerde elde edilen veriler arasındaki ilişkileri ve eğilimleri görme becerisidir (Carin, 1993). Basit bir gözleme anlam vermektense, bir grafik, çizelge ya da tabloda sunulmuş veriler için bir açıklama yazmaya kadar değişiklik gösterir. Verilerin yorumlanmasıyla sonuçlar elde edilir. Varılan sonuçlar verilerin elde edilme sürecini değerlendirmeyi sağlar.

Bu süreçte öğretmenler öğrencilerine “Şekildeki grafiğe göre katı, sıvı ve gazların çözünürlükleri sıcaklıkla nasıl değişir?”, “Tablodaki veriler gazların basıncı ile hacmi arasında nasıl bir ilişki olduğunu gösterir?”, “Şekildeki grafiğin eğimi neyi açıklamaktadır?”, “İnceleme sonuçlarına göre hangi metal çiftleri arasında pil gerilimi en fazladır?” vb. sorular yönelterek onların bu becerilerini geliştirmeye çalışabilirler.

1.7.1.1.2.4. Sonuç Çıkarma

Bir gözlemin ya da deneyin sonuçlarını yorumlayıp bir yargıda bulunma, bir genellemeye varma işidir. Bununla birlikte, genellemeler aynı konuda daha önce elde edilen bulguların kontrol edilmesine fırsat verir (Ayas vd., 2006). Öğrencilerin verilen

bilginin ötesinde yeni ilişkilere ulaşmasıdır. Bir kişi sonuç çıkarırken gözlemlerini açıklamak için akıl yürütür. Yani bir olayın nasıl meydana geldiğini açıklamak amacıyla zihinsel modeller oluşturmak için eski deneyimlerden yararlanır. Örneğin, bir öğrenci hal değiştirme süresince sıcaklığın incelendiği bir deneyde, buzun, önce sıvı sonra gaz haline dönüşümü sırasında belli zaman aralıklarında sıcaklığın arttığını, belli zaman aralıklarında ise sıcaklığın sabit kaldığını gözlemlemiştir. Deney başında sıcaklık hakkında yapılan ön kestirmeler, yani zamanla sıcaklık artar ya da sabit kalır denmesi bir tahmindir. Deneyin sonunda, verilere dayanarak maddelerin hal değişim anlarında sıcaklıklarının sabit kaldığı, diğer zamanlarda sıcaklığının arttığının söylenmesi ise deneye ilişkin çıkarımdır.

Sonuç çıkarma becerisinin gelişimine aşağıdaki sorular katkı sağlayabilir: “Bu sonucu destekleyen gözlemlerinizi nelerdir?”, “Hal değişim sırasında sıcaklığın sabit kalmasının nedeni ne olabilir?”, “Deniz veya göllerde suyun üstten donmasının nedenleri ne olabilir?”, “Yükseklere çıkıldıkça sıvıların kaynama noktası neden değişir?”.

1.7.1.1.3. Deneysel Süreç Becerileri

Deneysel süreçler yüksek düşünme seviyesini gerektirir ve bu beceriler daha önce kazanılanların devamı niteliğindedir. Bu süreçler, daha fazla soru sorulmasına ve daha fazla deney yapılmasına yol açar. Deney yapma, diğer tüm süreçleri kullanmayı içeren bir tür problem çözümdür (Ayas vd., 1997; 2006). Deneysel süreç becerileri; hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, deney yapma, değişkenleri değiştirme, kontrol etme ve karar verme becerilerinden oluşmaktadır.

1.7.1.1.3.1. Hipotez Kurma

Hipotez doğruluğu ispatlanmamış bilimsel varsayımlara dayanan bir önerme başka bir ifade ile bir problem durumu için geçici çözüm önerisidir. Hipotezler basit ve test edilebilir bir önerme yapılarak oluşturulabilir. Değişkenler arasındaki ilişkiler hakkındaki geçici tahminlerdir. Bilimsel bir deney veya araştırma, bir hipotezi test etme amacıyla yapılır. Bilimsel bir hipotezin en önemli özelliği deneyle sınanabilir olmasıdır. Ostlund’a (1992) göre hipotez kurma, doğruluğu bir deneyle test edilebilecek bir problem sorusu geliştirmektir. Örneğin bir öğrenci “Eğer iki özdeş buz kütesinden birisi suda diğeri su ile

aynı sıcaklıktaki havada bekletilirse, sudaki havadakinden daha hızlı erir” şeklinde bir ifade de bulunmuş ise bu ifadesini test etmek için deneye yönelecek ve olayların nedenlerini bulmaya çalışacaktır.

Bu süreç becerisi ile ilgili sorulabilecek sorulara; “Niçin bazı reaksiyonlar çok yavaş gerçekleşirken bazıları hızlı gerçekleşir?”, “Neden bazı maddelerin sıcaklıkla çözünürlüğü artarken bazılarınınki azalır?”, “Bitkilerin fotosentez yapmasını etkileyen elemanlar nelerdir?” soruları örnek verilebilir. Bir deneye başlamadan önce öğrencilerin deneye ilişkin yaptığı geçici çözümün illaki doğru olması gerekmez. Önemli olan bir deney ile test edilebilir ve doğruluğunun ispatlanabilir olmasıdır. 200 yıldan çok daha önce Joseph Priestley adında İngiliz bir bilim adamı kapalı bir cam kavanozun içinde yanan bir mumun anlaşılmasız bir biçimde havayı değiştirdiğini ve bunun sonucu olarak yanan mumun alevinin söndüğünü gözlemledi. Bunun üzerine bilim adamı kavanozun içindeki havanın kirletildiği ve böyle bir havanın yaşamı desteklemeye uygun olmadığı şeklinde bir hipotez kurdu. Bunu test etmek için yaşayan bir bitkiyi ölmesini beklediği bu kavanozlardan birine koydu. Gördüğü sonuç karşısında bilim adamı hayretler içinde kaldı. Çünkü kirli hava yüzünden ölmesini beklediği bitki yaşamakla kalmayıp kavanoz içindeki havanın da laboratuvar farelerinin nefes alabileceği kadar temiz bir hava olduğunu görmüştü. Priestley o yeşil bitkinin öleceğini tahmin ettiğinde hatalıydı. Ancak bunun anlamı onun başarısız olduğu muydu? Tabii ki hayır. Onun şaşırtıcı bulguları bilim tarihinde oksijen ve fotosentezin önemli keşiflerine rehberlik eden esas bir kaynak olarak hizmet etmiştir. Burada önemli olan hipotezin doğruluğunu araştırmak ve ne öğrenildiği üzerine dikkat çekmektir. Eğer eğitimciler bu mesajı öğrencilerine iletebilirlerse öğrenciler tahmin yapma ve hipotez kurma konularında kendilerini daha rahat hissedeceklerdir. Öğrenciler sık sık yanlış yapma korkusu içinde oldukları için fikirlerini açığa vurmada tereddüt yaşamaktadırlar. Eğitimciler, araştırmaların sıklıkla beklenilenin aksine dönebileceğini ve bunun bilimin kabul edilen bir parçası olduğunu vurgulayarak öğrencilerine yardımcı olabilirler (Davis ve Coskie, 2009).

1.7.1.1.3.2. Verileri Kullanma ve Model Oluşturma

Bu beceri bir fikri, objeyi veya olayı açıklamak için veya ilişkileri göstermek için, fiziksel, sözel veya zihinsel bir temsil geliştirme becerisidir (Ostlund, 1992; Carin, 1993).

Bu süreç becerisiyle elde edilen veriler düzenlenerek, olayların gerçekleşmesini gösterebilecek özelliğe sahip bir model oluşturulmaya çalışılır. Bir başka deyişle, deney veya gözlem sonucu elde edilmiş verileri grafik, resim veya üç boyutlu bir maket gibi birçok duyu organına hitap edecek şekilde göstermeyi içerir. Buradaki amaç, öğrencilerin verileri değerlendirmelerine yardımcı olacak şekilde işlenmesini sağlamaktır. Bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasında elde edilen verilerin derlenip, en düzgün şekilde işlenmesini ve bu verileri gözlem sıklığı dağılımı, çubuk grafiği gibi farklı formlarda da gösterebilmeyi sağlayıcı aktiviteler hazırlanmalıdır. Bunun için özellikle grafik çizmeyle ilgili kurallara dikkat çekilerek uygulama yaptırılabilir.

1.7.1.1.3.3. Deney Yapma

Deney yapma, bir hipotez kurup, sonuca ilişkin tahminde bulunma, hipotezi test etme, değişkenler arasında ilişkiler kurma ve hipotezi değerlendirme sürecinden oluşur. Bunun yanı sıra bu süreç, gerekli birçok araç-gereci beceriyle kullanarak uygun bir düzenek kurmayı, veriler elde etmeyi, bu verileri kaydedip değerlendirerek model oluşturmayı, verileri yorumlamayı, sonuca varmayı ve yapılanları raporlaştırmayı içerir. Deney yapma deneysel süreçlerin en karmaşık olanıdır. Bununla birlikte, bu süreç diğer süreçlerin çoğunu kapsar niteliktedir (Rezba vd., 1995; Abruscato, 2000; Ostlund, 1992; Ayas vd., 2006).

Bu süreç becerisinin öğrencilerde geliştirilmesi için öğrencilerden ortaklaşa belirli bir probleme ilişkin deney önerisi sunmaları ve bunlardan makul olanlarının grup arkadaşları ile ortaklaşa denemeleri istenilebilir.

1.7.1.1.3.4. Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme

Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisinde strateji, bir değişkeni (değiştirilen değişken) değiştirmek ve diğer değişkende (cevap veren değişken) buna bağlı değişimleri incelemektir. Aynı zamanda diğer birçok değişken de tanımlanmalı ve sabit tutulmalıdır (kontrol edilen değişkenler). Bunun yapılmasının nedeni diğer değişkenlerin sonucu etkileyebilme olasılıklarıdır. Bu beceri, değişik şartlar altında değişimi veya sabit

tutulması gereken, olayların gidişatını etkileyebilecek tüm faktörlerin belirlenmesi becerisidir (Carin, 1993; Bailer vd., 1995).

Öğrencilerin çoğu değişkenleri kontrol etmede zorluk yaşamaktadırlar. Mesela tepkime hızına sıcaklığın etkisini incelemek isterken, tepkimeye giren maddenin sıcaklığını değiştirmekle birlikte tanecik boyutunun da farklı olmasında bir sakınca görmezler. Bu yüzden, öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerinin geliştirilmesine okullarda erken yaşlarda başlanması gereklidir (Turgut vd., 1997).

1.7.1.1.3.5. Karar Verme

Bu süreç, araştırılan bir problem hakkında yukarıda belirtilen süreçleri de kullanarak bir sonuca varma işidir. Burada hakkında karar verilecek bir problemin daha önceden araştırılmış olması gerekir. Araştırma sürecinde bir karara varmak için sıkça sorulan sorulardan bazıları şunlardır: “Ne tür bir karar verilmesi gerekir?”, “Kararlar ve bu kararların mantığı nedir?”, “Her bir kararın olası sonucu nedir?”, “Her bir karardan kimler etkilenir?”, “Bu kararlardan nasıl etkilenirler?”, “Her bir karara yönelten sebepler nelerdir?”, “En iyisi hangi karardır ve niçin?” (Ayas vd., 1997).

1.7.1.2. Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu kısımda, ulusal ve uluslararası literatürde BSB ile ilgili yapılmış çalışmaların bazılarından kısaca bahsedilmiş ve bir kısmı Tablo 2’de özetlenmiştir.

Saat (2004), bütünleştirilmiş süreç becerileri ve özellikle değişkenleri kontrol etme becerisini, web tabanlı bir öğrenme ortamında kazandırmak için bir çalışma yapmıştır. 5. sınıf öğrencilerinin katıldığı araştırma nitel durum çalışması desenine uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmada veriler, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının görüşleri alınarak toplanmıştır. Verilerin analizinden, çocukların kazandığı becerilerin tanıma, alışma ve son olarak da otomasyon evresi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu kademeli artışta öğrencileri bilgilendirme, konuları somut olarak görselleştirme ve uygulama fırsatları sağlamada web temelli yapısalıcı materyalin etkisi olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın bulgularından, web destekli bir öğrenme ortamında çocuklara bütünleştirilmiş süreç becerilerinin nasıl kazandırılacağına yönelik bazı anlayışlar sunulmuştur.

Aydoğdu (2006) alışmasında, ğrencilerin Fen ve Teknoloji dersinde BSB ile akademik başarı, fene yönelik tutum ve ailelerin ilgileri arasındaki ilişkiyi ayrıca bu beceriler üzerinde öğretmenlerin sınıfta BSB'leri kullanma düzeyleri ve öğrencilerin demografik özelliklerinin etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemini, toplam 176 ilköğretim 7. sınıf ğrencisi oluşturmuştur. Araştırma sonucunda, ğrencilerin BSB'lerinin düşük düzeyde olduğu, ğrencilerin BSB'leri ile akademik başarıları, fene karşı tutumları ve ailelerin gösterdikleri ilgi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara ek olarak ğrencilerin BSB kazanımlarının öğretmenlerin sınıfta BSB kullanma düzeylerine ayrıca anne-babanın eğitim düzeylerine ve bilgisayara sahip olma değişkenlerine göre istatistiksel olarak farklılaştığı görölmüştür.

Kanlı (2007) araştırmasında, 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının ğrencilerin BSB'lerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemi, 81 fen bilgisi ğretmenliği 1. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Ön test-son test kontrol gruplu, yarı-deneysel desene uygun olarak yürütölen çalışmada deney grubundaki ğrenciler 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı, kontrol grubundaki öğrenciler ise doğrulama laboratuvarı yaklaşımı ile sekiz hafta süreyle öğrenim görmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda, 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımına göre yürütölen laboratuvar modelinin, ğrencilerin BSB'lerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına önemli derecede katkı sağladığı görölmüştür.

Temiz ve Tan (2009), lise 1 ğrencilerinin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerilerinin ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada veri toplama aracı olarak değişkenleri belirleme ve hipotez kurma testi kullanmışlardır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen bu ölçme aracı toplam 370 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarından, lise 1. sınıf ğrencilerinin, bağımlı ve bağımsız değişkenleri birbirine karıştıрма, bağımlı ve bağımsız değişkenleri kontrol edilen değişkenler olarak belirleme, tek bir değişkeni kontrol etme, deneyde test edilmeyen bir hipotezi seçme gibi konularda alternatif kavramlara sahip olduğu anlaşılmıştır.

şahbaz (2010) araştırmasında, probleme dayalı ve işbirlikli öğrenme yöntemlerinin ilköğretim 5. sınıf ğrencilerinin BSB, problem çözme becerileri, akademik başarıları ve hatırd tutma düzeyleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada kontrol gruplu ön test-son test deseni kullanılmıştır. Araştırma, 2 deney ve 1 kontrol grubundan oluşan toplam 104 ğrenci ile yürütölmüştür. Araştırmada deney gruplarından birinde probleme

dayalı öğrenme yöntemi ile dersler işlenirken diğerinde işbirlikli öğrenme yöntemi ile dersler işlenmiştir. Kontrol grubuna ise özel bir işlem uygulanmamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında probleme dayalı ve işbirlikli öğrenme yöntemlerinin BSB'yi ve akademik başarıyı arttırmada mevcut öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu, problem çözme becerileri ve hatırd tutma açısından ise mevcut öğretim yöntemiyle benzer etkilere sahip olduğu görülmüştür.

Literatürde yukarıda verilen çalışmaların yanı sıra BSB'ler üzerine ulusal ve uluslar arası çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunların tamamının bu bölümde özetlenmesi tezin okunabilirliği açısından sunulamamıştır. Bunun yerine yapılan çalışmalar “araştırma konu/amaçları”, “örneklemeleri”, “kullanılan yöntemler” ve “ elde ettikleri önemli sonuçlar” dikkate alınarak Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. BSB ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Yazar(lar)	Hedef Kavram-Araştırılan Konu/Amaç	Örneklem	Yöntem	Çalışmanın Sonucunda
Campbell (1979)	Hizmet öncesi ve hizmet içindeki öğretmenlerin okuma-anlama üzerine süreç becerileri eğitiminin etkililiğini incelemek	27 öğretmen adayı ve 17 öğretmen	Deneysel	BSB'yi geliştirmeye yönelik olarak uygulanan öğretimin, okuma ve anlama üzerinde olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca okuma anlama ile temel BSB arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur.
Scharmann (1989)	BSB eğitiminin gelişimsel etkilerini incelemek	Farklı sınıf seviyelerindeki öğretmen adayları (N=135)	Ön test-son test dizaynı	Araştırmada, öğrencilere verilen BSB eğitiminin, onların bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirmede ve fen içerik bilgisini geliştirmede katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.
Nicosia, Mineo ve Valenza (1984)	Öğretmenlerin BSB'leri ile öğrencilerin akademik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemek	35 öğretmen ve 780 öğrenci	Deneysel	Araştırmada öğretmenlerin bilimsel süreçlerle ilgili bilgileri ve bunları kullanmalarıyla, öğrenci başarısı arasında pozitif ilişki bulunmuştur.
Roth ve Roychoudhury (1993)	Araştırmaya dayalı laboratuvar ortamları ile bütünleştirilmiş süreç becerilerinin geliştirilmesi	8., 11. ve 12. sınıf öğrencileri (N=127)	Yorumlayıcı araştırma metodu	Araştırma sonucunda öğrencilere geleneksel olmayan laboratuvar deneyimleri ile üst düzey süreç becerilerinin geliştirilmesinin mümkün olduğu rapor edilmiştir.
Downing ve Filer (1999)	Öğretmen adaylarının BSB'leri ile fene yönelik tutumları arasındaki ilişki	Sınıf öğretmeni adayları (N=46)	Durum çalışması	Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının BSB'leri ile fene yönelik tutumları arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Dawson (1999)	BSB'yi geliştirmeye yönelik bir laboratuvar ortamının öğrencilerin kavramsal değişimleri üzerine etkisi	Biyoloji bölümü öğrencileri (N=269)	Deneysel	Araştırma sonucunda öğrencilerin BSB ile fotosentez konusunu anlama düzeyleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu ortaya çıkmıştır.
Lee ve diğerleri (2002)	BSB'yi öğretmek için bilgisayar simülasyonu kullanmanın ve bunun etkileri	Biyoloji ve sınıf öğretmenliği öğrencileri (N=233)	Deneysel	Bilgisayar simülasyonlarının BSB'nin öğrenilmesinde oldukça faydalı olduğu ve bu yöntemin öğrencilerin bilim insanların çalışmalarının doğasının farkında olmalarını sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır.
Ateş (2005)	Öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerinin geliştirilmesi	Sınıf öğretmen adayları (N=96)	Deneysel	Öğrencilerinin değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerini geliştirmede, araştırma yoluyla öğretim metodu ve gösteri deneyleri tekniği aynı oranda etkili olmuştur
Karahan (2006)	Fen ve Teknoloji dersinde BSB'ye dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ürünlerine etkisi	İlköğretim 4. sınıf öğrencileri (N=76)	Deneysel	BSB'ye dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ve yaratıcı düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.
Tatar (2006)	İlköğretim fen eğitiminde, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin BSB, akademik başarı ve tutumlarına etkisi	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=104)	Deneysel	Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin BSB'leri, akademik başarıları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumları, kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı derecede daha yüksektir.
Aydınlı (2007)	Öğrencilerinin BSB'ye ilişkin performanslarının bazı değişkenlere göre değerlendirilmesi	İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri (N=670)	Alan araştırma yöntemi	Öğrencilerin BSB'leri arasında, sınıf düzeylerine, cinsiyetlerine, gelir durumlarına, anne, baba, meslek ve öğrenim düzeylerine, ailelerindeki kişi sayılarına göre anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.
Demir (2007)	Öğretmen adaylarının BSB'leri ile ilgili yeterliklerini etkileyen faktörlerin neler olduğunun belirlenmesi	4. sınıf öğretmen adayları (N=227)	Tarama yöntemi	Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, bilişsel gelişim, gelir ve fen tutumu gibi değişkenlerin öğretmen adaylarının BSB'leri ile ilgili yeterliliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Aktamış ve Ergin (2007)	BSB ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişki	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=40)	Deneysel	Çalışmanın sonunda, BSB ile bilimsel yaratıcılık arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Aktamış (2007)	BSB eğitiminin öğrencilerin, bilimsel yaratıcılıklarına, fen tutumlarına, fen başarılarına ve BSB'yi kullanabilmelerine etkilerinin incelenmesi	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=40)	Deneysel	BSB eğitiminin öğrencilerin başarılarını, bilimsel yaratıcılıklarını, BSB'yi kullanabilme düzeylerini arttırdığı ve fene yönelik tutumlarında ise geleneksel yöntemlere göre anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır.
Yang ve Heh (2007)	Sanal fizik laboratuvar öğretim yöntemi ile geleneksel laboratuvar öğretim yönteminin öğrencilerin fizikteki akademik başarı, BSB ve bilgisayar kazanımlarına etkisi	10. sınıf öğrencileri (N=150)	Deneysel	Sanal fizik laboratuvarı öğretim etkinlikleri ile derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin geleneksel laboratuvar yöntemine uygun derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerine göre fizikte akademik başarı ve BSB puanları anlamlı derecede daha fazladır.
Koray, Köksal, Özdemir ve Presley (2007)	Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar yönteminin öğrencilerin BSB ve akademik başarıları üzerine etkisi	Sınıf öğretmen adayları (N=94)	Deneysel	Araştırmada yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar yönteminin öğrencilerin BSB'lerini ve akademik başarılarını arttırmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
Tavukçu (2008)	Bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrencilerinin akademik başarı, BSB ve bilgisayar kullanmaya yönelik tutumlarına etkisi	İlköğretim 6. sınıf öğrencileri (N=128)	Deneysel	Bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada, BSB'lerini geliştirmede ve bilgisayara yönelik olumlu tutum geliştirmede geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
Şenyüz (2008)	2000 yılı Fen Bilgisi dersi programı ile 2004 yılı FTÖP'te yer alan BSB kazanımlarının tespiti ve karşılaştırılması	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=521)	Ön, son test dizaynı	İlköğretim öğrencilerinin BSB'lerini geliştirmede yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanan 2004 FTÖP'ün daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Dori ve Sasson (2008)	Lise öğrencilerinin bilgisayar temelli laboratuvar öğrenme ortamında kimyayı anlamalarının ve grafik çizme becerilerinin belirlenmesi	Farklı liselerin 12. sınıflarında öğrenim gören öğrenciler (N=857)	Yarı deneysel yöntem	Bilgisayar temelli laboratuvar öğrenme ortamında uygulama öncesi ve sonrası test puanlarının karşılaştırılması sonucunda öğrencilerin kimyayı anlama, akılda tutma ve grafik çizme becerilerinin önemli bir oranda geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.
Anagün ve Yaşar (2009)	5E öğretim modeline dayalı olarak yapılan öğretimin öğrencilerin BSB gelişimi üzerine etkisi	İlköğretim 5. sınıf öğrencileri (N=21)	Eylem araştırması	Yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline dayalı uygulamalarının öğrencilerin BSB gelişimi üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Güler (2010)	Öğrencilerin SBS puanları ile ders başarıları, BSB'leri ve mantıksal düşünme yetenekleri arasındaki ilişki	İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencileri (N=325)	Tarama modeli	Araştırma sonucunda öğrencilerin SBS'deki fen başarıları ile BSB ve mantıksal düşünme yetenekleri arasında pozitif yönde yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Kula (2009)	Araştırmaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin, amaçlı not tutma, BSB, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi	İlköğretim 6. sınıf öğrencileri (N=60)	Deneysel	Araştırmaya dayalı öğrenme uygulamalarının deney grubundaki öğrencilerin BSB'lerini geliştirmeye, alternatif kavramlarını gidererek, kavramsal anlamalarını arttırdığı, Fen ve Teknoloji dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı ve onların amaçlı not tutma becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.
Erdoğan (2010)	Fen ve Teknoloji öğretiminde grup ve gösteri deney tekniklerinin öğrencilerin BSB'ye, başarılarına ve hatırd tutma düzeylerine etkisi	İlköğretim 6. sınıf öğrencileri	Deneysel	Fen ve Teknoloji öğretiminde grup deney tekniğinin öğrencilerin başarı düzeylerini arttırmada, BSB'yi geliştirmede ve bilgiyi hatırlama seviyelerini arttırmada gösteri deney tekniğine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Keskinkılıç (2010)	İlköğretimde yansıtıcı düşünmeye dayalı uygulanan etkinliklerin öğrencilerin BSB gelişimine ve başarısına etkisi	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=54)	Deneysel	Yansıtıcı düşünmeye dayalı etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek bir başarıya ve temel BSB puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak birleştirilmiş BSB puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
Kaymak (2010)	Fizik öğretiminde BSB'ye dayalı sanal tasarım proje modelinin geliştirilmesi: Güdümlü mermi örneği	Fizik eğitimi yüksek lisans öğrencileri (N=3)	Betimsel	Araştırmada geliştirilen sanal tasarımların, öğrencilerin BSB'sini büyük oranda geliştirdiği, teorik bilgilerini sanal ortamda uygulama fırsatı sağladığı ve bu proje modelinin eksik veya yanlış öğrenilen fizik konularının tam ve doğru öğrenilmesine katkıda bulunduğu saptanmıştır.
Karlı, Yaman ve Ayas (2010)	Kimya öğretmen adaylarının farklı kimya deneylerinde yer alan BSB'yi belirleyebilme yeterlilikleri	Kimya öğretmen adayları (N=28)	Doküman analizi yöntemi	Öğretmen adaylarının çoğunun, deneylerde yapılan işlemlerin hangi BSB'yi geliştirdiğini belirlemede zorluk yaşadıkları ve BSB adımlarını birbirine karıştırdıkları tespit edilmiştir.

Tablo 2'den görüldüğü gibi, BSB ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genelde betimsel ve deneysel çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir. BSB'ye yönelik yapılan araştırmaların örneklem grupları ise değişiklik göstermektedir. Öğretmen adayları ile (Campbell, 1979; Scharmann, 1989; Downing ve Filer, 1999; Bozdoğan vd., 2006; Kanlı,

2007; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007; Demir, 2007; Farsakoğlu, vd., 2008; Karşlı vd., 2010; Laçın Şimsek, 2010; Sinan ve Uşak, 2011), öğretmenlerle (Campbell, 1979; Nicosia vd., 1984; Karşlı vd., 2009), lise seviyesindeki öğrencilerle (Geban, 1990; Roth ve Roychoudhury, 1993; Azar vd., 2006; Temiz, 2007; Yang ve Heh, 2007; Dori ve Sasson, 2008; Temiz ve Tan, 2009; Dönmez ve Azizoğlu, 2010) ve ilköğretim seviyesindeki öğrencilerle (Arslan, 1995; Ercan, 1996; Saat, 2004; Karahan, 2006; Tatar, 2006; Aydoğdu, 2006; Aktamış ve Ergin, 2007; Aktamış, 2007; Aydınli, 2007; Tavukçu, 2008; Şenyüz, 2008; Hazır ve Türkmen, 2008; Anagün ve Yaşar, 2009; Kula, 2009; Şahbaz, 2010; Güler, 2010; Erdoğan, 2010; Keskinliç, 2010) yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

BSB ile ilgili yapılmış çalışmalarda; araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının (Geban, 1990; Roth ve Roychoudhury, 1993, Tatar, 2006; Altunsoy, 2008; Kula, 2009), bilgisayar destekli öğretimin (Lee vd., 2002; Dori ve Sasson, 2008, Tavukçu, 2008), web tabanlı öğretimin (Saat, 2004), BSB'ye dayalı öğrenme yaklaşımının (Scharmann, 1989; Dawson, 1999; Özdemir, 2004; Karahan, 2006; Aktamış ve Ergin, 2007), işbirlikli öğrenme yaklaşımının (Ferreira, 2004 ; Bilgin, 2006; Bozdoğan vd., 2006; Şahbaz, 2010), çoklu zeka kuramına dayalı öğretimin (Azar vd., 2006), bilgisayar simülasyonlarının (Lee vd., 2002); 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının (Kanlı, 2007), yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar yaklaşımının (Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007), sanal laboratuvar öğretim yönteminin (Yang ve Heh, 2007; Kaymak, 2010), probleme dayalı öğretimin (Doğru, 2008; Şahbaz, 2010), 5E öğretim modeline dayalı öğretimin (Öztürk, 2008; Anagün ve Yaşar, 2009), yansıtıcı düşünmeye dayalı öğretimin (Keskinliç, 2010) ve modellemeye dayalı öğretimin (Ünal Çoban, 2009) BSB üzerindeki etkilerinin araştırıldığı görülmektedir.

Bu çalışmalardan görüldüğü gibi BSB ile ilgili yapılan çalışmalar farklı öğrenim seviyesindeki öğrencileri kapsamakla birlikte çoğunlukla ilköğretim ve lise seviyesindeki öğrencilerden oluşmaktadır. Özellikle ilköğretim ve lise seviyesindeki öğrencilerin BSB açısından mevcut durumlarını belirlemeye yönelik araştırmaların sonuçları, bu öğrencilerin BSB seviyelerinin yetersiz olduğunu göstermektedir (Temiz, 2001; Aydoğdu, 2006; Hazır, 2006; Akar, 2007; Temiz ve Tan, 2009; URL-1, 2009; URL-2, 2009; URL-3, 2011; URL-4, 2011). BSB'lerin kazandırılmasında ve geliştirilmesinde öğretmenler büyük rol oynar. Öğretmenlerin bu rollerini istenen düzeyde yerine getirebilmeleri için, onların hizmet

öncesi eğitimlerinde bu becerileri kazanmış olmaları gerekmektedir. Fakat öğretmen ve öğretmen adaylarının BSB seviyelerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalardan da onların BSB'lerinin yeterli olmadığına dikkat çekilmektedir (Farsakoğlu, vd., 2008; Karşlı vd., 2009; Karşlı vd., 2010; Laçın Şimsek, 2010; Sinan ve Uşak, 2011). Bu bağlamda öğretmen adaylarının BSB'lerini geliştirmeye yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gerekçeden hareketle bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları örneklem alınmıştır. Ayrıca bu araştırmaların çoğunda öğrenci merkezli kullanılan yöntemlerin öğrencilerin BSB'lerini geliştirdiği ve BSB'ye dayalı yapılan öğretimin öğrencilerin üst düzey süreç becerilerini, fene yönelik tutumlarını, hatırd tutmasını arttırdığı ve alternatif kavramlarını en aza indirerek kavram öğrenmelerini olumlu yönde etkilediği de belirtilmektedir. BSB'nin bu olumlu etkilerinden hareketle öğretmen adaylarına temel fen kavramları anlayıp anlamadıklarının farkında olmalarına yardımcı olmak, BSB'lerini geliştirmek, yanlış ve karıştırmalarını ortadan kaldırmak amacıyla laboratuvarda uygulanmak üzere materyaller geliştirilmiştir. Bu bağlamda, fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar ortamında BSB'lerini geliştirmeye ve kavramsal değişim sağlamaya ilişkin hazırlanan rehber materyallerin BSB kazanımına ve kavramsal anlamaya katkılarının araştırılmasının literatürdeki eksikliği belli ölçüde gidereceğine inanılmaktadır.

1.7.2. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı

“Öğrenme nedir?”, “Öğrenme ve öğretme aynı şeyler midir?”, “Öğrenme nasıl gerçekleşir?”, “Çevremizden edindiğimiz bilgileri zihnimize nasıl alır, kullanır ve yerleştiririz?” vb. birçok soyut sorular geçmişten günümüze eğitim araştırmacılarının üzerinde durduğu ve cevap aradığı sorulardır. Bu tür sorulardan anlaşılacağı üzere, öğrenme karmaşık bir süreçtir ve tek bir bakış açısı ile açıklanması zordur. Wittrock tarafından geliştirilmiş olan YAÖK, Piaget'in zihinsel gelişim kuramı (Ayas vd., 2006), Vygotsky'nin öğrenmenin sosyal bir olay olduğu fikri, Bruner'in bağımsız öğrenme fikri (Köseoğlu ve Kavak, 2001) ve Ausubel'in “öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir” (Ayas vd., 1997) şeklindeki ifadelerine dayandırılarak ortaya çıkmıştır. Bu anlamda YAÖK öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamada en çok faydalanılan kuram haline gelmiştir (Çepni, 2005).

Bütün bu düşüncelerin bir yansıması olarak ortaya çıkan YAÖK, terim olarak constructivism, yapısalcılık, inşaıcılık, bütünleştirici öğrenme kuramı ve oluşturmacılık gibi farklı şekillerde isimlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında YAÖK ismi kullanılmıştır. Her ne kadar farklı araştırmacılar tarafından farklı isimlendirilseler de bu kuramla ilgili hemfikir olunan düşünce, öğrencilerin daha önceki tecrübelerinden ve ön bilgilerinden hareketle, yeni karşılaştıkları durumları anlamlandırabilmeleri, yeni bilgiyi yaparak yaşayarak kendi zihinlerinde yapılandırabilmeleridir (Ayas vd., 1997; Osborne ve Wittrock, 1983; Akkuş vd., 2003; Boethel ve Dimock, 1999). Buradan da anlaşıldığı üzere, bireyin bilgiyi zihninde kendisinin yapılandığına vurgu yapılmaktadır (Shymansky, 1992; Wittrock, 1992; Fung, 2000; Özmen, 2004).

YAÖK'e göre sadece ne öğrencilerin ön bilgileri ne de öğretim faaliyetleri tek başına öğrenmeyi açıklamada yeterli olmaktadır. Bu nedenle öğrenme olgusunun meydana gelebilmesi için öğrencilerin öğrenme ortamına gelmeden önce, ön bilgilerinin ve alternatif kavramlarının ortaya çıkarılması ve öğretim planlamasının bu sınırlar içerisinde yapılması gerekmektedir. YAÖK'e göre bireyin yeni kazandığı bilgiler ön bilgileri ile çelişmiyorsa birey bu yeni bilgileri kolayca kabullenebilir yani benimser. Bu süreç YAÖK'te özümleme olarak adlandırılır (Posner vd., 1982). Ancak yeni kazanılan bilgiler önceki bilgilerle çelişiyorsa, yani öğrenci alternatif kavramlara sahipse, öğrencide zihin dengesizliği adı verilen bir durum oluşur. Zihin bu dengesizliği; ya yeni kazandığı deneyimi göz ardı etmesi şeklinde, ya zihninde kendine uygun tarzda değiştirerek kabullenmesi şeklinde, ya da düşünme tarzını yeni kazandığı deneyimi kabullenmesi şeklinde dengeleme yoluna gider (Hynd vd., 1997; Smerdan ve Burkam, 1999). Zihnin hangi tür yapılandırma yolunu tercih edeceğinde, öğrenme sürecinde yapılanlar oldukça etkilidir.

Öğrenmenin aktif bir süreç olduğunun farkında olan, ön bilgileri dikkate alan, bilişsel çatışmaları ortaya çıkaran bir öğretmen, öğretimi doğrudan aktarma ve ezber bilgi sunma mantığının ötesine taşıyıp anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilir, böylece daha etkili ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirilmiş olur. Bu öğrenme kuramına göre, bir öğretmen ne kadar muhteşem bir öğretim uygularsa uygulamasın öğrencinin kendisinin aktif olduğu bir süreçte zihninde bilgiyi yapılandırmadığı sürece kalıcı öğrenmeler gerçekleşemez (Bodner, 1990; Bağcı Kılıç, 2001). Bilgi öğretmenin zihninden, öğrencinin zihnine hiçbir değişime uğramadan olduğu gibi aktarılamaz (Bodner, 1990; Yager, 1991; Hanley, 1994; Ayas, 1995b). Bu nedenle bu yaklaşımda öğretmenin rolünde de değişiklik olmuştur. Birçok

araştırmacıya göre YAÖK'te öğretmenin rolü sadece öğrencilerin bilgiyi kendi zihinlerinde yapılandırmalarında ve anlamalarını derinleştirmelerinde onlara rehberlik yapmaktır (Boethel ve Dimock, 1999; İşman vd., 2002; Akpınar ve Ergin, 2005). Bu rehberliği yaparken öğretmenin sorumluluklarını sırasıyla; öğrencilerin öğretilmek istenen kavramlarla ilgili ön bilgilerini ortaya çıkarmak; öğrencilerin öğrenme biçimlerindeki farklılıkları dikkate alarak, öğretim ortamında çeşitliliği sağlamak adına alternatif öğretim yöntem ve tekniklerini kullanmak; öğrencilerin bilgiyi kendi çabaları ve denemeleri sonucunda kazanmaları konusunda onlara rehberlik etmek; öğrencilere her yerde öğrenmenin gerçekleşebileceği bilincini kazandırmak; öğrencilere hazır bilgiyi vermek yerine bu bilgilere ulaşmayı sağlayacak BSB'leri kazandırmak; grup çalışması ve iş birliği içinde çalışmalarını konusunda öğrencileri teşvik etmek; bütün öğrencilerin derse aktif katılımlarını sağlamak; öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesi için analiz, sentez ve değerlendirme basamaklarına uygun sorular sorarak, araştırma bilinci kazandırmak; öğrenci ürünlerinin sınıf ortamında sergilenmesine imkân hazırlamak ve öğrencileri teşvik etmek adına ara sıra pekiştiriciler sunmak şeklinde sıralanabilir.

Literatürde YAÖK'ün felsefesine uygun olarak, bu kuramın öğrenme ortamlarında kullanılmasına dönük birçok öğretim modeli geliştirilmiştir. Bu modelleri Öğrenme Halkası Modeli (Osborne ve Wittrock, 1983; Lawson, 1995; Ayas, 1995b), Bütünleştirici Öğrenme Modeli (Constructivist or Generative Learning Model) (Osborne ve Wittrock, 1983; Bodner, 1990; Wittrock, 1994; Ayas, 1995b), Dört Aşamalı Model (4E) (Osborne ve Wittrock, 1983; Ayas, 1995b; Bybee, 1997), Beş Aşamalı Model (5E) (Lawson, 1995; Trowbridge vd., 2000), Yedi Aşamalı Model (7E) (Bybee, 2003; Eisenkraft, 2003) ve Dokuz Aşamalı Model (9E) (URL-5, 2011) olarak sıralamak mümkündür.

Bazı araştırmacılar, öğretimde aşamaların sayısının artmasının, öğretmenlerin aşamaları birbirine karıştırabildiğini veya bu aşamalardan bazılarını atlayabildiklerini belirtmişlerdir (Treagust vd., 1998; Çalık vd., 2006). Bu bağlamda 5E öğretim modelinin, 7E ve 9E öğretim modellerine göre daha sade ve anlaşılır, 3E ve 4E öğretim modellerine göre daha kapsamlı olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada 5E öğretim modeli tercih edilmiştir. Ayrıca 5E öğretim modelinin seçilmesinde örneklemin fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşması ve onların gelecekte uygulayacakları FTÖP'te bu modelin öngörülmesi etkili olmuştur. Bu çalışmada kullanılan materyaller YAÖK'ün, 5E öğretim

modeline göre geliştirildiği için sadece beş aşamalı öğretim modelinin tanıtımı yapılacaktır.

1.7.2.1. 5E Öğretim Modeli

YAÖK içerisinde en çok tanınan ve uygulanan modellerden birisi olan 5E öğretim modeli, BSCS (Biological Science Curriculum Study) projesi için 1997 yılında Rodger Bybee tarafından geliştirilmiştir. Öğretimin aşamaları genel olarak 5 farklı bölümde ele alınmakta ve her bir E, öğretimdeki her bir aşamanın İngilizce isimlerinin baş harflerini sembolize etmektedir. 5E öğretim modeli olarak anılan ve öğretimde beş aşamalı olarak uygulanan öğrenme modeli; “Girme (Enter/Engage)”, “Keşfetme (Explore)”, “Açıklama (Explain)”, “Derinleştirme (Elaborate)” ve “Değerlendirme (Evaluate)” aşamalarından oluşmaktadır. 5E öğretim modeli daha çok araştırma esaslı YAÖK ve deneysel aktivitelere dayandırılmış bir öğretim metodudur. 5E öğretim modelinin aşamaları ve bu aşamaların neleri içerdiği literatür incelemeleri sonucunda sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

Birinci aşama: Girme (Enter/Engage): Bu bölümde öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri ve yaşamış oldukları tecrübeleri ortaya çıkarılmaya çalışılır. Öğretmen öğretilecek kavram üzerine öğrencilerin dikkatini çekecek, konuya merak uyandıracak çeşitli materyalleri sınıfta sergileyebilir. Onlara konu ile ilgili mevcut bilgilerini ortaya çıkarıcı türden ilginç sorular sorabilir. Bu sorulardan onların sorulara tam anlamıyla doğru cevaplar vermeleri beklenmez, bunun yerine öğrencilerin sahip olduğu farklı fikirlerin, alternatif kavramların neler olduğunun ortaya çıkarılması sağlanır. Bu aşamanın etkisini daha da arttırabilmek için öğrenme ortamında ilginç olaylar veya zıt durumlar kullanılabilir. Böylece öğretmen, daha sonraki aşamalarda öğretim etkinliklerini, aldığı geri dönüşlere göre hazırlayabilme fırsatı bulmuş, öğrenci ise öğrenmeye meraklı ve istekli hale gelmiş olur.

İkinci Aşama: Keşfetme (Explore): Öğrencilerin dikkatleri çekilip, derse karşı motivasyonları arttırıldıktan sonra öğretmen, öğrencilerin arkadaşları ile iş birliği yaparak iletişim sürecinde olmalarını sağlayıcı türden etkinlikler başlatır; fakat devam ettirme işi tamamen öğrencilerindir. Bu şekilde onların kendi kavramlarının ve becerilerinin gelişmesine fırsat verilmiş olur. Bu bölüm öğrencinin en aktif olduğu bölümdür. Öğrenciler konu ile ilgili hipotezler kurar ve kestirimde bulunurlar. Onlara kurdukları

hipotezleri test etme ve karşılaştırma olanakları sunulur. Bu esnada öğretmen öğrencilere bazı önerilerde bulunabilir, yönlendirme yapabilir ve gerekli araç-gereç teminini yapar. Öğretmen öğrencilerin arkadaşları ile sürekli fikir alış verişi içinde olmaları ve fikir üretmeleri konusunda yönlendirme yapar ve onların eğer farklı fikir ve düşünceleri varsa onaylar ve takdir eder. Bu şekilde onlara kendi yeteneklerini fark etme imkânı da sunulmuş olur. Bu bölüm hipotezlerin kurulduğu, test edildiği, deney ve gözlemlerin yapıldığı, verilerin toplanarak tartışıldığı etkinlikleri kapsar.

Üçüncü Aşama: Açıklama (Explain): Bu aşamada, öğrencilerin ilk iki aşamada gözlemlenen bakış açılarına ve yanlış fikirlerine odaklanılır. Öğrencilerden öğretilmek istenen kavramlarla ilgili algı ve düşüncelerini ortaya çıkarıcı açıklamalar yapmaları istenir. Onlardan kavramlarla ilgili anladıklarını sözlü ya da yazılı olarak ifade etmeleri ve arkadaşları ile açıkça paylaşmaları beklenir. Öğretmen ise öğrencilerin açıklamalarına geri bildirim sunar, onların açıklamalarına alternatif açıklamalarla katkı sağlar ve daha derinlemesine örnekler sunar. Başka bir ifade ile bu aşamada öğrencilerin yanlış ya da yetersiz olan bilgilerinin, bilimsel olarak doğru olanlarla değiştirmelerine fırsat sunulmuş olur. Bu aşama, öğretmenin en aktif olduğu kısımdır. Öğretmen bu aşamadaki rolünü icra ederken sunuş yönteminden, animasyonlardan, video, kavramsal değişim metni gibi daha birçok yöntemden faydalanabilir.

Dördüncü Aşama: Derinleştirme (Elaborate): Bu aşamanın amacı, öğrencilerin daha önceki aşamalarda edindikleri bilgi ve deneyimlerini, yeni ve farklı olaylara ve günlük hayattaki problemlere uygulayabilmelerini sağlamaktır. Başka bir deyişle yeni kazanılan bilgilerin uygulama alanı olan yeni durumlara genişletilmesini sağlamaktır. Bu aşamada öğrencilerin daha önceden zihinlerinde olmayan yeni bilgi ve problemlerle karşılaşmaları sağlanır. Öğretmenler bunu yaparken, çalışma yapraklarından, deneysel sorgulamalardan, inceleme projelerinden, modellerden, çizim yapma gibi aktivitelerden ve günlük hayatta da öğrenme gereksinimi hissettirecek problem durumlarından ya da sorulardan faydalanabilmektedir. Öğrenciler daha önceki deneyimlerinden yola çıkarak, yeni karşılaştıkları problemi çözmeye ve konuyu günlük hayata uygulayabilmeye çalışırlar. Bu şekilde onların olayları kritik etmeleri, fikir yürütmeleri ve problemlere çözüm yolları bulmaları sağlanır.

Beşinci Aşama: Değerlendirme (Evaluate): Bu aşamada öğrenciden daha önceki aşamalarda kazandıkları her türlü bilgi ve performanslarını sergilemeleri beklenir. Bütün

aşamalarda süreç değerlendirilmesi olmasına rağmen bu aşamada, öğrencilerin öğrendikleri, daha resmî olarak değerlendirilir. Böylece öğrenciler yeni kavram ve beceri öğrenmede kendi gelişimlerini değerlendirerek bir sonuca ulaşırlar.

1.7.2.2. 5E Öğretim Modeline Yönelik Yapılan Çalışmalar

Yapılan çalışmalar, 5E öğretim modelinin öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına (Colburn ve Clough, 1997; Bevenino vd., 1999; Lord, 1999; Coulson, 2002), bilimsel düşünebilmelerine (Boddy vd., 2003) ve tutumlarına (Boddy vd., 2003; Akar, 2005) olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Literatürde son zamanlarda 5E öğretim modeli kapsamında yapılmış çalışmaların bazıları Tablo 3’te özetlenmiş ve ardından bu çalışmalar örneklem, yöntem ve sonuç açılarından analiz edilmiştir.

Tablo 3. 5E öğretim modeli temel alınarak yapılan bazı çalışmalar

Yazar(lar)	Hedef Kavram	Örneklem	Yöntem	Çalışmanın Sonucunda
Keser (2003)	“Elektromanyetik indüksiyon”	Lise 2. sınıf öğrencileri (N=60)	Deneysel	5E öğretim modeline uygun etkinlik geliştirilmiş ve öğrenme ortamının yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanıp hazırlanmadığını değerlendirmek için BORAN anketi geliştirilmiştir.
Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu (2004)	“Çözünürlük dengesine etki eden faktörler”	Lise 2. sınıf öğrencileri (N=46)	Deneysel	5E öğretim modeline uygun materyallerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları belirlenmiştir.
Kılavuz (2005)	“Asit-baz”	Lise 2. sınıf öğrencileri (N=60)	Deneysel	Araştırma sonucu 5E öğrenme döngüsü modelinin asit bazlarla ilgili kavramların anlaşılmasında daha etkili olduğunu göstermiştir.
Akar (2005)	“Asit-baz”	Lise 2. sınıf öğrencileri (N=56)	Deneysel	5E öğretim modeline göre eğitim alan deney grubundaki öğrencilerin kavram testi ve kimya dersine yönelik tutum testi puanları, geleneksel öğretime göre eğitim alan kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
Özsevgeç (2006)	“Kuvvet ve hareket”	İlköğretim 5. sınıf öğrencileri (N=71)	Deneysel	5E öğretim modeline göre yapılan öğretimin geleneksel öğretimden daha başarılı olduğu ve öğrencilerin kavramsal gelişimlerini arttırdığı tespit edilmiştir.
Ergin, Kanlı ve Tan (2007)	“Yatay ve eğik atış hareketi”	Lise I. sınıf öğrencileri (N=84)	Deneysel	5E öğretim modelinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3'ün devamı

Ekici (2007)	“Yükseltgenme-İndirgenme Tepkimeleri” ve “Elektrokimya”	Lise 3. sınıf öğrencileri (N=49)	Deneysel	5E öğretim modeline göre hazırlanan ders materyallerinin ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin yükseltgenme- indirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularıyla ilgili kavramsal anlamalarında, daha etkili olduğu belirlenmiştir.
Pabuçcu (2008)	“Asit-baz”	Lise 3. sınıf öğrencileri (N=130)	Deneysel	Araştırma sonuçları 5E modeli kullanılarak uygulanan öğretim yönteminin, asit-baz kavramlarının anlaşılmasında geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğunu göstermektedir.
Ceylan (2008)	“Maddenin yoğun fazları” ve “Çözünürlük”	10. sınıf öğrencileri (N=119)	Deneysel	Araştırma sonuçları, 5E modeli kullanılan öğrencilerin geleneksel kimya anlatılan gruba göre maddenin yoğun fazları ve çözünürlük kavramlarını daha iyi anladıklarını ve kimyaya karşı tutumlarını daha arttırdığını göstermektedir.
Kolomuç (2009)	“Kimyasal reaksiyonların hızı”	Lise 3. sınıf öğrencileri (N=72)	Deneysel	5E modeline göre gerçekleştirilen öğretimin, alternatif kavramları gidermede, yeni bilgiler kazandırmada ve kalıcılığı sağlamada etkili olduğunu belirlemiştir.
Şahin (2010)	“Kuvvet ve Hareket”	İlköğretim 8. Sınıf öğrencileri (N=48)	Deneysel	Araştırmada 5E öğretim modeline göre hazırlanan materyalin, kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı istenilen şekilde gerçekleştirdiği ve bu farklılaşmanın öğrenci zihninde kalıcı olmasını sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.
Ağgül Yalçın ve Bayrakçeken (2010)	“Asitler ve Bazlar”	Fen bilgisi öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri (N=43)	Deneysel	Araştırma sonuçları 5E modeline uygun olarak geliştirilen etkinliklerin geleneksel yaklaşıma kıyasla asit-baz konusunun öğretiminde öğrenci başarısını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığını ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını göstermektedir.
Karlı ve Çalık (2012)	“Elektrokimyasal Piller”	Fen bilgisi öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri (N=30)	Yarı deneysel	5E öğretim modeline göre farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir öğretim uygulaması sadece öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermekle kalmamış aynı zamanda bu öğretim öğrencilerin bu kavramları uzun süreli bellekte tutmalarını da sağlamıştır.

5E öğretim modeli temel alınarak yürütülen bu çalışmaları örneklem, yöntem ve sonuç bakımından incelediğimizde, çalışmaların örneklemeleri: lise 2 öğrencilerinden (Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; Kılavuz, 2005; Akar, 2005; Ceylan, 2008); ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinden (Özsevgeç, 2006); ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinden (Şahin, 2010); lise 1 öğrencilerinden (Ergin vd., 2007); lise 3 öğrencilerinden (Ekici, 2007) ve fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinden (Ağgül Yalçın ve Bayrakçeken, 2010);

Karslı ve Çalık, 2012) oluşmaktadır. Bu çalışmalar kritik edildiğinde, fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerini örneklem alan ve laboratuvar uygulamaları derslerinde öğretilmek istenen fen kavramlarını, 5E öğretim modeli temel alınarak laboratuvara taşıyan ve bunun etkililiğini inceleyen araştırmaya rastlanılmamıştır. 5E'ye yönelik yapılan çalışmalarda farklı konuların ele alındığı görülmektedir. Bu konular: “Çözünürlük ve maddenin yoğun fazları” (Ceylan, 2008); “Asit-baz” (Kılavuz, 2005; Akar, 2005; Pabuçcu, 2008; Ağgöl Yalçın ve Bayrakçeken, 2010); “Kimyasal reaksiyonlarda hız” (Kolomuç, 2009) ve “Elektrokimya” (Ekici, 2007; Karslı ve Çalık, 2012) konularıdır. Bu araştırma sonuçlarında YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre tasarlanan öğretim etkinliklerinin geleneksel öğretim yöntemlerine göre fen alanının birçok farklı konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı, onların alternatif kavramlarını büyük oranda giderdiği ve öğrencilerin bu yöntemi zevkli ve motive edici olarak düşündükleri belirtilmektedir. Bu olumlu sonuçlardan hareketle bu araştırmada “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramların öğretiminde 5E öğretim modelinden ve bu modelin aşamalarında kullanılmak üzere farklı öğretim yöntem ve tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda çeşitli fen konularında bilinen alternatif kavramların ve eksikliklerin giderilmesine yönelik üniversite seviyesindeki öğrencilere hitap eden, YAÖK'ün 5E öğretim modelini temel alarak ve 5E'nin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve teknikleri adapte edilerek hazırlanmış bir öğretim materyalinin öğrencilerde etkili bir kavramsal değişim, öğrenme ortamına da zenginlik katacağı düşünülmektedir. Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencileriyle 5E'nin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte edilmesiyle yürütülen bir araştırma sonucunda, çoğu öğrencinin olumlu yönde kavramsal değişim sağladığı da rapor edilmiştir (Karslı ve Çalık, 2012). Bu araştırmada çeşitli kimya konu ve kavramlarına yönelik, fen bilgisi öğretmen adaylarının seviyelerine uygun, laboratuvar ortamında kullanılmak üzere 5E'ye dayalı rehber materyallerin geliştirilmesi ve bu materyallerin öğrencilerin BSB'lerinin gelişiminin yanı sıra onların kavramsal değişimlerine etkilerinin araştırılması yönüyle önem kazanmaktadır.

1.7.3. Araştırmada Kullanılan Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Bu kısımda araştırma kapsamında kavramsal değişim sağlamak için kullanılan rehber materyallerin geliştirilmesinde faydalanılan öğretim yöntem ve teknikleri ve nasıl kullanıldıkları hakkında genel bilgiler sunulmuş ve bu konularda yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

1.7.3.1. Çalışma Yaprakları (ÇY)

Literatürde çalışma kağıtları veya işlem yaprakları olarak da isimlendirilen Çalışma Yaprakları (ÇY), kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını kolaylaştıran, etkili bir kavram öğretiminin gerçekleştirilmesinde hem öğretmene hem de öğrenciye kolaylık sağlayan öğretim materyallerinden birisidir (Yiğit vd., 2001; Kurt, 2002; Coştu vd., 2003; Saka ve Yılmaz, 2005). ÇY'nin kullanılması ile bütün öğrencilerin derse katılımı sağlanabilmekte, konuların genel bir özetlemesi yapılabilmekte ve daha sonra tekrar etme amacıyla da kullanılabilir (Şahin ve Yıldırım, 1999; Ayas vd., 2006; Atasoy ve Akdeniz, 2006). ÇY, özellikle deney aktivitelerini içeren derslerde etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasında ve öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandırabilmelerinde öğretime destek olan etkili bir eğitim destek aracı olarak da düşünülmektedir.

YAÖK'ün temelleri doğrultusunda iyi bir şekilde tasarlanmış ÇY'de olması gereken en genel özellikler; ÇY'nin, uygulaması yapılacak öğrenci grubunun seviyesine uygun olarak hazırlanması, önemli noktaların açıkça vurgulanması, yönergelerin ve açıklamaların az ve öz bilgi içermesi, gereksiz bilgi sunumundan kaçınılması, yönergelerin numaralandırılarak belli bir akış halinde verilmesi, grafik, tablo gibi araçların açıkça ayırt edilebilmesi, yapısal özelliklerine dikkat edilmesi, ÇY'nin işlerliğini belirlemek ve iyileştirme yapabilmek için pilot çalışmasının yapılması şeklinde özetlenebilir (Sands ve Özçelik, 1997; YÖK, 1998; Şahin ve Yıldırım, 1999; Yiğit vd., 2001; Kurt, 2002; Demircioğlu ve Atasoy, 2006).

Yapılan birçok araştırmada YAÖK'e göre tasarlanmış ve uygulanmış ÇY'nin öğrencileri aktif hale getirdiği, öğrenmeye karşı motive etmede etkili olduğu ve öğrencilerin var olan alternatif kavramlarını azalttığı yönünde bulgulara rastlanılmaktadır (Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; Coştu ve Ünal, 2005; Gönen ve Akgün,

2005; Bayrak ve Doğan, 2009). ÇY ile ilgili yapılan çalışmalar örnekleme, konu ya da kavram, yöntem ve sonuç açılarından incelendiğinde deneysel çalışmaların çoğunlukta olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmalarda; Coştu ve diğerleri (2003) lise 2 öğrencilerinin kaynama noktası; Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas (2004) sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı; Özmen ve Yıldırım (2005) lise 2 öğrencilerinin asit-baz; Coştu ve Ünal (2005) lise 2 öğrencilerinin Le-Chatelier Prensibi; Seymen (2003) lise 1 öğrencilerinin Elektrik ve Elektroliz; Karlı ve şahin (2009) fen bilgisi 1. sınıf öğrencilerinin Çözünürlüğu Etkileyen Faktörler; Gönen ve Akgün (2005) fen bilgisi 2. sınıf öğrencilerinin maddenin hal değişimi konularındaki alternatif kavramlarını gidermek ve anlamalarını arttırmak için ÇY geliştirmişler ve etkililiğini incelemişlerdir. Bu araştırmalarda ÇY'lerin öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramları gidermede, kavramlar arası ilişkileri daha iyi kurmada ve kavramsal değişim sağlamada etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu araştırma sonuçlarında ÇY kullanımının, öğrencilerin dersi daha zevkli bulmalarından dolayı derse katılımı arttırdığı (Kurt, 2002; Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas, 2004; Atasoy vd., 2007), dersin daha organize bir şekilde yürütülmesini sağladığı ve gereksiz zaman kaybının önlendiği de (Atasoy vd., 2007) belirtilmektedir. Ayrıca ÇY'lerin öğrencilerde sıklıkla görülen alternatif kavramların giderilmesine yönelik hazırlanması konusunda önerilerde de bulunulmuştur. Fen bilimlerinin çeşitli konularında geliştirilen ÇY'lerin etkililiğinin incelendiği bu araştırmalarda örneklemin genel olarak ortaöğretim ve üniversite düzeyindeki öğrencilerden seğıildiği anlaşılmaktadır. Üniversite düzeyindeki öğrencilerle çalışmalar gerçekleştirilmiş olmasına rağmen fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin laboratuarda farklı konu ve kavramların öğretiminde ÇY kullanımına imkan veren araştırmanın olmadığı dikkat çekicidir. 3. sınıf öğrencilerin bir sene sonra okullarından mezun olacakları ve öğretmenlik mesleğine başlayacakları düşünülürse bu sınıf seviyesindeki öğrencilerin kendi öğrenmelerinde BSB gelişimine ve kavramsal değişime yönelik ÇY'ler kullanılarak derslerin işlenmesi onların bu yöntemin kullanılmasının bizzat nasıl olduğunu görmeleri açısından da önemlidir. ÇY'nin, öğrenme ortamında öğrencilere yapacakları etkinliklerle ilgili yol gösterici açıklamaları aşamalar halinde belirtme, derse ve grup çalışmasına katılmaya teşvik etme, öğrencilerin ilgi ve dikkatini çekme, kendi öğrenme işleмиyle meşgul olmasını sağlama ve alternatif kavramlarının giderilmesine

yardım etme gibi özelliklerinden dolayı bu çalışma kapsamında ÇY'lerden 5E öğretim modeline göre hazırlanmış ekinliklerin sunumunda kullanılması tercih edilmiştir.

1.7.3.2. Bilgisayar Animasyonları (BA)

Fen/kimya alanında gerçek dünyada gerçekleşen olaylar, moleküler boyutta gerçekleşen birtakım etkileşimlerle ve olaylarla açıklanabilmektedir (Vermaat vd., 2003). Öğrenciler gözlemleyemedikleri mikroskobik olayları, başka bir ifadeyle moleküler düzeydeki olay ve süreçleri anlamakta güçlük çekmekte bunun sonucu olarak da makroskobik olaylar ile moleküler düzeydeki etkileşimler arasında bağlantı kuramamaktadırlar. Birçok araştırmacı moleküler düzeyde hareketli bir süreçten oluşan fakat öğrencilerce gözlemlenemeyen olay ve süreçlerin görselleştirilmesinin, bu olay ve süreçlerin öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılabilmesinde etkili olduğunu savunmaktadır (Örneğin; Russell vd., 1997; Sanger ve Greenbowe, 2000; Kelly, 2005; Falvo, 2008). Bilgisayar animasyonları (BA), öğrenciler tarafından gözlenemeyen veya anlaşılmayan süreçlerin, moleküler seviyede görülmesine yardımcı olan kavram öğretim yöntemlerinden birisidir (Örneğin; Williamson ve Abraham, 1995; Kelly vd., 2004; Liu vd., 2008).

BA'nın eğitime faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz: (a) Gözlenemeyen moleküler düzeydeki olay ve süreçlerin görselleştirilmesinde ve zihinde canlandırılmasında, öğrencilerde bilginin daha kalıcı olmasına ve öğrencinin aktif öğrenme sürecine katılmasına yardımcı olmaktadır (Ronen ve Eliahu, 2000; Stieff ve Wilensky, 2003; Arıcı ve Dalkılıç, 2006; Urhanhe vd., 2009); (b) BA ile bir olay çok iyi analiz edilerek, basit sembollerle açıklık kazanmakta ve karmaşık bilgilerin anlaşılabilir hale getirilmesi daha kolay olmaktadır. BA renk ve hareket özellikleriyle birleşerek akılda kalıcılığı arttırmakta, göz ve kulağa hitap ederek etkin bir öğrenme sağlayabilmektedir; (c) BA sayesinde öğrencilerin hem kavrama kabiliyetleri artmakta hem de konuya ilgileri çekilerek, eğitim öğrenciler için daha zevkli ve eğlenceli bir hal almaktadır. Bu yüzden eğitici değeri oldukça büyüktür ve eğitim sürecinde kullanılması eğitimde verimin artmasına yardımcı olmaktadır; (d) BA, soyut kavramların somutlaştırılarak, daha anlaşılır ve akılda kalıcı olmasında etkili olmasının yanı sıra öğrencilerdeki mevcut alternatif kavramların giderilmesinde de etkili olmaktadır (Örneğin; Sanger ve Greenbowe, 2000; Reid vd., 2003; Zhang vd., 2004; Yılmaz ve Saka, 2005). Bu şekilde fen kavramları basit simülasyonlar

kullanılarak bile daha anlaşılır hale getirilebilmektedir (Jong vd., 1998; Windschitl, 2001; Taş, 2006); (e) BA, sınıfa getirilemeyen doğa olaylarını öğrencilerin yakından görmesine ve laboratuarda yapılması tehlikeli olan, pahalı araç gerektiren ve uzun süren deneylerin bilgisayar ortamında güvenli ve daha kısa sürede yapılmasına olanak tanımaktadır (Ayas vd., 2001; Şengel vd., 2002; Sinclair vd., 2004; Yılmaz ve Saka, 2005).

BA ile ilgili yapılan çalışmalar örneklem, konu ya da kavram, yöntem ve sonuç açılarından incelendiğinde; Sanger ve Greenbowe (2000) kolej seviyesindeki öğrencilerin “elektrokimya”; Tezcan ve Yılmaz (2003), Kolomuç (2009), Çalık ve diğerleri (2010) lise 3 öğrencileri için “reaksiyonlarda hız”; Yang ve diğerleri (2003) farklı sınıf seviyelerindeki kimya bölümü öğrencilerinin “pil”; Akçay ve diğerleri (2003) lise 2 öğrencilerinin “çözeltiler”; Kıyıcı ve Yumuşak (2005) sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin “asit-baz ve titrasyon”; Abdullah ve Shariff (2008) lise 2 öğrencilerinin “gaz yasaları”; Lee ve diğerleri (2002) biyoloji ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin BSB; Talib ve diğerleri (2005) 1. sınıf lisans öğrencilerinin “elektrokimya”; Trey ve Khan (2008) lise 3 öğrencilerinin “Le Chatelier prensibi”; Doymus ve diğerleri (2010) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin “elektrokimya”; Bülbül (2010) lise 1 öğrencilerinin “difüzyon ve osmoz” konularındaki anlamalarını arttırmak amacıyla BA’lar kullanmışlardır. BA’ların öğrenme ürünleri üzerindeki etkilerinin genel olarak yarı deneysel yöntem tercih edilerek araştırıldığı bu çalışmalarda, deney gruplarında BA’lar kullanılarak, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemler kullanılarak derslerin işlenmesi sağlanmış ve bu gruplardaki öğrencilerin kavramsal anlamaları karşılaştırılmıştır. Bu araştırma sonuçlarında derslerde BA’ya dayalı bir öğretimin yapılmasının konunun moleküler düzeyde anlaşılmasını, uzamsal yeteneklerin gelişmesini ve kavramların daha iyi anlaşılmasını (Yang vd., 2003; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Saka ve Akdeniz, 2006; Doymus vd., 2010; Bülbül, 2010), öğrencilerin konuya olumlu tutum geliştirmesini (Akçay vd., 2003; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005) ve öğrenme ve öğretme amacına ulaşma zamanının kısaltmasını (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005) sağladığı rapor edilmiştir. Çalışmalardaki örneklem genel olarak ortaöğretim ve üniversite düzeyindeki öğrencileri kapsamakla birlikte fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıflara yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca bu seviyelerdeki öğrencilerle yürütülen araştırmalarda ele alınan kavramların fenin mikroskobik boyutunu içeren soyut özellikteki kavramları büyük ölçüde içerdiği anlaşılmaktadır. Fenin birçok soyut özellikteki konusunda BA’lar kullanılmasının ve sonuçlarının olumlu çıkmasından

hareketle bu araştırmada da laboratuvar derslerinde yapılan deneylerdeki olayların moleküler düzeyde görülmesini sağlamak ve öğretimi zenginleştirmek için BA kullanımı tercih edilmiştir. Buna ek olarak bu araştırmada ele alınan kavramlar kimyanın mikroskobik boyutunu önemli ölçüde içermesinden dolayı öğrencilerin bu konular kapsamındaki kavramlarla ilgili imaj oluşturmasında kolaylık sağlayacak şekilde BA'lara yer verilmiştir. Ele alınan konu ya da kavramın özelliğine ve soyutluk derecesine göre YAÖK'ün 5E öğretim modeline dayalı hazırlanan ÇY'nin içerisinde 5E'nin çeşitli aşamalarında bu konulara yönelik hazırlanmış BA'lar kullanılmıştır.

1.7.3.3. Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)

Öğrencilerde, öğrenme ortamına gelmeden önce var olması muhtemel alternatif kavramların veya öğrenme sürecinde oluşabilecek alternatif kavramların tespiti ile bu alternatif kavramların doğrularıyla düzeltilmesi ve kavramların daha iyi anlaşılmasına imkân sağlayacak öğretim yöntemlerinin uygulanması önemlidir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Bu amaca hizmet eden ve birçok araştırmada da olumlu sonuçlar verdiği belirtilen en etkili kavramsal değişim yöntemlerinden birisi de Kavramsal Değişim Metinleri'dir (KDM) (Alvermann ve Hague, 1989; Wang ve Andre, 1991; Guzzetti vd., 1993; Hynd vd., 1994; Chambers ve Andre, 1997; Guzzetti vd., 1997). KDM, öğrencilerin var olan yanlış düşünce ve inançlarının belirlenmesi, tanımlanması ve bunların çürütölüp, alternatif bir kuramın, inancın veya daha tatminkâr bir fikrin önerilmesi esasına dayanmaktadır (Guzzetti, 2000; Hynd, 2001; Palmer, 2003). Başka bir deyişle KDM, bilimsel gerçeklerle alternatif kavramlar arasında çelişki yaratılarak bunlara karşı öğrenciyi ikna edici ve tatmin edici açıklamaları açık bir şekilde ortaya koyan metinler olarak tanımlanmaktadır. KDM genellikle "öyküsel" (narrative) ve "açıklayıcı" (expository) olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanabilir ve kullanılabilir. Literatürde hikaye veya öyküsel KDM'nin ilköğretim öğrencileri için daha uygun olduğu, açıklayıcı KDM'nin ise lise ve üniversite öğrencileri üzerine olumlu etkilere sahip olduğu ifade edilmektedir (Guzzetti vd., 1997; Diakidoy vd., 2003).

Literatürde KDM'nin öğrencilerin bilimsel kavramları öğrenmesine etkilerinin incelendiği birçok araştırma vardır. Bu araştırmalarda: Durmuş (2009) ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin "Madde ve Dönüşüm" ünitesindeki konularda; Özmen ve Demircioğlu

(2003), Çetingül ve Geban (2005) ve Tamer (2006) lise 2 öğrencilerinin “asit-bazlar”; Yürük ve Geban (2001) ve Yürük (2007) lise 3 öğrencilerinin “elektrokimya”, Sevim (2007) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin “çözeltiler ve kimyasal bağlanma” konularında; Ünal (2007) lise 1. sınıf öğrencilerinin “kimyasal bağlar” konusunda; Uzuntiryaki ve Geban (2005) ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin “çözelti” kavramında KH ile birlikte; Şeker (2006) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin “atom ve molekül” kavramlarında analogilerle birlikte ve Balcı (2006) lise 2 öğrencilerinin “reaksiyon hızı” konusunda anlamalarına ve alternatif kavramlarını gidermesine KDM'nin etkilerini incelemiştir.

İlgili araştırmalar genel olarak, ilköğretimden üniversiteye kadar öğrencilerin fen konularında birçok alternatif kavramlara sahip olduklarını belirtmekte ve bunların giderilmesinde, kavramsal değişim yaklaşımı içinde yer alan yöntemlerin özellikle de KDM'lerin, geleneksel öğretim yöntemlerine göre etkili olduğunu rapor etmektedir. Ayrıca KDM'lerin, öğrencilerin kavramsal değişim sürecinden başarılı bir şekilde çıkmasında, kavramların zihinde doğru yapılandırılarak olumlu yönde kavramsal değişim sağlanmasında ve öğrenilen kavramların günlük yaşamla ilişkilendirilmesinde güçlü ve etkili bir yöntem olduğu sonuçlarına da ulaşılmaktadır. Ayrıca bu çalışmalarda kavramsal değişim amaçlı geliştirilen ve kullanılan KDM'lerin alternatif kavramlar dikkate alınarak organize edilmesi gerektiği ve diğer kavramsal değişim yöntemleriyle desteklenerek kullanılmasının daha etkili sonuçlar ortaya koyabileceği vurgulanmaktadır. Bu çalışma sonuçlarından hareketle bu araştırma kapsamında ele alınan kavramlarda fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel kavramlar geliştirmesine yardımcı olması için KDM'ler kullanılmıştır. Bu sayede YAÖK'ün 5E öğretim modeline dayalı hazırlanan ÇY'nin içerisine adapte edilen, çalışmada ele alınan konu ya da kavramlarla ilgili belirlenmiş alternatif kavramları dikkate alan ve onların giderilmesini amaçlayan, KDM, deney, analogi ve BA gibi etkinliklerle desteklenerek öğretimin zenginleştirilmesi de amaçlanmıştır.

1.7.3.4. Kavram Haritaları (KH)

Bir konu ile ilgili kavramları ve kavramlar arası ilişkileri eğitsel bir yöntem olarak gösteren Kavram Haritaları (KH), öğrencilerin kavramları nasıl sentezlediğini ve bütünleştirdiğini anlamada ayrıca öğrencilerin ön kavramlarını ve alternatif kavramlarını

belirlemede kullanılan iki boyutlu bir şemadır (Novak ve Gowin, 1984; Ruiz Primo ve Shayelson, 1996). Ezber yerine anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren KH öğretmenlere; kavramları organize etme, öğrencilere tartışma yoluyla karar verme ve yanlış öğrenmeleri ortadan kaldırma olanağı verir (Kaptan, 1998). KH sayesinde öğrenciler kavramlar arası ilişkileri incelerken kendi bilişsel süreçlerinin ve nasıl öğrendiğinin farkına varabilir, kendi kendini değerlendirerek, kendi öğrenme süreçlerini denetim altına alabilir ve bu içsel denetimle güdülenmişlik düzeyini yükseltebilir (Ross ve Munby, 1991).

KH, öğrencilerin bilgileri kendi zihinlerinde kendilerinin kurmalarına yardım eden ve aynı anda bütün sınıfın verilen etkinliğe katılımını sağlayan öğretim yöntemlerinden birisidir. Birçok araştırma sonuçlarından KH'nin öğrencilerin kavramları yapılandırmalarına (Örneğin; Kaptan, 1998; Sisovic ve Bojovic, 2000; Nicoll vd., 2001; Uzuntiryaki ve Geban, 2005; Aydın vd., 2009; Kendirli, 2010) ve laboratuarda öğrenme ortamıyla uygun bir şekilde kombine edilmiş KH'lerin işbirlikli öğrenmeye (Sizmur ve Osborne, 1997) yardımcı olduğu tespit edilmiştir. KH'lerin özellikle açıklama aşamasında kullanılması, öğrencilerin kavramlardan ne anladıklarını görsel olarak yansıtması nedeniyle uygun araçlardır (Kurada, 2006). Aydın ve diğerleri (2009) kimya öğretmen adaylarının alternatif kavramlara sahip olduğu kimyanın “gaz”, “buharlaştırma”, “çözelti”, “kimyasal denge”, “reaksiyonlarda hız”, “asit-baz” ve “elektrokimya” konularında kimya laboratuvar dersini yapılandırmacı yaklaşıma uygun KH eşliğinde işlemişlerdir. Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009) lise 1 öğrencilerinin “asit-baz” konusunda; Uzuntiryaki ve Geban (2005) ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin “çözelti” konusunda; Eken (2010) lise 2 öğrencilerinin “çözeltiler” konusunda anlamalarını arttırmak için çalışma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarında laboratuarda kullanılan bu yöntemin öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğu belirtilmektedir. KH'nin bu özellikleriyle birlikte birbiriyle karışan kavramların açıklığa kavuşmasını ve özetlenmesini sağlama ve sınıf tartışmaları neticesinde doldurulmuş bir KH'nin etkileşimi arttırması özelliklerinden dolayı bu araştırmada tüm sınıf etkinliğinde bireysel olarak kullanımı tercih edilmiştir.

1.7.3.5. Analogiler

Öğrencilere karmaşık gelen bilimsel kavramların öğretilmesinde, bilinenlerden veya aşına olduğumuz durumlardan hareketle bilinmeyen bir olay veya kavram öğretilmeye

çalışılır. Kavramsal değişim yaklaşımlarından birisi olan analogiler (benzeşim) eğitimde, yabancı ve karmaşık kavramları ve ilkeleri, bilindik bir durum kullanarak, bilindik terimler içerisine yerleştirme fonksiyonu üstlenir. Bir başka deyişle analogi, bilinmeyen durum ya da bir konu alanı “hedef” ile bilinen durum ya da bir konu alanı “kaynak veya analog” arasında ilişkilendirme ve bunu haritalamadır (Treagust vd., 1998; Mastrilli, 1997; Taylor ve Coll, 1997; Dagher, 1994, 1995; Thiele ve Treagust, 1994; Gentner, 1983). Bu haritalama, hedef ve kaynak-analog arasındaki benzeyen ve benzemeyen özelliklerin karşılaştırıldığı bir analogi haritasının hazırlanması işidir.

Literatürde analogilerle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; Çalık ve diğerleri (2007) lisans öğrencilerin ve Çalık ve diğerleri (2009) lise 1 öğrencilerinin çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunun; Bilgin ve Geban (2001) lise 2 öğrencilerinde “Kimyasal denge” konusunun; Çıray (2010) ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinde “Maddenin yapısı ve özellikleri” konusunun; Türk, Ayas ve Karslı (2010) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin “Kimyasal reaksiyonların hızına konsantrasyon ve sıcaklığın etkileri” konusunun daha iyi anlaşılmasında ve alternatif kavramların giderilmesinde analogiler kullanmanın etkisinin araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarından analogilerin, a) öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve desteklediği, b) öğrencinin bilgiyi yapılandırmasını ve edindiği bilgiyi sorgulamasını sağladığı, c) soyut hedef kavramın zihinde canlandırılmasını kolaylaştırdığı, d) öğretmenler tarafından yapılan açıklamaların akla yatkınlığını sağladığı, e) deney ve demonstrasyonların açıklanmasında kullanılmasının yanı sıra öğretimi zenginleştirdiği ve fen öğretiminde kavramsal değişimi etkinleştirdiği belirtilmektedir. Bu çalışmalarda örneklerin genelde ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinden oluştuğu, üniversite düzeyinde özellikle 3. sınıf öğrencilerine yönelik çalışmaların olmadığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki fizik, kimya ve biyoloji derslerin içeriklerinin kullanılmasıyla birlikte reaksiyon hızına katalizör ve madde cinsinin ve gaz yasaları kavramlarının ele alınmadığı anlaşılmaktadır. Literatürde daha önceden rastlanılmayan bu kavramda, akılda kalıcılığın sağlanması için YAÖK’ün 5E öğretim modeline dayalı hazırlanan materyalin bazı aşamalarında analogi etkinliklerine yer verilmiştir. Böylece analogiler aracılığıyla bilinmeyen, soyut kavramların aşına olunan kavramlar ve materyaller kullanılarak hatırlanmasını kolaylaştırmaya, öğrencilerin dikkatini derse ve konuya çekmeye ve öğretim zenginleştirilmeye çalışılmıştır.

Analojide öğrenciler hedef ve kaynak-analog arasındaki benzerlik ilişkisini, tam olarak zihinlerinde kuramadıkları zaman, yanlış anlamalar ortaya çıkabilmekte ve analogiler öğrenciler için yarardan çok zarar unsuru olabilmektedir. Bunun önüne geçebilmek için analogi haritasında benzeyen ve benzemeyen yönlerin neler olduğu açıkça belirtilmelidir (Orgill ve Bodner, 2004; Coll vd., 2005). Bu araştırma analogilerin kullanımı sırasında benzeyen, benzetilen, benzerlik özellikleri ve benzerliklerin haritalanmasını sağlamanın yanı sıra öğrencilerin muhtemel oluşturabilecekleri alternatif kavramların önüne geçmek için analogilerin çalışmadığı yerlerin gösterilmesine de imkan sunmasından dolayı Glynn ve diğerlerinin (1995) analogi kullanımı ile ilgili geliştirdikleri 6 aşamalı Analogilerle Öğretme (Teaching with Analogies) (TWA) modelinden faydalanılmıştır. Bu aşamalar: (1) Öğretilecek hedef kavramın tanıtılması, (2) Öğrencilerin analogu hatırlamalarının sağlanması, (3) Hedef ve analogun benzerlik ilişkilerinin/özelliklerinin ortaya çıkarılması, (4) Benzerliklerin haritalanması, (5) Analoginin çalışmadığı yerlerinin gösterilmesi ve (6) Hedef kavramla ilgili sonuçlar çıkarılması şeklinde sıralanabilir.

Araştırma kapsamında kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri ile ilgili şu ana kadar verilmiş literatür incelendiği zaman öğretimde ÇY, BA, KDM, KH ve analogi kullanımı geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olmakta, alternatif kavramları gidermeye ve bilginin kalıcılığına pozitif etkiler yapmaktadır. Ayrıca bu yöntemlerin, öğrencilerin konuya ve derse karşı ilgi ve motivasyonlarını da arttırdığı sıklıkla ifade edilmektedir. Bu araştırmada laboratuarda kullanılmak üzere ÇY, BA, KDM, KH, analogi ve laboratuvarın olmazsa olmazlarından BSB'nin aşamalarına vurgu yapan deney etkinliklerinin 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılmasına imkân verecek şekilde rehber materyaller geliştirilmiştir. Bu şekilde laboratuvar ortamında bu yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir öğretimin birbirinin eksikliğini kapatarak güçlü bir kavramsal değişim ve bunun yanı sıra BSB gelişimi sağlayacağına inanılmaktadır.

1.7.4. Araştırmada Kavramsal Değişim Sağlanılmaya Çalışılan Konularla İlgili Yapılan Çalışmalar

Son yıllarda kavram öğretimine yönelik çalışmaların ön plana çıkması ile birlikte fen konularında öğrencilerin var olan alternatif kavramlarının belirlenmesine ve bunların giderilmesine yönelik araştırmalar da hız kazanmıştır (Pfundt ve Duit, 2000). Bu araştırma kapsamında kavramsal değişim sağlanmaya çalışılan, “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik laboratuvar ortamında kullanılmak üzere somut materyaller geliştirilmiştir. Bu kısımda öğrencilerde BSB’yi geliştirmek ve kavramsal değişim sağlamak için seçilen bu konularda alternatif kavramları belirleme ve kavramsal değişim sağlamaya yönelik yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu konularda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar tablolar aracılığı ile sunulmuştur.

1.7.4.1. “Buharlaşma ve Kaynama” Kavramları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Öğrencilerin madde ve değişim ve maddenin halleri ünitelerinde yer alan “kaynama” (Hwang ve Hwang, 1990; McElwee, 1991; Paik vd., 2004; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Valanides, 2000a, 2000b; Varelas vd., 2006), “kaynayan sıvıdaki kabarcıkların yapısı” (Chang, 1999; Coştu, 2002, 2006; Goodwin, 2000; Hatzinikita ve Koulaidis, 1997; Osborne ve Cosgrove, 1983; Paik vd., 2004), “kaynama, kaynama noktası ve buhar basıncını etkileyen faktörler” (Abad, 2001; Coştu, 2006; Gopal vd., 2004; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003) ve “buharlaşma, buharlaşma hızı ve buhar basıncı” (Osborne ve Cosgrove 1983; Chang, 1999; Tytler, 2000; Coştu ve Ayas, 2005; Canpolat, 2006; Canpolat vd., 2006) kavramlarında alternatif kavramları belirlemeye yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların örneklemi; ilköğretim seviyesindeki (Osborne ve Cosgrove, 1983; Hwang ve Hwang, 1990; Bar ve Travis, 1991; Bar ve Galili, 1994; Tytler, 2000; Paik vd., 2004), ortaöğretim seviyesindeki (Osborne ve Cosgrove, 1983; Hwang ve Hwang, 1990; Andersson, 1990; Coştu ve Ayas, 2005), üniversite düzeyindeki (Hwang ve Hwang, 1990; Gopal vd., 2004) öğrencileri ve öğretmen adaylarını (Chang, 1999; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Canpolat, 2006; Canpolat vd., 2006) kapsamaktadır. Bu çalışmalardan farklı seviyelerdeki öğrencilerin bu kavramlarla ilgili birçok alternatif kavramlara sahip oldukları

anlaşılmaktadır. Fakat buharlaşma ve kaynama konularında öğrencilerin bilimsel olarak doğru anlamalara sahip olması oldukça önemlidir. Çünkü bu kavramlar çözünme, fiziksel ve kimyasal değişimler, molekül içi ve moleküller arası bağlar gibi temel fen kavramlarını da içermektedir. Bu bağlamda buharlaşma ve kaynama konularında öğrenci ve öğretmen adaylarının sahip olduğu alternatif kavramları gidermek, onların bu kavramlarla ilişkili diğer kavramları daha iyi anlayabilmelerini sağlamak için gereklidir. Ayrıca öğretmen adaylarında yukarıda verilen kavramlarla ilgili alternatif kavramların olması ilerisi için endişe verici bir durumdur, çünkü bu öğretmen adayları öğretmen olduklarında bu alternatif kavramları kendi öğrencilerine taşıyabilir (Ebenezer ve Erickson, 1996).

Alternatif kavramların belirlenmesi, kavramsal değişim çalışmalarının temelini oluştursa da kavramsal değişim sağlamada yeterli değildir. Bu nedenle bazı araştırmacılar bu alternatif kavramları gidermek için kavramsal değişim çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: Coştu ve diğerleri (2007) ve Çalık (2008) “kaynama” kavramında 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının alternatif kavramlarını gidermek için kavramsal değişim yöntemini; Şendur ve diğerleri (2008), lise 1 öğrencilerinin buharlaşma ve kaynama konularındaki alternatif kavramlarını gidermek için analogiyi; Gönen ve Akgün (2005) hal değişimi konusunda fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için ÇY’yi kullanmışlardır. Bu araştırma sonuçlarında alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin olumlu yönde kavramsal değişim sağlamaya yardımcı olduğu belirtilmektedir. Buharlaşma ve kaynama konusunda yapılan bu araştırmalarda fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine yönelik, laboratuvar ortamında BSB’lerin geliştirilmesine de vurgu yapan, 5E öğretim modelinin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte edilerek kullanıldığı araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmada birçok öğrencinin buharlaşma ve kaynama konusunda alternatif kavramlara sahip olması ve bunların giderilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmasından yola çıkılarak bu kavramlara yönelik farklı kavramsal değişim yöntemleriyle zenginleştirilmiş hem kavramsal değişimi hem de BSB gelişimini kapsayan laboratuvar materyalleri geliştirilmiştir. Farklı kavramsal değişim yöntemleriyle zenginleştirilmiş bu materyallerin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine etkisinin incelenmesinin ve sonuçlarının paylaşılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, gelecekte öğretmen kaynaklı oluşabilecek alternatif kavramların oluşmasının erkenden önüne geçilmesi ve

BSB'leri kendi öğrencilerine kazandırabilecek öğretmen adaylarının yetiştirilebilmesi bakımından da önem kazanmaktadır. Literatürde buharlaşma ve kaynama kavramlarında farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen alternatif kavramlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Öğrencilerde “buharlaşma ve kaynama” kavramları ile ilgili literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REÇ*
Buharlaşma	Buharlaşma olayı su veya sulu çözeltilerle sınırlıdır. Diğer çözeltilerde ve sıvılarda buharlaşma olmaz.	1
	Buharlaşma yüzeye bağlı bir olay değildir, sıvının her yerinde olur.	2
	0 °C'de buharlaşma olmaz.	
	Sıvı buhar dengesi kurulduğunda buharlaşma olmaz.	3
	Buharlaşma hızı sıvının yüzey alanına bağlıdır.	
	Buharlaşan tanecikler çevreye ısı verirler.	2, 4
	Buharlaşmanın olabilmesi için mutlaka ortamın sıcaklığının artırılması gerekir.	2, 3, 5, 6
	Ortamın sıcaklığı sıvının sıcaklığından daha yüksek ise buharlaşma meydana gelir; yoksa buharlaşma olmaz.	
	Açık bir kaptaki sıvının buharlaşma hızı ile kapalı kaptaki sıvının buharlaşma hızı birbirinden farklıdır. Kapalı kapta zaman geçtikçe buharlaşma oranı azalır.	
	Kaynama ve buharlaşma birbiriyle ilişkilidir, eğer kaynama meydana gelmemişse, buharlaşma da olmaz.	2, 7-9
	Buharlaşma sıvının tümünde (her tarafında) gerçekleşir.	2, 6
	Çevresinden izole edilmiş kapalı bir kaptaki sıvıda buharlaşma olmaz.	
	Buhar basıncı kaynama süresince buhar fazındaki taneciklerin yaptığı basınçtır.	
	Buhar basıncı sıvının miktarına bağlıdır.	
	Buhar basıncı ile atmosfer basıncı aynı şeylerdir.	1, 10
	Buharlaşma sadece atmosferle ilgilidir, buhar basıncı ile bir ilgisi yoktur.	
Birçok öğrenci suyun buharlaşması sırasında hidrojen ve oksijen gazları oluştuğu için buharlaşma olayını kimyasal değişim olarak düşünmektedirler.	5, 7, 8, 11-17	
Su buharı içinde H ₂ ve O ₂ gazları bulunmaktadır.		
Kaynama ve Kaynama Noktası	Kaynama anında oluşan kabarcıklar içerisinde H ₂ , O ₂ , CO ₂ , hava, duman ve ısı vardır.	10
	Kaynama noktası bir maddenin en yüksek sıcaklığıdır.	
	Kaynama esnasında taneciklerin kinetik enerjisi artar.	1, 10, 18-22
	Su sadece 100 °C'de kaynar.	
	Kaynama noktası her zaman sabittir ve değişmez.	
	Kaynama ısı kaynağı tarafından kontrol edilen bir süreçtir.	
	Kaynama sıvı yüzeyinde gerçekleşen bir olaydır.	
	Kaynama kimyasal bir değişimdir.	
	Basıncın değişmesi kaynama noktasını değiştirmez.	10, 20, 23
	Sıvı üzerinde basıncın yükseltilmesi kaynama noktasını azaltır.	
	Aynı atmosfer basıncında kaynayan sıvılar farklı buhar basıncına sahiptir.	6
	Öğrenciler sıvı kaynarken enerji dengesini anlamazlar, onlar kaynayan sıvının ısıttıkça sıcaklığının arttığına inanırlar.	1
Öğrenciler saf sıvıların ve çözeltilerin kaynama noktalarını ayırt edemiyorlar.	14, 15, 24.	

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Hwang ve Hwang (1990); (2) Coştu ve Ayas (2005); (3) Canpolat (2006); (4) Goodwin (2000); (5) Chang (1999); (6) Canpolat vd. (2006); (7) Bar ve Travis (1991); (8) Valanides (2000b); (9) Ayas ve Coştu (2002); (10) Coştu vd. (2007); (11) Osborne ve Cosgrove (1983); (12) Beveridge (1985); (13) Russell vd. (1989); (14) Çalık (2005); (15) Bar ve Galili (1994); (16) Hatzinikita ve Koulaidis (1997); (17) Tytler (2000); (18) McElwee (1991); (19) Paik vd. (2004); (20) Pınarbaşı ve Canpolat (2003); (21) Valanides (2000a); (22) Varelas vd. (2006); (23) Coştu vd. (2003); (24) Uzuntiryaki ve Geban (2005).

1.7.4.2. “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Literatürde asit-baz konusundaki alternatif kavramların neler olduğunu belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda; öğretmenlerde (Furio-Mas vd., 2005; Drechsler ve Driel, 2008), üniversite öğrencilerinde (Cros vd., 1986, 1988; Bradley ve Mosimege, 1998; Zoller, 1990; Smith ve Metz, 1996; Pınarbaşı, 2007; Boz, 2009) ve lise seviyesindeki öğrencilerde (Hand ve Treagust, 1988; Ross ve Munby, 1991; Schmidt, 1991; Sheppard, 1997; Nakhleh, 1994; Demerouti vd., 2004; Sheppard, 2006) birçok alternatif kavrama rastlanılmıştır. Farklı örneklerle yapılan bu araştırmalar göstermektedir ki öğrenciler onlardan beklenilenden daha az bilgi ve yanlış fikirlerle öğrenme ortamlarına gelmektedir. Öğrencilerde asit-baz konusunda alternatif kavramların olması, onların temel kavramlar üzerine inşa edeceği daha ileri düzeydeki kimya kavramlarını anlamalarını ve bunun sonucunda da anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini güçleştirmektedir (Nakhleh, 1992). Bu araştırma sonuçlarında dikkat çeken noktalardan birisi de öğretmenlerin de bu konuda alternatif kavramlara sahip olmasıdır. Öğretmenlerin taşıdıkları bu alternatif kavramları öğrencilerine de iletmesi olası bir durumdur. Bu yüzden bunun erkenden önüne geçilmesi için öğretmen eğitimi programlarında literatürde asit-baz konusunda belirlenen alternatif kavramların giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Literatürde asit-baz konusunda alternatif kavramların düzeltilmesine yönelik yapılan kavramsal değişim çalışmaları incelendiğinde, bu çalışmaları şu şekilde özetleyebiliriz: Hand ve Treagust (1988) üniversite 1. sınıf öğrencilerinde kavramsal değişim yaklaşımını; Üce ve Sarıçayır (2002) sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinde KDM ve KH'yi; Özmen ve Demircioğlu (2003) lise 2 öğrencilerinde KDM'yi; Kıyıcı ve Yumuşak (2005), üniversite 1. sınıf öğrencilerinde bilgisayar destekli etkinlikleri; Çetingül ve Geban (2005) ve Tamer (2006), lise 2 öğrencilerinde KDM ile birlikte kullanılan benzeşimleri; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005) lise 2 öğrencilerinde kavramsal değişim stratejisini, Sisovic ve Bojovic (2000) lise 1 öğrencilerinde işbirlikli öğrenme yöntemini, Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009) KH'yi kullanarak bu yöntemlerin kavramsal değişimi gerçekleştirmeye etkilerini incelemişlerdir. Bu araştırma sonuçlarında kavramsal değişim amaçlı kullanılan yöntemlerin öğrencilerin anlamalarını arttırdığı rapor edilmiş, ayrıca alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin bu kavramlarını daha fazla oranda giderdiği de belirtilmiştir. Asit-baz konusunda kavramsal

değişim sağlamaya yönelik yapılan bu çalışmaların örneklem gruplarında fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin olmadığı da görülmektedir. Ayrıca bu araştırmalarda çeşitli öğretim yöntemlerinin kullanıldığı fakat 5E öğretim modelini benimseyen bir çerçevede daha önceden belirlenmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmiş bir kavramsal değişim çalışmasının olmadığı da dikkat çekmektedir. Bu araştırma ile fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusundaki alternatif kavramlarını gidermek ve olumlu yönde kavramsal değişim sağlamak için ÇY, KDM, BA gibi yöntemlerin birlikte birbirinin eksikliğini giderecek şekilde kullanılması ve deney yaparken BSB'lere vurgu yapılması sağlanmıştır. Bu şekilde öğretmen adaylarının literatürde rastlanılmayan bir öğrenme ortamında kavramsal değişim ve BSB odaklı bir öğretimle derslerini işlemeleri ve etkisinin araştırılması sağlanmıştır. Literatürde pH ve asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusunda farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen alternatif kavramlar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Öğrencilerde “pH ve asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REÇ*
pH	pH sadece asitliğin bir ölçüsüdür, bazlığın değil.	1-7
	Bazik çözeltiler H^+ iyonu içermez. Asidik çözeltiler OH^- iyonu içermez.	
	Güçlü asitler zayıf asitlerden daha yüksek bir pH'ya sahiptir.	
	pH'sı farklı çözeltiler farklı renklere sahiptir.	
	Tuzlar bir pH değerine sahip değildir.	
	pH değeri arttığı için asitlik artar.	
	Bir asitle bir baz karıştırıldığında reaksiyon gerçekleşmez, fiziksel bir karışım oluşur.	
	pH yoğunlukla ilgili miktar belirten bir kavramdır.	
Nötrleşme, Nötrleşme Reaksiyonları	Nötrleşme bir asitin kırılması, bozunması ya da değişmesidir.	2-9, 11-15
	Titrasyonlarda indikatörün kullanılmaması durumunda, reaksiyon gerçekleşmez.	
	Nötrleşme bir çözeltinin nötral olması demektir.	
	Kuvvetli asitler sadece kuvvetli bazlarla, zayıf asitler ise sadece zayıf bazlarla reaksiyon verirler.	
	Nötrleşme reaksiyonunda, raktantlardan (asit ya da baz) biri zayıf olduğunda, nötrleşme tamamen gerçekleşmez.	
	Fenolftalein reaksiyona giren maddelerin etkileşimini kolaylaştırarak nötrleşmeye yardımcı olur.	
	İndikatörler reaksiyonun hızını artırır ya da azaltır.	
	İndikatörler asit-baz reaksiyonlarında nötrleşmeyi sağlamak için kullanılırlar.	
	Nötrleşme sonucu oluşan çözeltide ne H^+ ne de OH^- iyonları vardır.	
	Eşdeğerlik noktası ve dönüm noktası aynı şeylerdir.	
	Titrasyonlarda, asit ya da bazdan birinin zayıf olması durumunda nötrleşme tam olarak gerçekleşmez.	
	Nötrleşme reaksiyonu sonucunda oluşan çözeltinin pH'sı 7 dir.	
Nötrleşme reaksiyonları her zaman nötr bir çözelti oluşumu ile sonuçlanır. Tuzlar nötrleşmenin bir ürünüdür ve her zaman nötrdür.		

Tablo 5'in devamı

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Cros vd. (1986), (1988); (2) Zoller (1990); (3) Nakhleh ve Krajcik (1994); (4) Smith ve Metz (1996); (5) Sheppard (1997); (6) Demircioğlu, Özmen ve Ayas (2004); (7) Demircioğlu vd. (2005); (8) Ross (1989); (9) Hand ve Treagust (1988); (10) Schmidt (1991); (11) Ross ve Munby (1991); (12) Canpolat vd. (2004); (13) Demerouti vd. (2004); (14) Pınarbaşı (2007); (15) Boz (2009).

1.7.4.3. “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

İlgili literatür incelemesi sonucunda, çözünürlük konusunda alternatif kavramları belirlemeye yönelik birçok araştırmanın yapıldığı görülmüştür. Bunlardan bazıları; çözeltiler konusunda yer alan “çözünme olayı” ile ilgili (Cosgrove ve Osborne, 1981; Fensham ve Fensham, 1987; Prieto vd., 1989; Longden vd., 1991; Abraham vd., 1992, 1994; Lee vd., 1993; Ebenezer ve Erickson, 1996; Smith ve Metz, 1996; Uzuntiryaki, 1998; Çalık ve Ayas, 2005c; Çalık vd., 2006; Kabapınar vd., 2004; Akgün, 2009; Kalın ve Arıkıl, 2010), “çözünürlük” kavramı ile ilgili (Gennaro, 1981; Ebenezer ve Erickson, 1996; Koray, Akyaz ve Köksal, 2007) ve “çözünürlüğe etki eden faktörler” ile ilgili (Blanco ve Prieto, 1997; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Çalık, 2005) öğrencilerin alternatif kavramlarını belirleme çalışmalarıdır. Bu çalışmaların örneklemi, 12-15 yaş grubu öğrencilerini (Cosgrove ve Osborne, 1981; Prieto vd., 1989; Longden vd., 1991; Kabapınar vd., 2004); 12-18 yaş grubu öğrencilerini (Blanco ve Prieto, 1997; Çalık ve Ayas, 2005c); 7-10. sınıf öğrencilerini (Fensham ve Fensham, 1987); 8. sınıf öğrencilerini (Gennaro, 1981; Abraham vd., 1992); 10. sınıf öğrencilerini (Açıkkar, 2002; Kabapınar vd., 2004); 11. sınıf öğrencilerini (Ebenezer ve Erickson, 1996); 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarını (Akgün, 2009; Özden, 2009; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003); kimya bölümü öğrencilerini (Smith ve Metz, 1996); 9-11. sınıf öğrencilerini (Koray, Akyaz ve Köksal, 2007) ve farklı bölümlerdeki lisans öğrencilerini (Kalın ve Arıkıl, 2010) kapsamaktadır. Bu çalışmalardan da anlaşıldığı gibi ilköğretimden üniversiteye kadar birçok öğrenim düzeyindeki öğrencilerin çözünme, çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda alternatif kavramlara ve yanlış inanışlara sahip oldukları anlaşılmaktadır. Özellikle öğretmen adaylarının da bu konularda alternatif kavramlar taşıması, gelecek için endişe verici bir durum olarak görülmekte ve onların bu alternatif kavramlarının hizmet öncesi eğitimlerinden mezun olmadan giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu konuların kimyanın diğer konularındaki

kavramların açıklanmasında sürekli kullanıldığı düşünülürse, bu konular hakkında edinilen bilgilerin alternatif kavram içerip içermemesi ve eğer içeriyorsa öğrencilerin hem alternatif kavramlarla başa çıkmasına hem de kavramsal değişim sağlamasına yönelik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır. Literatürde “çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermek ve anlamalarını arttırmak için birçok kavramsal değişim çalışması yapılmıştır. Farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermeye yönelik yapılan bazı kavramsal değişim çalışmaları şu şekilde özetlenebilir: Uzuntiryaki ve Geban (2005) ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin çözümlü kavramında anlamalarını arttırmak için KH eşliğinde hazırlanmış KDM’yi; Pınarbaşı ve diğerleri (2006) ve Sevim (2007) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin çözümlü kavramındaki alternatif kavramlarını gidermek için KDM’yi; Çalık ve diğerleri (2007) lisans öğrencilerin ve Çalık ve diğerleri (2009) lise 1 öğrencilerinin çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili alternatif kavramlarını gidermek için analogiyi; Akgün ve Aydın (2009) sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin çözünme konusundaki alternatif kavramlarını gidermek için grup çalışması yöntemini; Tezcan ve Bilgin (2004) lise 1 öğrencilerinin çözünürlüğü etkileyen faktörler konusundaki anlamalarını geliştirmek için laboratuvar yöntemini; Çalık (2006) lise 1 öğrencilerinin çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili alternatif kavramlarını gidermek için dört aşamalı bütünleştirici öğretim stratejisi kullanarak bu yöntemlerin kavramsal değişime etkilerini incelemiştir. Farklı kavramsal değişim yöntemlerinin kullanıldığı bu araştırmalarda genel olarak lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilere yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Fen kavramlarının temelleri ilköğretimde atıldığı için, öğrencilere verilebilecek her türlü yanlış ve eksik bilgilerin ileriki dönemlerde de giderilmesi güçleşecektir. Fen bilgisi öğretmenleri bu süreçte önemli bir rol üstlenmektedir. Çalık ve Ayas’ın (2005a) yapmış oldukları bir araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının ve ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin çeşitli kimya konularında benzer alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu yüzden onların fenle ilgili temel kavramlarda, alternatif kavramlarının giderilmesinin ve gelecekte öğrencilerine öğreteceği kavramlarda sağlam ve tam anlamalara sahip olarak yetiştirilmesinin önemi artmaktadır. Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda her ne kadar üniversite düzeyindeki öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermeye yönelik çalışmalar olsa da mezun olmaları çok yakın olan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine yönelik kavramsal değişim

çalışmalarının olmaması bir eksiklik olarak görülmektedir. Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda yapılan bu kavramsal değişim çalışmalarının sonuçlarından çalışmalarda kullanılan kavramsal değişim yöntem ve/veya tekniklerinin öğrencilerin alternatif kavramlarını büyük oranda giderdiği belirtilmekle birlikte bazı araştırmalarda, birden fazla kavramsal değişim yönteminin kullanılmasının bu yöntemlerin birbirinin eksikliğini gidererek daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilebileceğine dikkat çekilmiştir. İncelenen araştırmalar içerisinde çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda laboratuvar ortamında BSB'lerin geliştirilmesine de vurgu yapan ve 5E öğretim modelinin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte edilerek kullanıldığı bir kavramsal değişim çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu araştırma kapsamında çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunun işlenmesinde 5E öğretim modelinin aşamalarına ÇY, BA ve BSB'lerin gelişimini kapsayan deney etkinlikleri adapte edilerek hem kavramsal değişime hem de BSB'lere etkisinin incelenmesi amaçlanmakta ve öğretmen adaylarının zengin bir öğrenme ortamında deneyim yaşamasına imkan sunulmaktadır. Literatürde “çözünme-çözünme olayı” ve “çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen alternatif kavramlar liste halinde Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Öğrencilerde “çözünme-çözünme olayı ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REÇ*
Çözünme-Çözünme Olayı	Çözünme esnasında çözünen maddeler kaybolur.	1-10
	Çözelti içerisinde çözünen madde aktif, çözücü ise pasif konumdadır.	1, 11
	Çözünen tanecikler çözelti içerisinde yüzmektedir ya da bazen batmaktadır.	1, 12
	Çözünme sırasında çözünen tanecikler çözücü tanecikleri tarafından absorblanmaktadır.	1, 4, 11, 12
	Çözünen madde çözücü içerisinde erimektedir, hal değiştirmektedir.	1-4, 9-15
	Çözünme işlemi esnasında çözücü ve çözünen arasındaki reaksiyon sonucu kimyasal değişime uğrarlar ve yeni bir madde oluştururlar.	1, 3, 4, 11-14, 17, 19
	Çözünen madde, çözelti içerisinde kendi iyon, element veya moleküllerine ayrışır.	1, 12, 13, 18
	Farklı sıvıların birbiri içinde çözünebilmelerinin nedeni onların farklı yoğunluklara sahip olmasıdır.	1, 6, 13, 15
	Çözünme işlemi depolanan enerjinin açığa çıkması, sistemin daha düşük enerjili bir hale dönüşmesi, reaktantların kimyasal dönüşümünün bir sonucunda olarak enerjiyi içerir.	25
	Çözünme olayında, çözünendeki bağlar kırılarak yeni bağlar oluşur.	13, 18
	Çözünen tanecikleri yeterince küçük olmadığı zaman çözünme olmaz.	21
	Çözünme, çözelti veya çözücü içerisindeki boşluklar doldurularak gerçekleşir.	3, 13
	Isı bir çözünme işleminde şeker moleküllerinin daha küçük olmasına ve daha uzağa gitmesine neden olacaktır.	13, 18
	Bütün karışma olayları çözelti oluşumu ile sonuçlanır. Homojen ve heterojen olarak karışmış bütün maddelere çözelti denir.	11, 14, 22

Tablo 6'nın devamı

	Çözünen şekerin kütlesi veya ağırlığı yoktur.	9
	Çözünmüş şeker normalden daha ağırdır.	26
	Çözeltiliyi karıştırmak çözeltide çözünen madde miktarını artırır. Çayı karıştırdığımızda içindeki şeker daha çok çözünür.	11, 17
Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler	Çözünen maddenin temas yüzeyinin artırılması, çözünen maddenin miktarını artırır.	3
	Ufalanmış veya parçalanmış çözünen bir maddenin, kütlesi azalır ve molekülleri küçülür.	
	Karıştırıldıktan sonra reaksiyon oluşur ve açığa çıkan ısı çözünürlüğü artırır.	5, 18
	Sıcaklığın artırılması ya da karıştırma işlemi çözücü ve çözünen maddenin üzerine basınç uygulanmasını sağlar.	
	Eğer su çok sıcaksa tuz suda dağılır, su soğutulduğunda ise tuz aynen dibе batar.	15
	Isı ve sıcaklık çözünen maddenin yapısını değiştirdiği için çözünürlüğü etkiler.	1, 11-14, 17
	Sıcaklık artırıldığında bütün katıların çözünürlüğü artar.	21
	Maddelerin çözünebilmesi için sıcaklığının artırılması ya da karıştırmak gerekir.	
	Bir çözeltide, sıcaklıkla çözünen maddenin ayrışması hızlanır.	23
	Gazların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artacağından, soğuk içeceklerde daha az gaz çözünür.	15, 17, 20, 24
	Hava basıncı katıların çözünürlüğünü etkiler.	
	Çözücüde çözünen gazın miktarı ile çözelti üzerindeki gaz karışımlarının toplam basıncı orantılıdır.	
	Karıştırma, toz haline getirme, çözücü ve çözünen miktarları çözünürlüğü etkiler.	

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Prieto vd. (1989); (2) Çalık ve Ayas (2004); (3) Çalık vd. (2006); (4) Çalık ve Ayas (2005a); (5) Açıkkar (2002); (6) Longden vd. (1991); (7) Fensham ve Fensham (1987); (8) Lee vd. (1993); (9) Kabapınar vd. (2004); (10) Özdilek ve Ergül (2004); (11) Uzuntiryaki (1998); (12) Abraham vd. (1992); (13) Ebenezer ve Erickson (1996); (14) Çalık ve Ayas (2005b); (15) Blanco ve Prieto (1997); (16) Cosgrove ve Osborne (1981); (17) Pınarbaşı (2002); (18) Ebenezer (2001); (19) Kaartinen ve Kumpulainen (2002); (20) Pınarbaşı ve Canpolat (2003); (21) Tezcan ve Bilgin (2004); (22) Çalık ve Ayas (2005c); (23) Akgün ve Aydın (2009); (24) Koray, Akyaz ve Köksal (2007); (25) Liu vd. (2002); (26) Johnson ve Scott (1991).

1.7.4.4. “Gaz Yasaları” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Gaz kavramının hem soyut hem de somut yönünün olması, somut yönünün de çoğu gaz için direkt gözlenememesi, öğrencilerin zihinlerinde gaz kavramını yeterince oluşturamamasına sebep olmaktadır (Stavy, 1998). Özellikle ders kitaplarında gazlar ile ilgili yer alan soruların matematiksel ağırlıklı olup, kavramsal boyuta çok az yer verilmesi (Lin vd., 2000) ve öğrencilerin öğrenme ortamına günlük deneyimlerinden gelen alternatif kavramlarla gelmesi de konunun doğru bir şekilde yapılandırılmamasına sebep olmaktadır (Nakhleh ve Mitchell, 1993; Niaz ve Robinson, 1992). Ancak, gazlar konusunda alternatif kavramları belirlemeye yönelik yapılan araştırmalarda ilköğretim öğrencilerinin (Gürses vd., 2002; Nakiboğlu ve Özkılıç Arık, 2006); ortaöğretim öğrencilerinin (Lin vd., 2000; Azizoğlu ve Geban, 2004; Bak ve Ayas, 2006); öğretmen adaylarının (Bak ve Ayas, 2006; Birinci Konur ve Ayas, 2010) ve hatta öğretmenlerin (Lin

vd., 2000; Chou, 2002) bile yetersiz anlamalara ve bazı alternatif kavramlara sahip oldukları ortaya çıkarılmıştır. Gaz ve gaz yasaları konusunun ilköğretimden başlayarak birçok öğrenim düzeyindeki öğrencilerde ve hatta öğretmenlerde bile alternatif kavramlara rastlanılan bir konu olması, özellikle fen kavramlarının ilk temellerini atacak fen bilgisi öğretmen adaylarının mezun olmadan bu alternatif kavramlarını düzeltmelerini gerekli kılmaktadır. Bu konuda öğrencilerin eksik ve yanlış anlamalara sahip olmasında, konunun başlı başına soyut kavramlardan oluşması etkili olabileceği gibi öğretmenlerinde kendilerindeki birtakım alternatif kavramları öğrencilerine taşıması da etkili olabilir. Sebebi her ne olursa olsun öğrencilerde bu konularda alternatif kavramların olması bu konuyla ilgili daha karmaşık konuların anlaşılmasını ve problemlerin çözümünü zorlaştırmaktadır. Gazlar konusunda yapılan kavramsal değişim çalışmaları incelendiğinde: Şenocak ve diğerleri (2007) “gazlar” konusunda 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının anlamalarını arttırmak için probleme dayalı öğretim yöntemini; Kautz ve diğerleri (2005) “gaz yasaları” kavramında üniversite öğrencilerinin anlamalarına yardımcı olmak için araştırmaya dayalı yaklaşımı; Abdullah ve Shariff (2008) lise 2 öğrencilerinin “gaz yasaları” kavramında kavramsal anlamalarını arttırmak için araştırmaya dayalı bilgisayar simülasyonlarını; Gürses ve diğerleri (2002) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerin gazlar konusundaki alternatif kavramlarını gidermek için kavramsal değişim yaklaşımını; Liu (2006) lise 3 öğrencilerin “gaz yasaları” kavramını anlamalarına yardımcı olmak için bilgisayar modellemesi ile kombine edilmiş basit araç gereçli laboratuvar aktivitelerini ve Robins ve diğerleri (2009) lise 3 öğrencilerinin “gaz yasaları” kavramında araştırmaya dayalı yaklaşımı kullanarak bu yöntemlerin kavramsal değişime etkisini incelemiştirlerdir. Bu araştırma sonuçlarından çalışmalarda kullanılan kavramsal değişim yöntem ve/veya tekniklerinin öğrencilerin alternatif kavramlarını büyük oranda giderdiği belirtilmekle birlikte bazı araştırmalarda, tamamen öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilemediği de belirtilmektedir. Bu durum kullanılan materyallerin yapısından ve konunun soyut yönünün oldukça fazla olmasından ya da sadece bir veya iki öğretim yönteminin kullanılmasından da kaynaklanabilir. Bazı araştırmalarda sürekli olarak sadece bir kavramsal değişim yönteminin kullanılmasının öğrencilerin bu yöntemden sıkılmasına ve herkesin öğrenme sitillerine hitap edememesinden dolayı dezavantaj oluşturacağına dikkat çekilmiştir (Dole, 2000). Bu noktada birçok araştırmacı farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle öğretimin zenginleştirilmesinin bu dezavantajın

önüne geçebileceğini belirtmiştir (Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009, Çalık vd., 2010; Karlı ve Çalık, 2012). Ayrıca soyut özellikteki kavramların öğretilmesinde bazı araştırmalarda konunun moleküler düzeyde daha iyi anlaşılmasını (Yang vd., 2003; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Saka ve Akdeniz, 2006; Doymus vd., 2010; Bülbül, 2010) ve öğrenme ve öğretme amacına ulaşma zamanını kısaltması (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005) özelliklerinden dolayı BA'ların kullanımını önermektedir. Gazlar konusu kimyanın diğer pek çok konusunun anlaşılmasında temel teşkil etmesinden ve soyut yönünün fazla olmasından dolayı öğrencilerde bu konunun kavramsal olarak öğrenilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmada da daha önceki araştırmalarda örneklem olarak alınmayan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinde gaz ve gaz yasaları konusundaki alternatif kavramlar dikkate alınarak, bunların giderilmesi için ÇY, BA, analogi ve deney gibi öğretim yöntemlerinden oluşan zenginleştirilmiş bir materyal geliştirilmiştir. Bu şekilde bu konuda YAÖK'ün 5E öğretim modelinin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte ederek birlikte kullanımı ve öğretmen adaylarının geleneksellikten uzaklaşmış zengin bir öğrenme ortamında deneyim yaşaması sağlanılmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu araştırmada literatürde rastlanılmayan bir şekilde, öğrencilerde kavramsal değişim sağlamanın yanı sıra BSB kazandırma boyutunun da ön plana çıkarılması sağlanılmıştır.

Literatürde gazlar ve gaz yasaları konusunda farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen alternatif kavramlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Öğrencilerde “gazlar ve gaz yasaları” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REÇ*
Gazlar ve Gaz Yasaları	Gaz denilince aklıma gelen ilk şey “buharlaşmış madde”dir.	1
	Birden fazla gaz bir araya geldiğinde yoğunluğu ya da molekül sayısı fazla olan gaz diğer gaza basınç yaparak onu yanlardan dışarı atar.	
	Kapalı kaptan hava bulunmaz.	
	Oksijen gazıyla dolu bir kaptan bir miktar oksijen gazı çektiğimizde kaptan kalan oksijen kabın yukarısına doğru yükselir.	
	Bir kaptan oksijen ve azot gazlarının olduğunu düşündüğümüzde oksijen alta iner ve azot üstte kalır ve ayrıca gazların karışacaklarını sanmıyorum.	
	Kapalı bir kaptan gaz olur ancak ağız açık kaptan gaz olmaz.	
	Kenarlarda gaz molekülleri daha fazla sıkışır.	2
Gazlar sıkıştırılmazlar, damlacıklar halinde kabın yukarılarına doğru ilerler.		
Bir kabın içindeki gaz molekülleri ısının etkisiyle yükselip sıkışır.		

Tablo 7'nin devamı

Gazlar ve Gaz Yasaları	Isıtılan gaz molekülü yükselemeyeceğinden soğuk olan tarafa doğru basınç yapar.	
	Isı sonucu gaz molekülleri birbirine yaklaşır.	
	Balon sıcak ortama geldiğinde yoğunlaşır ve ağırlaşır. Bundan dolayı şişer.	
	Soğuk ortamda hava molekülleri yoğunlaşır ve balon biraz daha büyür. Sıcak havada küçülür.	
	Balon soğukken basınç azalacağı için hacmi artar ve genişler.	
	Öğrenciler $PV=nRT$ formülünü ezbere bilmelerine rağmen, onun anlamını tam olarak bilememekte ve uygunsuz kullanmaktadır.	3-5
	Öğrenciler gazlarda basınç-hacim, basınç-sıcaklık, sıcaklık-hacim, mol sayısı-hacim aralarında ilişki kurmada problem yaşamaktadırlar.	
	Atmosfer basıncı gaz moleküllerini şişelerin dibine iter.	
	Isı etkisiyle gaz molekülleri genişler ve yukarı doğru çıkar.	
	Katı maddenin molekülleri gaz moleküllerine dönüşürken moleküllerin boyutu büyür.	6-8
	Gaz moleküllerinin enerjisi biter ve hareketi durur.	
	Bir kaba hapsedilmiş gaz molekülleri dağınık bir şekilde bulunurlar.	
	Gazların hacmi sıcaklıkla değişmez.	
	Gazın sıkıştırılması ile basınç ve hacminde yapılan değişiklik gazın sıcaklığını değiştirir.	8, 9

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Gürses vd. (2002); (2) Birinci Konur ve Ayas (2010); (3) Lin vd. (2000); (4) Kautz vd. (2005); (5) Bak vd. (2008); (6) Nakiboğlu ve Özkılıç Arık (2006); (7) Azizoglu ve Geban (2004); (8) Stavy, (1988) (9) Loverude vd. (2002).

1.7.4.5. “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Kimyasal reaksiyonlarda hız konusu, kompleks olmasından ve hız denklemleri ve reaksiyon hızını etkileyen değişkenler için hem nitel hem de nicel açıklamaları gerektirmesinden dolayı, özellikle üniversite seviyesindeki öğrencilerce anlaşılması zor bir konu olarak değerlendirilmektedir (Finley vd., 1982; De Vos ve Verdonk, 1986; Justi, 2002, 2003; Nakiboğlu vd., 2002). Bazı araştırmalarda öğrencilerin (Hackling ve Garnett, 1985; Banerjee, 1991; Nakiboğlu vd., 2002; İcik, 2003; Cakmakci, 2005; Cakmakci vd., 2005, 2006; Doğan vd., 2007; Kolomuç, 2009; Taştan vd., 2010, Kurt, 2010) ve öğretmenlerin (Kolomuç ve Tekin, 2011) reaksiyonlarda hız konusu ile ilgili alternatif kavramlara sahip olduğu belirtilmektedir. Alternatif kavramların belirlenmesine yönelik yapılan bu araştırmalarda özellikle üniversite ve ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin hatta kimya öğretmenlerinin bile kimyasal reaksiyonlarda hız konusundaki birçok kavrama yönelik anlama güçlüğü çektiği ve alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin kimyasal reaksiyonlarda hız konusundaki kavramlara yönelik anlamalarını arttırmak için yapılan çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: Lise 2 öğrencilerinin anlamalarını arttırmak için, grup tartışması ve basit aktiviteler (Van Driel, 2002), lise 3 öğrencileri için BA'lar (Lynch, 1997; Tezcan ve Yılmaz, 2003; Kolomuç, 2009; Çalık vd.,

2010), laboratuvar etkinlikleri (Akkaya, 2003), analogilerle desteklenmiş KDM (Bozkoyun, 2004; Balcı, 2006), 1. sınıf kimya öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirmek için KH ile desteklenmiş yapılandırmacı öğretim yöntemi (Aydın vd., 2009), fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri ile araştırmaya dayalı öğrenme (Chairam vd., 2009) ve analogi (Türk vd., 2010) gibi öğretim yöntemleri kullanılarak bunların öğrenme ürünlerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmaların sonuçlarında kullanılan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin kimyasal reaksiyonlarda hız konusundaki kavramsal anlamalarını geliştirdiği, derslerin öğrenciler tarafından daha zevkli bulunduğu ve farklı öğretim yöntem ve teknikleri birleştirilerek gerçekleştirilen öğretimin öğrencilere alternatif kavramların üstesinden gelmeye yardımcı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca araştırmalarda reaksiyonlarda hız olayında meydana gelen soyut olayların somut bir şekilde görselleştirilmesini sağlamada ve olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmede BA'ların oldukça etkili olduğu da vurgulanmaktadır (Çalık vd., 2010). Bu çalışmaların sonuçlarından ve önerilerinden de hareketle özellikle üniversite düzeyindeki öğrencilerce zor bulunan kimyasal reaksiyonlarda hız konusunda BA, analogi, KH ve deney etkinliklerinin ÇY üzerinde 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek laboratuvar ortamında kullanımı sağlanmıştır.

Literatürde daha önceki çalışmalardan “reaksiyon hızı ve reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusunda tespit edilen alternatif kavramlar Tablo 8’de liste halinde sunulmuştur.

Tablo 8. Öğrencilerde “reaksiyon hızı ve reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REÇ*
Reaksiyon Hızı ve Çarpışma Teorisi	Kimyasal reaksiyonların hızı, giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.	1-5
	Reaksiyon hızı, reaktantların ürünlere dönüşme süresidir.	1-6
	Reaksiyon hızı reaksiyonun sona erme süresidir.	
	Maddelerin tepkimeye girme hızına reaksiyon hızı denir.	
	Kimyasal reaksiyonlarla çarpışma teorisi arasında herhangi bir ilişki yoktur.	1, 2, 4
	Reaksiyona giren taneciklerin hepsi aynı hızla sahiptir.	6
Reaksiyona Derişiminin Etkisi	Derişim arttıkça, reaksiyonun gerçekleşme süresi artar.	1, 2, 5, 8
	Tepkimenin derişimi arttıkça, bileşiklerin ortamda bulunma yüzdeleri arttığı için tepkime hızı da artar.	
	Reaktantlardan birinin hacmi azaldığı zaman, reaksiyon hızı azalır.	5, 8
	Raksiyona giren maddelerden birinin derişimi arttırıldığı zaman reaksiyon hızı azalır.	8

Tablo 8'in devamı

Reaksiyona Sıcaklığın etkisi	Sıcaklık arttığı zaman ileri reaksiyon hızı azalır.	1, 2
	Endotermik bir reaksiyonun hızı, ekzotermik reaksiyondan hızlıdır.	1, 5
	Reaksiyonun oluşabilmesi için enerjinin ve etkin çarpışmanın olması gerektiğinden sıcaklık reaksiyon hızını etkilemez.	6
	Sıcaklık maddeleri sıvılaştırdığı için reaksiyonu hızlandırır.	6
	Sıcaklığın artmasıyla yoğunluk arttığı için, maddeler daha rahat reaksiyona girer.	6
	Sıcaklık ısı verdiği için reaksiyonu hızlandırır.	6
	Sıcaklık aktivasyon enerjisini düşürdüğü için reaksiyonu hızlandırır.	9
	Sıcaklık artırıldığı zaman endotermik reaksiyonların hızı artar fakat ekzotermik reaksiyonların hızı azalır. Sıcaklığın tepkime hızına etkisi, tepkime endotermik ise azaltıcı yönde ekzotermik ise artırıcı yödedir. Endotermik reaksiyonlar yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir. Ekzotermik reaksiyonun enerjiye ihtiyacı olmadığından hızlı gerçekleşir.	1-3, 5-7, 9
	Sıcaklık artışının tanecikleri hızlandırdığı için hızı artırdığını düşünme, etkin çarpışma kavramını göz ardı etme	1, 5
Temas Yüzeyi/ Karıştırma	Temas yüzeyinin reaksiyon hızına etkisi yoktur.	6
	Küp şekerin yüzey alanı toz şekerin yüzey alanından daha fazladır.	2, 6
	Karıştırma katıların parçalanmasını sağladığı için reaksiyonu hızlandırır.	6
	Karıştırma aktivasyon enerjisini düşürdüğü için reaksiyonu hızlandırır.	6
Madde Türü	Bazı maddeler reaksiyona karşı duyarlıdır.	6
	Reaksiyon hızına madde türünün etki etmesinin sebebi tanecik sayısının farklı olmasıdır.	1, 2, 6
	Farklı maddelerin tanecik sayıları eşit ise reaksiyon hızları eşit olur.	1, 2, 6
	Madde türü, maddenin katı ya da sıvı olması ile ilgilidir. Katı maddeler daha geç reaksiyona girerler.	6
Katalizör	Titrasyonda renk veren maddelere katalizör denir.	6
	Katalizörler reaksiyonu hızlandırmaz aksine yavaşlatır.	1, 2, 4, 6
	Katalizör maddelerin arasına girerek çarpışmaya yardımcı olur.	5, 6
	Katalizör ortama O ₂ gazı vererek tepkimeye girer.	6
Diğer	Reaksiyona giren maddelerin aktivasyon enerjisi yüksek ise tepkime daha hızlı gerçekleşir.	2
	Hızlı reaksiyonlarda eşik enerjisi ve aktivasyon enerjisi sıfırdır.	6
	Katı, sıvı, gaz bütün reaksiyonlarda basınç ve hacmin artırılması hızı artırır. Büyük hacimli kaplarda maddeler daha hızlı reaksiyona girer.	1, 2, 4, 6, 8
	Reaksiyon hızına basınç ve hacmin etkisi yoktur	6, 8

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Nakiboğlu vd. (2002); (2) Cakmakci (2005); (3) Kolomuç (2009); (4) Taştan vd. (2010); (5) Kurt (2010); (6) İcık (2003); (7) Hackling ve Garnett (1985); (8) Cakmakci vd. (2006); Kolomuç ve Tekin (2011).

1.7.4.6. “Elektrokimyasal Piller” Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Hem kimya konularının içinde, alternatif kavramlara sıklıkla rastlanılan hem de öğretmen ve öğrenciler tarafından anlatımı ve anlaşılması en zor bulunan “Elektrokimya” konusu üzerinde, çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Schmidt vd., 2007; Yılmaz vd., 2002; Özkaya, 2002; Sanger ve Greenbowe, 1997a, 1999; Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Allsop ve George, 1982; Ogude ve Bradley, 1994). Elektrokimya konusunda

öğrencilerde alternatif kavramların belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların örneklemi: lise 3 öğrencileri (Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Schmidt vd., 2007), üniversite düzeyindeki öğrenciler (Ogude & Bradley, 1994; Sanger ve Greenbowe, 1997a), 4. sınıf öğretmen adayları (Özkaya, 2002), 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları (Karlı ve Çalık, 2012) ve kimya bölümü öğrencilerinden (Yılmaz vd., 2002) oluşmaktadır. Hatta kimya ders kitapları bile bu konuda alternatif kavramlı açıklamalar içermektedir (Sanger ve Greenbowe, 1999). Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavramlarda alternatif kavramlarını gidermek ve anlamalarını arttırmak için birçok kavramsal değişim çalışması yapılmıştır. Farklı kavramsal değişim yöntem ve/veya tekniklerinin kullanıldığı araştırmalar şu şekilde özetlenebilir: Sanger ve Greenbowe (2000) “sulu çözeltilerde elektron akışı” kavramına yönelik kolej seviyesindeki öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için BA ile kombine edilmiş KDM’yi; Yang ve diğerleri (2003), Talib ve diğerleri (2005) 1. sınıf lisans öğrencilerinin anlamalarını arttırmak için bilgisayar destekli öğretim yaklaşımını; “elektrokimya konusunda” Huddle ve diğerleri (2000) ve Özkaya ve diğerleri (2006) 1. sınıf lisans öğrencilerinin, Niaz (2002) ve Niaz ve Chacon (2003) lise 3 öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için kavramsal değişim metodunu; Acar ve Tarhan (2007) lise 3 öğrencilerinin anlamalarına yardımcı olmak için işbirlikli öğrenme yaklaşımını; Yürük ve Geban (2001) ve Yürük (2007) lise 3 öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için KDM’yi; Ekici (2007) 5E öğretim modelini; Doymus ve diğerleri (2010) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için jigsaw ve BA tekniklerini ve Karlı ve Çalık (2012) fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarını gidermek için YAÖK’ün 5E öğretim modeline dayalı ÇY’nin KDM, BA ve deney ile kombine edildiği bir öğretim yöntemini kullanarak bu yöntemlerin kavramsal değişimi gerçekleştirmeye etkilerini incelemiştir.

Bu kavramsal değişim çalışmalarının örneklemi incelendiğinde genel olarak ya lise 3 öğrencilerini kapsadığı ya da 1. sınıf lisans öğrencilerini kapsadığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda Karlı ve Çalık’ın (2012) yapmış oldukları çalışma haricinde genel olarak bir ya da iki kavramsal değişim yöntem veya tekniğinin birlikte kullanıldığı dikkat çekmektedir. Elektrokimya ile ilgili yapılan bu araştırmalarda kavramsal değişim yöntemlerinin geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede ve onların bilimsel kavramlar geliştirmelerinde daha etkili olduğu

belirtilmektedir. Bunun yanı sıra bu araştırmaların çoğunda, araştırmacıların kullandıkları yöntemin öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğu, fakat bu alternatif kavramlarını tamamen gideremediği de belirtilmiştir. Bu durum araştırmada kullanılan kavramsal değişim materyallerinin yapısından da kaynaklanabilir. Bu araştırmalardan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine yönelik kavramsal değişim çalışmasının olmadığı görölmektedir. Araştırmalarda yapısalcı yaklaşıma, BSB'ye ve içeriğe vurgu yapılarak hazırlanan laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal gelişimlerine (Nicosia vd., 1984; Dawson, 1999; Walters ve Soyibo, 2001; Kanlı, 2007) yardımcı olduğu ifade edilmektedir. Fakat elektrokimya konusunda yapılan kavramsal değişim çalışmalarında BSB'ye ve bu konuların öğretiminde laboratuvar deneylerinin etkilerine yönelik çalışmaların olmadığı görölmektedir. Literatürde sadece bir öğretim yöntemi ve/veya tekniğinin kullanılmasının öğrencinin sıkılmasına neden olmasından ve farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin hepsine hitap edememesinden dolayı bazı dezavantajlarının olduğu da belirtilmektedir (Dole, 2000; şahin vd., 2009). Bu bağlamda elektrokimyasal piller konusunda bilinen alternatif kavramların ve eksikliklerin giderilmesine yönelik, bu konuda yapılan deney üzerinden BSB'lerinde geliştirilmesini sağlayan, onların bireysel veya grupla iş birliği yaparak aktif bir şekilde öğrenme ortamına katılmasına fırsat sunan, iki veya daha fazla kavramsal değişim yöntem ve/veya teknikleri ile zenginleştirilmiş bir laboratuvar öğrenme ortamının hazırlanması önemli ve gereklidir. Bu araştırmada yukarıda belirtilen durumlar göz önünde bulundurularak mezun olmaları çok yakın olan fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin hem olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmesine yardımcı olacak hem de deney yaparken BSB'lere vurgu yapacak şekilde zenginleştirilmiş bir laboratuvar öğrenme ortamının hazırlanması sağlanmıştır. Literatürde elektrokimyasal piller konusunda tespit edilen alternatif kavramlar Tablo 9'da liste halinde sunulmuştur.

Tablo 9. Öğrencilerde “elektrokimyasal piller” konusunda literatürden tespit edilen alternatif kavramlar

	Alternatif Kavramlar	REC*
Elektrokimyasal Piller	Anot her zaman pozitif yüklü, katot her zaman negatif yüklüdür.	1-4, 9
	Elektronlar çözeltiliye katottan girerler, tuz köprüsü üzerinden çözeltili boyunca hareket ederler ve çözeltiliyi anottan terk ederek devreyi tamamlarlar.	1, 2, 5-7
	Tuz köprüsündeki pozitif iyonlar diğer hücredeki elektronları kendilerine doğru çektikleri için, tuz köprüsü devrenin tamamlanması için bir elektron kaynağı görevi görür ve elektronların akışına yardım ederler.	1-5, 9
	Elektronlar katot elektrottan anot elektrota doğru hareket ederler.	8

Tablo 9'un devamı

Elektrokimyasal Piller	Anot ve katodun yerleri onların yarı hücrelerdeki fiziksel yerleşimine bağlıdır.	1-3
	Tuz köprüsü katot kabından anot kabına doğru iyonların geçişini sağlar.	6, 9
	Öğrenciler yarı hücre reaksiyonlarını doğru bir şekilde yazmada zorluk yaşamaktadırlar.	3, 8, 9
	Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme meydana gelir.	8, 9
	Elektron veren elektrot katot, elektron alan elektrot ise anotur.	8, 9
	Pozitif yüklü iyonlar (katyonlar) tuz köprüsü aracılığıyla anot elektrotta doğru, negatif yüklü iyonlar (anyonlar) ise katot elektrotta doğru hareket ederler.	3, 4, 9
	Anot elektrotta zamanla kütle artışı, katot elektrotta zamanla kütle kaybı görülür.	8, 9
	Tuz köprüsü yarı hücrelerdeki sıvı seviyelerinin eşit kalmasını sağlar	9

REÇ*: Rapor Edilen Çalışma(lar): (1) Garnett ve Treagust (1992b); (2) Sanger ve Greenbowe (1997a); (3) Sanger ve Greenbowe (1999); (4) Schmidt vd. (2007); (5) Garnett ve Treagust (1992a); (6) Ogude ve Bradley (1994); (7) Özkaya (2002); (8) Yılmaz vd. (2002); (9) Karşı ve Çalık (2012).

“Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik yapılan kavramsal değişim çalışmaları incelendiğinde, bu çalışmalar genel olarak farklı sınıf seviyelerindeki öğrencileri kapsamakla birlikte, fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerini kapsayan çalışmaların yapılmadığı görülmektedir. Bu konularda yapılan kavramsal değişim çalışmalarının sonuçlarından genel olarak çağdaş öğrenme kuramlarına yönelik uygulanan kavramsal değişim yöntemlerinin öğrencilerin konu ile ilgili anlamalarını olumlu yönde etkilediği ve alternatif kavramlarla başa çıkmalarına yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte bazı araştırmalarda bu yöntemlerin, öğrencilerin alternatif kavramlarını tamamen gideremediği de belirtilmektedir. Bu durum araştırmada kullanılan kavramsal değişim yöntemlerinin yapısından ya da kullanılan yöntemlerin bütün öğrencilerin öğrenme stillerine hitap edemiyor olmasından da kaynaklanabilir. Bu dezavantajın önüne geçmek için sadece bir öğretim yönteminin alternatif kavramları gidermede yetersiz kaldığı durumlarda farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak bütün öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilmesi sağlanabilir. Ayrıca araştırmalarda farklı öğretim yöntem ve/veya tekniklerinin birlikte kullanılmasının farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere hitap etme olasılığının daha fazla olmasından dolayı bütün öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede etkili olabileceği yönünde önerilerde de bulunulmuştur. Yukarıda belirtilen kimya konularındaki kavramlara yönelik yapılmış çalışmalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının laboratuvar ortamında kullanabilecekleri, 5E öğretim modelinin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve teknikleri adapte edilerek

olumlu yönde kavramsal değişim sağlamaya ve bu konularda yapılan deneyler üzerinden BSB'lerinde geliştirilmesine yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. BSB'ye ve içeriğe vurgu yapılarak yapısalcı yaklaşıma dayalı hazırlanan laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal gelişimlerine (Nicosia vd., 1984; Dawson, 1999; Walters ve Soyibo, 2001; Kanlı, 2007) ve BSB gelişimlerine (Dawson, 1999; Kanlı, 2007; Aktamış, 2007) yardımcı olduğu düşünöldüğünde, böyle bir araştırmanın yapılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Ayrıca farklı kavramsal değişim yöntemlerinin, birbirinin eksikliklerini kapatarak, öğretmen adaylarının olumlu yönde kavramsal değişim sağlamalarında ve deney yaparken BSB'nin farkında olarak deney yapmalarında yardımcı olacağına inanılmaktadır.

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi ve araştırmanın konusu ile ilgili BSB, YAÖK ve 5E öğretim modeli, araştırmada kavramsal değişim sağlamak amaçlı kullanılan farklı öğretim yöntem ve teknikleri ve kavramsal değişim sağlanılmaya çalışılan konulara ilişkin bilgilere ve yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Bundan sonraki bölümde ise araştırma kapsamında yapılan bütün çalışmalar detaylandırılarak açıklanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu araştırmada, Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarında yer alan “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik, YAÖK’ün 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamaya dönük etkinliklerden oluşan rehber materyaller geliştirmek ve etkililiğini incelemek amaçlanmaktadır. Bu bölümde, belirtilen amaca ulaşmak için, sırasıyla araştırmanın tasarlanması, yöntemi, evreni, örneklemi, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının ve rehber materyallerinin geliştirilme süreçleri, pilot uygulaması ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Yeniden yapılandırılan fen öğretim programlarında öğrencilere fen içeriğindeki bilgilerin öğretilmesinin yanı sıra beceri kazandırılmasının da önemi üzerine vurgu yapılmaktadır. Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları’nda da, öğrencilerin öğrenmelerindeki öncelikli amacın, fen içeriğindeki önemli bilgilerle birlikte bilimsel araştırma yöntemlerinin öğrenilmesi, bilgiye ulaşma yollarının bilinmesi olduğu belirtilmektedir. Bilgiye ulaşma yollarını kazandırmak ise öğrencilerin BSB’lerini geliştirmekle sağlanabilmektedir. BSB’nin kazandırılması, öğrencilere, problem çözme, eleştirel düşünme ve karar verme gibi yüksek düzeyde düşünme yeteneklerini geliştirmede yardımcı olduğu gibi (Lee vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003; Arslan ve Tertemiz, 2004; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007) yapılan deneyleri konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak bir durumu neden-sonuç ilişkisi dahilinde açıklamalarında yardımcı olabilmektedir (Carey vd., 1989). Bunun için bilimsel araştırmalarda, bilimsel süreçler ve içerik bilgisi birlikte kullanılmalıdır (Carin ve Bass, 2001).

Öğrencilerin BSB seviyelerini belirlemeye yönelik birçok çalışmanın olduğu dikkat çekmektedir (Örneğin; Huppert vd., 2002; Tan ve Temiz, 2003; Harrell ve Bailer, 2004; Saat, 2004; Monhardt ve Monhardt, 2006; Farsakoğlu vd., 2008). Ülkemizde öğrencilerin

ve öğretmen adaylarının BSB seviyelerinin istenilen düzeyde olmadığı yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalardan bilinmektedir (Temiz, 2001; Farsakoğlu vd., 2008; Karlı vd., 2010; URL-1 ve 2, 2009; URL-3, 2011). Öğrencilere bu becerilerin kazandırılmasında öğretmenlerin önemli bir faktör olduğu düşünüldüğünde, öncelikle geleceğin öğretmenleri öğretmen adaylarının BSB'lerinin geliştirilmesine ve bu becerilerin geliştirilmesi ile ilgili etkinlikleri yaptırabilme yeterliliğine sahip olabilmelerine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

BSB genellikle laboratuarda uygulanan ve geliştirilebilen becerilerdir. İlgili literatürde, görev başındaki öğretmenlerin laboratuvar amaç ve uygulamaları konusunda gerekli eğitimi almadıkları ve deney yaptırma kendilerini yetersiz hissettikleri (Akdeniz vd., 1998; Çepni vd., 1994) dolayısıyla öğretmenlerin laboratuarda deney yapmayı geri plana attıkları ve laboratuarlarda BSB'lere yeterince önem vermedikleri (Hamrich, 1997) ifade edilmektedir. Ayrıca literatürde öğretmen adaylarının da laboratuvarla ilgili temel bilgi ve becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı (Coştu vd., 2005) belirtilmektedir. Öğretmenlerde ve öğretmen adaylarında bu tür yetersizliklerin olmasına bir de öğrencilerin öğrenme ortamlarına birtakım alternatif kavramlarla gelmesi eklenince öğrenme olgusunun oluşması daha da zorlaşmaktadır. Bu zorluğun aşılmasında öğretim programlarında da özenle vurgulanan BSB'lerin geliştirilmesi, olumlu yönde kavramsal değişim ve fene yönelik olumlu tutum geliştirme işlemlerinin birlikte düşünülmesinin ve uygulanmasının etkili olacağına inanılmaktadır. Literatürde; BSB'nin gelişmesinin, bilimsel bilgilere ulaşmayı kolaylaştırdığı (Başdağ, 2006), BSB'si geliştirilen öğrencilerin fene karşı olumlu tutum geliştirdiği ve sonuç olarak etkili ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştiği (Çepni, 2005) ve BSB'nin bireylere, yapılan deneyleri konuyla ilişkilendirmelerinde, kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramlar arası ilişkiler kurarak neden-sonuç ilişkisi içinde bir durumu açıklamalarında yardımcı olduğu (Carey vd., 1989) ifade edilmektedir. Bu durum aslında BSB, kavramsal değişim ve tutumun birbirinden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiği anlaşılmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde bu üçünü birlikte ele alıp işleyen çalışmaların çok sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Özellikle öğretmen adaylarını örneklem alan, laboratuarlarda deney yapılırken BSB'lere sürekli vurgu yapan, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak onların farklı duyu organlarına hitap edebilen ve onları derste aktif kılan, öğrencilerde muhtemel alternatif kavramları dikkate alarak onların giderilmesine yönelik farklı kavramsal değişim stratejisinin kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmada öğrencilerin laboratuarda hem BSB'lerini geliştirme hem de fen programlarında yer alan bazı konularda olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmeleri için öğretmen ve öğrenci rehber materyallerinin geliştirilmesine karar verilmiştir. Araştırmada ele alınacak konulara karar verilirken laboratuarda kontrollü deneylerin yapılabileceği ve literatür taramasında birçok öğrencinin alternatif kavrama sahip olduğu konu ve kavramlar tercih edilmiştir. Bu anlamda materyal geliştirilirken “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlar ele alınmıştır. FTÖP'te YAÖK'ün 5E öğretim modeli öngörüldüğü için, araştırmada geliştirilen rehber materyallerin temelleri bu felsefe üzerine oturtulmuştur. Bu bağlamda araştırmacı tarafından YAÖK'ün 5E öğretim modelini benimseyen bir çerçevede farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş rehber materyallerin tasarımları yapılmıştır. Laboratuarda yapılacak deneylerin uygulanabilirliği sınanmış, geliştirilen tasarımlar hakkında uzman görüş ve önerileri alınarak, materyaller şekillendirilmiştir. Araştırmanın problem ve alt problemlerine göre, kullanılacak olan veri toplama araçlarının neler olacağına karar verilmiş ve veri toplama araçları geliştirilmiştir. Bunu toplanan verilerin nasıl analiz edileceğine karar verilmesi ve araştırmanın raporlaştırılması süreçleri izlemiştir. Pilot ve asıl uygulama sürecinde gerekli olan laboratuvar ortamı, deney araç-gereci ve kimyasalları, projeksiyon cihazı gibi diğer okul imkanlarından faydalanılması hususunda uygulama yapılacak olan eğitim fakültesinin yetkili birimine gerekli bilgiler verilerek izin alınmıştır.

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Bir araştırmanın amacına ulaşmasında araştırma yönteminin belirlenmesi araştırmanın en önemli parçalarından birisidir. Araştırmanın yöntemi belirlenirken, toplanan veriler ve bu verilerden elde edilen sonuçlar ile araştırmanın temel problemi arasında bir ilişki kurulmalıdır (Yin, 1994). Bu sebeple araştırma yöntemine karar aşamasına gelmiş bir araştırmacının kendisine “Araştırma problemine çözüm bulmak için neleri ve bunları neden bilmeliyim?” sorularını sorması gerekmektedir. Çünkü bu soruların cevapları araştırmacının, araştırmanın amacına en uygun yöntem, veri toplama araçlarına ve veri analiz yöntemlerine karar vermesine yardımcı olmaktadır (Bell, 1999).

İlgili literatür incelendiği zaman geliştirilen herhangi bir materyalin etkili olup olmadığının belirlenmesinde çoğunlukla deneysel yöntemin kullanıldığı dikkat çekmektedir (Örneğin; Bilgin ve Geban, 2006; Dori ve Sasson, Azar vd., 2006; Yang ve Heh, 2007). Deneysel yöntem, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini keşfetmek amacı ile kullanılan bir yöntemdir (Büyüköztürk, 2001; Çepni, 2007). Bu yöntem kullanılırken etkisi belirlenecek mevcut bir materyal belirli koşullar altında deneklere uygulanır, deneklerin materyale verdiği yanıtlar ölçülür, elde edilen bilgiler kaydedilir ve denekler üzerinde herhangi bir değişim olup olmadığına bakılarak karara varılır ya da aynı materyaller üzerinde çeşitli denemeler gerçekleştirilir. Örneklemin seçilme farklılıklarına bağlı olarak deneysel yürütülen araştırmaların çoğunun; tam deneysel (true-experimental), yarı deneysel (quasi-experimental) ve basit deneysel (pre-experimental) olmak üzere üç farklı uygulama şeklinin olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada, geliştirilen rehber materyallerin öğretmen adaylarının BSB gelişim düzeyleri ve kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeyleri açısından etkisini belirlemek amaçlandığı için, araştırmanın temel problemine, amacına, sürecin işlenişine ve doğasına en uygun yöntem olarak deneysel yaklaşımın uygun olacağına karar verilmiştir. Çalışmanın yapılacağı örneklem daha önceden üniversite giriş sınavından alınan puanlara göre oluşturulmuş sınıflardan seçildiğinden tam deneysel yöntem için gerekli olan şartların sağlanamaması dikkate alınarak, deneysel araştırma desenlerinden yarı deneysel (quasi-experimental) araştırma yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol grupları ise daha önceden okul tarafından oluşturulmuş olan sınıflardan iki şubenin deney ve diğer iki şubenin ise kontrol grupları olarak seçilmesi şeklinde oluşturulmuştur.

Araştırmada açıklanması istenen durum veya bağımsız değişkene bağlı olarak ortaya çıkan ve araştırmanın sonucu durumunda olan değişkeni, bağımlı değişken olarak tanımlayabiliriz. Bağımsız değişken ise bağımlı değişken üzerindeki etkisinin öğrenilmek istendiği uyarıcı değişkendir (Büyüköztürk, 2007). Bu araştırmada kullanılan yarı deneysel desende, deney grupları üzerinde etkisi incelenen bağımsız değişken; “geliştirilen rehber materyaller” (öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine yönelik uyarıcılar içeren hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan, 5E öğretim modelini benimseyen bir çerçevede farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş), kontrol gruplarında ise “geleneksel yöntemlerden (anlatım, soru cevap, deney yapma) oluşan laboratuvar uygulamaları”dır. Etkileri araştırılan bağımlı değişkenler ise öğrencilerin BSB gelişim düzeyleri, kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeyleri ve fen bilimlerine ve fen

öğretimine yönelik tutumlarıdır. Araştırma kapsamında deney ve kontrol grupları üzerinde aynı bağımlı değişkenlerin etkileri araştırılmıştır.

2.3. Araştırmanın Evreni

Bu araştırmanın evreni, eğitim fakültelerinin fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

2.4. Araştırmanın Örnekleme

Deneysel çalışmaların en önemli sorunlarından birisi örneklem seçimidir. Özellikle eşitlenmemiş gruplara ön test ve son test uygulamalı deneysel desenlerde bu seçim çok daha önemlidir. Çünkü deneysel işlem sonrasında deney ve kontrol gruplarının puanları arasında oluşan farklılık, deney öncesinde var olan farklılıklardan ileri geliyor olabilir. Bu gibi istenmeyen durumların önüne geçebilmek için eşitlenmemiş gruplardan hangisinin deney ve hangisinin kontrol grubu olarak belirleneceğinde “eşleştirme” ya da “yansız atama” yöntemlerine başvurulur. Bu araştırmanın uygulamaları yapılırken, bütün örnekleme ön test olarak uygulanacak olan ölçek sonuçlarında, aralarında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı gruplar arasından deney ve kontrol gruplarının seçimi yansız olarak yapılmıştır. Buna sebep olarak tesadüfi örneklem seçimi temelli çalışmalarda araştırmacının yanlılığına yönelik yapılabilecek olası eleştirilerin önüne geçilmeye çalışılmasıdır (URL-6, 2010).

Araştırmada çalışılacak fakültenin seçiminde ise okulun laboratuvar imkânının yeterli düzeyde olması, araştırmacının 2008-2009 eğitim-öğretim yılında katılımcıları Genel Kimya Laboratuvar I ve II derslerinden tanıyor olması, katılımcılara yabancı olmaması ve asıl çalışmalar boyunca öğrencilerin davranışlarını birinci elden gözlemleyebilme imkânına sahip olması gibi özellikler etkili olmuştur. Araştırmada mülakat için uygun görülen katılımcıların belirlenmesinde ise öğrencilerin BSB'lerini ölçmek için uygulanan Çoklu Formda Bilimsel Süreç Becerileri Testi'nden (BİSBET) yüksek, orta ve düşük seviyede gelişim gösteren, duygularını doğru bir şekilde ifade edebilen, konuşkan ve iş birliğine yanaşan özellikteki öğrenciler seçilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmanın örnekleme, 2010-2011 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında, Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında, Fen Laboratuvarı

Uygulamaları-1 dersini alan, 2'si birinci öğretim ve 2'si ikinci öğretim şubesi olmak üzere 4 şubede öğrenim gören toplam "115" 3. sınıf öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmada geliştirilen materyallerin etkililiğini inceleyebilmek ve öğrencilerin ön testten-son teste gelişimlerini karşılaştırabilmek için, katılımcıların bütün derslere ve testlerin hepsine katılmaları gerekmektedir. Bu durumda araştırmanın örnekleme, uygulamaya toplam 115 öğretmen adayı ile başlanmasına rağmen bütün araştırma sürecine katılan ve analiz çalışmalarında değerlendirilmeye alınan, toplam 97 öğretmen adayı olarak belirlenmiştir. Araştırmada deney ve kontrol grupları: Deney grubu 1 (D1) (birinci öğretim şubesi, N=24); Kontrol grubu 1 (K1) (birinci öğretim şubesi, N=25); Deney grubu 2 (D2) (ikinci öğretim şubesi, N=24) ve Kontrol grubu 2 (K2) (ikinci öğretim şubesi, N=24) şeklinde kodlanmıştır. Araştırmada iki deney ve iki kontrol grubu seçilmesinin nedeni birinci ve ikinci öğretim şubelerindeki öğrenciler arasında da karşılaştırma yapmak değil, hem birinci hem de ikinci öğretim şubelerinden seçilen deney ve kontrol gruplarının ikisinde de materyallerin etkilerinin nasıl olacağını belirleyebilmektir. Bir anlamda örneklem sayısını geniş tutarak genellenebilirliği güçlendirmektir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen materyallerin ve veri toplama araçlarının işlerliğinin belirlenmesi ve eksikliklerin giderilmesi için asıl çalışma yapılmadan önce 2009-2010 eğitim-öğretim bahar yarıyılında Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören toplam 28 öğretmen adayı ile pilot uygulamalar yapılmıştır.

Pilot ve asıl uygulamalarda araştırmanın örnekleminin kimlerden oluştuğu, bu örneklem grupları üzerinde hangi tür çalışmaların, hangi zaman aralıklarında nasıl yapıldığının belirtilmesinin bulguların yorumlanmasında yardımcı olabileceği gerekçesiyle örneklem ile yapılan çalışmalar Tablo 10'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2.4.1. Araştırmacının Rolü

Nitel ve nicel araştırmaların hepsinde araştırma yönteminin araştırmacıya biçtiği rol oldukça önemlidir. LeCompte ve Goetz (1982), araştırmacının öncelikle araştırma sürecindeki kendi konumunu, çalışılan durumla ilgili ön deneyimlerini açık hale getirmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Bu şekilde benzer problemler üzerinde çalışan araştırmacılar da, benzer bir rol üstlendiğinde sonuçlarını karşılaştırma imkânı bulmuş olacaktır.

Tablo 10. Araştırmanın uygulama süreci, yapılan işlemler, örneklem ve zaman aralığı

	Yapılan İşlemler	Örneklem	Zaman Aralığı	
Pilot ve Asıl uygulamalar Öncesi Hazırlık	BSB ve bu becerileri ölçmek için geliştirilmiş testlerle ilgili literatür taraması	Araştırmacı	2008 bahar-2009 güz yarıyılı	
	Araştırma kapsamında kavramsal değişim sağlanılmaya çalışılan konular kapsamındaki zorlukların, alternatif kavramların ve kavramsal değişim çalışmalarının neler olduğu hakkında literatür taraması	Araştırmacı		
	Veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve cevap anahtarlarının oluşturulması	Araştırmacı	2009 güz yarıyılı	
	Veri toplama araçlarının kapsam ve görünüş geçerliliğinin ve testler için oluşturulan cevap anahtarlarının doğruluğunun test edilmesi	BİSBET		KEÖÜ (N=5) ve kimya ve fen eğitiminde araştırma görevlileri (N=2)
		KİKAT		KEÖÜ (N=2), kimya eğitiminde araştırma görevlisi (N=1) ve kimya öğretmenleri (N=2)
		Mülakat soruları	KEÖÜ (N=2), fen eğitiminde araştırma görevlisi (N=1)	
	Rehber materyallerin geliştirilmesi	Araştırmacı	2008 bahar-2009 güz yarıyılı	
Geliştirilen rehber materyaller hakkında uzman görüşlerinin alınması	KEÖÜ (N=3), fen ve kimya eğitiminde araştırma görevlileri (N=2)	2010 (Ocak-Şubat)		
Pilot Çalışma	BİSBET'in yapı geçerliliğini ve güvenilirlik katsayılarını hesaplamak ve uygulamada gerekli olan süreyi tayin etmek için pilot uygulamaların yapılması	Testin birinci pilot uygulaması: KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri (N=87); İkinci pilot uygulaması: GÜ, Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri (N=110)	2010 (Mart-Mayıs)	
	KİKAT'in yapı geçerliliğini ve güvenilirlik katsayılarını hesaplamak ve uygulamada gerekli süreyi tayin etmek için pilot uygulamaların yapılması	Testin birinci pilot uygulaması: GÜ, Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri (N=28); İkinci pilot uygulaması: GÜ, Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri (N=115)		
	Geliştirilen rehber materyallerin pilot uygulaması	Pilot uygulama öğrencileri: GÜ, Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri (N=28)		
	BSB'ye yönelik mülakat sorularının pilot uygulaması	Pilot uygulama öğrencileri (N=5)		
	Yarı yapılandırılmış gözlem formunun geliştirilmesi	Araştırmacı		
	Geliştirilen gözlem formu hakkında uzman görüşlerinin alınması	KEÖÜ (N=1), fen eğitiminde araştırma görevlisi (N=1)		
Asıl Çalışma	Asıl çalışma için ön testlerin uygulanması	Asıl uygulama öğrencileri: GÜ, Eğitim Fakültesi FBÖ 3. sınıf öğrencileri - Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler (N=97)	28 Eylül-5 Ekim 2010	
	Rehber materyallerin uygulanması/Öğrenme ortamının gözlenmesi	Asıl uygulama öğrencileri: Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler (N=97) / Gözlemci (N=1)	11 Ekim- 13 Aralık 2010	
	Asıl çalışma için son testlerin uygulanması	Asıl uygulama öğrencileri: Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler (N=97)	14-27-28 Aralık 2010	
	BSB'ye ve geliştirilen rehber materyallerin uygulama sürecine yönelik mülakatların uygulaması	Asıl uygulama öğrencileri: Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler (N=12)	12-13-14 Ocak 2011	

KEÖÜ: Kimya Eğitimi Öğretim Üyeleri; KTÜ: Karadeniz Teknik Üniversitesi; GÜ: Giresun Üniversitesi; FBÖ: Fen Bilgisi Öğretmenliği.

Bogdan ve Biklen (1992) ve Hoepfl'e (1997) göre nitel araştırmada bir araştırmacı olay ya da olguları katılımcı bir tavırla yakından izleyen kişi olmaktadır. Bu araştırmada, araştırmacı incelediği konuya ilişkin araştırma sürecinde çeşitli yöntemlerle bilgi toplayan, topladığı bilgilerden veri seti oluşturan ve analizini yapıp raporlaştıran kişi olmakla birlikte, hem deney gruplarındaki öğrencilere geliştirdiği materyalin uygulanması işini üstlenen hem de kontrol gruplarında geleneksel (mevcut) yaklaşıma göre dersleri işleyen kişi olmuştur. Araştırmacı, bir özel eğitim kuruluşunda kimya öğretneni olarak 3 yıl görev yapmıştır. Bunun akabinde, Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesinde 4 yıldır görev yapmakta olup bu süre zarfında Genel Kimya Laboratuar I, II ve Fen Öğretni Laboratuar Uygulamaları I, II derslerinde deneyim kazanmıştır. Pilot ve asıl çalışmalarda hem deney hem de kontrol grupları ile uygulamalar kapsamındaki öğretn, araştırmacının bizzat kendisi tarafından yapılmıştır. Araştırmacının bizzat çalışılan problem üzerinde materyallerin uygulanması içinde aktif rol almasının nedeni çalışmanın uzun bir sürece yayılmış olmasıdır. Araştırmalarda, araştırmacının alanda yer almasının ve çalışmaya katılan öğrenciler ile birebir olmasının elde edilen verilerin yeterince nesnel olmadığı düşünmesine yol açabilir. Ancak, özellikle bireyler ile yapılan çalışmalarda, problem üzerinde çalışılması için araştırmacının incelenen olayın gerçekte iştiği ortama bizzat katılması veya ortamdaki kişilerle yüz yüze görüşmeler yapması gerekmektedir (Yıldırım ve şimşek, 2006). Araştırmacı deney gruplarında öğretn yaparken araştırma kapsamında kullanılan öğrenci ve öğretn rehber materyallerine bağlı kalmıştır. Öğretn rehber materyallerinde her bir konu için nelerin yapılp nelerden kaçınılacağı yazıldığı için öğretn yapan kişinin yapacaklarının sınırları belirlidir. Kontrol gruplarında ise konu ve kavramlarla ilgili teorik bilgi, deney adımları, veri kaydı ve değerlendirme gibi uygulamaları içeren ve daha önceki yıllarda mevcut olan deney kılavuzlarından faydalanılmıştır. Deney gruplarında YAÖK'e kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemlere göre derslerin işlenmesi bir başka deyişle her iki grupta kullanılan materyallerin yapısının farklı olması yapılan etkinliklerde araştırmacının diğer etkinliklerin etkisinde kalma riskini azaltmıştır.

2.4.2. Araştırmada Kullanılan İkincil Bir Araştırmacının Rolü

Bazı durumlarda gözlem verilerine dayalı nitel araştırmalarda araştırmacının ön yargıları, olaylara bakış açısı ve yorumu araştırmanın nesnelliliğini düşürebilmektedir. Bu

gibi durumların önüne geçilmesinde araştırmacının ön yargılarından doğan alternatif kavramların kısmen de olsa giderilmesi için ikincil bir araştırmacının kullanılması yöntemine başvurulmaktadır (Kabapınar, 2003; Şencan, 2005).

Bu araştırmada, laboratuarda yapılan bütün uygulama sürecinin başından sonuna kadar ikincil bir araştırmacının gözlemlerinden faydalanılmıştır. İkincil araştırmacı YAÖK, BSB, 5E ve kavramsal değişim yöntemleri hakkında derinlemesine bilgiye sahip olan ve araştırmada kullanılan bütün materyalleri de inceleyen birisidir. BSB, 5E öğretim modeli ve kavramsal değişim ile ilgili birçok çalışması olan ikinci araştırmacı fen eğitimi alanında doktorasını tamamlamıştır. Bu araştırmacının, araştırmanın problemini, materyallerin ve dersin içeriğini ve katılımcıları bilen, çalışmaya aşına birisinin olması olayların doğal akışını bozmayacak şekilde bütün gözlemlerin yapılmasına imkân tanımıştır. Bu şekilde bir uygulama ile öğrenme ortamında 5E öğretim modelini benimseyen bir çerçevede farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş, BSB gelişimi ve kavramsal değişim sağlamaya yönelik uyarıcılar içeren laboratuvar rehber materyallerinin uygulanabilirliği hakkında araştırmacının gözden kaçırdığı noktalar başka bir göz ile resmedilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ikincil bir araştırmacının gözlemlerinin araştırma için veri kaynağı olmasının, araştırmanın niteliğini ve nesnelliğini arttıracığı da düşünülmektedir.

2.5. Araştırmanın Veri Toplama Araçları

Yürütölen bu çalışmada; ön test ve son test, uygulama sonrası mülakat ve katılımsız gözlem (ikincil bir araştırmacı) metotları kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere, geliştirilen ve uygulanan rehber materyallerin etkililiğini belirleyebilmek için, çoklu formda bilimsel süreç becerileri ölçme, iki aşamalı kavramsal değişimi belirleme ve fen bilimleri ve fen öğretimine yönelik tutum testleri ön ve son test olarak uygulanmış ve bu test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı yorumlanmıştır. Araştırmada nicel verilere ek olarak deney ve kontrol grubundaki öğrenciler arasından seçilen öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütölmüştür. Bunun yanı sıra geliştirilen materyallerin uygulanabilirliği ve öğrenme ortamının etkin gözlenmesi için ikincil bir araştırmacıdan destek alınmıştır. Öğrencilerin ve öğretim elemanının deney ve öğretim etkinliklerine katılımlarına ve dersin işlenişine dair bilgi edinebilmek ve öğretim BSB'ye vurgu yapılarak 5E öğretim modelinin aşamalarına uygun bir şekilde yapılıp yapılmadığını tespit etmek için uygulamalar boyunca katılımsız gözlem metodu kullanılmıştır. Bu şekilde farklı

veri toplama araçlarından elde edilen veriler birbiriyle ilişkilendirilerek veri üçgenlemesine gidilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırma kapsamında araştırmmanın alt problemlerine cevap bulmak için:

1. Deneysel işlem öncesi ve sonrası, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB'leri açısından anlamlı bir farklılık var mıdır? şeklinde belirtilen birinci alt probleme cevap bulmak için araştırmacı tarafından geliştirilen "BİSBET ve "BSB ile ilgili yarı yapılandırılmış mülakat soruları",
2. Deneysel işlem öncesi ve sonrası, deney ve kontrol grupları arasında kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık var mıdır? şeklinde belirtilen ikinci alt probleme cevap bulmak için araştırmacı tarafından geliştirilen "İki Aşamalı Kimya Kavram Testleri (KİKAT)",
3. Deneysel işlem öncesi ve sonrası, deney ve kontrol grupları arasında fen bilimleri ve fen öğretimine karşı tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? şeklinde belirtilen üçüncü alt probleme cevap bulmak için Moore ve Foy (1997) tarafından geliştirilen ve Türkmen (1999) tarafından dil geçerliliği sağlanan, "Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği-II (FBÖTÖ)" ve
4. Çalışma kapsamında geliştirilen rehber materyallerin ve uygulama sürecinin deney gruplarındaki öğrencilerin görüşleri ve araştırmacı gözlemleri açısından yansımaları nelerdir? şeklinde belirtilen dördüncü alt probleme cevap bulmak için deney grubu öğrencileri ile yapılan "yarı yapılandırılmış mülakatlar" ve araştırmacı tarafından geliştirilmiş "yarı yapılandırılmış gözlem formu" kullanılmıştır.

Bundan sonraki kısımda araştırmada veri toplamak amacıyla kullanılan araçlar ve bu araçların geliştirilme süreçleri ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

2.5.1. Araştırmada Kullanılan BSB Testi (BİSBET)

Bu araştırmada, BİSBET öğretmen adaylarının BSB seviyelerinin ne olduğunun, uygulama süreci sonrasında bu becerilerin başlangıca göre ne oranda değiştiğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. İlgili literatür incelemesi yapıldığında, öğrencilerin BSB'lerini ölçmek için geliştirilmiş pek çok testin olduğu görülmektedir. Bu tür testler başlangıçta 1960-1970 yılları arasında ABD'de geliştirilen BSCS, SCIS, ISCS ve SAPA gibi programlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. SAPA programı için, Walbesser (1965) 8 yaş seviyesindeki, Ludeman (1975) 6. sınıf seviyesindeki ve McLeod ve diğerleri

(1975) ise 6. ve 7. sınıf seviyesindeki öğrenciler için bilimsel süreç testleri geliştirmişlerdir. Daha sonraki yıllarda geliştirilen BSB testleri ise özel bir programa dayandırılarak değil, bir ihtiyaca yanıt olacak şekilde farklı sınıf seviyesindeki öğrencilere yönelik hazırlanmıştır. Tannenbaum (1968, 1971) 8. sınıf öğrencileri için, çoktan seçmeli formatta sekiz farklı beceriyi; Fyffe (1971) ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için, çoktan seçmeli formatta iki farklı beceriyi; Molitor ve Kenneth (1976) 4-6. sınıf seviyesindeki öğrenciler için, iki farklı beceriyi; Dillashaw ve Okey (1980) 7.-12. sınıf seviyeleri için, çoktan seçmeli (multiple choice) formatta beş farklı beceriyi; Tobin ve Capie (1982), ortaokul ve lise seviyesindeki öğrenciler için, çoktan seçmeli formatta dört farklı beceriyi; Berger (1982), 12-14 yaş grubundaki öğrenciler için, bilgisayar destekli test formatında bir beceriyi; Burns ve diğerleri (1985) ortaokul ve lise seviyesindeki öğrenciler için, çoktan seçmeli formatta beş farklı beceriyi; Enger ve Yager (1998) ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için; Solano Flores (2000) 5. ve 6. sınıf seviyesindeki öğrenciler için, basit araç gereç aktiviteleri ile Beaumont Walters ve Soyibo (2001) 10. sınıf seviyesindeki öğrenciler için, çoklu formatta beş farklı beceriyi; Temiz ve diğerleri (2006) 9. sınıf seviyesindeki öğrenciler için, çoklu formatta on iki farklı beceriyi; Temiz (2007) 9. sınıf seviyesindeki öğrenciler için, çoklu formatta altı farklı beceriyi; Aydoğdu ve Ergin (2009), Çalışkan ve Kaptan (2009) ve Hazır ve Türkmen (2008), ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için, BSB'yi ölçme testleri geliştirmişlerdir. Fakat bu testler incelendiğinde, testlerin genel olarak ilköğretim veya ortaöğretim seviyesindeki öğrencilere yönelik olduğu, daha büyük yaş gruplarındaki öğrenciler üzerinde kullanılabilecek, becerilerin özelliklerine göre çoklu formatta özgün bir BSB testinin olmadığı dikkat çekmektedir. Dikkat çeken noktalardan bir diğeri de geliştirilmiş testlerin genel olarak çoktan seçmeli formatta hazırlanmış olması ve yakın tarihlere doğru çoklu formatta testlerin geliştirilmesidir. Türkiye genelinde, BSB'yi ölçme amacıyla kullanılan testlerin ise genel olarak yabancı literatürden alınan testlerin dil geçerliliğinin yapılması suretiyle kullanıldığı dikkati çeken bir diğer noktadır (Geban, 1990). Gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde özellikle lisans düzeyindeki öğrencilerin BSB seviyelerini ve onların öğretim öncesinden sonrasına BSB gelişim seviyelerini belirlemede kullanılabilecek, çoklu formatta geçerli ve güvenilir bir ölçme aracına ulaşamamıştır. Fen bilgisi dersinin doğal yapısı, çağın beklentileri ve yeni düzenlenen programların vizyonu ile ilişkilendirildiğinde, Fen ve Teknoloji dersi kapsamında kazandırılması gereken BSB'yi bütünsel olarak ele alan ve programdaki ünitelerle ilişkilendirilmiş bir testin bulunmaması bu tür testlere ihtiyaç duyulduğunun bir

göstergesidir. Aynı zamanda böyle bir testin olması, daha büyük yaş gruplarındaki öğrencilerin BSB'lerini geliştirmek için tasarlanmış bir öğretim yönteminin etkili olup olmadığını tespit etmek ve süreç içinde öğrencilerin BSB seviyelerini izlemek için eğitim araştırmacılarının ve eğitimcilerin ihtiyaçlarına cevap verebileceği düşünülmektedir.

2.5.1.1. Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Geliştirilmesi

Bu araştırma kapsamında BİSBET geliştirilirken ölçülecek BSB kazanımının niteliği dikkate alınarak, son zamanlarda program geliştirmeciler tarafından da öngörülen ölçme-değerlendirme tekniklerine uygun, birden fazla formatta test hazırlanmaya çalışılmıştır. BİSBET'in geliştirilme sürecinde takip edilen aşamalar sırasıyla aşağıda sunulmuştur:

1. Aşama: Bu bölümde araştırma kapsamında test geliştirme sürecinde testin kullanılış amacı belirlendikten sonra, araştırmacı tarafından ölçülmesi istenilen BSB'lerin neler olacağına karar verilmiştir. Bu çalışmaya temel olan BSB; (1) gözlem yapma, (2) ölçme, (3) sınıflama, (4) verileri kaydetme, (5) verileri kullanma ve model oluşturma, (6) önceden kestirme, (7) değişkenleri belirleme ve hipotez kurma, (8) verileri yorumlama, (9) sonuç çıkarma (10) değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ve (11) deney tasarlama-yapma becerilerinden oluşmaktadır. İsmi geçen becerilere sahip olan bir öğrenciden beklenen davranışların neler olduğunu belirlemek için ise FTÖP'te bu becerilere yönelik belirtilen öğrenci kazanımlarından faydalanılmıştır. Bu becerilere yönelik FTÖP'teki öğrenci kazanımlarından faydalanılmasının nedeni, fen bilgisi öğretmen adaylarının gelecekte bu BSB'leri kendi öğrencilerine kazandırması gerektiği için öncelikle onların bu BSB kazanımlarını öğretecekleri konular üzerinden bilmelerini sağlamak ve bunu nasıl yapacakları konusunda onlara bakış açısı kazandırmaktır. Bunun yanı sıra uygulamaların yapıldığı Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi için Yüksek Öğretim Kurumu'nun belirlediği ders içeriğinde, deney tasarlama ve geliştirme, BSB ve nasıl kazandırıldıkları ile ilgili uygulamaların yapılmasını gerektiren ifadelerin olması (URL-7, 2011) ve bu derse yönelik hazırlanan ders kitaplarının özellikle FTÖP'teki konu ve BSB kazanımlarına odaklanılarak hazırlanması etkili olmuştur (Bahar vd., 2008; Boz kurt vd., 2008). BİSBET'te yer alan BSB'lere yönelik kazanımlar Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. BİSBET’te yer alan BSB türleri ve bu becerilere yönelik FTÖP’te belirtilen kazanımlar

BSB	Becerilere yönelik kazanımlar
Gözlem yapma	Nesneleri (cisim, varlık) ve olayları duyu organlarını veya gözlem araç gereçlerini kullanarak gözlemler. Bir cismin şekil, renk, büyüklük ve yüzey özellikleri gibi duysal özelliklerini belirler. Gözlem için uygun ve gerekli araç, gereci seçip bunları beceriyle kullanır.
Ölçme	Cetvel, termometre, tartı aleti ve zaman ölçer gibi ölçme araçlarını tanır. Büyüklükleri, uygun ölçme araçları kullanarak belirler. Büyüklükleri, birimleri ile ifade eder.
Sınıflama	Nesneler veya olaylar arasındaki belirgin benzerlikleri ve farklılıkları saptar. Gözlemlere dayanarak bir veya birden fazla özelliğe göre karşılaştırmalar yapar. Benzerlik ve farklılıklara göre grup ve alt-gruplara ayırma şeklinde sınıflamalar yapar. Bilimsel bilgiler arasında nitel ve nicel ayırımı yapar ve ikisi arasındaki farkın önemini kavrar.
Verileri kaydetme	Gözlem ve ölçüm sonucunda elde edilen araştırmanın amacına uygun verileri yazılı ifade, resim, tablo ve çizim gibi çeşitli yöntemlerle kaydeder.
Önceden kestirme	Olay ve nesnelere yönelik kütle, uzunluk, zaman, sıcaklık ve adet gibi nicelikler için uygun birimleri de belirterek yaklaşık değerler hakkında fikirler öne sürer.
Değişkenleri belirleme	Verilen bir olay veya ilişkide en belirgin bir veya birkaç değişkeni belirler. Verilen bir olaydaki bağımlı değişkeni belirler. Verilen bir olaydaki bağımsız değişkeni belirler. Verilen bir olaydaki kontrol edilen değişkenleri belirler.
Hipotez kurma	Verilen bir olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini denenebilir bir önerme şeklinde ifade eder.
Verileri yorumlama	İşlenen verileri ve oluşturulan modeli (çizelge ve grafikleri) yorumlar. Elde edilen bulgulardan desen ve ilişkilere ulaşır.
Sonuç çıkarma	Bir olay veya durum hakkında neden-sonuç ilişkisine dayalı genel bir sonuca varır. Gözlem, deney ve araştırma ile ulaştığı sonuçları matematiksel ve sözel olarak ifade eder
Verileri kullanma ve model oluşturma	Deney ve gözlemlerden elde edilen verileri derleyip işleyerek gözlem sıklığı dağılımı, çubuk grafik, tablo ve fiziksel modeller gibi farklı formlarda gösterir. Grafik çizmeyle ilgili kuralları uygular
Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme	Hipotezle ilgili olan değişkenlerin dışındaki değişkenleri sabit tutar. Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisini belirler.
Deney tasarlama ve yapma	Kurduğu hipotezi sınamaya yönelik bir deney önerir. Basit araştırmalarda gerekli malzeme, araç ve gereçleri seçerek emniyetli ve etkin bir şekilde kullanır. Hazır deney verilerini yorumlayarak genellemelere ulaşır. Deneyisel çalışma sırasında güvenlik kurallarına uyar.

2. Aşama: Ölçülmesi hedeflenen beceriler ve kazanımlarının neler olduğunun belirlenmesinin ardından diğer bir adım bu becerilerin ölçülmesinde kullanılacak soru tiplerinin özelliklerinin belirlenmesidir. Testte yer alacak soru tipleri belirlenirken, öğrenciden beklenen BSB kazanımlarına uygun formatta olmasına özen gösterilmiştir. Diğer bir deyişle performansa dayalı beceriler ölçülmek isteniyorsa açık uçlu soru maddelerinin kullanılması tercih edilmiştir. Bu düşünceden hareketle çoktan seçmeli, sınıflama gerektiren ve kağıt-kalem materyaline dayalı performansa yönelik açık uçlu soru formatlarından oluşan maddeler yazılmıştır. Her bir maddede yer alan örneklemelerin veya

deney senaryolarının günlük hayatta karşılaşılan Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarındaki bazı ünitelerde öğretilen konularla ilişkili temel kavramlardan oluşmasına dikkat edilmiştir. Çünkü öğrencilerin bilmedikleri veya fikir sahibi olmadıkları konu ile BSB'lerin değerlendirilmesi doğru değildir (Bozkurt ve Olgun, 2005). Soru maddeleri yazılırken literatürde BSB'leri ölçmek için geliştirilmiş test çalışmaları incelenmiş, bu araştırmalardan bazıları araştırmacıya esin kaynağı olmuştur (Burns vd., 1985; Temiz, 2007). Farklı soru formatlarında, ölçülmesi arzulanan 11 farklı beceriye yönelik 30'u çoktan seçmeli ve 15'i açık uçlu yapıda olmak üzere toplam 45 soru maddesi hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli her bir soru maddesi 5 seçenekten oluşmaktadır.

3. Aşama: Test maddelerinin yazılması işleminden sonra, maddelerin tekrar gözden geçirilmesi, test maddelerinin okunabilirliği ve testte yer alan şekil ve çizimlerin anlaşılabilirliği hakkında fikir sahibi olmak, anlaşılmasında güçlük yaşanan terimlerden testi elimine etmek ve testin cevaplandırılması için gereken süreyi tespit edebilmek için 45 maddelik testin pilot çalışmaları yapılmıştır. Birinci pilot uygulamaya Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünün 3. sınıfında öğrenim gören toplam 87 öğrenci katılmıştır. Yapılan birinci pilot uygulama esnasında öğrencilerin testte anlamakta güçlük çektikleri bazı ifadeler ve şekiller üzerinde yeniden düzenleme yapılmıştır. Örneğin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisini ölçmek için başlangıçta "Onur, annesini kayısı reçeli yaparken izler ve 2 litre kayısı-su karışımında 3 kg kadar şekerin çözünebildiğini fark eder. Onur şekerin çözünürlüğündeki artışın sebeplerini araştırmaya karar verir. Aşağıdaki soruları Onur'un yaptığı deneyi dikkate alarak cevaplandırınız" şeklinde ifade edilen soru kökünde öğrenciler yapılan deneyin tam olarak açık olmadığını söyleyerek soru kökü "Onur, annesini kayısı reçeli yaparken izler ve 2 litre kayısı-su karışımında 3 kg kadar şekerin çözünebildiğini fark eder. Onur şekerin çözünürlüğündeki artışın sebeplerini araştırmaya karar verir. Onur'un deney yapmasına yardım etmek için I, II, III, IV ve V alt sorularını çözünürlüğü etkileyen faktörleri dikkate alarak cevaplandırınız." şeklinde düzenlenmiştir (BİSBET'in 18. sorusu, bkz. Ek 1). Buna benzer olarak verileri yorumlama becerisini ölçmeye yönelik hazırlanan soruda verilen sütun grafiğinde bölmelerin ayrımı tam olarak yapılamamış, bunun neticesinde şekildeki bölmeler siyah ve gri renkler kullanılarak daha belirgin bir halde sunumu için düzenleme yapılmıştır (BİSBET'in 22. sorusu). Bu şekilde öğrencilerin uygulama esnasında tam olarak anlayamadıkları ifadeler düzeltilerek testin bütün yönüyle anlaşılabilir olmasına çalışılmıştır. Pilot uygulama esnasında öğrencilerin çoğunluğu tarafından anlaşılmadığı

gözlenen 2'si çoktan seçmeli ve 1'i açık uçlu yapıda olan 3 maddenin, testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Test maddelerinin çeldiricileri ve cevap anahtarı tekrar gözden geçirilmiştir. Örneğin BİSBET'in, aşağıdaki verilen bilgilerden hangisine gözlemler sonucunda ulaşılamaz şeklindeki 1. sorusunun C seçeneği başlangıçta “Bir asit çözeltisi elektrik akımını iletir.” şeklindeyken öğrencinin asit çözeltisine daldırdığı iletkenle bu ifade verilen durumu gözlemleyebileceğinden yola çıkılarak bu seçenek “Asit, baz ve tuz çözeltileri suda iyonlarına ayrılarak çözünürler.” şeklinde değiştirilmiştir. Buna benzer olarak BİSBET'in sonuç çıkarma becerisiyle ilgili olarak sorulan 30. sorusunda doğru seçenek diğer çeldiricilerden daha uzun olduğu için bu seçenek daha sadeleştirilerek diğer seçeneklerle eşdeğer uzunlukta düzenlenmiştir. Pilot uygulama esnasında, testin cevaplandırılması için, 75-90 dk. arasında bir sürenin yeterli olduğu gözlemlenmiştir.

4. Aşama: Birinci pilot uygulamanın ardından testteki soru senaryolarında ve çeldiricilerde bilimsel hata olup olmadığını belirlemek, test maddelerinin kapsam ve görünüş geçerliğini test etmek için hazırlanan test, alanında uzman beşi kimya eğitiminde öğretim üyesi ve ikisi fen ve kimya eğitiminde araştırma görevlisi olmak üzere toplam 7 fen eğitimcisinin incelemesine sunulmuştur.

5. Aşama: Uzmanlardan alınan geri dönütlere göre uygun görülmeyen maddeler testten çıkarılmıştır. Bunun ardından teste son şeklini verebilmek, testin geçerlik, güvenilirlik ve madde analizlerini yapabilmek için Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 3. sınıfında öğrenim gören toplam 110 öğrenciye ikinci pilot uygulama yapılmıştır.

BİSBET'in geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin işlemler çoktan seçmeli ve açık uçlu test maddeleri için ayrı ayrı yapılmıştır. İkinci pilot uygulamadan elde edilen verilere göre geçerlik, güvenilirlik ve madde analizi çalışmaları için sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

2.5.1.2. Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Geçerliğine İlişkin Yapılan İşlemler ve Geçerlik Analizi

Testlerin geçerlik ölçütü olarak, kapsam (içerik), uygulama (deneysel) ve yapı geçerliğinden söz edilebilir (Büyüköztürk, 2007; Karasar, 2008). Bu çalışmada BİSBET'in geçerliğine ilişkin kanıt toplamak için kapsam ve yapı geçerliliği çalışmaları yapılmıştır.

Hazırlanan testin kapsam geçerliğini sağlamak için test maddeleri uzmanların görüşlerine sunulmuştur. Birinci pilot uygulamadan önce test maddeleri, testi geliştiren araştırmacı tarafından tekrar tekrar incelenmiş ve test maddelerinin BSB kazanımlarının tümünü kapsayacak şekilde olmasına özen gösterilmiştir. Birinci pilot uygulamadan sonra gerekli düzenlemelerin ardından 42 (28’i çoktan seçmeli ve 14’ü açık uçlu) maddeye düşürülen test uzmanların incelemesine sunulmuştur. Uzmanlar test maddelerinin, öğrencilerin düzeyine uygunluğu, öğretim programlarında belirtilen BSB kazanımlarını ölçüp ölçmediği, testteki soru senaryolarında ve çeldiricilerde bilimsel hata olup olmadığı boyutlarında ölçeceği incelemiştir. İncelemeler sonucunda 42 madde halinde hazırlanan testte aynı beceriyi ölçen benzer soruların testte yer almasından dolayı 1’i çoktan seçmeli ve 3’ü açık uçlu yapıda olmak üzere 4 maddenin testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Çıkarılan sorulardan 2’sinde “basınca dayanıklı bir kabın içindeki gaz üzerine yapılan etki ile basınç, hacim ve sıcaklık değerlerini gösteren bir grafikten yola çıkılarak öğrencilerden verileri yorumlamaları istenmektedir. Bu sorularda uzmanlardan birinin grafikteki basınç, hacim ve sıcaklıkla ilgili bütün verilerin karşılığında bilimsel değerlerin olması gerektiğine yönelik dönütünden ve bu soru tipine benzer soruların BİSBET’te fazla sayıda bulunmasından (Tablo 16, s. 94) yola çıkılarak bu sorular testten çıkarılmıştır. Buna benzer olarak testten çıkarılan diğer 2 açık uçlu soru ise deney tasarlama becerisi ile ilgilidir. Bu sorulardan birisi “Bir telin kalınlığı arttıkça direnci azalır” şeklinde ifade edilen hipotezi diğeri “Bir bitki ne kadar fazla şiddette ışığa maruz kalırsa, o derecede hızlı (ya da fazla) fotosentez yapar” şeklinde ifade edilen hipotezi test etmek isteseydiniz nasıl bir deney tasarladınız?” şeklindedir. Testte deney tasarlama becerisi ile ilgili 2 tane daha açık uçlu soru bulunmaktadır. Fakat uzmanların uzun cevaplı olan bu beceriye yönelik soru sayısının fazla olmasının öğrencilerin soruları cevaplama isteğini düşürür şeklindeki önerisinden yola çıkılarak bu sorular da testten çıkarılmıştır. Uzmanlar, bunların dışında kalan 38 maddenin BSB kazanımlarını kapsadığı yönünde görüş belirtmişlerdir. BİSBET’in, bu görüşler neticesinde kapsam geçerliği koşulunu sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Belirli bir konuyu ölçmek amacıyla hazırlanan ölçeğin yapı geçerliğine kanıt sağlamak için başvurulan yöntemler; faktör analizi, hipotez testi ve iç tutarlılık analizi teknikleridir (Büyüköztürk, 2007, s. 168). Faktör analizi, tüm veri yapıları için uygun olmayabilir. Verilerin faktör analizine uygun olabilmesi için gözlem verilerinin eşit aralıklı veya oranlı ölçek verisi niteliğinde olması ve verilerin normal dağılım göstermesi gerekir. Buna ek olarak Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısının 0,6’dan yüksek ve Barlett

Sphericity testinin anlamlı çıkması şartları sağlanmalıdır (Büyüköztürk, 2007, s. 126; Şencan, 2005, s. 375). Geliştirilen testin verilerinin normal dağılım göstermemesi ve KMO katsayısının 0,6'dan küçük çıkması (0,47) nedenlerinden dolayı faktör analizi yapılamamıştır. Yapı geçerliğine kanıt sağlamada faktör analizinin yapılamadığı durumlarda hipotez testi ve iç tutarlılık analiz tekniklerine başvurulabilir (Büyüköztürk, 2007). Bu nedenle test maddelerinin yapı geçerliğine kanıt sağlamak için hipotez testi (grup farklılıklarıyla yapısal geçerliğin analizi) ve iç tutarlılık analizi tekniklerinden faydalanılmıştır.

Hipotez testi: Geliştirilen ölçme aracının yapı geçerliğine kanıt sağlamak için bir hipotez belirlenmiş ve bu hipotez test edilmiştir. “BSB’ye dayalı laboratuvar dersi alan öğrencilerin, geliştirilen BİSBET ortalama puanı, bu eğitimi almayan öğrencilerin ortalama puanından daha yüksektir” şeklindeki hipotezi test etmek için, yedi hafta boyunca BSB’ye vurgu yapılarak laboratuvar dersi işlenen toplam 26 öğrencinin test ortalama puanı ile bu şekilde ders işlenmeyen toplam 25 öğrencinin test ortalama puanları arasındaki fark, ilişkisiz t-testi ile analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Bu analizde kullanılan veriler, testin ikinci pilot uygulamasına katılan öğrencilerin test sonuçlarından elde edilmiştir.

Tablo 12. BİSBET puanlarının grup farklılıklarına göre t-testi sonuçları

Test türü	Grup	N	\bar{X}	S	Sd	T	p
BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı	G1	25	19,5	2,75	49	3.19	.002
	G2	26	21,6	1,85			
BİSBET’in açık uçlu kısmı	G1	25	68,7	11,4	49	13.5	.000
	G2	26	104,5	6,69			

G1: BSB’ye dayalı laboratuvar dersi almayanlar; G2: BSB’ye dayalı laboratuvar dersi alanlar; N: Öğrenci sayısı

Tablo 12 incelendiğinde BSB’ye yönelik eğitim alan öğrencilerin BİSBET’in hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu kısmından aldıkları toplam BSB puanları, eğitim almayan öğrencilere göre daha yüksektir. Bu bulgu kurulan hipotezin kabul edilebileceğini, test maddelerinin belirli bir yapıyı doğru bir şekilde ölçebildiğini, yani yapı geçerliğine bir kanıt olduğunu göstermektedir.

2.5.1.3. Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Güvenirliğine İlişkin Yapılan İşlemler ve Güvenirlik Analizi

Bu alışmada BİSBET'in güvenirliğini test etmek için iç tutarlılık analizi ve gözlemciler arası tutarlılık yöntemlerine başvurulmuştur.

Test puanları arasındaki iç tutarlılığı incelemek amacıyla, Kuder Richardson-20,21 (KR-20,21) ve Cronbach tarafından geliştirilmiş olan alfa katsayıları kullanılır (Büyüköztürk, 2007). KR-21 formülü çoktan seçmeli sorular ve ölçekler için kullanılır (şencan, 2005). Bu yüzden geliştirilen BİSBET'in çoktan seçmeli maddelerinin iç tutarlılık güvenirlik analizi, Kuder Richardson-21 (KR-21) ve Cronbach alfa güvenirliği ile yapılırken, açık uçlu test maddeleri için ise Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ve her bir beceriye yönelik açık uçlu test maddesi için gözlemciler arası tutarlılık katsayıları hesaplanarak yapılmıştır. Gözlemcilerin verdiği kategorik nitelikteki puanlar arasındaki tutarlılık için SPSS istatistiksel analiz program aracılığı ile Kappa katsayısı hesaplanmıştır.

2.5.1.4. BİSBET'in İç Tutarlılık Güvenirlik Analizi

Testin çoktan seçmeli kısmının iç tutarlılık analizi için öncelikle ğrenci cevapları doğru seçenek işaretlenmiş ise 1 ile yanlış seçenek işaretlenmiş ise 0 ile kodlanmıştır. Bu şekilde kodlanan veriler Excel ve SPSS programları kullanılarak KR-21 ve Cronbach alfa katsayıları hesaplanmıştır. Testin açık uçlu kısmının iç tutarlılık analizinde ise ğrenci cevapları Temiz (2007) tarafından geliştirilen rubrikler ve kontrol listesi aracılığı ile puanlanmıştır. Her bir soru kendine özgü bir beceriyi ölçtüğü ve bu farklı beceri türlerini ölçen sorular farklı birer değerlendirme aracı ile puanlandığından, her beceriye yönelik maddeler üzerinde ayrı ayrı iç tutarlılık ve Cronbach alfa güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Geçerlik alışması sonucunda toplam 27 çoktan seçmeli ve 11 açık uçlu maddeden olmak üzere 38 maddeye indirgenen ölçek için belirlenen iç tutarlılık Cronbach alfa katsayıları Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. BİSBET'in çoktan seçmeli ve açık uçlu soruları için hesaplanan iç tutarlılık katsayıları

Test türü	Ölçülmek İstenen Beceri Türleri	N	Soru sayısı	Cronbach alfa	KR-21
BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı	Gözlem, Ölçme, Sınıflama, Önceden kestirme, Değişkenleri belirleme, değiştirme ve kontrol etme, Hipotez kurma, Verileri yorumlama, Sonuç çıkarma, Dene yapma- tasarlama	110	25	0,779	0,75
BİSBET'in açık uçlu kısmı	Sınıflama	110	2	0,707	-
	Verileri kaydetme	110	3	0,829	-
	Verileri kullanma ve model oluşturma (Grafik çizme)	110	2	0,901	-
	Değişkenleri belirleme ve hipotez kurma	110	2	0,710	-
	Dene tasarlama-yapma	110	2	0,9	-

BİSBET'in 27 sorudan oluşan çoktan seçmeli kısmı farklı beceri türlerini ölçmeye yönelik tek formattan oluşmaktadır. Testin çoktan seçmeli kısmının güvenilirlik Cronbach alfa katsayısı hesaplandığında biri gözlem yapma becerisi ile diğeri verileri yorumlama becerisi ile ilgili toplam 2 soru maddesi güvenilirliği düşürmesi nedeniyle testten çıkarılmıştır. Tablo 13'te görüldüğü gibi 2 sorusu çıkarılmış BİSBET'in 25 soruya indirgenen çoktan seçmeli kısmı için Cronbach alfa katsayısı 0,779 ve KR-21 değeri 0,75 olarak hesaplanmıştır. BİSBET'in 11 sorudan oluşan açık uçlu kısmında sınıflama gerektiren maddeler arası güvenilirlik Cronbach alfa katsayısı 0,707; verileri kaydetme için 0,829; verileri kullanma ve model oluşturma (grafik çizme) için 0,901; değişkenleri belirleme ve hipotez kurma için 0,71; deney tasarlama için 0,9 olarak hesaplanmıştır. Tablo 13'te BİSBET'te diğeri beceriler ayrı ele alınırken, değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisinin birlikte ele alındığı görülmektedir. Bunun nedeni öğrencilerden verilen bir deney tasarımından hareketle değişkenleri belirleme ve deneye ilişkin hipotez kurma sorularının birbiriyle bağlantılı olmasıdır. Literatürde değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisini birlikte ele alan çalışmalarda mevcuttur (Temiz, 2007; Temiz ve Tan, 2009).

Güvenirlik katsayıları test ve ölçeğin niteliğine göre değişmekle birlikte, alfa değeri 1.00'a yakın olan testlerin güvenilirliğinin yüksek ve alfa değeri 0.00'a yakın olan testlerin güvenilirliğinin ise düşük olduğu bilinmektedir. Büyüköztürk' e (2007) göre alfa güvenilirlik katsayısının 0.70 ve yukarı olması test maddelerinin güvenilirliği için genel olarak yeterli görülmektedir. Şencan'a (2005) göre bilimsel araştırmalarda güvenilirlik katsayısının büyüklüğü için alt düzey 0.70 olarak belirtilmiştir. Özdamar (2004), uygulanan bir ölçeğin alfa güvenilirlik katsayısının değerlendirilmesinde uyulan değerlendirme kriterlerini

belirtirken, $0.60 \leq \alpha < 0.80$ değerleri sonucuna ulaşılması uygulanan ölçeğin oldukça güvenilir olduğunu belirtmiştir. Bu araştırma kapsamında geliştirilen BİSBET'in hesaplanan Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları Tablo 13'te de görüldüğü gibi 0.70 ve üzerinde değerler almaktadır. Ayrıca BİSBET'in çoktan seçmeli kısmının güvenilirliğine, güvenilirlik hesaplamalarının alternatif formu olan KR-21 değeri de hesaplanmış ve 0.75 olarak bulunmuştur. Alfa katsayısı iç tutarlılık güvenilirliğinin üst sınırını oluşturur. Alfa değeri eğer yüksek çıkmışsa alternatif güvenilirlik formlarından elde edilen korelasyon katsayıları da yüksek çıkar (şencan, 2005, s. 163). Büyüköztürk (2007), şencan (2005) ve Özdamar (2004)'in güvenilirlik alfa katsayıları hakkındaki açıklamaları ve KR-21 değerinin 0.70 den büyük olması gerektiği koşulları dikkate alındığında son hali 25 çoktan seçmeli ve 11 açık uçlu (toplam 36 madde) sorudan oluşan BİSBET'in tüm formlarının güvenilir bir yapıda olduğu sonucuna varılabilir.

2.5.1.5. BİSBET'in Gözlemciler Arası Tutarlılık Güvenirlik Analizi

Gözlemciler, belirli bir olguyla ilgili olarak puan veren değerlendirme yapan kişilerdir. Gözlemciler arası güvenilirlik farklı gözlemciler tarafından yapılan değerlendirmelerin puan ortalamalarındaki sapma derecesidir (şencan, 2005, s.160). Ölçüm aracı kullanılarak yapılan değerlendirmelerde gözlemciler arasındaki uyuşmanın en az 0,70 düzeyinde olması istenir. Gözlemciler, yapılan ölçümlere benzer puan vermişlerse sonuçlar güvenilir demektir. Ölçüm verilerinden iki veya daha fazla gözlemcinin yaptığı değerlendirmeler arasındaki uyuşmayı belirlemek için Cohen Kappa yöntemi kullanılır (şencan, 2005, s.265). Bu araştırmada testin açık uçlu maddeleri (7., 8., 9., 11., 12., 18., 19., 35. ve 36. sorular) için rubrik ve kontrol listeleri gibi ölçüm araçları kullanılmıştır. Açık uçlu soruların her biri kendi içinde farklı becerilere karşılık geldiği için değerlendirmede farklı ölçüm araçları kullanılmıştır (hangi maddelerin hangi puanlama aracı ile değerlendirildiği Tablo 16'da görülmektedir). Bu sorulara öğrencilerin verdiği cevaplar ölçüm araçları kullanılarak bağımsız iki araştırmacı tarafından puanlandırılmış ve gözlemciler arasındaki tutarlılığa bakılarak Kappa katsayısı hesaplanmıştır. Bunun için ikinci pilot uygulamaya katılan öğrenciler arasından tesadüfi olarak seçilen 15 öğrencinin cevap kâğıtları puanlanmıştır. İkinci pilot uygulama verileri kullanılarak yapılan gözlemciler arası tutarlılık oranları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. BİSBET'in açık uçlu maddeleri için gözlemciler arası tutarlılık oranı (Kappa katsayıları)

Soru numarası	G1-G2 arasındaki Kappa katsayısı	Soru numarası	G1-G2 arasındaki Kappa katsayısı	Soru numarası	G1-G2 arasındaki Kappa katsayısı
7. Soru	0,857	11. Soru	0,826	19. Soru	0,831
8. Soru	0,789	12. Soru	0,762	35. Soru	0,757
9. Soru	0,732	18. Soru	0,729	36. Soru	0,754

G1: Birinci Gözlemci; G2: İkinci Gözlemci

Tablo 14'te performansa dayalı BSB'leri ölçen 9 soru için, iki farklı gözlemcinin puanları arasındaki Kappa katsayıları sonuçları görülmektedir (Kappa katsayıları ortalama 0,78'dir). Kappa katsayısı 0.40 ile 0.75 arasında ise makul bir uyuma, 0.75 ve daha büyük ise mükemmel bir uyuma olduğu anlamına gelmektedir (Şencan, 2005, s. 267). Ölçüm değerlerinin güvenilirliğine ilişkin Kappa istatistiği sonuçları incelendiğinde en düşük katsayının 0.72 ve en büyüğünün ise 0.85 olduğu Tablo 14'te görülmektedir. Kappa istatistik sonuçlarından gözlemciler arasında makul ve mükemmel düzeyde uyuma olduğu, başka bir deyişle gözlemci puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmaktadır.

2.5.1.6. Araştırmada Kullanılan BİSBET'in Madde Analizine İlişkin Yapılan İşlemler ve Madde Analizi

Madde analizi yapılırken ikinci pilot uygulamanın BİSBET'in çoktan seçmeli test maddelerinden her bir öğrencinin aldığı puanlar hesaplanmış ve bu puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Testteki soruları cevaplayan öğrencilerin toplam sayısının %27'si kadar alt ve üst gruplar oluşturulmuştur. Bunun ardından madde güçlüğü, $p=(D_u+D_a)/2N$ formülünden, ayırt edicilik ise $d=(D_u-D_a)/N$ (D_u =Maddeyi doğru cevaplayan üst grup öğrenci sayısı; D_a = Maddeyi doğru cevaplayan alt grup öğrenci sayısı; N = Tüm grubun % 27'sidir) formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

BİSBET'in çoktan seçmeli 25 maddelik kısmı için, alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin seçeneklere göre dağılımları, güçlük ve ayırt edicilik indisleri hesaplanmıştır. İkinci pilot uygulama verileri kullanılarak yapılan madde analizi sonuçları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Üst ve alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısına göre madde analizi sonuçları

M	Grup	A	B	C	D	E	p	d	M	Grup	A	B	C	D	E	p	d
1	Üst	0	0	23	0	0	0,78	0,43	14	Üst	3	0	20	0	0	0,48	0,78
	Alt	7	0	13	2	1				Alt	16	0	2	1	4		
2	Üst	0	0	2	21	0	0,69	0,45	15	Üst	0	20	3	0	0	0,61	0,52
	Alt	1	1	8	10	2				Alt	0	8	13	1	1		
3	Üst	1	4	18	0	0	0,61	0,34	16	Üst	0	0	23	0	0	0,80	0,40
	Alt	1	12	10	0	0				Alt	2	6	14	1	0		
4	Üst	0	0	3	20	0	0,64	0,46	17	Üst	0	0	0	3	20	0,67	0,40
	Alt	0	2	10	9	1				Alt	1	8	2	1	11		
5	Üst	1	1	21	0	0	0,63	0,56	18	Üst	20	0	2	0	1	0,67	0,40
	Alt	0	15	8	0	0				Alt	11	2	5	1	4		
6	Üst	6	2	2	0	13	0,39	0,34	19	Üst	0	0	21	2	0	0,73	0,36
	Alt	10	0	7	1	5				Alt	3	1	12	3	3		
7	Üst	0	22	0	0	1	0,76	0,39	20	Üst	0	1	22	0	0	0,74	0,43
	Alt	1	13	0	0	9				Alt	0	1	12	1	9		
8	Üst	1	21	1	0	0	0,74	0,34	21	Üst	0	20	1	0	2	0,67	0,40
	Alt	4	13	2	4	0				Alt	2	11	0	2	8		
9	Üst	0	1	22	0	0	0,70	0,52	22	Üst	19	0	1	3	0	0,67	0,30
	Alt	0	11	10	1	1				Alt	12	1	4	5	1		
10	Üst	0	0	2	1	20	0,59	0,56	23	Üst	2	18	1	2	0	0,59	0,40
	Alt	1	0	12	3	7				Alt	0	9	9	3	2		
11	Üst	1	2	1	16	3	0,53	0,33	24	Üst	0	22	0	1	0	0,65	0,61
	Alt	5	5	3	8	1				Alt	1	8	12	2	0		
12	Üst	0	5	1	16	1	0,48	0,43	25	Üst	5	0	18	0	0	0,63	0,30
	Alt	0	14	2	6	1				Alt	10	0	11	2	0		
13	Üst	1	4	1	2	15	0,37	0,56									
	Alt	1	6	1	13	2											

M: Madde no; p: Madde güçlüğü; d: Ayırt edicilik

Tablo 15 incelendiğinde BİSBET'in geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapıldıktan sonra kalan 25 çoktan seçmeli maddesinin ortalama gücünün yaklaşık 0,60 ortalama ayırt ediciliğinin ise 0,42 civarında olduğu görülmektedir. Madde analizi sonucunda ayırt edicilik değerlendirilirken şu kriterlere dikkat edilmiştir: Ayırt ediciliği sıfır veya negatif olan maddeler teste dahil edilmez; ayırt edicilik indisi 0.40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0.30-0.40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0.20-0.30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0.20'den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir (Tekin, 1991; Turgut, 1995). Tablo 15'te de görüldüğü gibi BİSBET'in madde analiz sonuçları, testin ayırt edicilik gücünün oldukça iyi olduğunu ve maddelerin kullanılabilirliğini göstermektedir.

BİSBET'in pilot uygulamaları, geçerlik, güvenilirlik ve madde analizi sonucunda elde edilen son formunda hangi numaralı sorularla, hangi becerilerin ölçüleceği ayrıntılı olarak Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. BİSBET'te ölçülecek BSB türüne göre madde yapısı, sayısı, numaraları ve bu maddelerin puanlanmasında kullanılan araçların türü

Ölçülecek BSB türü	Madde yapısı türü	MS	Madde numaraları	Puanlama Aracı
Gözlem yapma	Çoktan seçmeli	1	1.	Cevap anahtarı
Ölçme	Çoktan seçmeli	2	2., 3.	Cevap anahtarı
Sınıflama	Çoktan seçmeli	1	4.	Cevap anahtarı
	Sınıflama gerektiren testler	2	5., 6.	Cevap anahtarı
Verileri kaydetme	Performansa dayalı	3	7., 8., 11.	Rubrik
Verileri kullanma ve model oluşturma (Grafik çizme)	Performansa dayalı	2	9., 12.	Kontrol listesi
Önceden kestirme	Çoktan seçmeli	2	10., 13.	Cevap anahtarı
Değişkenleri belirleme ve hipotez kurma	Çoktan seçmeli	5	14., 15, 16., 17., 20.	Cevap anahtarı
	Açık uçlu	2	18., 19.	Rubrik
Verileri yorumlama	Çoktan seçmeli	7	21., 22., 23., 24., 25., 26., 27	Cevap anahtarı
Sonuç çıkarma	Çoktan seçmeli	3	28., 29., 30.	Cevap anahtarı
Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme	Çoktan seçmeli	2	31., 32.	Cevap anahtarı
Deney tasarlama-yapma	Çoktan seçmeli	2	33., 34.	Cevap anahtarı
	Performansa dayalı	2	35., 36.	Rubrik

MS: Madde Sayısı

Sonuç olarak geliştirilen BİSBET'in fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'lerinin ölçülmesi amacıyla kullanılabilir, geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir ölçek olduğu söylenebilir. Araştırmada geliştirilen ve uygulanan BİSBET'in son hali, cevap anahtarı ve puanlama araçları CD'de Ek 1'de sunulmuştur.

2.5.2. Araştırmada Kullanılan İki Aşamalı Kimya Kavram Testleri (KİKAT)

İki aşamalı testler, öğrencilerin alternatif kavramları ve anlama seviyeleri hakkında derinlemesine bilgiye ulaşmada sıklıkla kullanılan testlerdir (Haslam ve Treagust, 1987; Mann ve Treagust, 1998; Voska ve Heikkinen, 2000; Karataş vd., 2003; Çalık, 2006). İlk olarak Treagust tarafından kullanılan iki aşamalı testler son yıllarda birçok araştırmacı tarafından eğitimin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Örneğin; Treagust

vd., 2010; Sun, 2009; Tüysüz, 2009; Treagust ve Chandrasegaran, 2007). Genellikle bu testlerin ilk aşaması çoktan seçmeli ve sınıflama gerektiren formda olmaktadır. İlk kısımlarında, bir soru maddesi ya da bilgi önermesi, cevap seçenekleri ve bu seçenekler arasında çeldiriciler ile doğru cevap şıkkı bulunmaktadır. Testin ikinci aşaması, literatür incelemesi ya da mülakatlardan elde edilen bulgulara bağlı olarak belirlenen alternatif kavramları içeren çoktan seçmeli veya bir şıkkı açık uçlu-çoktan seçmeli ya da açık uçlu bir yapıda olabilmektedir. Testin ikinci aşaması, öğrencinin ilk kısımda işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesinin belirtilmesinin istendiği kısımdır.

Literatürde iki aşamalı olarak kullanılan testler incelendiğinde, Tüysüz (2009) lise 1 öğrencilerinin maddelerin ayrılması konusundaki; Sun (2009) lisansüstü öğrencilerinin sözcükleri ifade etme stratejileri konusundaki; Chen ve diğerleri (2002) lise öğrencilerinin düzlem aynada görüntü oluşumu konusunda, Şahin ve Çepni (2011) ilköğretim 8 öğrencilerinin yüzme-batma, kaldırma kuvveti ve basınç kavramlarında; Chandrasegaran ve diğerleri (2007) lise 1 öğrencilerinin kimyasal reaksiyonlar konusunda; Tan ve diğerleri (2002) lise öğrencilerinin inorganik kimyada anlamalarını ortaya çıkarmak için iki aşamalı teşhis edici testler kullanmışlardır. Bu çalışmalar incelendiğinde, testlerin genel olarak ilköğretim ve lise seviyesindeki örneklem için bir üniteye yer alan kavramlara yönelik hazırlandığı, farklı kimya kavramlarını içinde bulunduran üniversite öğrencilerinin kullanabileceği bir kimya kavram testinin olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada geliştirilen KİKAT, uygulama süresince yapılan deneylerdeki konular ile ilgili olarak, öğrencilerin kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeylerinin başlangıca göre ne oranda değiştiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

2.5.2.1. Araştırmada Kullanılan KİKAT'in Geliştirilmesi

Treagust ve Chandrasegaran (2007) araştırmalarında, iki aşamalı test maddeleri geliştirilirken üç önemli aşamanın varlığından bahsetmişlerdir: (1) Test içeriğinin hangi kavramlardan oluşacağını belirlenmesi; (2) belirlenen kavramlar hakkında hem ilgili literatürde yer alan hem de konu/kavramların öğretildiği öğrencilerle yapılandırılmamış mülakatlar ve/veya uygulanan açık uçlu soruların analizleri sonucunda tespit edilen alternatif kavramların belirlenmesi ve (3) iki aşamalı çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesidir. Her iki aşamalı test maddelerinin birinci aşaması, öğrencilerin belirli bir durum hakkında tahmin etmelerini içeren bir içerik sorusundan ibaret olup, doğru cevapla

beraber birkaç çeldiriciyi içeren çoktan seçmeli seçenekleri içermektedir Çoktan seçmeli sorular, rastlanan alternatif kavramları ortaya çıkarmak amacıyla, her bir soruya bir kısım önermenin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Ayrıca çeldirici seçeneklerine o önerme ile ilgili rastlanan yaygın alternatif kavramlar yerleştirilir. İki aşamalı test maddelerinin ikinci aşamasında ise çoktan seçmeli sorudan sonra “çünkü” veya “sebebini yazınız” şeklinde bir ifadenin yazılıp, öğrencilerin seçtikleri şıkkın gerekçelerini yazmaları için bir boşluk bırakılır. Bunu, oluşturulan soru köklerinin ve cevap şıklarının, okunabilirliğini ve bilimsel bilgilerle tutarlılığını kesinleştirmek için fen eğitimcileri ve alan uzmanlarına incelettirilmesi takip eder.

Bu araştırma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen iki aşamalı kavram testleri, yukarıda belirtilen aşamalar dikkate alınarak ilk kısmı çoktan seçmeli ve ikinci kısmı açık uçlu yapıda hazırlanmıştır. İkinci kısımda açık uçlu bir yapının tercih edilmesinin sebebi, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek, daha önce belirlenen alternatif kavramlardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit edebilmek ve kavramsal değişim seviyeleri hakkında daha detaylı bilgi elde edebilmektir (Mann ve Treagust, 1998; Voska ve Heikkinen, 2000). Bütün bunlardan hareketle KİKAT’in geliştirilme sürecinde takip edilen aşamalar sırasıyla aşağıda sunulmuştur:

1. Aşama (İçeriğin belirlenmesi): Test maddelerinin hangi kavramları içereceğinin belirlenmesi için fen öğretim programları, MEB’e bağlı okullarda ve üniversitelerde okutulan fen bilimleri ders kitapları, konu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yer alan makaleler incelenmiş ve sıklıkla alternatif kavramlara rastlanılan konu ve kavramlar tercih edilmiştir. Bu bağlamda Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarında da yer alan “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik test maddelerinin hazırlanmasına karar verilmiştir.

2. Aşama (Öğrencilerin alternatif kavramları hakkında bilgi toplama): Bu araştırma kapsamında kavramsal değişim sağlanmaya çalışılan konulardaki kavramlara yönelik daha önceki araştırmacıların belirlediği ve literatürde rapor edilen alternatif kavramlar incelenmiştir. Bu incelemeler neticesinde tespit edilen alternatif kavramlar bir önceki bölümde tablolar (Tablo 4-9, s. 56-69) halinde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3. Aşama (İki aşamalı kavram testinin geliştirilmesi): Ele alınan kavramlarla ilgili literatür taraması sonucunda tespit edilen alternatif kavramlar da dikkate alınarak testin çoktan

seçmeli soruları, çeldiricileri ve doğru seçenekleri oluşturulmuştur. Testin çoktan seçmeli sorularını içeren ilk aşaması 5 seçenekten oluşmaktadır. Bu seçeneklerdeki çeldiricilerde, özellikle öğrencilerin o maddede ele alınan kavramla ilgili alternatif kavrama sahip olduğu durumlara ve ifadelere yer verilmiştir. Bu testlerin geliştirilmesinde öğrencilerin, günlük hayatta konu ile ilgili sahip oldukları deneyimlerle, mikroskobik seviyedeki olaylar arasında bağlantı kurup kuramadıklarına da dikkat edilmiştir. Çeldiricilerden herhangi birini işaretleyen öğrencinin, o çeldiricinin yansıttığı yanlış anlamaya sahip olduğu sayıtlısı kabul edilmektedir. Tamir (1971), öğrencilerdeki yanlış anlamaları, kilit kavramları temsil eden farklı cevapların çeldirici olarak kullanılmasının, uzmanların hazırladığı çeldiricileri içeren, sıradan test maddeleri ile karşılaştırıldığı zaman ayırt edici bir üstünlüğe sahip olduğunu ifade etmiştir. Testin çoktan seçmeli sorularını içeren ilk aşamasına bağlı olarak “bu seçeneği işaretleme nedeninizi yazınız” şeklinde bir yönergenin ardından düşüncelerini yazmaları için boşluk bırakılmıştır. Bu bölüm testin ikinci aşamasını oluşturmaktadır. Test bu hali ile “Buharlaştırma ve Kaynama” ve “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konularındaki kavramları ile ilgili 7’şer, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlar ile ilgili 6’şar madde olmak üzere toplam 38 maddeden oluşmaktadır.

Testleri oluşturan maddelerin, hazırlanma amacına hizmet edebilme özelliği, kapsam geçerliliği, bilimsel doğruluğu, kullanılan dilin açık ve anlaşılabilirliği ve cevap anahtarlarının doğruluğu için hazırlanan test, alanında uzman ikisi kimya eğitiminde öğretim üyesi ve biri kimya eğitiminde araştırma görevlisi olmak üzere toplam 3 fen eğitimcisinin ve 2 kimya öğretmeninin incelemesine sunulmuştur. Alınan dönütler ve bu dönütlere göre yapılan düzeltmelerin ardından test maddelerinin tekrar gözden geçirilmesi, okunabilirliği ve testte yer alan şekil ve çizimlerin anlaşılabilirliği hakkında fikir sahibi olmak, anlaşılmasında güçlük yaşanan terimlerden testi elimine etmek ve testin cevaplandırılması için gereken süreyi tespit edebilmek için testin pilot çalışması yapılmıştır. Pilot uygulama Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 3. sınıfında öğrenim gören toplam 28 öğrenciye yapılmıştır. Bu uygulamalar esnasında testte yer alan maddelerin bazılarında öğrenciler tarafından anlaşılmayan noktaların olduğu tespit edilmiş ve bununla ilgili notlar alınarak düzenleme yoluna gidilmiştir. Örneğin KİKAT’in asit-baz konusu ile ilgili 11. sorusunda başlangıçta “Şekildeki sistemde 100 ml HNO_3 çözeltisine, 100 ml NH_3 çözeltisi musluk açılarak ilave

ediliyor. Titrasyon sonucunda oluşan çözeltinin; nötr çözelti olup olmadığı, tam nötrleştiği ve pH gibi özelliklerinin irdelendiği soruda çözeltilerin derişimlerinin verilmesi gerektiği anlaşılmıştır ve daha sonra bu soru “Şekildeki sistemde 0,1 M 100 ml HNO₃ çözeltisine, 0,1 M 100 ml NH₃ çözeltisi musluk açılarak ilave ediliyor” şeklinde düzenlenmiştir. Pilot uygulamalardan anlaşıldığı kadarıyla her bir konuya yönelik kavram testinin cevaplandırılması için 30 dakikalık bir sürenin verilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir. Başka bir deyişle “Buharlaşıma ve Kaynama” kavramlarına yönelik kavram testinin cevaplandırılması için 30 dakikalık bir süre yeterlidir.

KİKAT'e son şeklini verebilmek, testlerin geçerlik ve güvenilirlik analizlerini yapabilmek için 2010-2011 güz yarıyılında Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 3. sınıfında öğrenim gören toplam 115 öğrenciye ikinci pilot uygulama yapılmıştır. KİKAT'in geçerlik ve güvenilirlik analizi için sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

2.5.2.2. Araştırmada Kullanılan KİKAT'in Geçerliğine ve Güvenirliğine İlişkin Yapılan İşlemler

Hazırlanan testin görünüş ve kapsam geçerliğini sağlamak için test maddeleri uzmanların görüşlerine sunulmuştur. İncelemeler sonucunda, KİKAT'teki maddelerin ilgili kavramları ve ölçülmek istenen davranışları kapsadığı yönünde görüş birliğine varılmıştır. KİKAT'in sıralamalı ölçek türünde olması ve KİKAT'ten elde edilen verilerin normal dağılım göstermemesi sebepleri ile testin yapı geçerliliği için faktör analizi yapılamamıştır. Bu durumda uygulanılabilecek bir diğer yöntem iç tutarlılık analiz tekniğidir (Büyüköztürk, 2007, s. 168).

Test puanları arasındaki iç tutarlılığı incelemek amacıyla, Kuder Richardson-20,21 (KR-20,21) ve Cronbach tarafından geliştirilmiş olan alfa katsayıları kullanılır (Büyüköztürk, 2007). KR-21 formülü çoktan seçmeli sorular ve ölçekler için kullanılır (Şencan, 2005). Bu sebeple iki aşamalı olan sıralamalı ölçek çeşidine giren KİKAT'in iç tutarlılık güvenilirlik analizi, Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanarak yapılmıştır. Ölçme aracı olarak geliştirilen testlerin ikinci aşamasının açık uçlu bir yapıda olması ve çoktan seçmeli soru maddesi ile birlikte analiz edilmesi gerekçeleri ile çoktan seçmeli testler için yapılan madde analizi bu testler için yapılamamıştır.

KİKAT'in iki aşamalı bir yapıda olması nedeniyle iki aşamadan elde edilen veriler birlikte puanlanmıştır. Bu tür iki aşamalı testlerin puanlandırılmasında birinci pilot çalışma sonrası öğrenci cevapları incelenmiş ve inceleme sonucu her iki aşamada verilen cevaplar niteliğine göre kategorilere sokulmuştur. Oluşturulan her bir kategoriye sayısal bir değer verilmesinin ardından toplam puanların hesaplanması yoluna gidilmiştir. Bu kategorilerin neler olduğu ve nasıl kodlandığına ilişkin daha ayrıntılı bilgi, KİKAT'ten elde edilen verilerin analizi bölümünde yer almıştır. Her bir kavram testi farklı kimya konu başlıklarından oluştuğundan, her bir konuya yönelik test puanları arasındaki tutarlılık (Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı) ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Geliştirilen bu kavram testlerinden “Buharlaştırma ve Kaynama” konu başlığındaki kavramlarla ilgili testin Cronbach α - güvenilirlik katsayısı 0,77 olarak hesaplanmıştır. “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konu başlığındaki kavramlarla ilgili geliştirilen testlerin Cronbach α - güvenilirlik katsayıları sırası ile; 0,83, 0,71, 0,603, 0,65, 0,80 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 6 ayrı konu başlığının tek bir test olarak düşünüldüğünde 38 maddeden oluşan testin Cronbach α - güvenilirlik katsayısı 0,79 olarak hesaplanmıştır. Bir testin hesaplanan Cronbach alfa katsayısının 0.70 ve daha yukarı bir değerde olması test puanlarının güvenilirliği için yeterli kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2007). Özdamar'a (2004) göre bir ölçeğin Cronbach alfa katsayısının $0.60 \leq \alpha < 0.80$ değerleri arasında olması o ölçeğin büyük ölçüde güvenilir olduğunu gösterir. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda araştırmada kullanılan kavram testlerinin güvenilir olduğu söylenebilir.

Tablo 17'de KİKAT'in madde-toplam istatistikleri verilmiştir. Tablo 17 incelendiğinde KİKAT'te maddelerin her hangi birinin silinmesi halinde testin güvenilirliğinin değişmediği anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle bu maddeler testin güvenilirliğini desteklemektedir. Bu durumda geliştirilen KİKAT'in maddelerinin toplanabilir özellikte olduğu söylenilebilir. Araştırmada geliştirilen ve uygulanan KİKAT'in son hali CD'de Ek 2'de sunulmuştur.

Tablo 17. KİKAT madde-toplam istatistik değerleri

Madde no	Madde silindiğinde ölçüğün ortalaması	Madde silindiğinde ölçüğün varyansı	Düzeltilen madde-toplam korelasyonu	Çoklu korelasyonun karesi	Eğer madde silinirse Cronbach alfa değeri
Madde 1	166,484	1933,148	,298	,571	,785
Madde 2	169,824	1976,896	,279	,426	,786
Madde 3	167,030	1971,301	,185	,468	,790
Madde 4	165,587	1937,516	,359	,477	,783
Madde 5	166,659	1869,685	,467	,590	,777
Madde 6	169,958	1973,144	,286	,446	,786
Madde 7	167,257	1950,881	,298	,342	,785
Madde 8	168,237	1993,162	,157	,406	,791
Madde 9	169,948	1951,404	,352	,542	,783
Madde 10	166,938	1880,809	,434	,444	,779
Madde 11	171,020	1990,083	,282	,380	,786
Madde 12	166,855	1897,062	,414	,486	,780
Madde 13	171,711	1991,770	,298	,428	,786
Madde 14	170,608	1998,637	,265	,457	,787
Madde 15	167,484	1991,044	,174	,435	,790
Madde 16	170,752	2030,292	,081	,306	,793
Madde 17	168,525	1953,877	,274	,337	,786
Madde 18	169,402	2001,097	,168	,582	,790
Madde 19	170,051	1994,216	,179	,348	,790
Madde 20	166,989	1983,406	,210	,450	,788
Madde 21	167,659	1924,602	,344	,472	,783
Madde 22	168,288	1993,562	,148	,439	,792
Madde 23	169,804	2046,888	,012	,321	,796
Madde 24	170,257	1992,922	,199	,516	,789
Madde 25	170,319	1993,116	,213	,441	,788
Madde 26	167,608	1987,178	,182	,392	,790
Madde 27	169,237	1990,787	,212	,414	,788
Madde 28	168,608	1996,199	,165	,459	,790
Madde 29	166,020	1959,250	,310	,380	,785
Madde 30	169,855	1948,958	,340	,528	,784
Madde 31	169,587	2003,266	,167	,388	,790
Madde 32	167,886	1870,852	,490	,560	,776
Madde 33	170,309	1940,237	,326	,577	,784
Madde 34	169,896	1907,510	,371	,623	,782
Madde 35	170,649	1986,230	,301	,512	,786
Madde 36	170,835	1982,556	,299	,499	,786
Madde 37	171,742	1994,672	,269	,537	,787
Madde 38	170,938	1949,788	,378	,552	,783

2.5.3. Araştırmada Kullanılan Tutum Testi

Bu araştırmada kullanılan FBÖTÖ, ilk defa 1973 yılında Moore tarafından geliştirilen ve daha sonra 1997 yılında yine Moore ve Foy tarafından revize edilen, Likert tipi Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği II (STAS-II, Science Teaching Attitude Scale II) öğretmen adaylarının fen bilimleri ve fen öğretimine karşı tutumlarını ölçmek amacıyla

kullanılmıştır. Orijinali İngilizce olan ölçek, Türkmen (1999) tarafından Türkçe'ye tercüme edilmiş ve tekrar Türkçe tercümesinden geri tercüme yapılarak aslı ile karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda içerik olarak Türkçe tercümesi ile İngilizce aslı arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Testin güvenilirliği ve geçerliliği, testi geliştiren araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Ayrıca Türkiye'de ölçeğin tekrar-test (re-test) metoduyla güvenilirliği yapılmış ve 0,79 bulunmuştur (Türkmen, 1999). Ölçme aracı Türkiye'de güvenilirlik çalışması yapılmış olan araştırmacıdan bizzat istenerek çalışmada kullanım izni alınmıştır. Ölçme aracında toplam 60 tane ifade bulunmakta ve bunlardan yarısı fen bilimleri ile, diğer yarısı ise fen öğretimiyle ilgilidir. Tutumları ölçmek için geliştirilen 60 tutum cümlesi kendi arasında 8 tane alt ölçeğe bölünmüştür. Bu alt ölçeklerin 5 tanesi fen bilimleri ile ilgili ve geri kalan 3 tanesi de fen öğretimiyle ilgilidir. Her bir alt ölçek de kendi arasında pozitif ve negatif tutumları ölçmek üzere iki alt guruba (A grubu tutumlar pozitif ve B grubu tutumlar ise negatif olmak üzere) ayrılmaktadır. Öğrencilerden beklenen ise pozitif ifadelerle katılmaları ve negatif ifadelerle katılmamalarıdır. Bunların puanlanması ise olumlu cümleler için 5, 4, 3, 2, 1; olumsuz cümleler için de 1, 2, 3, 4, 5 şeklinde olmuştur. Öğrencilerden her bir ifade için "kesinlikle katılıyorum", "katılıyorum", "kararsızım", "katılmıyorum" ve "kesinlikle katılmıyorum" seçeneklerinden birisini seçmeleri istenmiştir. Araştırmada kullanılan FBÖTÖ, CD'de Ek 3'te sunulmuştur.

2.5.4. Araştırmada Kullanılan Mülakat Sorularının Geliştirilmesi

Mülakatlar, bir bireyin iç dünyasına girerek onun belli bir konu hakkındaki bakış açısını, niyetini, yorumunu ve zihinsel algılar gibi gözlenemeyen durumlarını anlayabilmek için belli bir amaç doğrultusunda o kişi ile görüşme işidir. Yirminci yüzyılın son çeyreğinde mülakatlar, pek çok sosyal bilim alanındaki araştırmalarda etkili bir veri toplama tekniği olarak yerini almıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 119). Çünkü mülakatlar aracılığı ile bir araştırmacı olayların nasıllarını ve nedenlerini sorgulama, karşılaştığı her karanlık noktayı aydınlatabilme imkânına sahip olabilmektedir (Karasar, 2008). Mülakatlar bir araştırmada farklı amaçlar için kullanılabilir. Bunlardan biri yürütülen araştırmanın ana problemine ya da alt problemlerine cevap bulabilmek, çalışmanın amacı hakkında bilgi toplayabilmektir. Mülakatların kullanım amaçlarından bir diğeri ise, diğer

metotlarla elde edilen verilerin güvenilirliğini (üçgenleme) ve geçerliliğini sağlamaktır (Çepni, 2007).

Mülakatlar genel olarak yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış mülakatlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu araştırmada, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle, onların BSB yeterlilikleri hakkında ve deney gruplarındaki öğrencilerle geliştirilen rehber materyallerin uygulanması hakkında detaylı bilgiler elde edebilmek için yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Mülakat soruları geliştirilirken araştırmanın alt problemlerine cevap verebilecek özelliğe sahip olmasına dikkat edilmiştir. Mülakatlarda, 10'u BSB yeterlilikleri ile ve 3'ü kullanılan materyallerin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili olmak üzere toplam 13 soru kullanılmıştır. Başlangıçta 17 soru halinde hazırlanan soruların kapsam geçerliğini sağlamak için, 2'si kimya eğitiminde öğretim üyesi ve 1'i fen eğitiminde araştırma görevlisi olmak üzere toplam 3 alan uzmanının görüşlerinden faydalanılmıştır. Uzmanlar mülakat sorularındaki 2 sorunun benzer şeyleri ifade ettiğini belirtmişlerdir. Bu durumda benzer görülen sorular birleştirmiştir. Örneğin; A6 ile numaralandırılan “Bir deneyin safhalarını düşündüğünüzde sizce hangi adımlarda hangi tür BSB’ler kullanılıyor?” şeklinde yöneltilen soru ile “Laboratuar uygulamalarındaki etkinliklerin BSB’lerinizin gelişimine etkisi hakkında ne düşünüyorsunuz? Hangi çeşit deney etkinliklerinin hangi tür becerilerinizin gelişmesinde etkili olduğunu düşünüyorsunuz?” şeklinde hazırlanan sorular benzer oldukları için bu iki soru birleştirilmiş ve A6 ile numaralandırılan soruya alt soru olarak eklenmiştir (Bkz. Ek 4). Buna benzer olarak B4 ile numaralandırılan “Öğrencilerde BSB’lerin gelişmesine katkı sağlayacak bir aktivite tasarlayabilir misiniz? Yazınız?” şeklinde ifade edilen soru ile “Şuan mesleğinizi yapmaya başladığınızı düşünelim. Kendi öğrencilerinizin BSB’lerini geliştirmeye yönelik nasıl, hangi tür etkinlikleri içeren öğrenme ortamları hazırladınız?” şeklinde hazırlanan sorular da benzer oldukları düşüncesiyle birleştirilmiş ve B4 ile numaralandırılan soruya alt soru olarak eklenmiştir (Bkz. Ek 4). Uzmanların görüşlerinden mülakat sorularının belirlenen alt problemlere cevap verebilecek ve sorularda kullanılan ifadelerin öğrenciler için uygun niteliklere sahip olduğuna karar verilmiştir. Mülakat sorularının pilot çalışması, pilot uygulamalara katılan 5 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Pilot uygulamalarda öğrencilerle görüşmeler sırasında “Kendinizde hangi BSB’lerin diğerlerine göre daha gelişmiş olduğunu düşünüyorsunuz? Neden?” ve “Kendinizde hangi BSB’lerin diğerlerine göre daha az gelişmiş olduğunu düşünüyorsunuz? Neden?” şeklinde sorulan sorulara eleştirel bir şekilde cevap verilmediği gözlemlendiğinden ve öğrencilerde hangi BSB’lerinin gelişip

gelişmediğini B4 numaralı soru ile de anlamının mümkün olduğu düşüncesiyle bu sorular asıl uygulamada kullanılmamıştır. Pilot ve asıl uygulamalardaki mülakatlar süresince elde edilen veriler görüşülen kişilerden izin alınarak, ses kayıt cihazına kayıt edilmiştir. Çalışmada mülakat süresi, mülakatı yapılan kişiye göre, 35 ile 50 dk. aralığında değişmiştir.

Çalışmanın asıl uygulama sürecinde ise öğretim etkinlikleri sonunda deney ve kontrol gruplarından seçilen öğrenciler ile bir kez mülakat yapılmıştır. Mülakatlara BİSBET ön testten-son teste, D1, D2, K1 ve K2 gruplarının her birinden yüksek gelişim gösteren 1'er, orta seviyede gelişim gösteren 1'er ve düşük seviyede gelişim gösteren 1'er olmak üzere toplam 12 öğrenci katılmıştır. Bunun yanı sıra mülakatlara katılacak öğrencilerin belirlenmesinde öğrencilerin mülakat çalışmasına katılmadaki gönüllülüğü, konuşkan ve duygularını rahatça ifade etmeleri de göz önünde bulundurulmuştur. Araştırmada geliştirilen ve kullanılan mülakat soruları CD'de Ek 4'te verilmiştir.

2.5.5. Araştırmada Kullanılan Gözlem Formunun Geliştirilmesi

Gözlem formları yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlem formlarından oluşmaktadır. Bu araştırmada uygulamalar esnasında öğrenme ortamı yarı yapılandırılmış gözlem formları aracılığı ile izlenmiştir. Gözlem verilerinin güvenilirliği bilgilerin, temsil edici bir örneklemeden ve tarafsız bir gözle alınmasına bağlıdır. Bu araştırmada araştırmacı öğretimi gerçekleştiren kişi olduğu için, öğrenme ortamının gözlenmesi işini araştırmadan tamamen bağımsız ikincil bir araştırmacı yapmıştır. Bu nedenle araştırmada katılımsız gözlem tekniği etkili olmuştur. Gözlem verilerini daha ayrıntılı hale getirmek için gözlenen ortam video kayıt cihazı ve fotoğraf yoluyla resmedilmiştir.

Çalışma kapsamında deney gruplarındaki öğrencilerin ve öğretim elemanının deney ve öğretim etkinliklerine katılımlarına ve dersin işlenişine dair bilgi edinebilmek, BSB'yi geliştirmeye ve kavramsal değişim sağlamaya yönelik geliştirilen rehber materyallerin kullanılmasıyla yapılan öğretimin 5E öğretim modelinin öngördüğü şekilde yapılıp yapılmadığını tespit edebilmek için gözlem formu geliştirilmiştir.

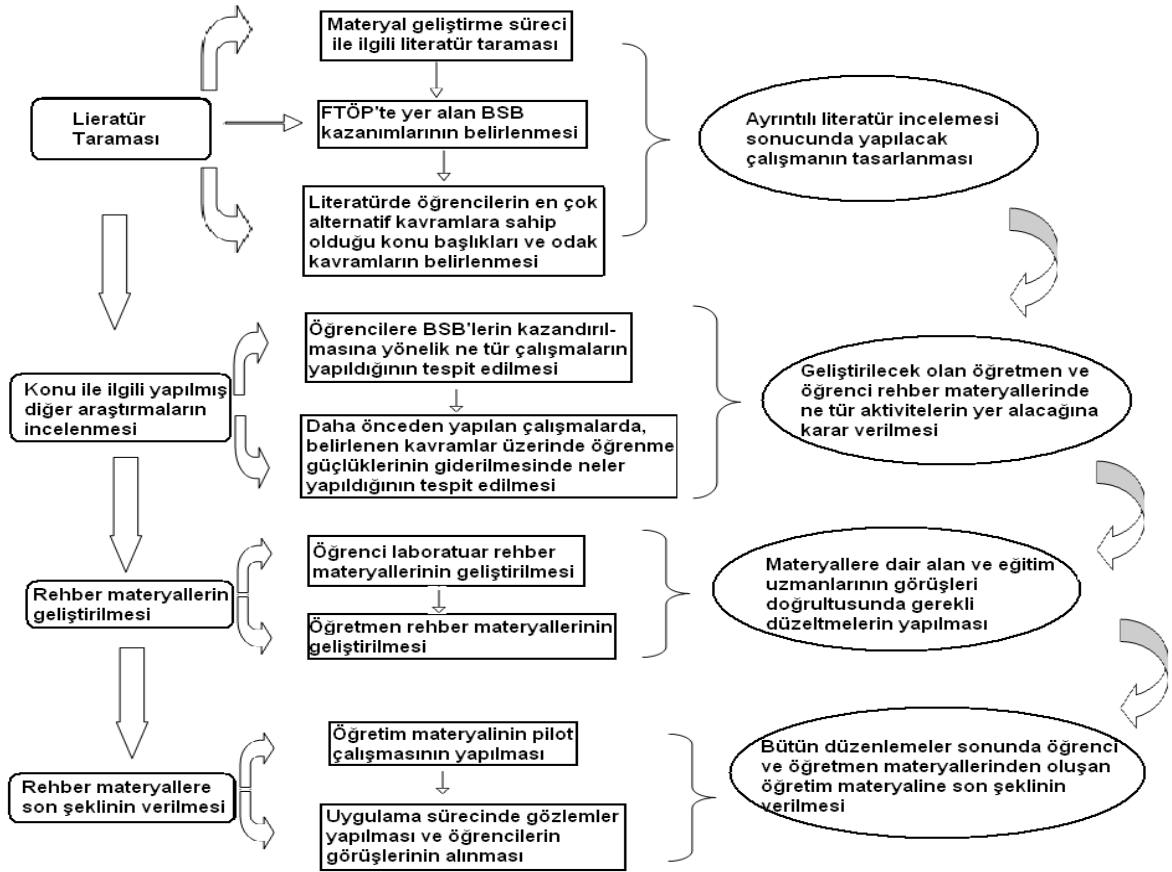
Bu araştırmanın pilot uygulamaları yapılandırılmamış gözleme göre yapılmış fakat uygulamalarda gözlemciyi yönlentecek bir formun olmasının gözlemin kalitesini artıracığı ve çok boyutlu olayların izlenebileceği düşüncesi ile yarı yapılandırılmış gözlem formu

hazırlanmıştır. Pilot uygulamalarda materyaller uygulanırken öğretmenin 5E öğretim modelinin her aşamasında, bu aşamalara uygun olarak öğretimi ne derecede yapıp yapamadığı, öğrencilerin derse katılıma ne derecede teşvik edildiği, öğretmenin değişik öğretim araçlarını ne derecede etkili kullanabildiği, her bir aşamanın uygulanmasının ne kadar zaman aldığı gibi durumlarda ikincil araştırmacı gözlem notları almıştır. Pilot uygulamalarda alınan bu gözlem notları ve materyallerin yapısı değerlendirilerek, 5E öğretim modelinin aşamalarını içeren ölçütler, bu ölçütlere karşılık 3 kategori (Evet, Kısmen, Hayır) ve açıklama bölümlerinden oluşan gözlem çizelgesi hazırlanmıştır. Hazırlanan gözlem formunun kapsam geçerliliği, alanında uzman biri kimya eğitiminde diğeri fen eğitiminde olan toplam 2 uzmanın görüşünden faydalanılarak sağlanmıştır. Araştırmada geliştirilen ve kullanılan gözlem formu CD'de Ek 5'te verilmiştir.

2.6. Araştırmada Kullanılan Rehber Materyallerin Geliştirilmesi

Bir araştırmacının amacına ulaşmasında kullanılan materyallerin niteliği önemli bir unsurdur. Bu araştırmada, öğretmen adaylarının hem BSB'lerini geliştirebilecek hem de onların olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerine katkı sağlayacak bir öğretim materyali geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaca ulaşmada YAÖK'e dayalı, farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline uygun materyaller geliştirilmiştir. Araştırmada kullanılan öğretim materyallerinin geliştirilmesinde izlenen adımlara dair akış şeması Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1'de görüldüğü gibi rehber materyal geliştirme sürecinin başında ilgili alanda literatür taramasının yapılması gelmektedir. Bu basamakta FTÖP'teki BSB kazanımları incelenerek, öğrencilerde geliştirilmesi istenen beceri türlerine karar verilmiştir ve bu becerilerin geliştirilmesinde ne tür etkinliklerin hazırlanabileceği üzerinde durulmuştur. Bunu etkinliklere konu olacak kavramların belirlenmesi işlemi takip etmiştir. Konu belirlenirken ulusal ve uluslararası literatürde, öğrencilerin en çok alternatif kavrama sahip oldukları ve öğrenme güçlüğü yaşadıkları konu başlıkları ve odak kavramlar belirlenmiştir. Bu konu başlıkları, seçilen kavramlar ve yapılan deneylerin isimleri Tablo 18'de sunulmuştur.



Şekil 1. Materyal geliştirme sürecinde izlenen adımlar

Tablo 18. Araştırmada kullanılan rehber materyallerde ele alınan konu başlıkları, odak kavramlar ve yapılan deneylerin isimleri

Konu Başlıkları	Odak Kavramlar	Yapılan Deneylerin İsimleri
Maddenin Yoğun Fazları (Buharlaştırma-Kaynama)	Buharlaştırma, Buhar Basıncı, Buharlaştırma hızı, Kaynama, Kaynama Noktası, Kaynama Noktasına Etki Eden Faktörler	Suyun kaynamasına alçak basıncın etkisi var mıdır?
Asitler ve Bazlar	Asit-baz nötrleşme reaksiyonları, Titrasyon, İndikatör, pH	Asit ile baz arasında gerçekleşen nötrleşme reaksiyonu
Çözünürlük	Çözünme, Çözünürlüğe etki eden faktörler: Çözücü cinsi, Derişim, Sıcaklık, Basınç.	Çözünürlüğe sıcaklığın etkisi
Gaz Yasaları	Basınç- hacim ilişkisi, sıcaklık – hacim ilişkisi, sıcaklık - basınç ilişkisi	Gazların sıcaklığındaki değişimin hacim üzerine etkisi var mıdır?
Kimyasal Reaksiyonlarda Hız	Reaksiyon hızına etki eden faktörler: Sıcaklık, konsantrasyon, Reaktant türü, Katalizör, Katı Yüzey Alanı	Konsantrasyondaki değişim reaksiyon hızına etki eder mi?
Elektrokimyasal Piller	Anot-Katod elektrot, Yükseltgenme-indirgenme potansiyeli, Yarı hücre(yarı pil), Galvanik hücre	Basit bir elektrokimyasal pil yapımı

Araştırmada ele alınacak konu başlıkları ve odak kavramlar belirlendikten sonra bu kavramlarla ilgili literatürde yer alan alternatif kavramlar belirlenmiştir. Belirlenen bu

alternatif kavramların giderilmesine yönelik daha önceden yapılmış kavramsal değişim çalışmaları incelenmiştir. Ayrıca BSB'ye yönelik daha önceden ne tür çalışmaların yapıldığı araştırılmıştır. Bütün bu incelemelerin ardından incelenen çalışmalardan ne ölçüde yararlanılacağı belirlendikten sonra öğrenci ve öğretmen rehber materyallerinde yer alacak etkinliklere karar verilmiştir. Öğrenci materyali hazırlanırken, etkinliklerin öğrenci seviyelerine uygun olmasına, öğrenilen kavramların gerçek hayatla ilişkilendirilmesine, öğrencileri aktif olarak derse katmasına, anlamakta zorluk çekilen mikroskobik olayların anlaşılmasına ve her bir etkinlikte deney olmasına ve bu deneyler aracılığı ile BSB'lerin geliştirilmesine dikkat edilmiştir. Öğrenci materyali içerisinde ÇY, BA, analogiler, KDM, KH ve deney etkinliklerinden faydalanılarak öğretimin çeşitlendirilmesine ve tek düze ders anlatımının ötesine gidilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen öğrenci rehber materyalleri deney gruplarında 6 haftalık bir süreçte uygulanmıştır. Öğrenci rehber materyalinin yanı sıra, bu materyallerin nasıl uygulanacağına dair bilgiler sunan öğretmen rehber materyalleri de hazırlanmıştır. Bu rehber materyaller 3 kimya eğitimcisinin ve bir fen eğitimcisinin görüşlerine sunulmuş ve alınan dönütlere göre materyaller üzerinde bazı düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin başlangıçta materyallerin girme aşamasında, ele alınan konu ve kavramla ilgili öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarıcı öğretim etkinliklerinden sonra keşfetme basamağında yapılacak deneyle ilgili hipotez kurma ve değişkenleri belirleme bölümü yer almaktaydı. Uzmanlar, bu bölümde deneye geçmeden önce öğrencilerin kendi deney tasarımını yapabilecekleri bir bölümün de olmasının deney tasarlama becerisinin gelişimine katkı sağlayabileceği yönünde öneride bulunmuşlardır. Bu öneriler dikkate alınarak bütün materyallerin girme aşamalarının sonuna deneyle ilgili hipotez kurma ve değişkenleri belirleme bölümüne ek olarak deney tasarlama kısımları da eklenmiştir. Uzmanların incelemelerinin sonucunda, materyallerin içerik olarak uygun olduğuna karar verilmiştir. Daha sonra geliştirilen materyallerin işlevlerinin belirlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi için pilot uygulama yapılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen ve kullanılan öğrenci rehber materyallerin son halleri CD'de Ek 6'da, öğretmen rehber materyalleri CD'de Ek 7'de sunulmuştur.

2.6.1. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi

Yapılan literatür incelemesi sonrasında ÇY geliştirme sürecinde takip edilecek adımlar: (a) ÇY aracılığıyla öğretmek istenen kavramların belirlenmesi; (b) Bu

kavramlarla ilgili literatürde rastlanan alternatif kavramlarla uygulamaya katılacak öğrencilerin alternatif kavramlarının belirlenmesi; (c) Öğretilmek istenen kavramları öğrenciye kazandırabilmek ve onların alternatif kavramlarını gidermek için içeriğin düzenlenmesi ve öğrencilerin yapması gerekenlerin belirlenmesi; (d) Uygulamanın bireysel, eşli ve grupta çalışma stratejilerinden hangisiyle yapılacağına karar verilmesi; (e) Hazırlanan etkinliklerin çeşitliliğine, öğrencilerin seviyesine uygunluğuna, bütün öğrencilerin aynı anda katılacağı ortak ve çalışmasını erken tamamlayan öğrenciler için ek etkinliklere karar verilmesi; (f) Hazırlanan ÇY'nin kağıt üzerine aktarılarak uygulamada bulunacak öğrenci sayısına göre çoğaltılması ve bir sınıfta deneme amaçlı uygulanması; (g) Deneme uygulamasının ardından iyi bir zaman ayarlaması yapılarak ÇY'nin her bölümüne gereken zamanın ayrılması; (h) Uygulama sonunda belirlenen eksikliklerin gözden geçirilip yeni bir düzenlemeye gidilmesi şeklinde sıralanabilir (Sands ve Özçelik, 1997; YÖK, 1998; Coştu vd., 2003).

Bu araştırmada, “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramların öğretiminde; 5E öğretim modeline göre hazırlanmış etkinliklerin sunumunda kullanmak üzere, bütün etkinliklerin öğretmen ve öğrenci tarafından belli bir düzen halinde takip edilmesi, öğrencilerin katıldıkları etkinliklerde düşüncelerini, gözlemlerini ve açıklamalarını yazabilmeleri için yukarıda belirtilen hususlar da dikkate alınarak ÇY'ler geliştirilmiştir. Uygulamada kullanılan ÇY'lerin içeriği oluşturulurken üniversitelerde kullanılan yerli ve yabancı fen kitapları, deney kitapları, internet siteleri ve bilim teknik dergilerinden yararlanılmıştır. ÇY'ler hazırlanırken, içerisindeki etkinliklerin ve soruların öğrencilerde dikkat uyandıracak nitelikte olmasına, MEB öğretim programlarında yer alan kazanımlara uygunluğuna, sunulan yönergelerin açık, anlaşılır ve yönlendirici olmasına, öğrencilerin belirli bir düzen çerçevesinde aktiviteleri takip edebilmesine ve ilgili boşluklara görüşlerini yazabilecekleri alan bulundurulmasına özen gösterilmiştir. Geliştirilen ÇY'lerin bu nitelikleri taşıyıp taşımadığını belirlemek için 3 kimya eğitimcisinin ve bir fen eğitimcisinin görüşlerinden faydalanılmıştır.

2.6.2. Kavramsal Değişim Metinlerinin Geliştirilmesi

Yapılan literatür incelemesi sonrasında KDM geliştirme ve uygulama süreçlerinde dikkat edilecek noktalar ve KDM’de olması gereken nitelikler şu şekilde özetlenebilir: (a) KDM’ye öncelikle öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmeyi amaçlayan soru veya sorularla başlanmalıdır. Bu şekilde öğrencilerden verilen durum hakkında tahmin yapmaları istenmektedir. (b) Daha sonra bahsedilen konuyla ilgili yaygın alternatif kavramlar belirtilir. KDM’nin uygulanması sırasında küçük grup tartışmalarının kullanılmasına özen gösterilmeli, öğrenciler kendi bilgileri ile sunulan bilimsel fikirler arasında karşılaştırma yapmak için teşvik edilmeli ve gerekli zaman onlara verilmelidir. Böylece öğrencilere, bilgileri daha derinlemesine sorgulamaları için fırsat verilmiş olunacaktır (Diakidoy vd., 2003). (c) Belirtilen alternatif kavramlı açıklamalarda ifadelerin neden yanlış olduğu açıklanır. Böylece öğrenciler, kendi bilgilerini sorgulayarak, bu bilgilerinin yetersiz olduğunu hisseder ve tatmin edici açıklamalara karşı istek duyar. Ardından konuyla ilgili yeni bilgiler açıklanarak, örnekler verilir ve son olarak deneme çalışması yapılır (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Bu çalışmada yukarıdaki belirtilen hususlar dikkate alınarak “Buharlaştırma ve kaynama”, “Asit-baz nötrleşme reaksiyonları” ve “Elektrokimyasal piller” konularındaki bazı kavramlarla ilgili 3 tane KDM geliştirilmiştir. Geliştirilen KDM’lerin bu nitelikleri taşıyıp taşımadığını belirlemek için 3 kimya öğreticisinin ve bir fen öğreticisinin görüşlerinden faydalanılmıştır. KDM etkinliklerinin giriş kısımlarında literatürden tespit edilen alternatif kavramlar sorular halinde ele alınan konularda öğrencilerin ön bilgilerini hareket geçirmek için onlara yöneltilmiş, bu ifadelerin doğruluğu ile ilgili tahmin yapmaları sağlanmış ve bir tartışma ortamı yaratılmıştır. KDM etkinliğinin devamı niteliğinde, öğrencilerin bilimsel gerçeklerle alternatif kavramlar arasında çelişki yaşamaları ve bu kavramlara karşı öğrenciyi ikna edici ve tatmin edici açıklamaların yapılması için çeşitli BA görüntülerinden ve deneylerden faydalanılmıştır.

2.6.3. Kavram Haritalarının Geliştirilmesi

Yapılan literatür incelemesinden KH geliştirme ve uygulama süreçlerinde dikkat edilecek noktaları ve KH’de olması gereken nitelikleri şu şekilde özetleyebiliriz: (a) En genel ve kapsamlı kavramların, haritada daireler veya kutular içerisine alınması gerekir. Bu şekilde bu kavramlar diğer elemanlardan kolayca ayırt edilebilir. (b) Daha az kapsamlı

kavramlar, çizgiler ve oklarla merkez kavrama bağlanır. Böylece öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri incelemelerine fırsat verilmiş olacaktır. (c) Kavramları birbirleri ile ilişkilendirmek için çizgiler ve bu çizgilerin üzerine kavramlar arasındaki ilişkiyi anlamlı birer önerme haline getirecek bağlantı kelimeleri veya ekler kullanılmalıdır. Buna ek olarak KH'nin farklı kısımlarındaki kavramlar arası ilişkileri göstermek için, bağlantı kelimeleri veya ekler yardımı ile çapraz bağlantılar kurulur (Kaya, 2008). Bu araştırmada yukarıdaki hususlar dikkate alınarak “buharlaştırma ve kaynama” ve “reaksiyon hızına etki eden faktörler” konuları işlenirken ders boyunca öğrencilerin öğrenilen kavramları topluca görüp bu kavramları birbiriyle ilişkilendirmesine yardımcı olması için 2 tane KH geliştirilmiştir. Geliştirilen KH'lerin bu nitelikleri taşıyıp taşımadığını belirlemek için 3 kimya eğitimcisinin ve bir fen eğitimcisinin görüşlerinden faydalanılmıştır. Araştırmacı tarafından kısmen doldurulmuş KH'lerin kullanımıyla, birbiriyle karışan kavramların açıklığa kavuşmasını sağlamak ve sınıfta tartışma ortamı yaratarak etkileşimi arttırmak amaçlanmıştır.

2.6.4. Analogilerin Geliştirilmesi

Bu araştırmada “reaksiyon hızına katalizör ve madde cinsinin etkisi” konusunda kullanılan analogi resimsel analogilerden faydalanılarak geliştirilmiştir. Öğrenciler madde cinsinin ve katalizörün neden ve nasıl reaksiyonu hızlandırdığını açıklama konusunda problem yaşamaktadırlar (Kurt, 2010; İcik, 2003). Bu problemin aşılmasını sağlamak için sıırıyla yüksek atlama analogisinden faydalanılmıştır. İkinci analogide ise gaz yasaları konusunda doğrudan bir şeyin başka bir şeye benzetilmesi şeklinde basit analogiler olarak adlandırılan analogi çeşidinden faydalanılmıştır. Geliştirilen analogilerin işlerliğinin belirlenmesi için 3 kimya eğitimcisi ve bir fen eğitimcisinin görüşlerinden faydalanılmıştır. Geliştirilen bu analogiler ile bilinmeyen, soyut kavramların aşına olunan kavramlar ve materyaller kullanılarak soyutlaştırılmasını sağlamak ve öğrencilerin bilgiyi daha kolay zihinlerinde yapılandırmasını sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca analogiler aracılığıyla öğrencilerin dikkatini derse ve konuya çekmek, kavramların hatırlanmasını kolaylaştırmak ve öğretimi zenginleştirmek de amaçlanmıştır.

2.6.5. Araştırma kapsamında 5E Öğretim Modeline Göre Hazırlanmış Materyaller ve Bu Materyallerden Öğrenci ve Öğretmen Rehber Materyallerine Birer Örnek

Çalışma kapsamında belirlenen her bir konu başlığına yönelik hem BSB'leri hem de kavramsal değişimi hedef alan farklı öğretim yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak materyaller geliştirilmiştir. Geliştirilen materyaller 5E öğretim modelinin farklı aşamalarında kullanılmak üzere ÇY'lerin içerisine adapte edilmiştir.

Birinci aşamaya, bazen öğrencilere bir BA izletilerek, bazen KDM'nin ilk bölümünde alternatif kavram içeren sorular veya günlük hayatla ilişkili sorular yöneltilerek bazen de konu ile ilgili olay veya hikâye okutulmuş başlanmıştır. Bu etkinliklerin hepsinde genel amaç öğrencilere konuya merak duymalarını sağlamak, ön bilgilerini ortaya çıkarmak ve öğrenme ortamlarına katılım sağlamaktır. Girme basamağında bu aktiviteleri, yapılacak deneyle ilişkili bir deney tasarımı yazma, hipotez kurma ve değişkenleri belirleme işlemleri takip etmektedir. Bu aşamada sorulan sorulara öğrencilerden gelen cevapların doğruluğu veya yanlışlığı hakkında bir ipucu verilmemiş ve ileriki aşamalarda doğru cevapların öğrenciler tarafından bulunması sağlanılmaya çalışılmıştır.

İkinci aşamada öğrenciler grup arkadaşlarıyla iş birliği yaparak ÇY'nin deney bölümündeki etkinlikleri yapmaları için yönlendirilmişlerdir. Keşfetme aşamasında yapılan aktivitelerin tamamı öğrenciler tarafından, herhangi bir müdahale olmadan yapılmıştır. Bu aşamada araştırmacı grup aralarında dolaşarak, öğrencilere yaptıkları deneyle, deneyden elde edilen verilerin tablo ve grafiklere kaydedilmesinde nelere dikkat ettikleriyle ve deneyi etkileyebilecek hangi değişkenleri nasıl sabit tuttuklarıyla ilgili çeşitli sorular yöneltilmiş ve grup elemanlarının tartışarak sonuca ulaşmalarını sağlamıştır. Buna ek olarak dikkatlice gözlem ve ölçüm yapmaları, deneyde topladıkları verileri tablo ve grafiklere yerleştirirken en küçük ayrıntılara bile dikkat etmeleri, sorulan bütün sorulara bireysel cevap vermeleri ve ÇY'de verilen boşluklara cevaplarını yazmaları gerektiği konularında yönlendirilmişlerdir. Bu şekilde onların kendi kavramlarının ve becerilerinin gelişmesine fırsat tanınmış, kurdukları hipotezleri test etme ve karşılaştırma olanakları sunulmuştur.

Üçüncü aşamada öğrencilerden öğretilmek istenen kavramlarla ilgili anladıklarını açıkça arkadaşları ile paylaşarak sözlü ya da yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Araştırmacı öğrencilerin açıklamalarına geri bildirim sunarak, onların yanlış ya da yetersiz olan bilgilerinin, bilimsel olarak doğru olanlarla değiştirmelerine fırsat sunacak

açıklamalar, örnekler ve olaylar sunmuştur. Açıklama aşamasında yer yer analogi, KDM, BA, KH, soru cevap ve sunuş tekniklerinden faydalanılmıştır.

Geliştirilen rehber materyallerinin dördüncü aşamasında öğrencilerin daha önceki aşamalarda edindikleri yeni bilgi ve deneyimleri, farklı olaylara ve günlük hayattaki problemlere uygulayabilmelerini sağlamak için onlara öğrenme gereksinimi hissettirecek türden günlük hayattan problem durumları ya da sorular yöneltilmiştir ve onlardan düşüncelerini verilen boşluklara yazmaları istenmiştir. Bu sorularda diğer arkadaşları ile görüşlerini paylaşmaları sağlanarak problemlere çözüm yolları bulmaları ve yeni kazanılan bilgilerin günlük hayatta uygulama alanı olan yeni durumlara genişletilmesi sağlanılmıştır. Yine bu aşamada yer yer farklı öğretim yöntem ve tekniklerinden faydalanılmıştır.

Rehber materyallerin beşinci aşamasında ise öğrencilerin daha önceki aşamalarda öğrendiklerinin, yeni kavram ve beceri öğrenmede kendi gelişimlerinin değerlendirilmesine imkân tanıyacak türden etkinliklere yer verilmiştir. Bu amaçla açık uçlu, doğru yanlış türü soruların yanı sıra, tanılayıcı dallanmış ağaç ve KH gibi tekniklerden de zaman zaman faydalanılmıştır.

Araştırma kapsamında ele alınan konu ve kavramlar için geliştirilen öğretim materyalleri, materyallerin geliştirilme amaçları ve 5E öğretim modelinin hangi aşamasında sırayla nelerin kullanıldığı Tablo 19’da özetlenmiştir.

Tablo 19. Araştırma kapsamında ele alınan konularda geliştirilen öğretim materyalleri, kullanım amaçları ve bu materyallerin 5E öğretim modelinin hangi aşamalarında kullanıldığı

K	Öğretim Materyalleri	Kullanım Amaçları	5E ÖMA
Buharlaştırma ve kaynama	KDM, BA, KH ve deney ile desteklenmiş “Buharlaştırma ve kaynama” isimli ÇY (Ek 6.1)	Kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak ve öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurarak olumlu kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak.	1-5
	KDM (Ek 6.2)	KDM etkinliğinin giriş kısmında verilen ifadelerin doğruluğu ya da yanlışlığı için öğrencilerin tahminlerini almak ve bu şekilde onların buharlaştırma ve kaynama konusundaki ön bilgilerini ve alternatif kavramlarını ortaya çıkarmak. KDM etkinliğinin devamında, öğrencilerin bilimsel gerçeklerle alternatif kavramlar arasında çelişki yaşamasını ve bu kavramlara karşı öğrenciyi ikna edici ve tatmin edici açıklamaların yapılmasını sağlamak.	1, 3
	BSB basamaklarına vurgu yapan “Suyun kaynamasına alçak basıncın etkisi var mıdır?” isimli deney	Laboratuvar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını ve onların deney yaparak basınç ile kaynama noktasının nasıl değiştiğini gözlemlemelerini sağlamak. Ayrıca öğrencilerin birçok BSB basamaklarına vurgu yapan etkinliklerle bu becerilerin geliştirilmesine yardımcı olmak.	1, 2

Tablo 19'un devamı

	KH (Ek 7.1.3)	KH üzerindeki boşlukların yapılan tartışmalar sonucunda doldurulmasıyla öğrencilerin, ele alınan konuda geçen kavramların birbiriyle ve diğer başka kavramlarla ilişki durumlarını bir arada görmelerini sağlamak.	4
	ÇY'nin sonundaki sorular (Ek 6.1)	Buharlaştırma ve kaynama ile ilgili kavramları değerlendirme soruları üzerinde uygulamak.	5
Asit-baz nötrleşme reaksiyonları	KDM ve deney ile desteklenmiş "Asit-baz nötrleşme reaksiyonları" isimli ÇY (Ek 6.3)	Kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını ve etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak ve öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurarak olumlu kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak.	1-5
	BSB basamaklarına vurgu yapan "Asit-baz titrasyon işlemi" isimli deney	Laboratuvar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını ve onların deney yaparak HCl-NaOH miktarlarıyla pH arasındaki ilişkiyi somut olarak görmelerini sağlamak. Ayrıca onların bu süreçte deney tasarlama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, gözlem yapma gibi daha birçok BSB'lerini geliştirmek.	1,2
	KDM (Ek 6.4)	Öğrencilerin nötrleşme, nötr çözelti, indikatör ve pH gibi kavramlarda bilimsel gerçeklerle alternatif kavramlar arasında çelişki yaşamasını sağlamak ve öğrenmeye merak duymasını sağlamak. Bunun yanı sıra onların alternatif kavramlarının farkına vararak bu kavramlarını doğru bilgilerle değiştirmek.	3
	Konuyu günlük hayata taşımaya yönelik ÇY'deki sorular (Ek 6.3)	Sınıf tartışmaları neticesinde derste öğrenilen konuların günlük hayatta nerede, nasıl kullanılacağına farkına vardırarak ve bu kavramları günlük yaşamımızdan örnekler verdirerek özümsetmek.	4,5
Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler	BA ve deney ile desteklenmiş "Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler" isimli ÇY (Ek 6.5)	Kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak, öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurarak olumlu kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak ve onları yönlendirmek.	1-5
	BA (Çözünme Olayı ile ilgili Animasyon (Ek 7 Şekil 2))	Öğrencilerin konuya ilgisini çekmek, onların çözünme olayını zihninde nasıl resmettiklerini anlamak ve bu konudaki ön bilgi ve alternatif kavramlarını ortaya çıkarmak.	1
	BSB basamaklarına vurgu yapan "Çözünürlüğe Sıcaklığın Etkisi" isimli deney	Laboratuvar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını sağlamak ve onların deney yaparak sıcaklık ile çözünürlük arasındaki ilişkiyi somut olarak görmelerini sağlamak. Ayrıca onların deney süresince deney tasarlama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme gibi daha birçok BSB'lerini geliştirmek.	1,2
	BA (Gazlarda çözünürlük-basınç ilişkisi Animasyonu (Ek 7 Şekil 3))	BA'lar ile basınç-çözünürlük arasındaki ilişkiyi görselleştirmek ve somutlaştırmak. Basınç arttıkça sıvıda çözünen gaz molekül sayısının artışına dikkat çekmek ve öğretimi zenginleştirmek.	3
	Konunun günlük hayatta kullanımıyla ilgili ÇY'deki soru ve örnekler (Ek 6.5)	Konuyu günlük yaşamla ilişkilendirmek, hatırlamayı kolaylaştırmak ve sürecin değerlendirilmesini sağlamak. Aynı zamanda öğrencilerin derste öğrendikleri konuların günlük yaşamda birçok uygulama alanının olduğunu farkına vardırarak.	3-5
Gaz yasaları	BA, analogi ve deney ile desteklenmiş "Gaz yasaları" isimli ÇY (Ek 6.6)	Kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunmak, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını ve öğrencilerin olumlu kavramsal değişim gerçekleştirmesini sağlamak.	1-5
	BSB basamaklarına vurgu yapan "Gazların sıcaklığındaki değişimin hacim üzerine etkisi var mıdır?" isimli deney	Laboratuvar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını sağlamak ve onların deney yaparak gazların hacminin sıcaklıktan nasıl etkilendiğini somut olarak görmelerini sağlamak. Ayrıca onların deney süresince deney tasarlama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, gözlem, ölçüm ve deney yapma, veri kaydetme, grafik çizme gibi daha birçok BSB'lerini geliştirmek.	1,2

Tablo 19'un devamı

Gaz yasaları	ÇY'deki analogi (Ek 6.6)	Gazlarda basınç, sıcaklık, hacim gibi soyut kavramların aşına olunan nesnelere benzetilerek hatırlanmasını kolaylaştırmak ve dikkat çekmek.	3
	BA (Gaz yasaları ile ilgili animasyon (Ek 7 Şekil 4))	Gazlarda basınç, hacim, sıcaklık ve mol sayısı kavramları arasındaki ilişkilerin karşılaştırılarak bu olayların içsel boyutunu irdelemek ve kısa zamanda birden fazla kavramla ilgili deneyim ortamı sunmak.	3
	Gaz yasalarını günlük hayata uyaratabilecek ÇY'deki soru ve örnekler (Ek 6.6)	Günlük hayatta karşılaştığımız birçok teknolojik tasarımda gaz yasalarından esinlendiğini fark ettirmek ve konunun günlük hayatla ilişkisini kurdurmak.	3-5
Reaksiyon hızına etki eden faktörler	BA, KH, analogi ve deney ile desteklenmiş "Reaksiyon hızlarına etki eden faktörler" isimli ÇY (Ek 6.7)	Kavram öğretimi sırasında yapılacak aktivitelerin bütün işlem basamaklarının organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak ve öğrencilerin olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak ve onları yönlendirmek.	1-5
	BSB basamaklarına vurgu yapan "Derişim reaksiyon hızına etki eder mi?" isimli deney	Laboratuar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını sağlamak ve derişimin reaksiyon süresini etkilediğini deney yaparak görmelerini sağlamak. Ayrıca onların deney süresince deney tasarlama, deney yapma, veri kaydetme, grafik çizme gibi daha birçok BSB'lerini geliştirmek.	1,2
	BA (Derişim, sıcaklık, yüzey alanı-reaksiyon hızı ilişkilerine yönelik animasyon (Ek 7 Şekil 5))	Öğrencilerin açıklamalarına geri bildirim sunmak, onların yanlış ya da yetersiz olan bilgilerinin, bilimsel olarak doğru olanlarla değiştirmelerine fırsat sunmak ve gözlemlenemeyen olay ve süreçlerin görselleştirilmesini sağlamak.	3
	KH (Ek 6.8)	KH üzerindeki boşlukların yapılan tartışmalar sonucunda doldurulmasıyla öğrencilerin, reaksiyon hızının hangi kavramlarla nasıl ilişkili olduğunu bir arada görmeleri sağlamak.	3,5
	Sırıkla yüksek atlama analogisi (Ek 6.9)	Reaksiyon hızına katalizör ve madde cinsinin nasıl etki ettiğinin daha iyi anlaşılması ve daha kolay hatırlanmasını sağlamak. Ayrıca öğrencilerin bu kavramlarla ilgili alternatif kavramlarını çürütmek.	4
Elektrokimyasal piller	BA, KDM ve deney ile desteklenmiş "Elektrokimyasal piller" isimli ÇY (Ek 6.10)	Yapılacak aktivitelerin organize bir şekilde ve bir bütünlük içinde sunulmasını, etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasını sağlamak, öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurarak olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmesini kolaylaştırmak ve onları yönlendirmek.	1-5
	BSB basamaklarına vurgu yapan "Basit bir elektrokimyasal pil yapımı" isimli deney	Laboratuar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarını sağlamak ve basit bir pil yapmalarını sağlamak. Ayrıca onların deney süresince deney tasarlama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, gözlem, ölçüm ve deney yapma, veri kaydetme, grafik çizme gibi daha birçok BSB'lerini geliştirmek.	1,2
	KDM (Ek 6.11)	Öğrencilerin anot, katot, elektronların yönü gibi kavramlarda alternatif kavramlarının farkına varmalarını sağlamak ve bu kavramlarını bilimsel kabul gören doğru bilgilerle değiştirmek.	3
	BA (Elektrokimyasal pilin çalışma prensibiyle ilgili animasyon (Ek 7 Şekil 6))	Öğrencilerin elektrokimyasal pil ve kuru pil devrelerinde kimyasal enerjiden elektrik enerjisi elde edilme sürecini, gerçekleşen olayları, hareketli olarak moleküler düzeyde gösterimini sağlamak. Öğrencilerin gözlenemeyen bu süreçler için anlamalarını kolaylaştırmak ve alternatif kavramlarını düzeltmek.	3,4
	ÇY'deki sorular ve tanılayıcı dallanmış ağaç (Ek 6.10)	İlgili kavramlar hakkında yaygın alternatif kavramlara ve bilimsel doğru bilgilere yer verilen etkinlikte öğrencilerin kendilerince doğru olduğunu düşündükleri çıkış kapısına ulaşmalarını sağlamak ve bunları sınıfta tartışmak.	5

K: Konular, 5E ÖMA: 5E Öğretim Modelinin Aşamaları, 1: Girme Aşaması, 2: Keşfetme Aşaması, 3: Açıklama Aşaması, 4: Derinleştirme Aşaması, 5: Değerlendirme Aşaması

Tablo 19'dan da görüldüğü gibi bu araştırma kapsamında ele alınan konu ve kavramlara yönelik geliştirilen materyallerde birçok kavramsal değişim yöntemi, 5E öğretim modelinin farklı aşamalarına adapte edilerek kullanılmıştır. Araştırmada BA, KDM, deney, analogi ve KH, ÇY'deki sorularla desteklenerek öğrencilerde olumlu yönde kavramsal değişim ve BSB gelişimi sağlanılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde uygulamalara istekli ve aktif katılan öğrencilerin BSB'lerinin gelişmesi ve alternatif kavramlarının giderilmesi beklenmektedir. Bu materyallerin uygulandığı laboratuvar ortamından kesitler Şekil 2'de görülmektedir.

Geliştirilen öğrenci rehber materyallerinden biri olan “Reaksiyon hızlarına etki eden faktörler” isimli etkinliğin aşamaları ve bu aşamalarda hangi öğretim yöntem ve tekniğinin kullanıldığı aşağıda örnek olarak sunulmuştur:

Şekil 3'te verilen etkinliğin birinci aşaması; reaksiyon hızına etki eden faktörler konusu ile ilgili günlük hayattan örneklemelerden oluşan sorular, deney tasarlama, hipotez kurma ve değişkenleri belirleme becerilerinin kazandırılmasına yönelik kısımlardan oluşmaktadır. Sorulan sorularla, onların öğrenme ortamına ne tür alternatif kavramlarla geldikleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu sorularla birlikte, günlük hayatta meydana gelen reaksiyon olayları ve gerçekleşme süreleri hakkında bir tartışma ortamı yaratılarak öğrencilere fikirlerini açıkça ifade edebilme fırsatı sunulmaktadır. A bölümünde öğrencilerden kimyasal reaksiyon hızına sıcaklığın etki ettiğini test etmek için bir deney tasarımları, B bölümünde ise tasarladıkları deneye yönelik doğru hipotez cümle/cümleleri kurmaları ve deneyin gidişatını etkileyecek değişkenleri belirlemeleri beklenmektedir.

Şekil 4'te verilen etkinliğin ikinci aşamasında, öğrencilerin “konsantrasyondaki değişim reaksiyon hızına etki eder mi?” isimli deneyi yapmaları sağlanmıştır. Bu etkinlik ile öğrencilerden verilen malzemeleri kullanarak ve grup arkadaşları ile iş birliği içerisinde deney düzeneğini kurmaları, deney yapmaları, deneye ilişkin gözlem ve ölçüm yapmaları, veri toplamaları, topladıkları verilerden veri tablosu ve grafik oluşturmaları, grafik yorumlayarak deneye ilişkin sonuç çıkarmaları ve kurdukları hipotezi test etmeleri beklenmektedir.



Şekil 2. Asıl uygulamaların yapıldığı öğrenme ortamlarından kesitler

REAKSİYON HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Bir tohumun, filizlenerek yaprak açmasına ve bu yaprakların sararıp düşmesine kadar geçen aşamaları düşündüğümüz zaman, meydana gelen olayların çeşitliliğine hayret etmemek içten değildir. Üzerinde yaşadığımız dünya her ne kadar değişmiyor gibi gözükse de, özellikle güneş ışınlarının yoğunlaşmasıyla birlikte saniyede milyarlarca reaksiyon gerçekleşmektedir. Mutfak tüpündeki gazın yanması reaksiyonu kısa bir süre, meyvenin çürümesi veya ekmeğin küflenmesi günler, demirin paslanması ise uzun süre almaktadır. Eğer bu işlemlerin hepsi bir tür reaksiyon ise neden bu reaksiyonların gerçekleşme süreleri birbirinden farklıdır?



1. Hangi koşullar ve metotlar kolay bozulabilir yiyeceklerin bozunma hızını yavaşlatmada kullanılabilir?
2. Çiftçiler mahsullerinin büyümesini nasıl hızlandırabiliyorlar?
3. Vücudumuzda meydana gelen milyonlarca reaksiyon vardır. Acaba bu reaksiyonların etkileşim süreleri nelere bağlı olarak değişiyor?
4. Bir kimyasal reaksiyonu hızlandırmak veya yavaşlatmak elimizde midir? Neleri değiştirirsek bir kimyasal dönüşümün hızı da değişir?



A. Sevgili öğretmen adayları, yapacağınız etkinlikler sonunda bu sorulara cevap bulacaksınız. Bunun için aşağıda verilen yönergeleri dikkatlice takip ederek sorulara cevap bulmaya çalışınız.

Basit araç-gereçlerle sıcaklığın kimyasal reaksiyonun hızına etkisini test etmek isteseydiniz nasıl bir deney tasarlardınız? Tasarlayacağınız deneyin bütün ayrıntılarını, nasıl yapacağınızı boşluklara yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



B Tasarladığınız deneye yönelik olarak aşağıdaki yönergeleri, verilen etkinlikleri de yaparak dikkatli bir şekilde takip ediniz.

a) Bu deneyde yazılabilecek hipotez(ler) neler olabilir?
1. Hipotez:
2. Hipotez:
3. Hipotez:
b) Tasarladığınız deneye ilişkin olarak değişkenler neler olabilir?
Deneyinizi etkileyen bütün değişkenler nelerdir?
Bağımlı Değişken (Cevap veren değişken-Sonuç):
Bağımsız Değişken (Değiştirilen değişken-Sebebi):
Kontrol Edilen (Sabit tutulan) Değişkenler :

Şekil 3. Reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda öğrenci etkinliğinin birinci (girme) aşaması

Şekil 5 ve Şekil 6’da verilen öğrenci etkinliklerinin üçüncü aşamasında ise kimyasal reaksiyonlarda hız, reaksiyon hızına derişim, sıcaklık ve temas yüzeyinin etkisi kavramları üzerinde tartışmalar yapıldıktan sonra öğrencilerin açıklamalarına geri bildirim sunmak ve onların yanlış ya da yetersiz olan bilgilerinin, bilimsel olarak doğru olanlarla değiştirmelerine fırsat sunmak için BA’lardan ve KH’den faydalanılmıştır. Türkçe’ye çevirisi yapılarak araştırmada kullanılan BA’lar internet sitelerinden (URL-8, 2009; URL-9, 2009; URL-10, 2009; URL-11, 2009; URL-12, 2009; URL-13, 2009; URL-14, 2009) hazır olarak alınmıştır. Reaksiyon hızına etki eden faktörlerle ilgili kullanılan BA’lardan örnek ekran görüntüleri Şekil 5’te verilmiştir. Öğrencilere gösterilen BA’lardan ve yapılan tartışmalardan sonra öğrencilerin ön bilgileri ile yeni öğrendikleri bilgiler arasında ilişki kurmalarına yardımcı olmak için araştırmacı tarafından geliştirilen KH’deki boş alanlar öğrencilerle birlikte doldurulmuştur (Şekil 6). En sonunda doldurulmuş KH’nin (Ek 7.5.2) son hali öğrencilere gösterilerek kendilerinininki ile karşılaştırma yapmaları sağlanmıştır.


Öğrenci etkinliğinin dördüncü aşamasında (Şekil 7), reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda daha önceki aşamalarda öğrendiklerinden farklı olan reaksiyon hızına katalizör ve madde cinsinin nasıl etki ettiğinin daha iyi anlaşılması ve daha kolay hatırlanmasını sağlamak amacıyla sırkla yüksek atlama analogisinden faydalanılmıştır. Analoji metni okunduktan sonra öğrencilerden analogi ile konu arasında ilişkilendirme yapmaları istenmektedir. Bunun için öğrencilerden, onlara boş olarak verilen analogi haritasını doldurmaları beklenmektedir. En sonunda doldurulmuş bir analogi haritası (Ek 7.5.3) gösterilerek kendilerinininki ile karşılaştırma yapmaları sağlanmıştır. Deney gruplarında kullanılan sırkla yüksek atlama analogisiyle, öğrencilerden katalizörlerin reaksiyonların hızını çarpışma sayısını arttırdığı için değil aktivasyon enerjisini düşürdüğü için arttırır şeklinde olumlu yönde alternatif kavramlarını değiştirmeleri ve bu bilgiyi rahatlıkla hatırlamaları beklenmektedir.

Şekil 8’de verilen öğrenci etkinliğinin son aşamasında, kendimizi değerlendirelim bölümünde yer alan kavramları kullanarak öğrencilerden kendi KH’lerini çizmeleri istenir. Öğrencilere KH’nin nasıl geliştirildiğı ile ilgili olarak daha önceden bilgilendirme çalışmaları yapılmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, açıklama aşamasında kullanılan KH’ye benzer olarak, onlara verilen kavramları kullanarak, konuyu kendilerinin zihinlerinde yapılandırdığı şekliyle bir şema üzerinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Deneyin adı: Konsantrasyondaki değişim reaksiyon hızına etki eder mi?

Deneyin amacı: Reaksiyona giren çözeltilerden birinin konsantrasyonunun değiştirilmesi ile reaksiyonun hızındaki değişimi incelemek.

Deney için gerekli malzemeler ve kimyasallar:
0,1M KIO_3 , 0,02M $NaHSO_3$, deney tüpü, mezür, beher, erlenmayer, kronometre, termometre, ispirto ocağı, anyant tel, üç ayak, taze hazırlanmış nişasta çözeltisi. (0,02 M $NaHSO_3$ (1,26 g Na_2SO_3 + 0,82 mL Derişik HCl / 500 mL))

 (Sevgili öğretmen adayları, laboratuvar sorumlusu tarafından size verilen malzemeleri kullanarak ve grup arkadaşlarınız ile tartışarak şekli verilen deney düzenliğini kurunuz).

Deneyin yapılışı:


- Bir deney tüpüne 0,1 M KIO_3 çözeltilisinden 10 ml mezürle ölçerek aktarın (Tüp no:1). Mezürü temizledikten sonra 10 ml 0,02 M $NaHSO_3$ çözeltilisini ölçerek diğer bir deney tüpüne alın ve üzerine 1 ml nişasta çözeltisi ilave edin (Tüp no:2).
- Bu iki tüpteki çözeltilerin sıcaklıklarının eşit olması için oda sıcaklığında su ile doldurulmuş beherde bir süre bekletiniz. 1. tüpteki çözeltiyi 2. tüpteki çözeltinin üzerine (iki çözeltinin karıştığı ilk anda kronometreyi çalıştırın) sonra iyice karışmalarını sağlamak için ikisini birden bir tüpe bir öbür tüpe çabuk-çabuk üç defa boşaltınız.
- Oluşan yeni çözeltiyi dikkatle gözleyin. Mavi renk* meydana geldiği anda kronometreyi durdurunuz.
- Zamanı kaydedin.

*: İyot molekülleri çözeltilde bulunan nişasta indikatörü ile birleşerek mavi renkli bir madde meydana getirir.

5. Aynı işlemleri KIO_3 çözeltilisini aşağıdaki şekil de seyrelterek tekrarlayın.


1 Nolu tüp		2 Nolu tüp	
8 ml KIO_3 çözeltisi + 2 ml saf su	Vtop: 10ml	10 ml 0,02 M $NaHSO_3$ + 1 ml nişasta çözeltileri	
6 ml KIO_3 çözeltisi + 4 ml saf su	Vtop: 10ml	10 ml 0,02 M $NaHSO_3$ + 1 ml nişasta çözeltileri	
4 ml KIO_3 çözeltisi + 6 ml saf su	Vtop: 10ml	10 ml 0,02 M $NaHSO_3$ + 1 ml nişasta çözeltileri	

Not: Seyreltiğiniz KIO_3 çözeltilerinin her birinin son hacminin 10ml olmasına dikkat ediniz! Burada $NaHSO_3$ konsantrasyonu sabit tutulmaktadır.

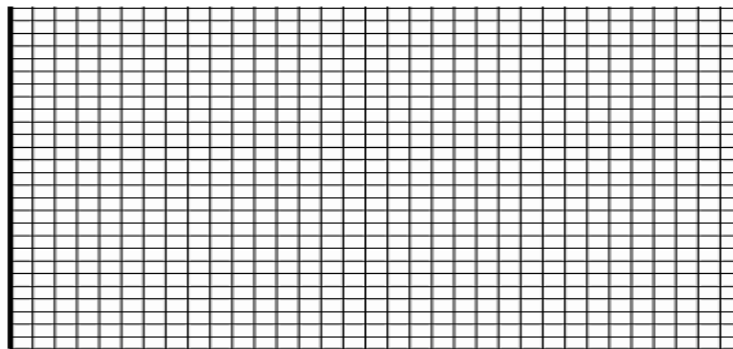
C. Deneyde meydana gelen olaylar için KIO_3 miktarına karşılık reaksiyon süresini gösteren bir veri tablosu oluşturunuz ve tabloya en uygun başlığı yazmayı ihmal etmeyiniz. 


Tablo 1:


Denemeler	KIO_3 miktarı ()	$NaHSO_3$ miktarı ()	Reaksiyon Süresi ()
1			
2			
3			
4			

D. Tablodaki verileri kullanarak; a) KIO_3 miktarına karşılık (konsantrasyon)-Reaksiyon süresini gösteren bir grafik çizin ve grafiğe uygun bir başlık yazınız. 

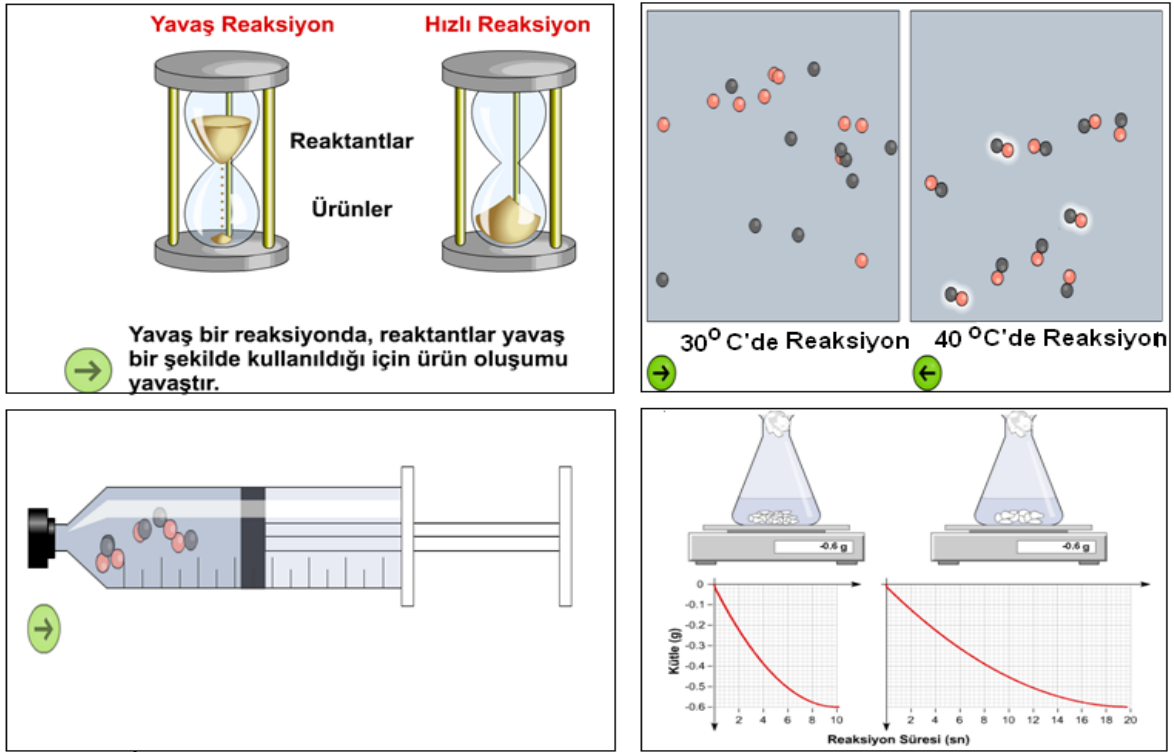
Grafik 1:



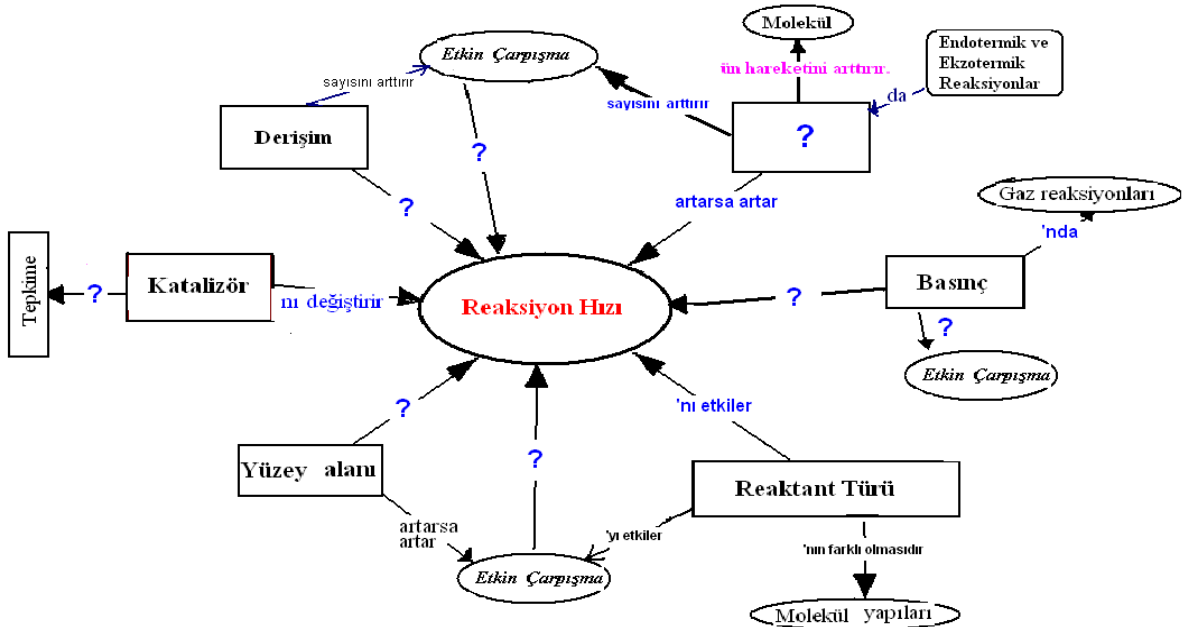
E. Çizdiğiniz grafikten yola çıkarak deneye ilişkin hangi genel sonuca/lara ulaşabilirsiniz? 

Başlangıçta kurduğunuz hipotez/hipotezlerle elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız. 

Şekil 4. Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin ikinci (keşfetme) aşaması



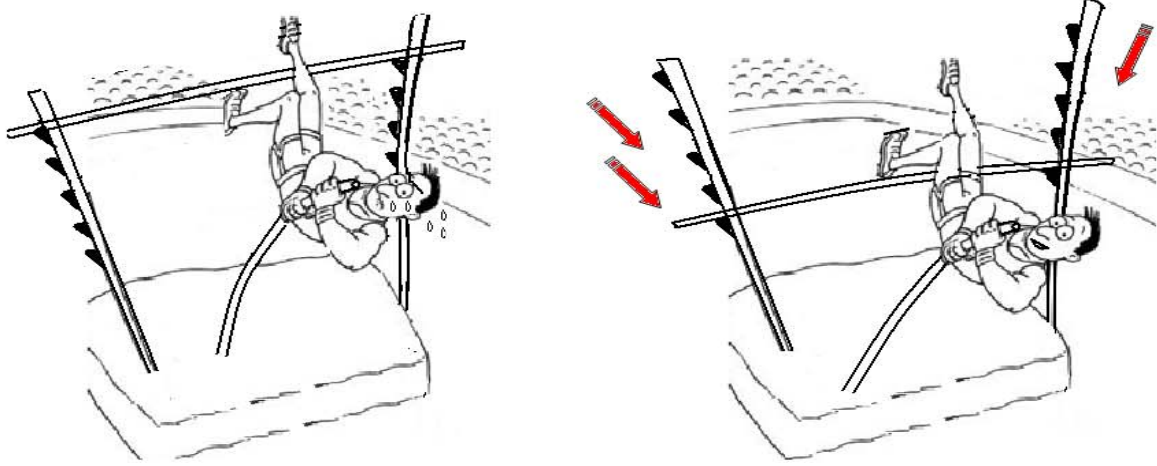
Şekil 5. Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin üçüncü (açıklama) aşamasında kullanılan animasyonlardan örnek ekran görüntüleri



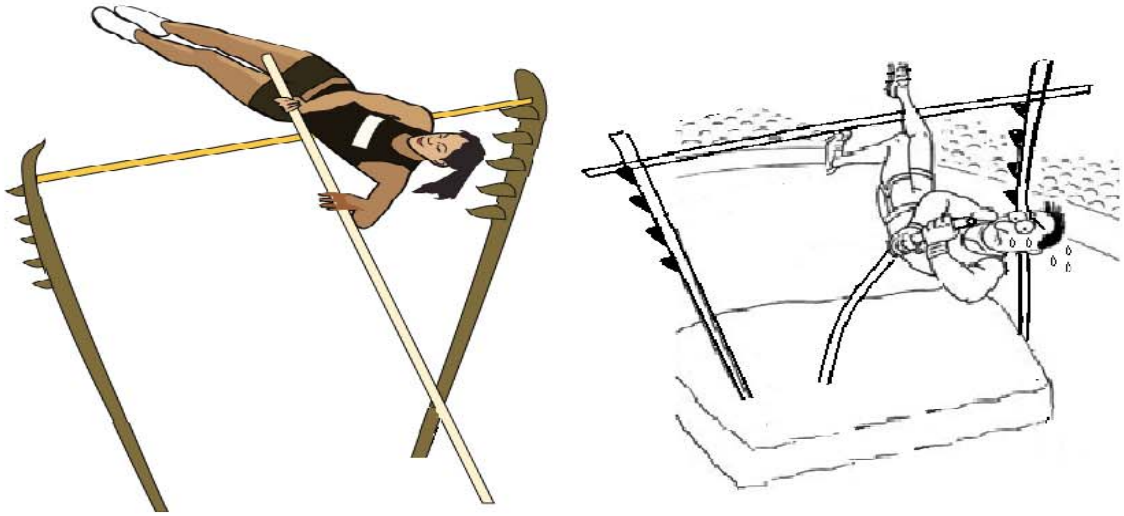
Şekil 6. Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin üçüncü (açıklama) aşamasında kullanılan kavram haritası

G. Sırıkla yüksek atlama analojisi etkinliğinde metni okuduktan sonra analogi ile konu arasında benzerlik ve farklılıkların neler olabileceğini düşünerek, bunları analogi haritasına verilen örneğe benzer olarak yazınız.

SIRIKLA YÜKSEK ATLAMA ANALOJİSİ



Üstteki karikatürde sıırıkla yüksek atlama yapmayı isteyen adam kendi boyuna kıyasla oldukça yüksek bir çubukun üzerinden diğer tarafa geçmeyi deniyor. Bu konuda oldukça deneyimsiz olan adam birçok kez deneme yaparak, oldukça fazla zaman harcıyor ve güç bela engeli aşabiliyor (soldaki). Adamın haline acıyan görevliler çubuk engelini daha alçak bir noktaya yerleştiriyorlar. Bu durumda adam rahatça karşı tarafa geçebiliyor. Yani aşılması gereken engel indiği için adamın karşı tarafa geçmesi kolay oluyor.



Üstteki şekilde ise sıırıkla atlamamın tekniklerini bilen bir sporcunun kendi boyundan kat kat yüksek bir mesafeyi sıırıkla atlayarak karşı tarafa rahatça geçebildiğini görüyorsunuz. Yani sporcu diğer adama (sağdaki) göre aşılması gereken engeli daha rahat ve daha kısa sürede geçebiliyor

ANALOJİ HARİTASI

Benzeyen	Benzetilir/ Benzetilmez	Benzetilen	Açıklama
Çubuk engelinin yüksekliği	Benzetilir	Aktivasyon enerjisinin yüksekliğine	Çubuk engelini kolayca geçilmesi olayı reaksiyon hızına benzetilebilir.

Şekil 7. Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin dördüncü (derinleştirme) aşaması

H. Kendimizi Değerlendirelim!

Aşağıda size verilen kavramları kullanarak ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri de göstererek verilen boşluğa bir kavram haritası çiziniz.

Kullanacağımız Kavramlar:

Reaksiyon hızı, Derişim, Madde Türü, Sıcaklık, Katalizör, Madde miktarı, Karıştırma, Yüzey alanı, Etkin çarpışma, Molekül, Ekzotermik, Endotermik reaksiyon

Şekil 8. Reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili öğrenci etkinliğinin beşinci (değerlendirme) aşaması

Yukarıda aşamaları verilen “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” isimli örnek etkinliğin kullanılmasında ders öğretmenine yardımcı olacak kılavuz niteliği de taşıyan örnek bir öğretmen rehber materyali Tablo 20’de sunulmuştur. Buna ek olarak öğrenci rehber materyalinde öğrencilere doldurmaları için boş olarak verilen öğretmen rehber materyalindeki analogi haritası da Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 20. “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” etkinliğinin kullanımına yönelik öğretmen rehber materyali

Dersin Adı	Genel Kimya
Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. Sınıf
Ünitenin Adı	KİMYASAL REAKSİYONLARDA HIZ
Konu	Reaksiyon Hızını Etkileyen Faktörler
Önerilen Süre	2 ders saati
Öğrenci Kazanımları	1. Reaksiyon hızına sıcaklığının ve derişimin nasıl ve neden etkilediğini açıklayabilme. 2. Katalizörlerin etki mekanizmasını aktivasyon enerjisi ile ilişkilendirebilme. 3. Reaktantların türünün reaksiyon hızına etkisini açıklayabilme. 4. Reaksiyon hızını etkileyen faktörlerin neler olduğunu örnekler vererek açıklayabilme.
Ünite kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Kimyasal Reaksiyonlarda Hız, Sıcaklık, Derişim, Reaktant türü, Katalizör, Katı Yüzey Alanı.
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	5 aşamalı yapısalıcı öğretim modeli, deney, grup çalışması, tartışma, soru-cevap.
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	ÇY, Analogi, KH, BA, Deney- Deney için (0,1M KIO ₃ , 0,02M NaHSO ₃ , deney tüpü, mezür, beher, erlen, kronometre, termometre, ispirto ocağı, amyant tel, üç ayak, taze hazırlanmış nişasta çözeltisi).
1. Girme Aşaması (Engage):	ÇY’nin ilk sayfasındaki giriş paragrafı öğrencilere okutulur, ardında yer alan sorular önceki bilgi ve deneyimlerini kullanarak düşüncelerini ifade etmelerini sağlamak için öğrencilere yöneltilir ve onların ön bilgileri alınır. Sorulara cevap verilirken öğretim elemanı ipucu vermekten kaçınır. ÇY’nin devamında yer alan deney tasarlama, tasarlanan deneye yönelik hipotezler kurma ve değişkenlerin

Tablo 20'nin devamı

	belirlenmesi bölümlerinde yer alan boşlukların doldurulması için öğrenciler yönlendirilir ve gruplar arasında dolaşarak onların çalışmaları takip edilir. Bazı öğrencilerin tasarladığı deneyler ve belirlediği değişkenler üzerinde tartışma yapılarak diğer aşamalara geçilir. ÇY'nin diğer kısımları da öğrencilere dağıtılır. [Sınıftaki öğrenciler öğretim elemanı tarafından gruplara ayrılmalıdır.]
2. Keşfetme Aşaması (Explore):	Bu aşamada öğretim elemanı tasarlamış olduğu laboratuvar ortamında, öğrencilerin birlikte çalışarak iletişim süreci içinde olmalarına imkân verecek şekilde ÇY'deki adımları takip etmelerini ve deneyi öğrencilerin kendilerinin yapmalarını sağlar. Öğretim elemanı sadece deney esnasında rehber konumunda olmaya dikkat etmelidir. Reaksiyon hızına konsantrasyonun etkisini deneyerek görmeleri sağlanır. Deney esnasında gözlem ve ölçümler yaparak elde ettikleri verilerin düzgün bir şekilde tabloya yazıldığından emin olmaları sağlanır. Her grup elemanı oluşturduğu veri tablosundaki verilerden yararlanarak verilen boşluğa uygun grafikleri çizer. Konsantrasyonun reaksiyon hızına neden etki ettiği sorulur. Bir reaksiyonun oluşması ve hızlanması için gerekli şartların neler olduğu tartışılır.
3. Açıklama Aşaması (Explain):	Bu aşamada öğretim elemanı, deney bittikten sonra öğrencilere daha önceden yöneltilen soruların doğru cevaplarını içeren açıklamalar yapar. Hayatımızda karşı karşıya kaldığımız binlerce reaksiyonun hızlarının birbirinden farklı olmasının nedeni kum saati animasyonu (Animasyon 1) izletilerek açıklanır. Bunun sebebi olarak da bir reaksiyonun gerçekleşmesi için iki ya da daha fazla maddenin belirli bir ortamda karıştırılarak, bunları oluşturan taneciklerin birbiriyle çarpışması sağlanır. İşte bu çarpışmaların sonucunda mevcut bağların kırılarak yeni bağların oluştuğu ve değişik özellikte maddelerin meydana geldiği açıklamaları yapılır. Reaksiyon oluşumu açıklandıktan sonra reaksiyon hızlarını etkileyen faktörlerin neler olduğu ve bu faktörlerin reaksiyon hızını nasıl ve ne şekilde etkilediği etkin çarpışma kavramı ile açıklanır. Reaksiyonların hızına, reaktantların derişiminin nasıl ve neden etki ettiği yaptıkları deneyden hareketle açıklanır. Sıcaklığın etkisini moleküler olarak daha ayrıntılı görmeleri için Animasyon 2-3 izletilir. Ameliyathanelerin soğuk olmasının nedeni hakkında öğrencilerin görüşleri alınır. Canlı organizmalarda sıcaklık değişikliğinin vücut fonksiyonları üzerindeki etkileri açıklanır. Bu etkilerden dolayı ameliyathanelerde sıcaklığın düşük tutulmasının sebebi açıklanır. Reaksiyon hızına etki eden diğer bir faktörün de katı reaktantların yüzey alanının olduğu söylenir. Bunun için talaş haline getirilmiş bir odunun kütük halindeki oduna kıyasla daha hızlı yandığı (reaksiyona girdiği) örneği verilir. Burada yüzey alanının büyük ya da küçük olmasının reaksiyon hızını nasıl etkilediğinin daha anlaşılır olması için Animasyon 4 izletilir. Bu açıklamalar yapılırken ÇY'nin giriş kısmında yöneltilen soruların doğru cevaplarına değinilir. En son olarak reaksiyon hızına hangi faktörlerin etki edip, hangilerinin etmediği, bazı alanları boş bırakılmış ve öğrencilerle birlikte doldurulan bir KH (Ek 7.5.2) üzerinde gösterilerek kavramlar arası ilişkilerin pekiştirilmesi sağlanır.
4. Derinleşme Aşaması (Elaborate):	Bu aşamada, katalizör ve madde cinsinin reaksiyon hızına nasıl etki ettiğinin daha iyi anlaşılması ve daha kolay hatırlanması amacıyla sıvıya yüksek atlama analogisinden faydalanılır. Analoji metni okunduktan sonra öğrencilerden analoji ile konu arasında ilişkilendirme yapmaları istenir. Bunun için onlardan boş olarak verilen analoji haritasını doldurmaları istenir. En sonunda doldurulmuş bir analoji haritası gösterilerek kendilerinininki ile karşılaştırma yapmaları sağlanır. Bu analoji ile öğrencilerin, daha önceki öğrendikleri yeni bilgiler (sıcaklık, basınç, derişim ve yüzey alanının etkin çarpışma sayısını artırarak reaksiyonu hızlandırması) ile katalizörün aktivasyon enerjisini düşürmesinin ve reaktantların molekül-bağ yapılarının farklı olmasının reaksiyonu hızlandırdığı ayrımını ve ilişkisini kurmaları sağlanır.
5. Değerlendirme Aşaması (Evaluate):	ÇY'nin son aşamasında kendimizi değerlendirelim bölümünde yer alan kavramları kullanarak onlardan kendi KH'lerini çizmeleri istenir. Bu şekilde öğrencilere, konuyu kendilerinin zihinlerinde yapılandırdığı şekliyle ifade etme fırsatı sunulmuş ve onların kavramsal anlama düzeyleri hakkında bilgi sahibi olunmuş olur.

Tablo 21. “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” etkinliğinde “katalizör ve madde cinsinin reaksiyon hızına etkisi” isimli öğretmen rehber materyali (Analoji haritası)

Benzeyen	Benzetilir/ Benzetilmez	Benzetilen	Açıklama
Çubuk engelinin yüksekliği	Benzetilir	Aktivasyon enerjisinin yüksekliğine	Çubuk engelinin kolayca geçilmesi olayı, reaksiyon hızına benzetilir.
Çubuk engelinin aşağıya indirilmesi	Benzetilir	Katalizör eklenmesine	Çubuk engelini aşağı inmesi reaksiyona katalizör eklenmesi olayına benzetilir Aktivasyon enerjisinin bir katalizör kullanarak düşürülmesiyle çok daha fazla sayıda etkin çarpışma gerçekleşir ve reaksiyon hızlanır.
Kişilerin farklılığı (performansları)	Benzetilir	Madde türüne	Kişilerin farklı olması reaksiyona giren maddelerin türüne (bağ yapıları farklı) benzetilir.
Karşıya geçme kolaylığı	Benzetilir	Reaksiyonun hızına	Karşı tarafa kolayca geçilmesi reaksiyonun hızlı olmasına benzetilir.
Kişiler	Benzetilmez	Reaksiyona giren maddelere	Bir reaksiyonun gerçekleşebilmesi için en az iki farklı taneciğin etkin çarpışma yapması gerekir. Sırıkla atlayan kişiler birer insandır.
Engel	Benzetilmez	Katalizör maddesine	Engelin inmesi fiziksel bir durumdur, Katalizör kimyasal bir maddedir, yapı ve özellik bakımından birbirine eş tutulamaz.

2.6.6. Rehber Materyallerin ve Veri Toplama Araçlarının Uygulanma Takvimi

Araştırmada kullanılan öğrenci ve öğretmen rehber materyallerinin ve veri toplama araçlarının pilot uygulamaları 2009–2010 eğitim öğretim yılı bahar yarısında Mart-Nisan-Mayıs aylarında yapılmıştır. Pilot uygulamalardan derslerin işlenmesi için gerekli sürenin haftada, arada 10 dk. ara vermek üzere, 2 saat olmasına karar verilmiştir. Asıl çalışmanın uygulama süreci ise 2010–2011 eğitim öğretim yılı güz yarısında Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarını içine alan zamanlarda yapılmıştır. Pilot ve asıl uygulamaların yapıldığı zaman aralığını gösteren uygulama takvimi ve işlenen konular Tablo 22’de sunulmuştur.

2.7. Araştırmanın Pilot Uygulaması

Bir araştırmada kullanılacak olan materyallerin ve veri toplama araçlarının asıl uygulamadan önce pilot çalışmalarının yapılması materyallerin niteliğini önemli ölçüde artırır. Çünkü pilot çalışma esnasında, araştırmacı dersleri gözlemleyerek, materyalin uygulanmasıyla ilgili eksikliklerin, aksayan yanlarının olup olmadığını belirleyebilir. Bu şekilde materyalin başlangıcından çok daha anlaşılır, okunabilirliği kanıtlanmış kalitesi daha da artırılmış bir ürün oluşmuş olur.

Tablo 22. Araştırmanın pilot ve asıl uygulama takvimi ve yapılan uygulamalar

PİLOT UYGULAMA			ASIL UYGULAMA			
Tarih	Süre	Yapılan Uygulamalar	Yapılan Uygulamalar		Tarih	Süre
		Pilot Çalışma Grubu	Deney Grupları	Kontrol Grupları		
2-5 Mart 2010	2 saat	BİSBET'in pilot uygulaması	KİKAT / BİSBET / FBÖTÖ testleri ön test olarak uygulandı. (4 farklı şube 2 deney ve 2 kontrol gruplarına ayrıldı)		28 Eylül- 5 Ekim 2010	5 saat
9 Mart 2010	2 saat	BSB ve önemi hakkında bilgilendirme ve uygulamalar süresince yapılacaklardan haberdar etme			11- 12 Ekim 2010	2 saat
16 Mart 2010	2.5 saat	Reaksiyon hızına etki eden faktörler etkinliği	Buharlaştırma- Kaynama etkinliği	Buharlaştırma- Kaynama etkinliği	18-19 Ekim 2010	2 saat
18 Mart 2010	30 dk.	2 aşamalı reaksiyon hızlarının incelenmesi kavram testi pilot uygulaması	2 aşamalı buharlaştırma ve kaynama kavram testi	2 aşamalı buharlaştırma ve kaynama kavram testi	20-21 Ekim 2010	30 dk.
23 Mart 2010	2 saat	Gaz yasaları etkinliği	Asit-baz nötrleşme reaksiyonları etkinliği	Asit-baz nötrleşme reaksiyonları etkinliği	25-26 Ekim 2010	2 saat
25 Mart 2010	30 dk.	2 aşamalı gaz yasaları kavram testi pilot uygulaması	2 aşamalı Asit-baz reaksiyonları kavram testi	2 aşamalı Asit-baz reaksiyonları kavram testi	27-28 Ekim 2010	30 dk.
30 Mart 2010	2 saat	Buharlaştırma- Kaynama etkinliği	Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler etkinliği	Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler etkinliği	01-02 Kasım 2010	2 saat
01 Nisan 2010	30 dk.	2 aşamalı buharlaştırma ve kaynama kavram testi	2 aşamalı çözünme-çözünürlüğü etkileyen faktörler kavram testi	2 aşamalı çözünme-çözünürlüğü etkileyen faktörler kavram testi	03-04 Kasım 2010	30 dk.
06 Nisan 2010	2 saat	Çözünme ve Çözünürlüğe etki eden faktörler etkinliği	Gaz yasaları etkinliği	Gaz yasaları etkinliği	29-30 Kasım 2010	2 saat
08 Nisan 2010	30 dk.	2 aşamalı çözünme-çözünürlüğü etkileyen faktörler kavram testi	2 aşamalı gaz yasaları kavram testi	2 aşamalı gaz yasaları kavram testi	01-02 Aralık 2010	30 dk.
27 Nisan 2010	2 saat	Asit-baz nötrleşme reaksiyonları etkinliği	Reaksiyon hızına etki eden faktörler etkinliği	Reaksiyon hızına etki eden faktörler etkinliği	06-07 Aralık 2010	2 saat
29 Nisan 2010	30 dk.	2 aşamalı Asit-baz reaksiyonları kavram testi pilot uygulaması	2 aşamalı Reaksiyon hızına etki eden faktörler kavram testi	2 aşamalı Reaksiyon hızına etki eden faktörler kavram testi	08-09 Aralık 2010	30 dk.
04 Mayıs 2010	2 saat	Elektrokimyasal piller etkinliği	Elektrokimyasal piller etkinliği	Elektrokimyasal piller etkinliği	13-14 Aralık 2010	2 saat
6 Mayıs	30 dk.	2 aşamalı elektrokimyasal piller kavram testi pilot uygulaması	2 aşamalı elektrokimyasal piller kavram testi	2 aşamalı elektrokimyasal piller kavram testi	15-16 Aralık 2010	30 dk.
			BİSBET son test uygulaması		27-28 Aralık 2010	2 saat
			FBÖTÖ son test uygulaması		29-30 Aralık 2010	15 dk.
			Yarı yapılandırılmış mülakatların uygulanması		10-14 Ocak 2011	35 dk.

Öğretmen adaylarının BSB'lerini geliştirmek ve olumlu yönde kavramsal değişimini sağlamak için geliştirilen öğrenci ve öğretmen rehber materyallerinin ve veri toplama araçlarının, öğrenme ortamında meydana gelebilecek aksaklıkların neler olabileceğinin kestirilmesi, materyallerin işlerliğinin belirlenmesi ve varsa eksikliklerinin giderilmesi için pilot uygulamaları yapılmıştır. Geliştirilen öğrenci ve öğretmen rehber materyallerin ve veri toplama araçlarının pilot uygulama süreci, yapılan işlemler, uygulamanın kimlerle ve hangi zaman aralığında yapıldığı ayrıntılı bir şekilde Tablo 10'da sunulmuştur. Çalışma kapsamında hazırlanmış etkinliklerin pilot uygulamaları, derslerin işleniş grup çalışmaları şeklinde laboratuvar ortamında, testlerin uygulanması sınıf ortamında olmak üzere toplam 9 haftalık bir süreçte yürütülmüştür. Pilot uygulama sürecinde hem araştırmacının kendisi hem de ikincil bir araştırmacı öğrenme ortamını gözlemlemiş ve notlar almıştır. Pilot uygulamalarda öğrenme ortamının gözlenmesine ek olarak, öğrencilerin, her dersin ardından, uygulamalar hakkındaki görüşleri yazılı olarak alınmıştır. Hem gözlemlerde alınan notlar hem de öğrencilerin görüşleri değerlendirilerek, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları yerler tespit edilmiştir. Bu tespitlerden hareketle materyaller üzerinde gerekli değişiklikler yapılarak materyallere son halleri verilmiştir.

2.7.1. Pilot Uygulama Sonunda Rehber Materyaller Üzerinde Yapılan Değişiklikler

Pilot uygulamadan sonra öğrenci ve öğretmen rehber materyalleri üzerinde yapılan değişiklikler sırayla aşağıda verilmiştir.

1. Buharlaştırma ve kaynama ile ilgili girme basamağında kullanılan KDM'nin giriş kısmında "Su her yerde 100 °C kaynar" şeklindeki ifade ile "Eğer bu suyu Everest Dağının Tepesinde kaynatmış olsaydık suyun kaynama noktası değişmez yine 100 °C olurdu. Çünkü kaynama noktası maddeler için ayırt edici bir özelliktir ve maddenin cinsi değişmediği takdirde değişmez" ifadesi aynı alternatif kavrama yöneliktir. Onun için bu ifadelerden ilki çıkarılmıştır (bkz Ek 6.2).
2. Buharlaştırma ve kaynama ile ilgili ÇY'nin hipotez kurma ve değişkenleri belirleme kısmında (B kısmı) "kaynama noktasına bazı faktörlerin etki ettiğini düşünen bir araştırmacının kurabileceği hipotez cümleleri nelerdir" şeklinde sorulan soruda öğrenciler ilk etapta hipotez kurarken güçlük çekmişlerdir. Bu etkinliğin onlar için ilk olmasından dolayı bu soru "Bir sıvının kaynama noktasına bazı faktörlerin etki ettiğini

düşünen bir araştırmacının aşağıda söylediği ifadelerden hangisi ya da hangileri doğru kurulmuş bir hipotez cümlesidir? İşaretleyiniz.” şeklinde değiştirilmiştir.

3. Asit-baz nötrleşme reaksiyonları ile ilgili ÇY'nin girişinde yer alan sorulara ek olarak “Asit baz titrasyonlarında nötrleşme kavramı ile ne anlatılmak istenmektedir? Nötrleşme olayı ile nötr çözelti kavramlarını açıklayınız.” şeklinde bir soru ilavesi yapılmıştır.
4. Asit-baz nötrleşme reaksiyonları ile ilgili keşfetme aşamasında öğrencilerden HCl-NaOH çözelti çiftleriyle titrasyon deneyi yapmaları istenmiştir. Bunun yanı sıra aynı uygulamayı sirke-NaOH çiftleriyle de yapmaları istenmekte idi. Fakat pilot uygulamalar sonrasında iki titrasyon işleminin fazla vakit alması ve sirkenin laboratuvar ortamında kötü koku oluşturması nedeniyle sirke ve NaOH çiftiyle yapılması istenen titrasyon işlemi ÇY'den çıkarılmıştır.
5. Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler etkinliğinin deney tasarlama bölümünde “Size öğrencileriniz tarafından, katı, sıvı ve gazların çözünürlüğünün sıcaklıkla nasıl değiştiği sorulsaydı onlara nasıl bir deney yaptırarak söylediklerinizi ispatladınız?” şeklinde verilen yönergede pilot uygulamada öğrencilerin hangisine yönelik deney tasarlayacaklarına karar vermesinde zaman kaybı olduğu görülmüştür. Bu yüzden tasarlayacakları deneyi daha sınırları belirlenmiş bir hale getirmek için “Size öğrencileriniz tarafından, katıların çözünürlüğünün sıcaklıkla nasıl değiştiği sorulsaydı onlara nasıl bir deney yaptırarak söylediklerinizi ispatladınız? Yazınız.” şeklinde değiştirilmiştir.
6. Reaksiyon hızına etki eden faktörler etkinliğinin keşfetme aşamasında öğrencilerden, reaksiyon hızına önce derişimin sonra sıcaklığın etkisini incelemeleri için iki farklı deney yapmaları istenmekteydi. Fakat pilot uygulamalarda sıcaklığın reaksiyon hızına etkisi ile ilgili deneyin uzun sürmesi, diğer aşamalara yeterince zaman ayrılmasını etkilemiştir. Bu yüzden ÇY'den sıcaklığın reaksiyon hızına etkisi ile ilgili deney çıkarılmış bunun yerine bu kavramın anlaşılması için BA'lar kullanılmıştır.
7. Etkinliklerin deney yapıldıktan sonraki veri kaydetme aşamasında tabloların veya grafiklerin sadece çerçeveleri yer almaktaydı. Fakat pilot uygulamalarda öğrencilerin bu tablo ve grafiklere başlık yazmadığı, tablo içine ve grafik eksenlerine değişken isimlerini ve birimlerini yazmayı unuttukları fark edilmiştir. Bu yüzden verilen çerçevelerin üzerine başlığının ve ilgili yerlere değişkenlerin isimlerinin ve birimlerinin

yazılacağına dikkat çekmek için parantez ya da ardarda noktalar konularak öğrencilerin bunları unutmaları engellenmeye çalışılmıştır.

8. Reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda kullanılan analogi etkinliğinde öğrencilerin analogi haritasını nasıl dolduracakları konusunda sorular sordukları görülmüştür. Bu yüzden analogi haritasında benzeyen ve benzetilen özelliklere bir örnek verilerek bu işlemin daha kolay yapılması sağlanmıştır.
9. Elektrokimyasal piller ile ilgili yapılan deneyde farklı metal çiftleriyle oluşturulan pil devrelerinden elde edilen verilerin tablolara kaydedilmesi istenmektedir. Bu tablolarda başlangıçta metal çiftlerinin isimlerinin yazılması unutulmuştur. Pilot çalışma sonrasında, bu tablolara metal çiftlerinin isimleri eklenmiştir.
10. Araştırmacı tarafından kısmen doldurulmuş olarak verilen KH'lerin pilot uygulamadaki kullanımında bütün kavramların birbiriyle olan ilişkisinin topluca görülmesini sağlayan doldurulmuş bir KH'nin eksikliği hissedilmiştir. Bu yüzden bütün kavramları ve kavramlar arası ilişkilerinin harita üzerinde belirtilmiş bir KH hazırlanıp öğretmen rehber materyaline eklenmiştir.
11. Buharlaştırma ve kaynama etkinliğinin “Aşağıda verilen her iki sistemdeki suyun ilk sıcaklığı 0 °C'ye yakındır. İki sistemdeki suda özdeş ısıtıcılarda kaynatılıyor. Başlangıçtan, kaynama anına kadar iki sistem için sıcaklık- kaynama süresine (zaman) bağlı grafikler nasıl çizilir?” şeklindeki sorusunda öğrencilerin çizdiği grafiklerin doğrularını göstermek için tahtaya koordinatları ve aralıkları düzgün grafikler çizmek çok fazla vakit almıştır. Bu yüzden bu grafiklerin bilgisayarda çizilmiş görüntüsünün projeksiyon aracılığıyla gösterilmesine karar verilmiştir. Bu çizimler öğretmen rehber materyaline eklenmiştir.

2.8. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi

Bu bölümde, araştırmada kullanılan BİSBET, KİKAT, FBÖTÖ, mülakatlar ve gözlemlerden elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler yer almaktadır.

2.8.1. BİSBET'ten Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırma kapsamında geliştirilen BİSBET'in puanlanması işlemleri çoktan seçmeli ve açık uçlu test maddeleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Testin çoktan seçmeli test

maddeleri için doğru cevaplar 1, yanlış ve boş bırakılan cevaplar ise 0 ile kodlanarak puanlanmış ve öğrencilerin testin 25 maddelik çoktan seçmeli kısmından aldığı toplam puanlar hesaplanmıştır. Testin farklı beceri türlerine yönelik olarak sorulan açık uçlu test maddelerinin puanlanmasında ise Temiz (2007) tarafından geliştirilen rubrik ve kontrol listesi gibi puanlama rehberlerinden faydalanılmıştır. Tablo 16’da (s. 94) BİSBET’te çoktan seçmeli ve açık uçlu test maddeleri puanlanırken hangi puanlama araçlarının kullanıldığı ayrıntılı verilmiştir. Kullanılan rubrik ve kontrol listeleri CD’de Ek 8’de verilmiştir. BİSBET’in aynı beceriyi ölçen açık uçlu sorularından alınan toplam puanlar hesaplanarak analiz işlemlerine geçilmiştir.

BİSBET verilerinin istatistiki analizinde öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları toplam puanlar üzerinden Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi (SPSS 13.0) kullanılmıştır. Nicel verilerin analiz işlemleri parametrik ve nonparametrik istatistik tekniklerinden birisi kullanılarak yapılmaktadır. Parametrik istatistikler, örneklem sayısının ve bu örneklem dağılımının tespitini gerektirir. Yani örneklem dağılımının normal ve en azından normale yakın olması gerekir (Pfaffenberger ve Patterson, 1981). Nonparametrik istatistik işlemleri ise normallik varsayımının karşılanmadığı durumlarda alternatif testler olarak kullanılan testlerdir (Büyüköztürk, 2007; Kalaycı, 2008). Aşağıda verilen durumlardan en az biri karşılanmadığı sürece, nonparametrik istatistik metoduna başvurulur. Bu durumlar: Ölçek verileri sıralamalı ya da sınıflamalı ölçek grubuna giriyorsa, ölçek verileri oran ya da aralık ölçeğine uygun fakat toplanan verilerin örneklem dağılımı belirtilmemişse ya da normal değilse (Pfaffenberger ve Patterson, 1981, s.663; Özdamar, 2004, s. 449-450) şeklinde belirtilmektedir.

Bu araştırmada BİSBET’ten elde edilen veriler analiz edilirken, verilerin normal dağılım göstermemesi nedeni ile nonparametrik istatistik tekniğinden faydalanılmıştır. BİSBET’te çoktan seçmeli maddeler için, deney ve kontrol gruplarının gruplar arası ön ve son test puanları karşılaştırılırken Mann Whitney U Testi, grupların kendi içindeki ön ve son test puanları karşılaştırılırken ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır. Mann Whitney U testi ilişkisiz örneklem için uygulanan t-testlerinin, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ise tekrarlanan (ilişkili) ölçekli t-testinin nonparametrik alternatifleridir (Kalaycı, 2008). Benzer analiz işlemleri açık uçlu test maddelerinden aynı becerileri ölçen sorular birlikte değerlendirilerek yapılmıştır.

2.8.2. KİKAT'ten Elde Edilen Verilerin Analizi

İlgili literatürde iki aşamalı soruların analizinde genel olarak öğrenci cevaplarının kategorilere ayrılarak puanlandığı görülmektedir (Marek, 1986; Haidar ve Abraham, 1991; Abraham vd., 1992; Çalık, 2006; Çalık vd., 2010; Şahin, 2010). Her ne kadar literatürde iki aşamalı sorularda kullanılmak üzere araştırmacıların oluşturduğu kategoriler ve bu kategorilere verilen puanlar olsa da her araştırmacı kendi amacına göre kendi kategori listesini oluşturabilmektedir.

Bu araştırma kapsamında geliştirilen KİKAT'te yer alan maddelerin analizinde pilot çalışmadan elde edilen öğrenci cevapları incelenmiş ve ortaya çıkan cevaplara göre belirli kategoriler oluşturulmuştur. KİKAT'in ilk aşamasında öğrenci cevapları Doğru Seçenek (DS), Yanlış Seçenek (YS) ve Boş (B) şeklinde üç kategori altında analiz edilmiştir. Bu kategorilere verilecek puanlara karar verilirken DS, YS veya B kategorilerinde yer alan cevaplar arasındaki farklılığın ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Testin ikinci aşamasında pilot uygulamada verilen cevaplar dikkate alınarak şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Doğru Açıklama (DA), Kısmen Doğru Açıklama (KDA), Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlış Açıklama (AKA), Boş / İlişkisiz Açıklama (B). Bu kategorilere verilecek puanların karar verilmesinde ise doğruluk derecesine göre bilenle bilmeyen arasında fark oluşturacak şekilde birbirine üstünlüklerine veya önem sırasına göre her bir kategoriye farklı puanlar verilmiştir.

İki aşamalı testlerin ikinci kısımlarından elde edilen bilgilerle kişinin anlaması daha detaylı ölçülmektedir. Bu nedenle buradan elde edilen nitel verilerin daha kıymetli olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle ilk kısımda bir öğrencinin doğru seçeneği işaretlemesi (nicel veri) ile ikinci kısımda bu soru maddesine doğru bir açıklama getirmesi (nitel veri) eş değer düşünülmemiştir. Bu nedenle kategoriler önem ve birbirine göre üstünlük sırasına konulurken, testin ikinci aşamasına bilimsel açıklamalar yapan öğrencinin cevabı, DA kategorisinde yer alarak en yüksek puanla değerlendirilmiştir. KDA kategorisinde ise yapılan açıklamalar birkaç yönüyle sorunun cevabıyla ilişkili fakat yeterli değildir, bu yönüyle ikinci sırada yüksek puanla değerlendirilmiştir. Üçüncü en yüksek puanlı kategori ise testin birinci aşamasında doğru seçeneğin işaretlendiği kategoridir. Bu sıralamayı AKA kategorisine verilen puanlar izlemektedir. Bu çalışmada testin ikinci aşamasını yanlış açıklayan öğrencilerle alternatif kavramlı ifadeler sunan öğrencilerin cevapları aynı kategoride (AKA) değerlendirilmiştir. Çünkü sorulara yanlış açıklama getiren öğrenciler

de birinci aşamadaki seçeneklerde verilen alternatif kavramlı ifadelerin doğruluğundan hareketle bilimsel doğrularla çelişen açıklamalar yapmışlardır. Bu nedenle bu kategorilerde yer alan öğrenci cevaplarına verilen puanlar daha düşüktür. DA ve AKA kategorileri arasında bu derece fark olmasının gerekçesi ise (DA:8 puan; AKA:2 puan; YS:1 puan) öğrencilerde alternatif kavramlı açıklamaların yapılması istenmeyen bir durumdur ve DA kategorisindeki cevapların, AKA kategorisinde verilen cevaplardan belirgin ölçüde ayrılmak istenmesidir. Ayrıca öğrencinin sadece seçenek işaretlemesi yerine testin birinci aşamasındaki seçeneği işaretleme gerekçesini doğru ya da kısmen doğru olarak ifade etmesi daha önemli kabul edilmektedir. Bu önem sırasını testin birinci aşamasında YS kategorisindeki cevaplara verilen puanlar ve testin her iki aşamasında B kategorisindeki puanlar izlemiştir. Bu türden bir puanlama farkının olması, birinci aşamanın bilgiyi, ikinci aşamanın ise anlamayı ölçmesi açısından gereklidir. Ayrıca, doğru seçeneğinin tahmin edilme olasılığı olsa bile, bu kategoriye açıklama kısımlarına göre daha düşük puanların verilmesinden dolayı bu olasılık göz ardı edilebilecek bir seviyeye düşürülebilir.

Tablo 23'te KİKAT'in birinci ve ikinci aşamalarının analizinde kullanılan kategoriler, karşılığı ve bu kategorilere verilen nicel değerler verilmiştir.

Tablo 23. KİKAT'in birinci ve ikinci aşamalarının analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve bu kategorilerin karşılıkları

Testin Birinci Aşaması			Testin İkinci Aşaması		
Kategoriler	P	Karşılıkları	Kategoriler	P	Karşılıkları
DS (Doğru Seçenek)	4	Testin ilk aşamasında yer alan çeldiricilerden doğru olanın işaretlenmesi	DA (Doğru Açıklama)	8	Soruya yapılan açıklamalar tamamıyla bilimsel olarak doğru bilgileri içeriyor.
YS (Yanlış Seçenek)	1	Testin ilk aşamasında yer alan çeldiricilerden yanlış olan herhangi birinin işaretlenmesi/ Birden çok seçeneğin işaretlenmesi	KDA (Kısmen Doğru Açıklama)	6	Soruya yapılan açıklamalar bir kaç yönüyle sorunun cevabıyla ilişkili fakat yeterli değil.
Boş	0	Seçeneklerden hiçbirisinin işaretlenmemesi	AKA (Alternatif Kavramlı Açıklama/ Yanlış Açıklama)	2	Bilimsel olarak doğru ifadelerle çakışan yanlış ifadeler içeriyor.
			İlişkisiz-Boş-Açıklayamama (B)	0	Soruda işaretlediği seçeneği tekrarlama; soruyla ilişkisiz açıklamalar yapma ve boş.

P: Puan

Bu araştırmada testin birinci ve ikinci aşamalarında oluşan kategorilere ayrı ayrı puanlar verilerek her bir soru maddesinden alınan toplam puanlar hesaplanmıştır. KİKAT'in her iki aşamasının birlikte kullanılması ile kategoriler önem ve mantık

sıralamasına koyulduğunda 11 olasılıklı bir kategorik bileşen elde edilmiştir. Tablo 24'te KİKAT'in analizinde kullanılan kategorik bileşenler ve puanları liste halinde sunulmuştur.

Tablo 24. KİKAT'in analizinde kullanılan kategorik bileşenler, kısaltmaları ve puanları

Seçeneklerdeki Kategoriler-Puanları	Açıklamalardaki Kategoriler ve Puanları	Kısaltma	Toplam Puan
Doğru Seçenek (4 Puan)	Doğru Açıklama (8 Puan)	DS-DA	12
Doğru Seçenek (4 Puan)	Kısmen Doğru Açıklama (6 Puan)	DS-KDA	10
Yanlış Seçenek (1 Puan)	Doğru Açıklama (8 Puan)	YS-DA	9
Boş (0 Puan)	Doğru Açıklama (8 Puan)	B-DA	8
Yanlış Seçenek (1 Puan)	Kısmen Doğru Açıklama (6 Puan)	YS-KDA	7
Doğru Seçenek (4 Puan)	Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlış Açıklama (2 puan)	DS-AKA	6
Doğru Seçenek (4 Puan)	Boş (0 Puan)	DS-B	4
Yanlış Seçenek (1 Puan)	Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlış Açıklama (2 puan)	YS-AKA	3
Boş (0 Puan)	Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlış Açıklama (2 puan)	B-AKA	2
Yanlış Seçenek (1 Puan)	Boş (0 Puan)	YS-B	1
Boş (0 Puan)	Boş (0 Puan)	B-B	0

KİKAT'te veriler, öğrencilerin test maddelerine verdiği yanıtlar, Tablo 24'te verilen kategorilere göre ayrılıp puanlandıktan sonra elde edilmiştir.

Bu araştırmada öğrencilerin kavramsal değişimi gerçekleştirme düzeyleri iki aşamalı kategorik (sıralamalı) verilere dayalı bir ölçek ile belirlendiği ve ölçek verileri normal dağılım göstermediği için nonparametrik analiz tekniği kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubunun gruplar arası ön ve son test puanları arasındaki karşılaştırmaları (ilişkisiz örneklem için) Mann Whitney U Testi kullanılarak, grupların kendi içindeki ön ve son test puanlarının karşılaştırılması ise (ilişkili örneklem için) Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak yapılmıştır.

2.8.3. FBÖTÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarına yapılan uygulamaların, onların fen bilimleri ve fen öğretimine yönelik tutumlarında nasıl bir değişim yarattığına dair veri elde etmek için FBÖTÖ uygulanmıştır. Uygulanan tutum testinde eğer bir soru olumlu bir tutumu ölçmeye yönelik sorulmuşsa, sorulara verilen nicel değerler; kesinlikle katılıyorum için 5, katılıyorum için 4, kararsızım için 3, katılmıyorum için 2 ve kesinlikle katılmıyorum için 1 şeklinde sıralanmıştır. Eğer bir soru olumsuz bir tutumu ölçmeye yönelik sorulmuşsa, ölçek 1, 2, 3, 4 ve 5 şeklinde tersine çevrilmiştir.

Bu araştırmada FBÖTÖ'den elde edilen veriler analiz edilirken, ölçeğin likert türünden eşit aralıklı bir ölçek olması ve verilerinin normal dağılım göstermesinden dolayı parametrik istatistik tekniklerinden faydalanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının gruplar arası ön ve son FBÖTÖ puanları karşılaştırılırken ilişkisiz (bağımsız) örneklem için uygulanan t-testi, grupların kendi içindeki ön ve son test puanları karşılaştırılırken ise ilişkili (bağımlı) örneklem için uygulanan t-testi kullanılmıştır.

2.8.4. Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırmada deney ve kontrol gruplarından seçilen öğrencilerle deneysel işlem sonrası BSB'ye ve BSB'leri örnekler sunarak uygulamada kullanabilme yeterliliklerine yönelik ve deney gruplarında kullanılan materyallerin ve uygulama sürecinin değerlendirilmesine yönelik yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır.

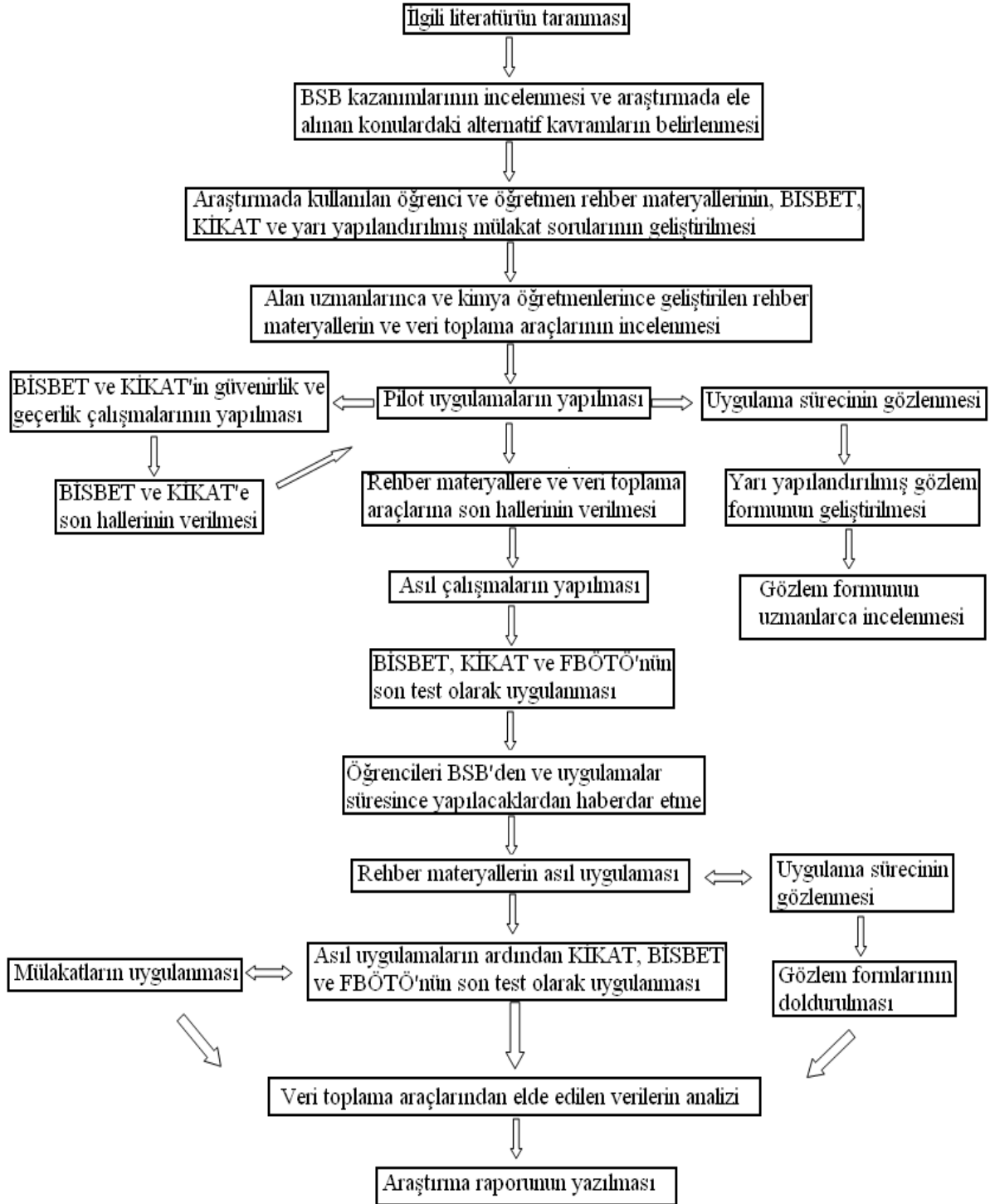
İlgili literatürde, nitel araştırmalarda mülakatların analizi konusunda farklı yaklaşımlar olduğu öne sürülmüştür. Bunlardan sıklıkla bahsedilen yaklaşımlar ise betimsel analiz ve içerik analizidir. Bu çalışmada öğrencilerle yürütülen mülakatların analizi içerik analizi yaklaşımına uygun olarak yapılmıştır. Nitel araştırma verileri dört aşamada analiz edilir: (1) Verilerin kodlanması, (2) temaların bulunması, (3) kodların ve temaların düzenlenmesi ve (4) bulguların tanımlanması ve yorumlanması (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu aşamalardan hareketle mülakatlardan elde edilen verilerin analizinde sırasıyla şu işlemler yapılmıştır: Öncelikle ses kayıt cihazına kaydedilen veriler transkript edilerek yazılı hale getirilmiştir. Bu veriler anlamsız, araştırma sorusuyla ilişkili olmayan konuşmalardan arındırılmış ve verilerin sadeleştirilmesi sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan mülakat sorularından yola çıkılarak, kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturan bölümler (veriler) araştırmacı tarafından kodlanmış ve bu kodları belirli bir kategori altında toplayabilen temalar bulunmuştur. Belirlenen bu temalara göre veriler tekrar tekrar okunup gözden geçirilmiştir. Düzenlenen verileri ilk elden okuyucuya sunmak ve verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla öğrencilerin ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Son olarak düzenlenmiş ve tanımlanmış kategoriler incelenerek bulgular arasında ilişkilendirme ve yorumlama yapılmıştır.

2.8.5. Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırma kapsamında ikinci bir araştırmacı deney gruplarında yapılan uygulamaların, BSB'lerin gelişimlerini ve kavramsal değişimi sağlamaya yönelik YAÖK'ün 5E öğretim modeline uygun bir şekilde yürütülüp yürütülmediğine yönelik gözlemlerini gözlem formuna kaydetmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen yarı yapılandırılmış gözlem formunda yer alan maddelerin analizinde formda yer alan ölçütlerin karşılığındaki kategorilere verilen puanlardan faydalanılarak analiz yapılmıştır. Bu kategoriler Evet (E), Kısmen (K) ve Hayır (H) kategorileridir. Bu kategorilere verilen nicel değerler ise sırasıyla 3, 2 ve 1 şeklindedir. Ölçekte 5E öğretim modelinin girme aşamasını gözlemlenmede 7 madde; keşfetme aşamasını gözlemlenmede 10 madde; açıklama aşamasını gözlemlenmede 4 madde, derinleştirme aşamasını gözlemlenmede 3 madde ve değerlendirme aşamasını gözlemlenmede 2 madde olmak üzere tüm ölçek 26 maddeden oluşmaktadır. Yapılan öğretimin 5E öğretim modelinin girme aşamasına uygun olarak yapılması durumunda bu aşamadan alınabilecek en yüksek puan 21; keşfetme aşamasından 30; açıklama aşamasından 12; derinleştirme aşamasından 9 ve değerlendirme aşamasından 6 puandır. Toplamda 6 farklı konuya yönelik hazırlanmış materyallerin her bir aşamasının ortalama puanları hesaplanmıştır. Mesela 1. materyalin girme aşaması 21 puanla değerlendirilmişse, bu aşamanın ortalama değeri (ölçekte girme aşamasında 7 madde bulunmaktadır) 3'tür. Bu durumda ölçekte 2 ve yukarı ortalamaya sahip olan 5E öğretim modelinin her bir aşaması için materyallerin YAÖK'ün 5E öğretim modeline uygun olarak uygulandığı yorumu yapılmıştır. Çünkü ölçekte 2 puan, yapılan öğretimin 5E öğretim modeline kısmen uygun olarak yapıldığı, dolayısıyla uygulanabilir olduğu anlamına gelmektedir. Ölçekte 2'nin altında ortalamaya sahip olan 5E öğretim modelinin her bir aşaması için materyallerin YAÖK'e uygun olarak uygulanmadığı yorumu yapılmıştır. Bu şekilde bütün aşamaların 5E öğretim modelinin gerektiği şekilde uygulanıp uygulanmadığı hakkında yorumlar yapılmıştır.

Bu bölümde araştırma kapsamında yapılan çalışmalar, araştırmanın tasarlanması, yöntemi, evreni, örnekleme, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının ve öğretim materyallerinin geliştirilme süreçleri, pilot uygulaması ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler ayrıntılı sunulmuştur. Araştırmanın genelinde yürütülen çalışmaları ve takip edilen adımları özetleyen bir akış şeması Şekil 9'da verilmiştir. Bu bölümde ifade edilen ve

benimsenen araştırma yaklaşımının kullanılmasıyla toplanan verilerin analizleri sonucunda elde edilen bulgular çalışmanın bundan sonraki bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.



Şekil 9. Araştırmada yapılan çalışmaların işlem basamaklarını gösteren akış şeması

3. BULGULAR

Bu bölümde, Fen ve Teknoloji ve Kimya Öğretim programlarında yer alan “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik, YAÖK’ün 5E öğretim modeline dayalı geliştirilen rehber materyallerin, öğrencilerin BSB’lerinin gelişimine ve kavramsal değişimlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla uygulanan BİSBET, KİKAT, FBÖTÖ, mülakat ve gözlem verilerinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Bu bulgular araştırmanın alt problemleri dikkate alınarak sırasıyla sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi; “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının BSB gelişiminde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu alt problemin cevaplandırılması için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere BİSBET ve BSB yeterlilikleri ile ilgili mülakat soruları uygulanmıştır. BİSBET’in deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön ve son test karşılaştırmalarının istatistiksel analiz sonuçları ve mülakatlardan elde edilen verilerin içerik analizi sonuçları tablolar aracılığı ile sunulmuştur.

3.1.1. Öğrencilerin BİSBET’e Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Nicel Bulgular

Bu araştırmada kullanılan BİSBET hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu soru formlarından oluştuğu için testin çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımları ayrı ayrı analiz edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında uygulanan, 25’i çoktan seçmeli ve 11’i açık uçlu sorudan oluşan, BİSBET ön ve son test puanları arasındaki gruplar arası ve grup içi karşılaştırmaların analiz sonuçları aşağıda sırası ile tablolarla birlikte verilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’ten aldıkları puanların Mann-Whitney U-öntest sonuçları Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25. BİSBET’te deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET’in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
		Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
K1	25	23.92	598	273	.585	23.04	576	251	.327	23.08	577	252	.337
D1	24	26.13	627			27.04	649			27	648		
K2	24	24.38	729	147	.310	26.1	626	249	.426	27.52	660	215	.135
D2	24	18.63	447			22.9	549			21.48	515		

Tablo 25 incelendiğinde, birinci öğretim şubeleri (Kontrol grubu 1 (K1) ve Deney grubu 1 (D1)) ve ikinci öğretim şubeleri (Kontrol grubu 2 (K2) ve Deney grubu 2 (D2))’nin ön test puanları kendi aralarında karşılaştırıldığında BİSBET’in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin toplamından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p > .05$) görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise hem birinci hem de ikinci öğretim şubelerinden seçilen deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde BSB puanlarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’ten aldıkları puanların Mann-Whitney U-son test sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. BİSBET’te deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET’in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
		Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
K1	25	20.66	516	191	.029	13.76	344	19	.000	13.82	345	20.5	.000
D1	24	29.52	708			36.71	881			36.65	879		
K2	24	20.85	500	200	.038	12.50	300	.00	.000	12.52	300	.500	.000
D2	24	28.15	675			36.50	876			36.48	875		

Tablo 26 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET son testten aldıkları puanlar arasında deney grupları lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p < .05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise her iki deney gruplarının (D1 ve D2) uygulama sonrasında testin çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin

toplamından aldıkları puanlarının kontrol gruplarınınkinden (K1 ve K2) daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Son test	Ön test	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET’in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
		N	Sıra ort.	z*	p	N	Sıra ort.	z*	p	N	Sıra ort.	z*	p
K1	Negatif sıra	10	10.85	.90	.360	2	2.25	4.25	.000	2	3.25	4.19	.000
	Pozitif sıra	13	12.88			23	13.93			23	13.84		
	Eşit	2				0				0			
K2	Negatif sıra	7	9	1.57	.114	1	1	4.26	.000	0	.00	4.28	.000
	Pozitif sıra	13	11.31			23	13			24	12.5		
	Eşit	4				0				0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 27 incelendiğinde, K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in çoktan seçmeli kısmından aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p > .05$). K1 ve K2 gruplarının BİSBET’in açık uçlu kısmından ve çoktan seçmeli-açık uçlu kısımlarının toplamından aldıkları puanların ön test-son test karşılaştırılması yapıldığında ise son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .05$). Ön test-son test puanlarının sıra ortalamalarından, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 28. Deney gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Son test	Ön test	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı				BİSBET’in açık uçlu kısmı				BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları			
		N	Sıra ort.	z*	p	N	Sıra ort.	z*	p	N	Sıra ort.	z*	p
D1	Negatif sıra	4	11.50	2.81	.005	0	.00	4.28	.000	0	.00	4.29	.000
	Pozitif sıra	19	12.11			24	12.50			24	12.50		
	Eşit	1				0				0			
D2	Negatif sıra	0	.00	4.11	.000	0	.00	4.29	.000	0	.00	4.28	.000
	Pozitif sıra	22	11.50			24	12.50			24	12.50		
	Eşit	2				0				0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 28’de verilmiştir. Analiz sonuçları her iki deney grubundaki öğrencilerin BİSBET’in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu iki formunun toplamından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p < .05$). Ön test-son test puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise, deney gruplarını oluşturan D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin çoğunluğunun son test puanlarının ön test puanlarından oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

3.1.2. Öğrencilerin BİSBET’in Her Bir BSB Becerisine Yönelik Sorularına Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Nicel Bulgular

Araştırmada uygulanan BİSBET’te: (1) gözlem yapma, (2) ölçme, (3) sınıflama, (4) verileri kaydetme, (5) verileri kullanma ve model oluşturma (grafik çizme), (6) önceden kestirme, (7) değişkenleri belirleme ve hipotez kurma, (8) verileri yorumlama, (9) sonuç çıkarma (10) değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ve (11) deney tasarlama-yapma becerileri ölçülmektedir. Bu becerilerin hangi soru tipleri ile ölçüldüğü ikinci bölümde Tablo 16’da (s. 94) ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu kısımda farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş, 5E öğretim modeline göre BSB’ye vurgu yapılarak geliştirilen ve uygulanan materyallerin, BSB alt beceriler bazında hangi gruplar arasında anlamlı fark yarattığını test etmek için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin her bir beceriye ait ön test-son test karşılaştırmaları sırasıyla sunulmuştur.

BİSBET’in 1. sorusu deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “gözlem yapma” becerisini ölçmek amacıyla çoktan seçmeli formatta sorulmuştur. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in gözlem yapma becerisi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “gözlem yapma” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
1.Beceri (Gözlem Yapma)	K1	Negatif sıra	3	4.5	.707	.480
		Pozitif sıra	5	4.5		
		Eşit	17			
	D1	Negatif sıra	0	.00	1.73	.830
		Pozitif sıra	3	2.0		
		Eşit	21			
	K2	Negatif sıra	1	2.5	1.00	.317
		Pozitif sıra	3	2.5		
		Eşit	20			
	D2	Negatif sıra	1	3.5	.816	.414
		Pozitif sıra	5	3.5		
		Eşit	18			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 29’den hem birinci hem de ikinci öğretim şubelerindeki deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testten aldıkları gözlem yapma becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p > .05$). Tablo 29 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin son test puanları ön teste göre çoğunlukla eşit kalmakla birlikte, pozitif sıralar yani son test puanı lehinde artış gösteren öğrenciler de mevcuttur.

BİSBET’in 2. ve 3. soruları “ölçme” becerisine yöneliktir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ölçme becerisi ön test-son test puanlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “ölçme” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
2.Beceri (Ölçme)	K1	Negatif sıra	3	5.5	1.89	.058
		Pozitif sıra	8	5.5		
		Eşit	14			
	D1	Negatif sıra	1	4.5	2.3	.021
		Pozitif sıra	8	5.06		
		Eşit	15			
	K2	Negatif sıra	3	5.00	1.00	.317
		Pozitif sıra	6	5.00		
		Eşit	15			
	D2	Negatif sıra	2	4.5	1.73	.043
		Pozitif sıra	7	5.14		
		Eşit	15			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 30 incelendiğinde, D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in ölçme becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu ($p < .05$); buna karşın K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ön testten son teste aldıkları ölçme becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p > .05$) görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarının fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanları lehinde olduğu görülmektedir.

BİSBET'in 4., 5. ve 6. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin "sınıflama" becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorulardan 4. soru çoktan seçmeli, 5 ve 6. sorular ise açık uçlu yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in sınıflama becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "sınıflama" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı			N	BİSBET'in açık uçlu kısmı			N	BİSBET çoktan ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları		
				Sıra ort.	z*	p		Sıra ort.	z*	p		Sıra ort.	z*	p
3.Beceri (Sınıflama)	K1	Negatif sıra	4	6.5	1.15	.248	8	9.31	.488	.62	9	10.00	.898	.369
		Pozitif sıra	8	6.5			10	9.65			12	11.75		
		Eşit	12				7				3			
	D1	Negatif sıra	4	6	.302	.763	3	7.63	.746	.45	5	8.06	.924	.356
		Pozitif sıra	7	6			14	10.2			10	11.75		
		Eşit	13				7				9			
	K2	Negatif sıra	2	4.5	2.12	.340	7	7	1.87	.06	6	5.57	1.51	.129
		Pozitif sıra	3	4.5			5	11.7			8	8.68		
		Eşit	19				12				10			
	D2	Negatif sıra	1	1.50	2.53	.011	5	6.4	2.76	.00	3	4.83	2.96	.003
		Pozitif sıra	9	5.50			15	11.8			14	9.89		
		Eşit	14				4				6			

*Negatif sıralar temeline dayalı

BİSBET'te sınıflama becerisini ölçen sorular hem açık hem de çoktan seçmeli sorulardan oluştuğu için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Tablo 31'den analiz sonuçları BİSBET'in sınıflama becerisine yönelik hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu sorularından aldıkları puanlar arasında sadece D2 grubunda, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı

bir farklılık olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak deney ve kontrol gruplarının her birinde, pozitif sıralar yani son test puanı lehinde artış olduğu da gözlenmektedir.

BİSBET'in 7., 8. ve 11. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin "verileri kaydetme" becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorular kağıt-kalem performansına dayalı olarak açık uçlu yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in verileri kaydetme becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "verileri kaydetme" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET'in açık uçlu kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
4.Beceri (Verileri Kaydetme)	K1	Negatif sıra	4	12.3	3.04	.002
		Pozitif sıra	8	13.1		
		Eşit	13			
	D1	Negatif sıra	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	24	12.5		
		Eşit	0			
	K2	Negatif sıra	3	12.0	3.10	.002
		Pozitif sıra	7	12.0		
		Eşit	14			
	D2	Negatif sıra	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	24	12.5		
		Eşit	0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 32 incelendiğinde hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in verileri kaydetme becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Ayrıca deney gruplarındaki tüm öğrencilerin son test puanları ön teste göre artmıştır.

BİSBET'in 9. ve 12. soruları "verileri kullanma ve model oluşturma (grafik çizme)" becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorular kağıt, kalem performansına dayalı olarak açık uçlu yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in verileri kullanma ve model oluşturma becerisine göre ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “verileri kullanma ve model oluşturma” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in açık uçlu kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
5.Beceri (Verileri Kullanma ve Model Oluşturma (Grafik Çizme))	K1	Negatif sıra	3	4.33	4.02	.020
		Pozitif sıra	12	14.1		
		Eşit	10			
	D1	Negatif sıra	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	24	12.5		
		Eşit	0			
	K2	Negatif sıra	4	5.00	4.14	.030
		Pozitif sıra	10	12.8		
		Eşit	10			
	D2	Negatif sıra	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	24	12.5		
		Eşit	0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 33 incelendiğinde hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in verileri kullanma ve model oluşturma becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Ayrıca kontrol gruplarından bazı öğrencilerin, deney gruplarından ise tüm öğrencilerin son test puanları ön teste göre artış göstermiştir.

BİSBET’in 10. ve 13. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “önceden kestirme” becerisini ölçmek amacıyla çoktan seçmeli formatta sorulmuştur. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in önceden kestirme becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 34’te verilmiştir.

Tablo 34. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “önceden kestirme” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
6.Beceri (Önceden Kestirme)	K1	Negatif sıra	3	6.5	2.3	.021
		Pozitif sıra	4	6.5		
		Eşit	18			
	D1	Negatif sıra	2	5.00	2.17	.029
		Pozitif sıra	9	6.20		
		Eşit	13			

Tablo 34'ün devamı

6. Beceri (Önceden Kestirme)	K2	Negatif sıra	1	3.5	2.12	.033
		Pozitif sıra	7	4.64		
		Eşit	16			
	D2	Negatif sıra	1	7.00	3.26	.001
		Pozitif sıra	14	8.07		
		Eşit	9			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 34 incelendiğinde, hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in önceden kestirme becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir.

BİSBET'in 14., 15., 16., 17., 18., 19. ve 20. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorulardan 18. ve 19. sorular açık uçlu yapıda diğerleri çoktan seçmeli yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test- Ön test Karşılaştır- ması	N	BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı			N	BİSBET'in açık uçlu kısmı			N	BİSBET çoktan ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları		
				Sıra ort.	z*	p		Sıra ort.	z*	p		Sıra ort.	z*	p
7. Beceri (Değişkenleri Belirleme ve Hipotez Kurma)	K1	Negatif sıra	7	9.75	1.00	.314	2	2.25	4.16	.012	3	2.	4.05	.005
		Pozitif sıra	8	7.93			11	10.4			7	11.95		
		Eşit	10				12				15			
	D1	Negatif sıra	5	7.00	2.25	.024	0	0	4.29	.000	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	13	10.4			24	12.5			24	12.5		
		Eşit	6				0				0			
	K2	Negatif sıra	8	7.63	.058	.953	4	10.2	2.59	.009	6	7.83	2.17	.030
		Pozitif sıra	7	8.43			17	11.1			14	11.64		
		Eşit	9				3				4			
	D2	Negatif sıra	0	.00	3.86	.000	0	.00	4.29	.000	0	0	4.29	.000
		Pozitif sıra	19	10.0			24	12.5			24	12.5		
		Eşit	5				0				0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

BİSBET’te değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisini ölçen sorular hem açık hem de çoktan seçmeli sorulardan oluştuğu için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Tablo 35 incelendiğinde D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisine yönelik hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorularından aldıkları puanlar arasında, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. BİSBET’in toplam skorlarında, fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında deney gruplarındaki tüm öğrencilerin son test puanları ön teste göre pozitif sıralar yönünde artış göstermiştir.

K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ise BİSBET’in değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisine yönelik çoktan seçmeli sorularından aldıkları ön ve son test puanları arasında, $p > .05$ olduğu için, anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 35). Buna karşın kontrol gruplarının BİSBET’in değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisine yönelik açık uçlu ve toplam skorlarında, ön ve son test puanları arasında, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir farklılık vardır.

BİSBET’in çoktan seçmeli yapıda olan 21., 22., 23., 24., 25., 26. ve 27. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “verileri yorumlama” becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in verileri yorumlama becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “verileri yorumlama” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
8.Beceri (Verileri Yorumlama)	K1	Negatif sıra	8	9.31	1.14	.251
		Pozitif sıra	12	11.2		
		Eşit	5			
	D1	Negatif sıra	5	10.2	1.53	.125
		Pozitif sıra	16	11.3		
		Eşit	3			
	K2	Negatif sıra	6	9.33	1.01	.311
		Pozitif sıra	11	8.82		
		Eşit	7			
	D2	Negatif sıra	5	5.00	2.48	.013
		Pozitif sıra	15	10.6		
		Eşit	4			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 36 incelendiğinde BİSBET'in verileri yorumlama becerisine yönelik çoktan seçmeli sorularından aldıkları ön test son test puanları arasında K1, K2 ve D1 gruplarında anlamlı bir fark yokken ($p > .05$), sadece D2 grubunda, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna ek olarak deney ve kontrol gruplarının her birinde, pozitif sıralar yani son test puanı lehinde bir artış olduğu gözlenmektedir.

BİSBET'in çoktan seçmeli yapıda olan 28., 29. ve 30. soruları “sonuç çıkarma” becerisine yöneliktir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in sonuç çıkarma becerisine göre ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki “sonuç çıkarma” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
9.Beceri (Sonuç Çıkarma)	K1	Negatif sıra	3	7.00	1.48	.138
		Pozitif sıra	9	6.33		
		Eşit	13			
	D1	Negatif sıra	3	5.33	.302	.763
		Pozitif sıra	10	4.00		
		Eşit	11			
	K2	Negatif sıra	3	6.83	1.18	.236
		Pozitif sıra	8	5.69		
		Eşit	13			
	D2	Negatif sıra	3	7.50	2.55	.011
		Pozitif sıra	13	8.73		
		Eşit	8			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 37 incelendiğinde BİSBET'in sonuç çıkarma becerisine yönelik çoktan seçmeli sorularından aldıkları ön test son test puanları arasında K1, K2 ve D1 gruplarında anlamlı bir fark gözlenmezken ($p > .05$), sadece D2 grubunda, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna ek olarak deney ve kontrol gruplarının her birinde, pozitif sıralar yani son test puanı lehinde bir artış olduğu gözlenmektedir.

BİSBET'in 31. ve 32. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorular çoktan seçmeli yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in

değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisi ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’teki “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test-Ön test Karşılaştırması	N	BİSBET’in çoktan seçmeli kısmı		
				Sıra Ort.	z*	p
10. Beceri (Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme)	K1	Negatif sıra	3	6.50	1.73	.083
		Pozitif sıra	9	6.50		
		Eşit	13			
	D1	Negatif sıra	4	5.50	.632	.527
		Pozitif sıra	8	5.50		
		Eşit	12			
	K2	Negatif sıra	3	4.00	.378	.705
		Pozitif sıra	4	4.00		
		Eşit	17			
	D2	Negatif sıra	4	6.50	1.5	.134
		Pozitif sıra	10	7.22		
		Eşit	10			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 38 incelendiğinde, hem birinci hem de ikinci öğretim şubelerindeki deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testten aldıkları değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p > .05$). Buna ek olarak deney ve kontrol gruplarının her birinde, pozitif sıralar yani son test puanı lehinde bir artış olduğu gözlenmektedir.

BİSBET’in 33., 34., 35. ve 36. soruları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “deney tasarlama-yapma” becerisini ölçmek amacıyla sorulmuştur. Bu sorulardan 33. ve 34. sorular çoktan seçmeli yapıda, 35. ve 36. sorular kağıt-kalem performansına dayalı olarak açık uçlu yapıdadır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in deney tasarlama-yapma becerisine göre ön test-son test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'teki “deney tasarlama-yapma” becerisi ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Beceriler	Gruplar	Son test- Ön test Karşılaştır- ması	N	BİSBET'in çoktan seçmeli kısmı			N	BİSBET'in açık uçlu kısmı			N	BİSBET çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplam puanları		
				Sıra Ort.	z*	p		Sıra Ort.	z*	p		Sıra Ort.	z*	p
11.Beceri (Deney Tasarlama- Yapma)	K1	Negatif sıra	8	7.38	.440	.660	4	7.63	.746	.455	6	8.06	.924	.356
		Pozitif sıra	6	7.67			14	10.2			10	11.75		
		Eşit	11				7				9			
	D1	Negatif sıra	1	5.50	2.53	.011	1	1.00	4.27	.000	1	1.50	4.24	.000
		Pozitif sıra	9	5.50			23	13.0			23	12.98		
		Eşit	14				0				0			
	K2	Negatif sıra	6	5.25	1.15	.248	7	9	1.57	.114	6	5.57	1.51	.129
		Pozitif sıra	3	4.50			13	11.31			8	8.68		
		Eşit	15				4				10			
	D2	Negatif sıra	1	4.50	1.11	.048	0	.00	4.29	.000	0	.00	4.29	.000
		Pozitif sıra	6	5.25			24	12.5			24	12.50		
		Eşit	15				0				0			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney tasarlama-yapma becerisini ölçen sorular hem açık hem de çoktan seçmeli sorulardan oluştuğu için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Tablo 39'dan D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in deney tasarlama-yapma becerisine yönelik hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorularından aldıkları puanlar arasında, $p < .05$ olduğu için, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ise BİSBET'in deney tasarlama-yapma becerisine yönelik sorularının ön ve son test puanları arasında, $p > .05$ olduğu için, anlamlı bir farklılık yoktur. BİSBET'in toplam skorlarında, fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun son test puanları ön teste göre pozitif sıralar yönünde artış gösterirken bu artışın D1 ve D2 grupları lehinde olduğu görülmektedir.

3.1.3. BSB ile İlgili Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda BSB ile ilgili yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular sunulmuştur. Bu mülakatlar, uygulamalar sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB hakkında sahip oldukları bilgilerin neler olduğunu belirlemek, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci görüşlerini karşılaştırmak ve dolayısıyla araştırmanın birinci alt problemine nitel verilerle de cevap aramak amacıyla yapılmıştır. Mülakat için, deney ve

kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in ön ve son test puanlarındaki gelişim oranlarına bakılarak K1, K2, D1 ve D2 gruplarından yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösteren birer öğrenci seçilmiştir. Bu öğrenciler K1 grubunda sırasıyla yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösterenler K1Ö12 (Kontrol Grubu 1'i oluşturan öğrencilerden BİSBET'te yüksek düzeyde gelişim gösteren 12 numaralı öğrenci), K1Ö14, K1Ö24; K2 grubunda yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösterenler K2Ö2, K2Ö22, K2Ö16; D1 grubunda yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösterenler D1Ö15, D1Ö13, D1Ö5 ve D2 grubunda yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösterenler D2Ö1, D2Ö19, D2Ö21 olarak simgelenmiştir. Bu amaçla öğrencilere, toplam 10 soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur.

3.1.3.1. BSB Hakkında Teorik Bilgileri Yoklamaya Yönelik Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere, onların BSB'yi nasıl tanımladıkları, BSB'nin geliştirilmesinin bireylere katkısının ne olduğu, hangi faktörlerin ve hangi tür etkinliklerin BSB'nin geliştirilmesinde etkili olduğu konularında düşüncelerini derinlemesine incelemek amacıyla 4 soru yöneltilmiştir. Yürütülen mülakatlarda öğrencilere yöneltilen A1, A2, A3 ve A4 sorularının içerikleri şöyledir:

Soru A1. BSB'yi nasıl tanımlarsınız? BSB deyince aklınıza ne geliyor?

Soru A2. Bir kişide BSB'nin gelişmiş olması neden önemlidir? BSB'nin gelişmesi kişiye ne gibi yarar sağlar?

Soru A3. BSB'nin gelişimini etkileyen faktörler neler olabilir?

Soru A4. Kimya, fizik ve biyoloji etkinliklerinin BSB'ye katkı dereceleri hakkındaki düşünceleriniz nedir?

A1, A2, A3 ve A4 numaralı sorulara öğrencilerin verdiği cevaplar ve bu cevapların hangi tema ve kodlar altında toplandığı Tablo 40'ta sunulmuştur.

Tablo 40. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB ile ilgili teorik bilgilerini yoklamaya yönelik A1, A2, A3 ve A4 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular

SN	Tema (lar)	Kodlar	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ifadelerinden örnekler (Doğrudan Alıntı)	M	f
A1 ve A2	Bilimsel Süreç Becerileri	Araştırma	BSB, bilimsel olarak herhangi bir konuyu araştırmaktır. Araştırmaya meraklı olmayı, araştırma ruhu kazanmayı sağlayan becerilerdir (K1Ö14). Bilimsel araştırma yapabilmek için kullanılan bütün yöntemler ve süreçlerin tamamıdır (D2Ö1).	K1Ö14 D2Ö1 D1Ö5	3
		Bilginin kalıcılığı	BSB'si gelişmiş bir öğrenci kendisi yaparak yaşayarak öğreneceği için konu hakkındaki kalıcılığı artar (D1Ö5). Gördüğümüzü, duyduğumuzu çabuk unuturuz ama yaptığımızı o kadar kolay unutmayız. BSB de yaparak öğrenmeyi sağladığı için unutmamamızda etkilidir (D1Ö13).	D1Ö5 D1Ö13 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21	5
		Bilgiye ulaşma yolları	Ele alınan bir konunun nasıl anlatılabileceği, nasıl daha iyi aktarabileceği ve bilgiye nasıl ulaşılacağı konusunda hem öğretmenlere hem de öğrencilere yardımcı olan becerilerdir (D1Ö13). Bilgiye ulaşma yollarının öğrenilmesidir. Mesela balık tutmayı gösteriyorsunuz sonra kişiye uyguluyorsunuz, bunu kişi kendisi yapmaya çalışır. BSB budur yani (D2Ö19).	D1Ö13 D2Ö19	2
		Deney sürecindeki kazanımlar	BSB, öğrencinin laboratuvar ortamında deney yaparken kazandığı bütün becerilere denir (D1Ö13). Öğrencinin bir deney yaparken kazandığı kazanımların bütünüdür (D2Ö21). BSB bir deney esnasında öğrenciye kazandırılması gereken davranışlardır (D1Ö15).	D1Ö13 D1Ö15 D2Ö21	3
		Bilginin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde kolaylık	Bir konunun nasıl öğretildiği çok önemlidir. Belli aşamalar dâhilinde mi yoksa gelişmiş mi? Öğretmenlerin BSB aşamalarına göre sistemli bir şekilde bilgiyi vermesi öğrencilerin kolay anlamalarına yardımcı olur (D1Ö15). Biz öğretmen olacağız sonuç olarak, bizde bu becerilerin gelişmiş olması yarın öbür gün ders anlatırken, deney yaptırırken öğrencilerin becerisinin gelişimine katkı sağlayabileceğiz, daha kolay öğrenmelerini sağlayabileceğiz. Öğrenci ise, kendisi yaparak yaşayarak öğrendiği için bilgiye daha kolay ulaşabilecek ve unutmayacaktır (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 K2Ö2	6
		Teorikten uygulamaya geçiş	BSB, teorik olarak aldığımız bilgileri uygulamaya geçirmektir, bu becerilerle öğrenci dersten öğrendiklerini günlük hayata uyarlayarak problemlere çözüm üretebilir (K1Ö12). Bir konunun sadece teorik olarak değil de öğrendiklerini günlük hayata uygulayabilmesine yardımcı olan becerilerdir (D1Ö15).	K1Ö12 D1Ö15	2
		Kazanım	Mesela bir konu anlatıldığı zaman öğrencinin o konuyla ilgili anladıkları ve kazandıkları şeylerdir. Bunlar aslında temelle ilgili bir şey, temeli sağlam olan öğrenci ileriki konuları daha iyi anlar (K2Ö2). BSB deyince kazanım geliyor aklıma. Mesela, ışığın fotosenteze nasıl etki ettiğini öğreniyorsun bu BSB olabilir (K2Ö22).	K1Ö24 K2Ö2 K2Ö16 K2Ö22	4
A3 ve A4	BSB'nin gelişiminde etkili olan faktörler	İlgi ve merak	Kişinin konuya ilgisi, yeteneği etkiler (D1Ö15), (K1Ö12), (K1Ö14). Öğrencinin ön bilgisi, derse ilgi ve merakı BSB'nin gelişiminde etkilidir (D2Ö21). Kişinin psikolojik durumu ve merakıyla ilgili diyebiliriz (K2Ö2). Kimya dersine ilgilim olduğu için kimya deneylerinin bana daha fazla katkı sağladığını düşünüyorum (K2Ö22).	D1Ö5 D1Ö15 D2Ö21 K1Ö12 K1Ö14 K2Ö22 K2Ö2	7

Tablo 40'ın devamı

A3 ve A4	BSB'nin gelişiminde etkili olan faktörler	Deneyler ve deneyin içeriği	Kimyada daha çok deney yaptığımız için daha çok katkısı vardır (D1Ö15). Daha zengin deneylere sahip ve sayısal verilerle aralarında ilişki kurulabilen deneyler/etkinlikler BSB'nin gelişiminde etkilidir, bunlarda daha çok kimya ve fizik etkinlikleri ile yapılabilir. (D2Ö21), (K1Ö14)	D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21 K1Ö14 K2Ö22	6
		Eğitimi veren kişi	Öğretmenin aşama aşama öğrencileri nasıl yönlendirebileceği konusunda bilgi sahibi olması oldukça etkilidir (D2Ö1). Eğitimi veren kişinin BSB'si gelişmiş mi gelişmemiş mi? Bu en büyük etken bence (D2Ö19). Öğretmenlerin BSB açısından donanımlı ve yeterli bilgiye sahip olması bu becerilerin gelişimin de etkilidir (K2Ö16), (K2Ö2).	D2Ö1 D2Ö19 K2Ö16 K2Ö2	4
		Günlük hayattan aktiviteler	Günlük hayatla ilişkili olduğu için fizik ve kimyada daha fazla etkili olduğunu düşünüyorum (D1Ö13). Günlük yaşamla ilgili olayları bize açıklıyor mutfığa yönelik çok deneyler oluyor bu yüzden kimya etkinlikleri daha fazla etkilidir (K1Ö24). Fizik hayatımızın her yerinde var, günlük hayatta çok sık karşılaşıyor bu yüzden katkısı daha fazladır (K2Ö16).	D1Ö13 K1Ö24 K2Ö16	3

SN: Soru Numarası; M: Mülakat yapılan öğrencilerin kodları; f: Frekans

Tablo 40 incelendiğinde öğrencilerin A1 ve A2 numaralı sorulara verdikleri cevaplar “Araştırma”, “Bilginin kalıcılığı”, “Bilgiye ulaşma yolları”, “Deney sürecindeki kazanımlar”, “Bilginin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde kolaylık”, “Teorikten uygulamaya geçiş” ve “Kazanım” şeklinde kodlanarak bunların hepsi BSB teması altında toplanmıştır. Benzer olarak A3 ve A4 numaralı sorular ise “İlgi ve merak”, “Deneyler ve deneyin içeriği”, “Eğitimi veren kişi” ve “Günlük hayattan aktiviteler” şeklinde kodlanarak bu kodların hepsi BSB'nin gelişiminde etkili olan faktörler teması altında toplanmıştır. Tablo 40'ta K1Ö14, D1Ö5 ve D2Ö12 ile kodlanan öğrencilerin BSB'yi bilimsel araştırma yapmada kullanılan süreçler olarak tanımladıkları görülmektedir. Bununla birlikte deney gruplarında bulunan D1Ö5, D1Ö13, D2Ö1, D2Ö21 ve D2Ö19 kodlu 5 öğrenci, BSB'nin bilginin kalıcılığını önemli ölçüde arttırdığına vurgu yapan açıklamalar yapmışlardır. D1Ö13 ve D2Ö19 ile kodlanan öğrenciler BSB'yi bilgiye ulaşma yollarının öğretilmesi ve öğrenilmesi şeklinde; D1Ö13, D1Ö15 ve D2Ö21 kodlu öğrenciler ise deney yapılırken kazanılan her türlü beceri ve kazanımlardır şeklinde açıklamışlardır. D1Ö5, D1Ö13, D1Ö15, D2Ö1, D2Ö19 ve K2Ö2 kodlu öğrenciler ise BSB'nin hem bilginin öğretilmesinde hem de öğrenilmesinde kolaylık sağladığına vurgu yaparak, kendilerinin ileride öğretmen olacağına ve bu becerilere sahip olması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. K1Ö12 ve D1Ö15 kodlu öğrenciler BSB'yi “teorik olarak öğrenilen bilgilerin günlük

hayata uyarlanabilmesini sağlayan becerilerdir” şeklinde açıklamışlardır. K1Ö24, K2Ö2, K2Ö16 ve K2Ö22 kodlu öğrencilerin ise BSB’ye yönelik açıklamalar yaparken bu kavramı ilişkisiz birtakım kavramlarla açıklamaya çalıştıkları ve bu kavram hakkındaki bilgilerine güvenmedikleri gözlenmiştir. BSB gelişiminde etkili olan faktör ve derslerin neler olabileceğine yönelik A3 ve A4 numaralı sorulara ise 3’ü deney gruplarında, 4’ü ise kontrol gruplarında olan 7 öğrencinin ilgi, merak ve kişinin kendi yeteneğinin bu becerilerin gelişmesinde etkili olduğuna yönelik açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Buna benzer olarak D1Ö15, D2Ö1, D2Ö19, D2Ö21, K1Ö14 ve K2Ö22 kodlu öğrenciler deney ve deneyin içeriğindeki aktivitelerin bu becerilerin gelişiminde etkili olduğuna yönelik açıklamalarda bulunmuşlardır. D2Ö1, D2Ö19, K2Ö16 ve K2Ö2 kodlu öğrenciler BSB’nin gelişiminde öğretmenin bu becerilere sahip olma derecesinin önemli olduğuna vurgu yapmışlardır. D1Ö13, K1Ö24 ve K2Ö16 kodlu öğrenciler ise günlük hayattan örneklerle zenginleştirilmiş olan ders ve deneylerin bu becerilerin gelişiminde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

BSB ile ilgili A5 ve A6 numaralı sorular öğrencilerin, BSB’nin hangi alt becerilerden oluştuğu ve bir deney yaparken hangi adımların hangi becerilerin kazandırılmasını sağladığı konularında düşüncelerini derinlemesine incelemek amacıyla sorulmuştur. Deney ve kontrol gruplarından seçilen öğrenciler ile yürütülen mülakatlarda öğrencilere yöneltilen A5 ve A6 sorularının içerikleri şöyledir:

Soru A5. BSB hangi tür alt becerilerden oluşmaktadır?

Soru A6. Bir deneyin safhalarını düşündüğünüzde sizce hangi adımlarda hangi tür BSB’ler kullanılıyor?

Mülakatlarda A5 ve A6 numaralı sorulara öğrencilerin verdiği cevaplar ve bu cevapların hangi tema ve kodlar altında toplandığı Tablo 41’de sunulmuştur.

Tablo 41. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BSB ile ilgili teorik bilgilerini yoklamaya yönelik A5 ve A6 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular

SN	Tema (lar)	Kodlar	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ifadelerinden örnekler (Doğrudan Alıntı)	M	f
A5 ve A6	BSB alt becerileri	Değişkenleri belirleme ve hipotez kurma	Problem belirlenir ve ona göre bir hipotez kurulur. Bu hipotezden yola çıkarak değişkenler belirlenir (D1Ö13) Önce hipotez kurulur, deneyle ilgili değişkenler belirlenir (D2Ö1). Deneye başlamadan önce deneyin amacına göre hipotez kurma ve neyi test edeceğimizi tam olarak belirlemek için değişkenleri belirleme (D2Ö21).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö21 D2Ö19	6
		Gözlem ve ölçme	Deneyde ölçümler yaparak ölçme ve gözlem becerisi gelişir (D1Ö5). Deneyi yaparken gözlem ve bazı ölçümler yapma (D2Ö1). Deneyin yapılışı aşamasında el becerisi, gözlem ve ölçme becerileri gelişir. (D2Ö21, D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 K1Ö12 D2Ö1 D2Ö21 D2Ö19	6
		Veri kaydetme-grafik çizme	Deneyde veriler toplanır, toplanan veriler tabloya kaydedilir, grafik çizilir bu şekilde veri kaydetme ve verileri kullanma becerisi gelişir (D1Ö15). Veriler tabloya veya grafiklere kaydedilir, Bunlar toplanan verilerin daha sistematik, olarak görünmesini sağlar (D2Ö1).	D1Ö15 D1Ö13 K1Ö12 D2Ö1 D2Ö19	5
		Verileri yorumlama	Veriler toplandıktan sonra verilerin yorumlanması ve deneyin değerlendirmesi yapılır (D1Ö13). Değişkenler arasında doğru orantı mı yoksa ters orantı mı var belirlemek için, verileri yorumlamak (D2Ö1).	D1Ö13 K1Ö14 D2Ö1 D2Ö19	4
		Sonuç çıkarma	Veri kaydından sonra sonuç çıkarma işlemine geçilir (D1Ö5, D2Ö21). Kurduğumuz hipotezin doğruluğunu test etmek için tablo ve grafiğe bakılarak sonuca varılır (D1Ö13, D1Ö15, D2Ö1). Bir sonuç ortaya çıkarmak (K1Ö14, K1Ö12). Verilerin analizinden sonra elde ettiğimiz bilgilere göre bir sonuca varmak (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 K1Ö14 K1Ö12 D2Ö1 D2Ö21 D2Ö19	8
		Deney tasarlama-yapma	Hipotezi test etmek için uygun bir deney tasarlanır ve deney yapılır (D1Ö5). Hipotezden yola çıkarak deneyin tasarısı ve yapılışı aşamalarına geçilir (D1Ö13, D1Ö15). Deney yapma, el becerilerini kullanma becerileri (K1Ö14, K1Ö12, D2Ö1). Hipotez kurma ve bu hipotezi deney yaparak test etme (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 K1Ö14 K1Ö12 D2Ö1 D2Ö19	7
	İlişkisz	5E	5E öğretim modeli geliyor aklıma. Girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme (K1Ö24).	K1Ö24	1
		FTTÇ, TD	BSB deyince FTTÇ ve TD geliyor aklıma. Öğrencilerin hem gruplaşa öğrenmelerini hem de bu konu hakkında genel ve özel şeklinde bilgi edinmelerini sağlıyor (K2Ö22).	K2Ö22	1
		Okuma, anlama ve uygulayabilme	İlk safhada okuduğunu anlama, ikinci safhada anladığımı uygulayabilme daha sonrasında da uygulamayı doğru bir şekilde yapabildiğini anlaması. Veri kaydetme matematiksel işlemlerini geliştiriyor olabilir. Uygulamada pratiklik kazanır el becerisi gelişir (K2Ö16).	K2Ö16	1
		-	Çok hatırlayamıyorum (K2Ö2).	K2Ö2	1

SN: Soru Numarası; M: Mülakat yapılan öğrencilerin kodları; f: Frekans

Tablo 41 incelendiğinde, öğrencilerin BSB'nin hangi alt becerilerden oluştuğu ve bir deney yaparken hangi adımların hangi becerilerin kazandırılmasını sağladığı konularındaki fikirleri “Değişkenleri belirleme ve hipotez kurma”, “Gözlem ve Ölçme”, “Verileri kaydetme-grafik çizme”, “Verileri yorumlama”, “Sonuç çıkarma” ve “Deney tasarlama-yapma” şeklinde kodlanarak bunlar BSB alt becerileri teması altında toplanmıştır. BSB alt becerileri ile ilgisiz “5E'nin aşamaları”, “FTTÇ-TD” ve “Okuma, anlama ve uygulayabilme” kodları “İlişkisiz” teması altında toplanmıştır. Yukarıdaki tabloda mülakata katılan öğrencilerin BSB'nin hangi alt becerilerden oluştuğuna ve deneylerle hangi alt becerilerin geliştirildiğine yönelik görüşleri incelendiğinde, deney gruplarındaki bütün öğrenciler, “deneye başlamadan önce değişkenleri belirleme ve hipotez kurma işlemlerinin yapılmasının bu becerilerin geliştirilmesini sağladığı” yorumunda bulunmuşlardır. Buna benzer olarak 1'i kontrol grubunda, 5'i deney gruplarında olmak üzere 6 öğrenci BSB alt becerilerinin, gözlem ve ölçme becerilerinden oluştuğunu; 1'i kontrol grubunda ve 4'ü deney grubunda olan 5 öğrenci ise BSB alt becerilerinin “verileri kaydetme-grafik çizme” becerileri olduğunu belirtmişlerdir. Verileri yorumlama becerisinden ise 1'i kontrol grubunda olan 4 öğrenci bahsetmiştir. Deney ve kontrol gruplarından sonuç çıkarma ve deney tasarlama-yapma becerilerinin de BSB alt becerilerinden olduğunu sırasıyla 8 ve 7 öğrenci belirtmiştir. Hepsi kontrol gruplarında olan öğrencilerden 4'ü BSB'nin, “5E'nin aşamaları”, “FTTÇ-TD” ve “Okuma, anlama ve uygulayabilme” gibi alt becerilerden oluştuğunu ifade ederek ilişkisiz yanıtlar vermişlerdir.

3.1.3.2. Öğrencilerin BSB'yi Uygulamada Kullanabilme Yeterliliklerini Yoklamaya Yönelik Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BSB ile ilgili farkındalıkları belirlendikten sonra BSB'yi uygulayabilme yeterliliklerini derinlemesine incelemek amacıyla onlara 4 soru yöneltilmiştir. Bu soruların birincisi hipotez kurabilme, ikincisi değişkenleri belirleyebilme ve değişken ve hipotezler arasında ilişkilendirme yapabilme, üçüncüsü tablo ve grafik çizebilme ve dördüncüsü BSB'lerin gelişimine katkı sağlayabilecek bir aktivite tasarlayabilme becerilerine yöneliktir. Bu kapsamda yürütülen mülakatlarda öğrencilere yöneltilen B1, B2, B3 ve B4 sorularının içerikleri şöyledir:

Soru B1. Hipotez ne demektir? Bir deneyi yapmaya başlamadan önce hipotez kurarak denemelerinizi yapmanız size ne gibi yarar sağlar? Örnek bir hipotez kurabilir misiniz?

Soru B2. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri örnek vererek açıklayabilir misiniz? Bir deney yapacaksınız, deneyin değişkenlerini kolaylıkla belirleyebiliyor musunuz? Belirlediğiniz değişkenlerle hipotez arasında ilişki kurabiliyor musunuz? Bir örnekle açıklayabilir misiniz?

Soru B3. Bir deneyden elde edilen verilerin tablo veya grafikler aracılığı ile sunulmasında nelere dikkat ediyorsun? Tablo ve grafiklerin ne gibi özelliklere sahip olması gerekir?

Soru B4. Öğrencilerde BSB'lerin gelişmesine katkı sağlayacak bir aktivite/deney tasarlayabilir misiniz? Yazınız.

Mülakatlarda B1, B2, B3 ve B4 numaralı sorulara öğrencilerin verdiği cevaplar ve bu cevapların hangi tema ve kodlar altında toplandığı Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42 incelendiğinde, öğrencilere yöneltilen B1 numaralı soruya verilen cevaplar “Doğru Hipotez Kurma” ve “Yetersiz Hipotez Kurma-Cevap Yok” şeklinde kodlanarak bunlar hipotez kurma becerisi teması altında, B2 numaralı soruya verilen cevaplar “Doğru Değişken Belirleme” ve “Yetersiz Değişken Belirleme-Cevap Yok” şeklinde kodlanarak bunlar değişkenleri belirleyebilme becerisi teması altında toplanmıştır. Benzer olarak B3 numaralı soruya verilen cevaplar “Doğru Veri Kaydetme” ve “Yetersiz Veri Kaydetme-Cevap Yok” şeklinde kodlanarak veri kaydetme becerisi teması altında, B4 numaralı soruya verilen cevaplar “Doğru Deney Tasarlama” ve “Yetersiz Deney Tasarımı-Cevap Yok” şeklinde kodlanarak bu kodlar deney tasarlama becerisi teması altında toplanmıştır.

Tablo 42. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BSB'yi uygulamada kullanabilme yeterliliklerini yoklamaya yönelik B1, B2, B3 ve B4 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular

SN	Tema lar	Kodlar	Deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin ifadelerinden örnekler (Doğrudan Alıntı)	M	f
B1	Hipotez Kurma Becerisi	Doğru Hipotez kurma	Hipotez bir öğrencinin bir konu hakkındaki görüşü, varsayımı, bir şey ortaya koymasıdır. Öğrencinin hipotez kurarak deneye başlaması ne yaptığının farkına varmasını sağlar. Eğer madde miktarını arttırsak çözünürlük azalır. Hipotezin doğru olup olmaması önemli değil test edilebilir olması yeterlidir (D2Ö1). Test edilebilir, cümle içinde bağımlı ve bağımsız değişkenleri içeren cümle yapılarıdır. Hipotez kurmak bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişken haricindeki diğer değişkenleri saf dışı edebilmede yolumuzu belirler. Mesela akım arttıkça potansiyel fark artar, cümlesi benim hipotezimdir. (D2Ö21)	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21 K1Ö12 K2Ö2	8
		YH-CY	Bilimsel sürecin başlama noktasıdır diyebiliriz. İmmm, tam olarak kuramıyorum (K1Ö14). Çözünürlüğe etki eden birçok faktör vardır (K2Ö16).	K1Ö14 K1Ö24 K2Ö16 K2Ö22	4

Tablo 42'nin devamı

B2	Değişkenleri Belirleyebilme Becerisi	Doğru Değişken Belirleme	Bağımlı değişken sonuç, bağımsız değişken sebepti. Burada işte sıcaklığın artması basıncı nasıl etkiliyor sorusunda bağımlı değişken basınç olur, bağımsız değişken sıcaklık olur. Bu değişkenler dışındaki maddenin cinsi ve miktarı, bunlarda sabit tutulan değişkenlerdir. (D2Ö1) Bir deneyin gidişatını etkileyen değişken bağımsız, etkilenen ise bağımlı değişkendir. Mesela suyun kaynama noktasını ele alacak olursak kaynama noktasının yüksekliğe bağlı olup olmadığını araştırıyorum. Cevap veren bağımlı değişkendi, bu durumda kaynama noktası bağımlı, yükseklik bağımsız değişken olur. Kontrol edilen değişkenler sıvının cinsi, kabın şekli büyüklüğü, kaç ml aldığımız ısıtıcının gücü, cinsi bunlardır (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21 K1Ö12 K2Ö2	8
		YDB-CY	Temas yüzeyinin çözünürlüğe etkisini ele alalım. Burada bağımlı değişken temas yüzeyi, bağımsız değişken ise çözünürlük hızıdır. (K1Ö14), (K1Ö24) ve (K2Ö16).	K1Ö14 K1Ö24 K2Ö16 K2Ö22	4
B3	Veri Kaydetme Becerisi	Doğru Veri kaydetme	Şimdi araştırmamızı yaptık ve bunu sunacağız, bulguları okuyacak kişi tablo olmazsa neler elde ettiğimizi rahat bir şekilde gözlemleyemez. Grafik ve tablo araştırma ile ilgili can alıcı bilgileri edinmek isteyen kişiye çok büyük bir rahatlık sağlar. Tablo ve grafiğin başlığı olması gerekir, değişken isimlerini içermesi gerekir, veriler artan ya da azalan sırada, düzgün bir şekilde sistematik olarak yazılır (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21 K1Ö12 K2Ö2	8
		YVK-CY	İşte ölçüm verileri kaydedilir. Grafik ve tablolara bakılarak sonuç çıkarılır (K1Ö24), (K2Ö16).	K1Ö24 K1Ö14 K2Ö16 K2Ö22	4
B4	Deney Tasarlama Becerisi	Doğru Deney Tasarlama	Kaynama konusunu ele alırsak, problem olarak her madde aynı sıcaklıkta mı kaynar diye sorarım. Bunu test etmek için de: Çocuklara hipotez kurdururum, mesela farklı maddeler farklı sıcaklıklarda kaynar derim. Burada maddeler bağımsız değişken oluyor. Faklı sıcaklıkta kaynaması bağımlı değişken oluyor, kontrol edilen değişkenlerde ortam koşulları, sıcaklık ve miktar. Deney yaparken etil alkol ve suyun belli aralıklarda termometre ile sıcaklıklarını ölçerim. Kaynama esnasında sıcaklıklarını tekrar ölçerim. Isıtmaya devam ettikçe sıcaklığın sabit olduğunu görürler ve maddeler faklı sıcaklıklarda kaynadığını gözlemlerler. Elde edilen verileri tablo ve grafik üzerine dökerim. Burada da tablo ve grafik çizilemeyi ve okuyabilmeyi öğrenmiş olurlar. Sonuca vardırırdım. (D1Ö13). Fotosenteze aydınlık ve karanlığın etkisini araştırırken önce hipotezimi kurarım. Eğer ışık kullanılmazsa fotosentez olayı gerçekleşmez hipotezimde fotosentezin gerçekleşmesi bağımlı değişkenim, ışık, aydınlık ve karanlık ortam bağımsız değişkenimdir. Ortamın sıcaklığı, çiçeğin cinsi, toprağın miktarı ve almış oldukları su miktarı sabit tutulan değişkenlerdir. Aynı cins bitkiler ve mumlar fanus içlerine koyulur. Daha sonra birini aydınlık diğerini karanlık ortama koyduğumda zaman sonra mumların sönüp sönmediğini kontrol ederim. Sonuçta karanlıkta oksijen olmadığı için mumun söndüğünü gözlemlerim ve hipotezimi test etmiş olurum (D2Ö19).	D1Ö5 D1Ö13 D1Ö15 D2Ö1 D2Ö19 D2Ö21 K1Ö12	7
		YDT-CY	Mesela sıvıların genleşmesiyle ilgili şu örneği verirdim. Ocağa bir yemek koyduğumuz zaman altını çok açıyoruz o zaman ne oluyor? Bir süre sonra taşıyor. Şimdi orada sıvılar genleştiği için taşıyor. Onu anlatırım (K1Ö24).	K1Ö14 K1Ö24 K2Ö2 K2Ö16 K2Ö22	5

Tablo 42'nin devamı

SN: Soru Numarası; DH: Doğru Hipotez, YH-CY: Yetersiz Hipotez-Cevap Yok, DDB: Doğru Değişken Belirleme, YDB: Yetersiz Değişken Belirleme, DVK: Doğru Veri Kaydetme, YVK: Yetersiz Veri Kaydetme, DDT: Doğru Deney Tasarlama, YDT: Yetersiz Deney Tasarımı, M: Mülakat yapılan öğrencilerin kodları; f: Frekans.

Tablo 42'den, deney gruplarından mülakata katılan bütün öğrencilerin, kontrol gruplarından ise 2 öğrencinin hipotez kurmada başarılı olduğu; kontrol gruplarındaki kalan diğer 4 öğrencinin doğru hipotez kurmadığı ya da bu soruya yanıtızsız kaldıkları görülmektedir. Öğrencilerin hipotezler hakkındaki doğru açıklamaları incelendiğinde, hipotezi, “bir probleme ilişkin varsayım, geçici çözüm önerisidir” şeklinde tanımladıkları görülmektedir. Bununla birlikte bazı öğrenciler hipotez cümlesi içerisinde mutlaka bağımlı ve bağımsız değişkenlerin olması gerektiğine vurgu yapmışlardır. Öğrencilerin değişkenleri belirleme becerisine yönelik açıklamaları incelendiğinde, deney gruplarındaki bütün öğrencilerin, kontrol gruplarından ise 2 öğrencinin doğru değişken belirleme kategorisinde yer alan açıklamalar yaptıkları ve doğru örnekler verebildikleri görülmektedir. Değişkenlere doğru açıklamalar ve örnekler sunabilen öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde bağımlı ve bağımsız değişkenleri “bir deney konusu üzerinden neden-sonuç ilişkisinden, etkileyen-etkilenen veya değiştirilen ve buna bağlı olarak değişen” şeklinde, kontrol edilen değişkenleri ise “bu değişkenler dışında sabit tutulan değişkenlerdir” şeklinde açıkladıkları görülmektedir. Değişkenlere doğru açıklamalar yapamayan, hepsi kontrol grubunda olan 4 öğrencinin açıklamaları incelendiğinde ise bağımlı ve bağımsız değişkenleri tam olarak belirleyemedikleri ve bunları birbirinin yerine kullandıkları görülmektedir. Hem deney hem de kontrol gruplarında hipotez kurma konusunda başarılı olan öğrencilerin değişkenleri belirleme konusunda da başarılı olduğu Tablo 42'den görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin verileri kaydetme becerisine ilişkin açıklamaları incelendiğinde, deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha doğru ve etraflıca açıklamalar yapabildikleri görülmektedir. Deney gruplarındaki bütün öğrenciler ve kontrol gruplarındaki sadece 2 öğrenci veri kaydederken veri tablosunda veya grafiklerde bağımlı ve bağımsız değişken isimlerinin olması gerektiği üzerine vurgu yapmıştır. Bu öğrenciler veriler kaydedilirken tablo veya grafiğe başlık yazılmasının, verilerin artan veya azalan sırada yazılmasının, dışarıdan birisi baktığında veri tablosunda veya grafikteki verileri doğru bir şekilde

okuyabilmesi için bilgilerin açık ve anlaşılır yazılmasının gerekliliklerinden bahsetmişlerdir. Yetersiz Veri Kaydetme-Cevap Yok kategorisinde yer alan K1Ö12, K1Ö14, K2Ö2 ve K2Ö22 kodlu öğrencilerin ise veri kaydetme işleminde çok yüzeysel cevaplar verdiği, “direkt elde edilen veriler tabloya veya grafiğe geçirilir” şeklinde yorum yaptıkları ve bu öğrencilerin bu konuda detaylı bilgi veremedikleri görülmektedir. Son olarak deney tasarlama becerisine yönelik öğrenci cevapları incelendiğinde, deney gruplarındaki bütün öğrencilerin ve kontrol gruplarından ise sadece 1 öğrencinin doğru deney tasarlama kategorisinde yer alan cevaplar verdikleri görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğrencilerin, kendilerinin belirlediği herhangi bir konu hakkında, deney tasarımı yaparken özellikle bir hipotez kurarak, değişkenleri belirleyerek ve bu değişkenlerden birinin etkisine bakarak kontrollü deneyler tasarlamaya çalıştıkları görülmüştür.

3.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi; “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve teknikler ile zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının kavramsal değişimini gerçekleştirmede ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu alt problemin cevaplandırılması için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere KİKAT uygulanmıştır.

Bu kısımda deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanan KİKAT’ten elde edilen verilerin istatistiksel olarak karşılaştırmalarından elde edilen nicel bulgular ve öğrencilerin bu testlerdeki her bir kavrama yönelik sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen nitel bulgular aşağıda sırasıyla tablolarla birlikte sunulmuştur.

3.2.1. Öğrencilerin KİKAT’e Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Nicel Bulgular

Deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanan KİKAT’ten elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları (grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar) bu bölümde sunulmuştur. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test puanlarının Mann-Whitney U-ön test sonuçları Tablo 43’te sunulmuştur.

Tablo 43. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
K1	25	24.56	614.00	289.000	.826
D1	24	25.46	611.00		
K2	24	24.73	593.50	282.500	.910
D2	24	24.27	582.50		
Toplam	97				

Tablo 43 incelendiğinde hem K1 ve D1 grupları ($U=289.000$, $p> .05$) hem de K2 ve D2 grupları ($U=282.500.500$, $p> .05$) ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test puanlarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'ten aldıkları puanların Mann-Whitney U-son test sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına göre Mann-Whitney U-testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
K1	25	15.86	396.50	71.500	.000
D1	24	34.52	828.50		
K2	24	12.81	307.50	7.500	.000
D2	24	36.19	868.50		
Toplam	97				

Tablo 44 incelendiğinde, son test sonuçlarına göre hem K1 ve D1 grupları arasında ($U=71.500$, $p< .05$), hem de K2 ve D2 grupları ($U=7.500$, $p< .05$) arasında deney grupları lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında ise hem birinci hem de ikinci öğretim şubelerinden seçilen deney gruplarının (D1 ve D2) uygulama sonrasında KİKAT'ten aldıkları puanları kontrol gruplarındakinden daha yüksektir.

K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Gruplar	Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
K1	Negatif Sıra	3	6.63	26.50	3.661*	.000
	Pozitif Sıra	22	14.21	298.50		
	Eşit	0				
K2	Negatif Sıra	4	10.13	40.50	3.130*	.002
	Pozitif Sıra	20	12.98	259.50		
	Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 45 incelendiğinde, hem K1 grubundaki ($z=3.661$, $p< .05$) hem de K2 grubundaki ($z=3.130$, $p< .05$) öğrencilerin KİKAT'ten aldıkları ön test-son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır. Ön test-son test puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir. Ayrıca K1 ve K2 gruplarında sırasıyla 22 ve 20 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir.

D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Deney gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test-son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Gruplar	Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
D1	Negatif Sıra	0	.00	.00	4.286*	.000
	Pozitif Sıra	24	12.50	300.00		
	Eşit	0				
D2	Negatif Sıra	0	.00	.00	4.286*	.000
	Pozitif Sıra	24	12.50	300.00		
	Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 46 incelendiğinde, hem D1 grubundaki ($z=4.286$, $p< .05$) hem de D2 grubundaki ($z=4.286$, $p< .05$) öğrencilerin KİKAT'ten aldıkları ön test-son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır. Ön test-son test puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında ise gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir. Ayrıca D1 ve D2 gruplarındaki bütün öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından büyük olduğu görülmektedir.

3.2.2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin KİKAT'teki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmada kullanılan KİKAT, “Buharlaştırma ve Kaynama (7 madde)”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları (6 madde)”, “Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler (6 madde)”, “Gaz Yasaları (6 madde)”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler (7 madde)” ve “Elektrokimyasal Piller (6 madde)” konularındaki, kavramsal değişim sağlanmaya çalışılan kavramlara yönelik test maddelerinden oluşmaktadır. Bu yüzden öğrencilerin KİKAT'ın sorularına ön ve son teste verdikleri cevaplar analiz edilirken testteki aynı konu ile ilgili sorular birlikte analiz edilerek ayrı alt başlıklar halinde sunulmuştur. Her iki gruptaki öğrencilerin KİKAT'teki sorulara verdikleri cevaplar incelenmiş, her bir kategoride kaç öğrenci cevabının yer aldığı belirlenerek bu cevapların frekans ve % değerleri tablolar aracılığı ile sunulmuştur. Tablolarda kullanılan kısaltmalar: K1=Kontrol Grubu 1; D1=Deney Grubu 1; K2=Kontrol Grubu 2; D2=Deney Grubu 2; ÖT=Ön Test; ST=Son Test; f=Frekans ve %=Yüzde şeklindedir. Kategoriler kısmında kullanılan kısaltmaların açıklamaları ise daha önceki bölümde (Tablo 24, s. 131) ayrıntılı sunulmuştur.

3.2.2.1. Öğrencilerin KİKAT'te “Buharlaştırma ve Kaynama” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT'ın ilk 7 sorusu “Buharlaştırma ve Kaynama” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'ın “Buharlaştırma ve Kaynama” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT'teki 1. soru öğrencilerin ağız açık bir şekilde bırakılmış bir kaptaki saf suyun buharlaşması olayında gerçekleşen durumlarla ilgili düşüncelerini belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu sorunun DS-DA kategorisinde yer alan kabul edilebilir bilimsel doğru cevabı; “Buharlaştırma sıvının yüzeyinde gerçekleşen ve sıvının kimyasal yapısı değil fiziksel yapısını ilgilendiren bir olaydır. Sıvı buharlaşırken molekül içinde hiçbir bağ kopmaz, sıvının molekül yapısı ne ise o şekilde sıvıdan ayrılır. Su yüzeyinden buharlaşan molekülün yapısı ve sıvıdan çıkan kabarcıklar gaz halindeki H₂O molekülleridir.” şeklindedir. Öğrencilerin KİKAT'ın “Buharlaştırma ve Kaynama” konusunda sıvıların

buharlaşması olayı ile ilgili 1. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 47’de sunulmuştur.

Tablo 47. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 1. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	1. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	6	25	10	40	12	50	19	79,2	4	16,6	5	20,8	6	25	17	71
DS-KDA	7	28	6	24	6	25	4	16,6	2	8,3	-	-	3	12,5	3	12,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12,5
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	3	12	1	4,2	1	4,2	-	-	8	33,3	1	4,2	-	-
DS-AKA	3	12	-	-	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-	1	4,2
DS-B	-	-	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-AKA	4	16	3	12	4	16,6	-	-	14	58,3	11	45,8	12	50	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	2	8	1	4	1	4,2	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-
B-B	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-

Tablo 47’den 1. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 6 öğrenci, son testte 10 öğrenci DS-DA kategorisinde cevap vermişlerdir. K1 grubundan DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 6 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 3 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 3 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte 12 öğrenci, son testte 19 öğrenci DS-DA kategorisinde cevap vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 4 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırayla 4 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevaplarının kategorilere göre dağılımı K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak Tablo 47’de sunulmuştur.

KİKAT’teki 2. soru öğrencilerin saf su, tuzlu su ve alkol sıvılarının deniz seviyesi, Ankara ve Ağrı’da kaynama noktaları arasındaki ilişkiyi nasıl açıkladıkları ile ilgilidir. Ayrıca bu soru ile öğrencilerin kaynama noktası ile buhar basıncı kavramlarını nasıl ilişkilendirdikleri de araştırılmıştır. Bu soruya öğrencilerden; “Kaynama noktası maddeler

için ayırt edici bir özelliktir ve sıvının uçuculuğu azaldıkça artar. Kaynama noktasını etkileyen bir diğer etken dış basınçtır. Dış basınç arttıkça (deniz seviyesine yaklaştıkça) sıvıların kaynama noktası artar. Bu durumda deniz seviyesinde olan tuzlu su en büyük kaynama noktasına, deniz seviyesinden en uzak Ağrı’da en uçucu olan alkol sıvısı en küçük kaynama noktasına sahiptir. Buhar basıncı ise sıcaklığa, sıvının cinsine ve saflık derecesine bağlıdır, dış basınçtan etkilenmez. Dolayısıyla alkol uçucu olduğu için buhar basıncı en yüksektir. Tuz gibi uçucu olmayan katılar da suyun buhar basıncını düşürdüğü için tuzlu suyunda buhar basıncı en küçüktür. Dolayısıyla sıvıların nerede olduğu önemsenmeksizin alkolün buhar basıncı en büyük, sonrasında saf su ve tuzlu su şeklinde sıralamayı takip eder. Aynı ortamda kaynayan sıvıların kaynama anındaki buhar basınçları da birbirine eşittir.” açıklamalarına yakın DS-DA kategorisinde yer alacak bilimsel olarak doğru cevaplar vermeleri beklenmektedir. Öğrencilerin KİKAT’in sıvıların kaynama noktası ve buhar basıncı kavramları ile ilgili 2. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 48’de sunulmuştur.

Tablo 48. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 2. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	2. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	-	-	1	4,2	5	20,8	1	4,2	-	-	-	-	7	29,2
DS-KDA	3	12	3	12	-	-	6	25	-	-	2	8,3	-	-	6	25
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	3	12	10	40	6	25	8	33,3	6	25	10	42	8	33	6	25
DS-AKA	-	-	2	8	1	4,2	1	4,2	4	16,6	-	-	2	8	2	8,3
DS-B	1	4	2	8	-	-	-	-	1	4,2	-	-	1	4	2	8,3
YS-AKA	10	40	4	16	4	16,6	1	4,2	5	20,8	3	12,5	4	17	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-
YS-B	5	20	3	12	6	25	3	12,5	3	12,5	8	33,3	6	25	-	-
B-B	3	12	1	4	6	25	-	-	3	12,5	1	4,2	3	13	-	-

Tablo 48’den 2. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön ve son testlerde hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap verememiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 3 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 10 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA

kategorisinde ön testte 10, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 5; son testte 3 öğrenci ve B-B kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte 1, son testte 5 öğrenci DS-DA kategorisinde cevap vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken, son testte 6 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 8 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 6 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak Tablo 48’de sunulmuştur.

KİKAT’teki 3. soru öğrencilerin kaynama olayını nasıl algıladıklarını, kaynama esnasında meydana gelen durumları ve kaynama, kaynama noktası ve buhar basıncı kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl kurduklarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu sorunun kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamaları; “Kaynama sıvının tamamında gerçekleşen bir olaydır. Kaynama esnasında sıvıya verilen ısı sıcaklığın artmasında değil, sıvının buhar haline dönüşmesinde kullanılır. Kaynama esnasında sıcaklık saf bir sıvının tamamen buhar halinde uzaklaşmasına kadar sabit kalır, dolayısıyla sıcaklık artmadığı için kinetik enerjide artmaz. Su hem buharlaşırken hem de kaynarken fiziksel değişim meydana geldiği için sıvıyı H₂O şeklinde molekül halinde terk eder. Buhar basıncı büyük olan sıvının uçuculuğu fazladır ve kaynama noktası düşüktür.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in sıvılarda buharlaşma, kaynama, buhar basıncı ve kaynama noktası arasındaki ilişki ile ilgili 3. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 49’da sunulmuştur.

Tablo 49. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 3. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	3. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	7	28	11	44	3	12,5	8	33,3	11	45,8	12	50	9	37,5	13	54,2
DS-KDA	1	4	6	24	6	25	5	20,8	1	4,2	4	16,6	3	12,5	3	12,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	1	4,2	3	12,5
DS-AKA	2	8	1	4	-	-	2	8,3	1	4,2	-	-	-	-	-	-
DS-B	1	4	2	8	2	8,3	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-
YS-AKA	12	48	5	20	11	45,8	8	33,3	8	33,3	4	16,6	9	37,5	5	20,8
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	1	4	-	-	1	4,2	-	-	3	12,5	2	8,3	2	8,3	-	-
B-B	1	4	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 49’den 3. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 7, son testte 11 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevaplar verdiği görülmektedir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 6 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 12, son testte 5 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 3, son testte 8 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 5 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 11 öğrenci bulunurken, son testte 8 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA ve DS-AKA kategorilerinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken son testte bu kategorilerde sırayla 1 ve 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 2, 1 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 49’da verilmiştir.

KİKAT’teki 4. soru kaynama noktasının hangi faktörlerden etkilendiğini öğrencilerin nasıl açıkladıklarını belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Kaynama noktası sıvı maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Sıvının cinsi, saflık derecesi ve dış basınç kaynama noktasını etkilerken, ısı kaynağının gücü, sıvının miktarı, sıvıyı karıştırma, sıvının ilk sıcaklığı gibi değişkenler etkilemez.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in sıvıların

kaynama noktasını etkileyen faktörler ile ilgili 4. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 50. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 4. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	4. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	5	20	8	32	7	29,2	16	66,6	6	25	10	42	4	16,6	15	62,5
DS-KDA	12	48	14	56	5	20,8	5	20,8	6	25	10	42	9	37,5	3	12,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	2	8,3	2	8,3
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	2	8	2	8,3	1	4,2	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	1	4	1	4	2	8,3	-	-	2	8,3	-	-	2	8,3	1	4,2
DS-B	2	8	-	-	4	16,6	-	-	5	20,8	2	8,3	2	8,3	-	-
YS-AKA	4	16	-	-	4	16,6	-	-	1	4,2	1	4,2	3	12,5	2	33,3
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	1	4	-	-	-	-	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	1	4,2
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 50’den 4. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 5, son testte 8 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 12, son testte 14 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-AKA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 2, 4 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 7, son testte 16 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 5 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-DA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken, son testte bu kategoride 2 öğrenci bulunmaktadır. Bu soru için ön testte DS-AKA, DS-B ve YS-AKA kategorilerinde sırasıyla 2, 4 ve 4 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 50’de verilmiştir.

KİKAT’teki 5. soru öğrencilerin etil alkol ve tuzlu suyun buharlaşması olayında kabarcıkların içindeki gaz moleküllerinin yapısını nasıl düşündüklerini belirlemek için

solunmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Buharlaşma fiziksel bir olaydır, molekül içi bağlarda kopma ya da kırılma olmaz sadece moleküller arası kuvvetler zayıflar ve sıvı molekül gaz hale geçer. Etil alkol buharlaşırken kabarcıkları içinde C_2H_5OH gaz molekülleri vardır, tuzlu suda ise tuz katı bir madde olup, uçucu olmadığından buharlaşma esnasında kabarcıklar içinde H_2O gaz molekülleri vardır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’ın buharlaşma olayında çıkan kabarcıkların içindeki gaz moleküllerinin şekli ile ilgili 5. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 51’de sunulmuştur.

Tablo 51. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 5. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	5. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	10	40	14	56	2	8,3	16	66,6	3	12,5	7	29,2	4	16,6	24	100
DS-KDA	3	12	7	28	11	45,8	6	25	11	45,8	5	20,8	7	29,2		
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-AKA	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	2	8,3	-	-
DS-B	1	4	1	4	4	16,6	1	4,2	3	12,5	5	20,8	-	-	-	-
YS-AKA	4	16	1	4	6	25	1	4,2	3	12,5	4	16,6	5	20,8	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	4	16	1	4	-	-	-	-	2	8,3	-	-	3	12,5	-	-
B-B	1	4	1	4	1	4,2	-	-	2	8,3	1	4,2	3	12,5	-	-

Tablo 51’den 5. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 10, son testte 14 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevaplar vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 7 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken son testte hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 16 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 11, son testte 6 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 6, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken son testte hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu

soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 51’de verilmiştir.

KİKAT’teki 6. soru buharlaşma ve kaynama noktası olayı ile ilgilidir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Saf bir sıvıya uçuculuğu kendinden daha az olan bir madde eklendiğinde sıvının kaynama noktası artar. Düdüklü tencerede basınç fazla olduğu için yemek daha yüksek sıcaklıkta kaynar ve daha erken sürede pişer. Kapalı bir kaptaki kaynatılan sütün kaynama noktası basınç daha fazla olduğu için açık kaptakine göre daha yüksektir. Buharlaşma her sıcaklıkta olur ve sıvının kaynama noktası ısıtıcının şiddetinden etkilenmez.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in buharlaşma ve kaynama olayı ile ilgili 6. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 52. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 6. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	6. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	2	8	3	12	-	-	7	29,2	-	-	5	20,8	-	-	6	25
DS-KDA	2	8	1	4	3	12,5	11	45,8	3	12,5	3	12,5	3	12,5	12	50
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	1	4	7	28	1	4,2	2	8,3	1	4,2	1	4,2	2	8,3	-	-
DS-AKA	2	8	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2	-	-	1	4,2
DS-B	2	8	-	-	2	8,3	-	-	2	8,3	1	4,2	1	4,2	1	4,2
YS-AKA	5	20	10	40	8	33,3	1	4,2	10	42	9	37,5	11	45,8	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	10	40	4	16	8	33,3	2	8,3	5	20,8	4	16,6	7	29,2	-	-
B-B	1	4	-	-	2	8,3	-	-	2	8,3	-	-	-	-	-	-

Tablo 52’den 6. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 2, son testte 3 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 7 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 5, son testte 10 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırası ile 2, 2 ve 1 öğrenci bulunurken son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA ve DS-AKA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde sırasıyla 7 ve 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 11 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 8, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön teste 8, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte 2’şer öğrenci bulunurken son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 52’de verilmiştir.

KİKAT’teki 7. soru öğrencilerin buharlaşma, buhar basıncı ve kaynama noktası arasındaki ilişkiyi nasıl kurduklarını belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Tanecikler arası çekim kuvveti arttıkça uçuculuk ve buna bağlı olarak da buhar basıncı azalır. Sıvının yüzey alanı arttıkça buhar basıncı değişmez ama sıvının buharlaşma hızı artar. Kaynama sıvıların buhar basıncının dış basınca eşit olduğu anda gerçekleşir, dolayısıyla aynı ortamda kaynayan sıvıların buhar basıncı ortamın (dış) basıncına eşittir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in buhar basıncı ve kaynama noktası ile ilgili 7. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 53’te sunulmuştur.

Tablo 53. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 7. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	7. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	1	4	10	40	-	-	11	45,8	1	4,2	5	20,8	-	-	17	71
DS-KDA	7	28	8	32	11	45,8	6	25	10	42	11	45,8	13	54,2	2	8,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	3	12	-	-	2	8,3	3	12,5	1	4,2	-	-	-	-	3	12,5
DS-AKA	1	4	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-	1	4,2	-	-
DS-B	1	4	3	12	7	29,2	2	8,3	4	16,6	3	12,5	3	12,5	-	-
YS-AKA	5	20	3	12	2	8,3	-	-	4	16,6	2	8,3	6	25	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	5	20	1	4	1	4,2	-	-	3	12,5	3	12,5	1	4,2	-	-
B-B	2	8	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-

Tablo 53'ten 7. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 1 öğrenci, son testte 10 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 8 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 1, son testte 3 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 5, son testte 3 öğrenci; YS-B kategorisinde, ön testte 5, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA, DS-AKA ve B-B kategorilerinde sırasıyla 3, 1 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA ve DS-AKA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde sırayla 11 ve 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 11, son testte 6 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 3 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırası ile 2, 1 ve 1 öğrenci bulunurken son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 53'te verilmiştir.

KİKAT'in buharlaşma ve kaynama ile ilgili ilk 7 sorusundan tespit edilen alternatif kavramların ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece, buharlaşma ve kaynama konusunda deney gruplarında, geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Buharlaşma ve kaynama” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 54'te sunulmuştur.

Tablo 54. “Buharlaşma ve kaynama” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Sıcaklık artışı olmazsa buharlaşma olmaz.	4	-	+4	-	-	-	13	-	+13	4	-	+4
Bir buharlaşma işleminin gerçekleşmesi için sıvının kaynatarak moleküllerinin birbirinden ayrılması gerekir.	8	4	+4	8	-	+8	17	17	0	13	-	+13

Tablo 54'ün devamı

Su buharlaşırken fiziksel değişime, etil alkol ise kimyasal değişime uğrayarak bileşenlerine ayrılır.	-	-	-	4	-	+4	-	-	-	4	-	+4
Buharlaşma her sıcaklıkta olduğu için sıvının tümünde, kaynama ise sadece sıvının yüzeyinde olur.	12	8	+4	8	-	+8	21	4	+17	21	-	+21
Su buharlaşırken H ₂ O, kaynarken H ₂ ve O ₂ şeklinde ayrılarak sıvıyı gaz halinde terk eder.	4	-	+4	8	-	+8	13	4	+9	8	-	+8
Dışarıdan ısıtılan bir sıvı buharlaşırken molekül içi bağlar kopar.	20	12	+8	21	-	+21	50	42	+8	42	-	+42
Etil alkol buharlaşırken kabarcıklarda O ₂ gazı, tuzlu su buharlaşırken H ₂ O bileşenlerine ayrıldığından kabarcıklarda H ₂ ve O ₂ gazı vardır.	4	4	0	13	-	+13	8	8	0	8	-	+8
Isı verildikçe etil alkol ve tuzlu su kabarcıklarının içinden CO ₂ gazları çıkar.	8	-	+8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bir sıvının deniz seviyesinden uzak ya da yakın bir yerde kaynatılması onun kaynama noktasını (KN) değil kaynama süresini etkiler. KN kaynatılan yerden etkilenmez. Mesela su her yerde 100 °C'de kaynar.	44	-	+44	13	-	+13	33	21	+12	46	13	+33
Buhar basıncı ile KN doğru orantılıdır. Buhar basıncı arttıkça, tanecikler arası çekim kuvveti (KN)'de artar.	16	20	-4	2	-	+2	4	13	-9	4	-	+4
Sıvının ilk sıcaklığı o sıvının KN'sini etkiler.*	4	4	0	4	-	+4	4	4	0	4	-	+4
Isı kaynağının güçlü olması KN'yi artırır.	4	-	+4	8	4	+4	4	4	0	13	4	+9
Sıvının saflığı KN'yi etkilemez.	4	4	0	4	-	+4	-	-	-	8	-	+8
Saf bir sıvıya uçuculuğu kendininkinden az katı bir madde eklendiğinde KN azalır. Örneğin, yemeğin hemen kaynaması için tuz koyarız, tuz katmak KN'yi düşürür.	12	28	-16	17	4	+13	4	13	-9	21	4	+17
Kabın açık ya da kapalı olması KN'yi etkilemez.	4	-	+4	4	4	0	13	-	+13	8	4	+4
Kapalı kaptaki KN daha düşüktür.	-	-	-	8	-	+8	-	4	-4	4	-	+4
Dış basınç azalır KN artar.	8	8	0	4	4	0	4	-	+4	-	-	-
Yükseğe çıktıkça basınç artar, sıvının KN'si artar.	8	8	0	8	-	+8	13	8	+5	-	-	-
Aynı bölgede bütün sıvıların KN aynıdır.	4	4	0	4	-	+4				4	-	+4
Kaynama esnasında ısı verilmeye devam edilirse maddenin kinetik enerjisi ve sıcaklığı artar.	36	16	+20	38	25	+13	21	17	+4	33	21	+12

Tablo 54'ün devamı

Kaynama anında sıvının buhar basıncı açık hava basıncından farklıdır.	-	4	-4	4	-	+4	4	-	+4	4	-	+4
Aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncı deniz seviyesinde yüksekliğe göre daha fazladır.	4	4	0	4	4	0	-	4	-4	13	8	+5
Aynı ortamda birbirinden farklı sıvıların kaynama anındaki buhar basınçları sıvılar farklı olduğu için farklıdır.	16	4	+12	1	-	+1	13	8	+5	17	4	+13

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavram ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 54 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Buharlaştırma ve kaynama” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu, bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.2.2.2. Öğrencilerin KİKAT’te “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT’in 8.-13. soruları “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT’in “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT’teki 8. soru öğrencilerin seçeneklerde verilen tepkimelerden hangilerinin nötrleşme tepkimesi olduğunu bulmaları ve nötrleşme tepkimesini nasıl açıkladıkları ile ilgilidir. Bu sorunun DS-DA kategorisinde yer alan kabul edilebilir bilimsel doğru cevabı; “Herhangi bir asit ile herhangi bir bazın etkileşimi sonucu oluşan reaksiyonlara nötrleşme reaksiyonları denir. Nötrleşme reaksiyonu sonucu genelde bir tuz ve su oluşur. Fakat her nötrleşme reaksiyonunda su ve tuz birlikte açığa çıkmayabilir.” şeklindedir. Öğrencilerin

KİKAT'in nötrleşme reaksiyonları ile ilgili 8. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 55'te sunulmuştur.

Tablo 55. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 8. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	8. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	3	12	2	8	-	-	16	66,6	-	-	1	4,2	1	4,2	8	33,3
DS-KDA	4	16	11	44	6	25	5	20,8	9	37,5	10	42	7	29,2	13	54,2
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	4	16	1	4	4	16,6	1	4,2	1	4,2	2	8,3	1	4,2	2	8,3
DS-AKA	1	4	2	8	2	8,3	-	-	3	12,5	2	8,3	-	-	-	-
DS-B	1	4	-	-	3	12,5	1	4,2	2	8,3	3	12,5	-	-	1	4,2
YS-AKA	9	36	9	36	3	12,5	1	4,2	3	12,5	2	8,2	6	25		
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	2	8	-	-	6	25	-	-	1	4,2	3	12,5	4	16,6	-	-
B-B	1	4	-	-	-	-	-	-	5	20,8	1	4,2	5	20,8	-	-

Tablo 55'ten 8. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 3 öğrenci, son testte 2 öğrenci DS-DA kategorisinde cevap vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 11 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 9, son testte 9 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırası ile 1, 2 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde cevap veremezken, son testte 16 öğrenci cevap vermiştir. D1 grubundan DS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 5 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA ve YS-B kategorilerinde sırası ile 2 ve 6 öğrenci cevabı bu kategoride yer alırken, son testte bu kategoride yer alan cevap bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 55'te verilmiştir.

KİKAT'teki 9. soru öğrencilerin bir titrasyon işlemi indikatörün işlevini ve nötrleşme işlemi sonrasında çözeltinin pH'sını nasıl açıkladıkları ile ilgilidir. Ayrıca bu

soru ile bir reaksiyona nötrleşme reaksiyonu denmesi için gerekli koşulların ne olduğu da sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “İndikatörler çözeltinin pH’sına bağlı olarak renk değiştiren organik yapıli bileşiklerdir ve asit-baz tepkimelerinde nötrleşmeyi sağlamak için kullanılmazlar. Sadece çözeltilerin içerisinde verdikleri renklerle stokiyometrik noktayı (dönüm noktası) yakalama imkanı ve çözeltinin pH’sı hakkında fikir verirler. Asit ya da bazdan birinin kuvvetli ya da zayıf olması tepkimeyi etkilemez, tepkime tamamlandığı an tam nötrleşme gerçekleşmiş demektir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in nötrleşme reaksiyonlarında indikatörlerin işlevi ve nötrleşme anındaki olaylarla ilgili 9. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 56’da sunulmuştur.

Tablo 56. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 9. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	9. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	1	4	-	-	16	66,6	1	4,2	1	4,2	-	-	9	37,5
DS-KDA	4	16	7	28	4	16,6	6	25	-	-	4	16,6	7	29,2	15	62,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	1	4	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	4	16	4	16	3	12,5	2	8,3	2	8,3	2	8,3	2	8,3	-	-
YS-AKA	10	40	9	36	8	33,3	-	-	10	42	13	54,2	7	29,2	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	3	12	3	12	6	25	-	-	7	29,2	3	12,5	5	20,8	-	-
B-B	3	12	-	-	2	8,3	-	-	4	16,6	-	-	2	8,3	-	-

Tablo 56’dan 9. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve DS-AKA kategorilerinde yer alan cevap veremezken, son testte 1’er öğrenci bu kategorilere giren cevap vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 7 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci; YS-AKA kategorisinde 10, son testte 9 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1 ve 3 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilere giren cevaplar verilmemiştir.

D1 grubundan bu soruya ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde cevap veremezken, son testte 16 öğrenci cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 6 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA, YS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 8, 6 ve 2 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 56’da verilmiştir.

KİKAT’teki 10. soru öğrencilerin, asit ve baz çözeltileri karıştırıldıktan sonra, ortamdaki maddelerin molekül şekillerinden, son çözeltinin pH’larını nasıl belirlediklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Asit ve bazlar tepkimeye girdiklerinde her zaman nötr çözelti oluşmaz. Çünkü asit-baz tepkimeleri sonucunda, ortamda H^+ iyonları daha fazlaysa asidik bir çözelti $pH < 7$, OH^- iyonları sayısı daha fazla ise bazik bir çözelti ve $pH > 7$ olur. Eğer ortamda H^+ ve OH^- iyonları sayısı eşit ise oluşan çözelti nötr ve pH’sı 7 olur.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in asit ve baz çözeltileri karıştırıldıktan sonra oluşan çözeltilerin pH’ları ile ilgili 10. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 57’de sunulmuştur.

Tablo 57. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 10. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	10. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	3	12	6	24	1	4,2	7	29,2	-	-	-	-	2	8,3	3	12
DS-KDA	10	40	17	68	13	54,2	14	58,3	11	45,8	18	75	9	37,5	16	66
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
YS-KDA	1	4	1	4	2	8,3	2	8,3	1	4,2	2	8,3	1	4,2	1	4,2
DS-AKA	-	-	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	2	8,3	2	8,3	1	4,2
DS-B	3	12	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	2	8,3	1	4,2	2	8,3
YS-AKA	2	8	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	-	-	4	16,6	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-	-	-
YS-B	4	16	-	-	3	12,5	1	4,2	2	8,3	-	-	2	8,3	-	-
B-B	2	8	1	4	2	8,3	-	-	3	12,5	-	-	3	12,5	-	-

Tablo 57’den 10. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 3, son testte 6 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap

vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 10, son testte 17 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 2 ve son testte 1 öğrenci cevabı bulunmaktadır. DS-B, YS-AKA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 3, 2 ve 4 öğrenci bulunurken son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 7 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 13, son testte 14 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci ve YS-B kategorisinde ön testte 3 ve son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, DS-B, YS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1, 1, 1 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 57’de verilmiştir.

KİKAT’teki 11. soru öğrencilerin kuvvetli bir asit ve zayıf bir bazın ya da kuvvetli bir bazın ve zayıf bir asitin reaksiyonu sonucunda meydana gelen durumları nasıl değerlendirdiğini belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Asit ya da bazdan birinin kuvvetli ya da zayıf olması tepkimeyi etkilemez, tepkime tamamlandığı an nötrleşme gerçekleşmiş demektir. Oluşan çözeltinin nötr olması için ise son durumda çözeltideki H^+ iyonu sayısı ile OH^- iyonu sayılarının eşit olması gerekir. Bu çözeltilerin iyonlaşma yüzdeleri farklı olduğu için çözeltilere verecekleri H^+ ve OH^- iyon sayıları eşit olamaz dolayısıyla nötr çözelti oluşamaz. Bir asit çözeltisinin üzerine baz eklendikçe çözeltideki H^+ sayısı azalırken OH^- sayısı artar. Buna bağlı olarak çözeltinin pH’sı başlangıca göre artar.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in kuvvetli bir asitle kuvvetli bir bazın nötrleşmesi ile ilgili 11. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 58’de sunulmuştur.

Tablo 58. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 11. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	11. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	1	4	1	4,2	11	45,8	-	-	-	-	-	-	6	25
DS-KDA	-	-	5	20	3	12,5	3	12,5	-	-	-	-	3	12,5	9	37,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	3	12	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-	4	16,6
DS-AKA	1	4	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-	1	4,2
DS-B	-	-	3	12	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
YS-AKA	15	60	9	36	4	16,6	4	16,6	12	50	17	71	6	25	3	12,5
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	7	28	2	8	10	42	3	12,5	8	33,3	6	25	9	37,5	-	-
B-B	2	8	2	8	4	16,6	-	-	3	12,5	-	-	5	20,8	-	-

Tablo 58’den 11. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA, DS-KDA ve YS-KDA kategorilerinde ön testte hiçbir öğrenci cevap veremezken, son testte bu kategorilerde sırasıyla 1, 5 ve 3 öğrenci cevap vermişlerdir. YS-AKA kategorisinde ön testte 15, son testte 9 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 2 öğrenci ve B-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci cevabı bulunmaktadır.

D1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 11 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 3 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken son testte bu kategoride 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırası ile 1 ve 4 öğrenci bulunurken son testte hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 58’de verilmiştir.

KİKAT’teki 12. soru öğrencilerin asit-baz titrasyon eğrisi üzerindeki belirli noktalarda H^+ ve OH^- iyon derişimlerini yüzde olarak nasıl karşılaştırdıklarını belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “HCl üzerine NaOH eklendikçe ortamdaki H^+ iyon derişimi zamanla azalır OH^- iyon derişimi artar. Eğri üzerinde pH’nın en küçük olduğu anda H^+ iyon derişimi en

fazla, pH'nın en büyük olduğu anda ortamdaki H⁺ iyon derişimi en az değerdedir. Eğrinin en keskin dönüm noktası olarak bilinen yerinde H⁺ ve OH⁻ iyon derişimleri eşittir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'ın asit-baz titrasyon grafiği ve eğri üzerindeki çeşitli noktalarda H⁺ ve OH⁻ iyon derişimleri ile ilgili 12. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 59'da sunulmuştur.

Tablo 59. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 12. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	12. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	2	8	6	24	1	4,2	8	33,3	4	16,6	4	16,6	2	8,3	8	33,3
DS-KDA	11	44	15	60	10	42	13	54,2	8	33,3	14	58,3	9	37,5	15	62,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	1	4	-	-	3	12,5	1	4,2	3	12,5	1	4,2	5	20,8	-	-
DS-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	7	28	3	12	3	12,5	1	4,2	6	25	4	16,6	-	-	-	-
YS-AKA	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	-	-	1	4	2	8,3	1	4,2	1	4,2	1	4,2	3	12,5	-	-
B-B	4	16	-	-	4	16,6	-	-	2	8,3	-	-	4	16,6	-	-

Tablo 59'dan 12. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 2, son testte 6 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 11, son testte 15 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1 ve 4 öğrenci bulunurken son testte bu kategorilerde hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır. YS-B kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 8 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 10, son testte 13 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1 ve 4 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde

verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 59’da verilmiştir.

KİKAT’teki 13. soru öğrencilerin günlük yaşamda asit-baz etkileşimi olaylarında nötrleşmenin olup olmadığını nasıl değerlendirdiğini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Nötrleşme asitle bazın cinsinden ve kuvvetinden bağımsız olarak tepkimeye girmesi işlemidir. Bal arısının salgıladığı madde asidik özelliktedir ve NH_3 bazı ile nötrleşir. Dişlerimiz arasındaki besin artıklarından bakteriler tarafından üretilen asitler, diş fırçalama sırasında diş macunu (bazik) ile nötrleşir. Midede asitlik, maden suyu bazik özellikte olduğu için nötrleşebilir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in günlük yaşamdan nötrleşme olayı ile ilgili 13. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 60’ta sunulmuştur.

Tablo 60. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 13. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	13. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	-	-	-	-	6	25	-	-	-	-	-	-	3	12,5
DS-KDA	-	-	1	4	1	4,2	8	33,3	1	4,2	3	12,5	1	4,2	13	54,2
YS-DA	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	5	20	1	4,2	6	25	3	12,5	5	20,8	1	4,2	4	16,6
DS-AKA	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	2	8	2	8	6	25	2	8,3	-	-	2	8,3	2	8,3	2	8,3
YS-AKA	1	4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	12	48	8	32	13	54,2	1	4,2	16	66,6	11	45,8	8	33,3	2	8,3
B-B	7	28	8	32	3	12,5	-	-	4	16,6	2	8,3	12	50	-	-

Tablo 60’tan 13. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön ve son testlerde hiçbir öğrenci cevap verememiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 12, son testte 8 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 7, son testte 8 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 6 öğrenci bu kategoride bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 8 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 6 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 2 öğrenci; YS-B kategorisinde ön teste 13, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 3 öğrenci bulunurken son testte bu kategoride hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 60’ta verilmiştir.

KİKAT’in asit-baz nötrleşme reaksiyonları ile ilgili 8.-13. sorularından tespit edilen alternatif kavramların ön ve son testlerde öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu şekilde asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusunda deney gruplarında, geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 61’de sunulmuştur.

Tablo 61. “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Sadece kuvvetli asitle kuvvetli baz tepkimeye girdiğinde ya da ikisi de zayıf olduğunda nötrleşme tepkimesi gerçekleşir.	52	40	+12	29	-	+29	12	8	+4	36	-	+36
Nötrleşme tepkimesi sonucu her zaman bir nötr tuz ve su oluşur ve pH her zaman 7’dir.	12	4	+8	8	-	+8	29	17	+12	17	-	+17
Renk dönüşümünün olduğu nokta: nötrleşmenin olduğu, pH’nın her zaman 7 ve ortamın nötr olduğu yerdir.	21	8	+13	36	-	+36	33	33	0	25	-	+25
Kuvvetli asit çözeltisine zayıf bir baz çözeltisi ilave edilirse tam nötrleşme gerçekleşmez. Tam nötrleşme kuvvetli asit ile kuvvetli baz arasında olur.	48	36	+12	17	8	+11	25	29	-4	25	13	+12
Kuvvetli asitle zayıf baz tam nötrleşmez ama pH değeri 7 olur.	4	4	0	4	-	+4	-	-	-	-	-	-

Tablo 61'in devamı

Üründe tuz oluşmuş bütün tepkimeler nötrleşme tepkimesidir.*	-	-	-	8	-	+8	4	-	+4	-	-	-
Asit ve baz titrasyonunda renk değişimi gerçekleştiği için bu fiziksel bir olaydır.	-	-	-	-	-	-	4	-	+4	-	-	-
Asit ve baz karıştırıldığında kimyasal bir tepkime değil nötrleşme tepkimesi gerçekleşir.	-	-	-	-	-	-	4	-	+4	-	-	-
İndikatörler tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.	-	-	-	-	-	-	-	4	-4	-	-	-

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavram ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 61 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.2.2.3. Öğrencilerin KİKAT'te “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT'in 14.-19. soruları “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'in “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT'teki 14. soruda öğrencilerden, seçeneklerde verilen koşullardan hangisinde O₂ gazının çözünürlüğünün daha fazla olduğunu bulmaları ve neden böyle düşündüklerini açıklamaları istenmektedir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Gazların çözünürlüğü sıcaklıkla ters, üzerine uygulanan basınçla doğru orantılıdır. Sıcaklığın en az olduğu ve deniz seviyesine en yakın bölgedeki (basınç

fazla) kapta O₂ gazının çözünürlüğü en büyüktür.” şeklinde veya buna benzer açıklamadır. Öğrencilerin KİKAT’in gazların çözünürlüğüne etki eden faktörlerle ilgili 14. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 62’de sunulmuştur.

Tablo 62. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 14. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	14. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	5	20	3	12,5	11	45,8	-	-	2	8,3	-	-	10	42
DS-KDA	3	12	5	20	-	-	11	45,8	1	4,2	3	12,5	-	-	10	42
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	4	16	-	-	-	-	1	4,2	3	12,5	1	4,2	-	-
DS-AKA	-	-	-	-	1	-	-	-	2	8,3	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	-	-	-	-	-	4,2	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-
YS-AKA	11	44	8	32	12	50	2	8,3	11	45,8	12	50	16	66,6	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	10	40	2	8	6	25	-	-	5	20,8	3	12,5	3	12,5	-	-
B-B	1	4	1	4	2	8,3	-	-	3	12,5	-	-	3	12,5	-	-

Tablo 62’den 14. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci cevap vermezken, son testte 5 öğrenci bu kategoriye uygun cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 5 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 11, son testte 8 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 2 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategoride 4 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte 3, son testte 11 öğrenci cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategoride 11 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA kategorisinde ön testte 12, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde sırası ile 1, 6 ve 2 öğrenci yer alırken, son testte bu kategorilerde yer alan cevaplar bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 62’de verilmiştir.

KİKAT'teki 15. soru öğrencilerin çözünürlüğü etkileyen ve etkilemeyen faktörlerin neler olduğunu nasıl açıkladıkları ile ilgilidir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Çözünürlüğe etki eden faktörler; çözücü ve çözünenin cinsi, sıcaklık, çözelti üzerine uygulanan basınç ve ortak iyondur. Fakat çözeltiyi karıştırmak, çözünen maddeyi ufalamak, çözünen ilavesi gibi etkiler çözünürlüğü değil sadece çözünme süresini etkiler.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'in çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili 15. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 63'te sunulmuştur.

Tablo 63. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 15. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	15. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	2	8	1	4,2	14	58,3	4	16,6	3	12,5	1	4,2	9	37,5
DS-KDA	12	48	16	64	8	33,3	7	29,2	3	12,5	19	79	10	42	14	58,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	2	8	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	1	4	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	5	20	3	12	4	16,6	2	8,3	6	25	-	-	3	12,5	1	4,2
YS-AKA	4	16	-	-	6	25	-	-	8	33,3	1	4,2	6	25	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	2	8	2	8	4	16,6	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	-	-
B-B	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-

Tablo 63'ten 15. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve YS-KDA kategorilerinde yer alan cevaplar veremezken, son testte 2'şer öğrenci bu kategoriye giren cevap vermişlerdir. DS-KDA kategorisinde ön testte 12, son testte 16 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 3 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, YS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1, 4 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilere giren cevaplar verilmemiştir.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 14 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 8, son testte 7 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci cevap veremezken, son testte 1 öğrenci cevap vermiştir. DS-AKA, YS-AKA ve YS-B

kategorilerinde ön testte sırayla 1, 6 ve 4 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 63'te verilmiştir.

KİKAT'teki 16. soru öğrencilerin, bir tuzun suda çözünmesi olayında çözelti içerisindeki yapıyı moleküler olarak nasıl düşündüklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; "Tuz iyonik yapı bir bileşiktir ve kristal örgü yapısındadır. Su (+) yüklü hidrojen atomlarıyla (-) yüklü klor iyonlarını örgüden ayırır. (-) yüklü oksijen atomlarıyla da (+) yüklü sodyum iyonlarını örgüden ayırır. Başka bir ifade ile çözücü maddenin molekülleri, çözünen tuzun (+) ve (-) iyonlarının arasına girerek iyonik bağı zayıflatır ve (+) ve (-) iyonlar birbirinden ayrılır." şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'in çözünme ile ilgili 16. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 64'te sunulmuştur.

Tablo 64. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 16. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	16. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	1	4	1	4,2	6	25	-	-	3	12,5	-	-	9	37,5
DS-KDA	2	8	7	28	3	12,5	13	54,2	3	12,5	5	20,8	2	8,3	14	58,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	8	32	1	4,2	1	4,2	-	-	3	12,5	1	4,2	-	-
DS-AKA	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	3	12	1	4	4	4,2	3	12,5	3	12,5	2	8,3	4	8,3	1	4,2
YS-AKA	2	8	2	8	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	14	56	6	24	12	50	1	4,2	17	71	8	33,3	16	66,6	-	-
B-B	1	4	-	-	3	12,5	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-

Tablo 64'ten 16. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap veremezken, son testte 1 öğrenci bu kategoriye giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 7 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 8 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte

Tablo 65'in devamı

YS-B	2	8	2	8	4	16,6	-	-	4	16,6	-	-	6	25	4	16,6
B-B	5	20	1	4	4	16,6	-	-	1	4,2	-	-	3	12,5	-	-

Tablo 65'ten 17. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 4 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 8 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 3 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 7 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 5, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 9 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 4 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 6 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. YS-DA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken son testte bu kategoride 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 1 ve 4 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 65'te verilmiştir.

KİKAT'teki 18. soru öğrencilerin seçeneklerde çözünme olayını ve çözünürlüğü ve çözünme hızını etkileyen faktörlerle ilgili verilen durumları nasıl değerlendirdiklerini ve günlük hayattan örneklerle nasıl ilişkilendirdiklerini belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Suya NaCl katısı eklenip ısıtılırsa H₂O ile NaCl tepkimeye girmez bir çözünme gerçekleşir. Çünkü çözünme olayında, çözücü ve çözünen maddenin tanecikleri arasında elektron alış verişi veya ortaklaşması gerçekleşmediği için çözücü ve çözünen madde sadece fiziksel değişime uğrar, kimyasal değişime uğramaz ve maddelerin kimliklerinde değişme meydana gelmez. Gazlı içeceklerde soğuk içiniz yazmasının nedeni gazların çözünürlüğünün sıcaklıkla ters, basınçla doğru orantılı olmasıdır. Benzer olarak denizin dip kısımlarında hem daha soğuk hem de basınç fazla olduğu için çözülmüş O₂ gazı daha fazla olur, bu yüzden bu bölgelerde daha fazla balık yaşar. Karıştırma çözünürlüğü değil sadece çözünme süresini etkiler, mesela çayı ne kadar karıştırırsanız da belli bir süre sonra eklenen şeker dibe çöker,

karıştırma işlemi çözünürlüğü etkilemez.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’ın çözünme olayı ve çözünürlük ile ilgili 18. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 66’da sunulmuştur.

Tablo 66. KİKAT’da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerinin ön ve son testte 18. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	18. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	1	4	2	8	1	4,2	15	66,6	-	-	1	4,2	-	-	8	33,3
DS-KDA	5	20	11	44	7	29,2	9	37,5	3	12,5	13	54,2	2	8,3	15	62,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	3	12	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	5	20	2	8	8	33,3	-	-	2	8,3	2	8,3	4	16,6	1	4,2
YS-AKA	8	32	4	16	4	16,6	-	-	10	42	5	20,8	5	20,8	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	5	20	3	12	2	8,3	-	-	7	29,2	1	4,2	9	37,5	-	-
B-B	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	3	12,5	-	-

Tablo 66’den 18. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte 1, son testte 2 öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak DS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 11 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 8, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 15 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 9 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA, DS-AKA, DS-B, YS-AKA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1, 1, 8, 4 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 66’da verilmiştir.

KİKAT’teki 19. soru öğrencilerin gazların çözünürlüğüne basıncın etkisini günlük yaşamda karşılaştığı durumlara nasıl uyarlayabildiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar;

“Buzdolabından çıkarılan gazlı içecekler (soda, gazoz, kola gibi) kapakları açıldığında köpürür. Bunun nedeni basıncın etkisiyle içinde fazlaca gaz çözülmüş içeceklerdeki gazların, kapağın açılmasıyla (basıncın düşmesi) ve sıcaklığında düşmesiyle (buzdolabından çıkarıldığı için) çözeltiden hızlı bir şekilde çıkmak istemesi ve bu olayın köpürme şeklinde olmasıdır. Burada ki olaya benzer olarak derinlerde yüzmekte olan dalgıcın damarlarındaki azot gazı yüksek basınçtan dolayı çözülmüş durumdadır. Eğer bu dalgıç derinlerden yukarıya doğru hızlıca çıkarsa hem basıncın aniden düşmesi hem de sıcaklığın düşmesinin etkisiyle damarlarında çözülmüş halde bulunan gaz da aniden kanın içinden köpürme derecesinde çıkacaktır. Bu gaz kabarcıklar aşırı miktarda olduğundan kanın damarlarda akışını engeller ve dalgıcın vurgun yemesine neden olur.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in günlük yaşamdan gazların çözünürlüğüne basıncın etkisi ile ilgili 19. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 67’de sunulmuştur.

Tablo 67. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 19. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	19. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	2	8	1	4,2	10	42	1	4,2	4	16,6	-	-	5	20,8
DS-KDA	2	8	10	40	7	29,2	7	29,2	2	8,3	12	50	3	12,5	15	62,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	3	12	2	8	-	-	4	16,6	-	-	1	4,2	3	12,5	2	8,3
DS-AKA	-	-	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	7	28	7	28	4	16,6	-	-	7	29,2	6	25	3	12,5	-	-
YS-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	11	44	2	8	11	45,8	3	12,5	12	50	1	4,2	14	58,3	2	8,3
B-B	2	8	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-

Tablo 67’den 19. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci cevap veremezken son testte 2 öğrenci cevap verebilmiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 10 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 2 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 7 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 11, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 1 öğrenci, son testte 10 öğrenci bu kategoride bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 7 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 11, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 4 ve 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 67’de verilmiştir.

KİKAT’in çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler ile ilgili 14.-19. sorularından tespit edilen alternatif kavramların ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu şekilde çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda deney gruplarında, geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelmeye sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 68’de sunulmuştur.

Tablo 68. “Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Tuz, su içerisinde çözünür ve yeni bir bileşik oluşur.	4	-	+4	4	-	+4	-	4	-4	-	-	-
NaCl molekülleri su içinde çözünürken rastgele dağınık halde bulunur.	4	-	+4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çözünme olayında NaCl, iyonlarına ayrılmaz sadece çözünür. Etrafında su molekülleri olur.*	4	8	-4	-	-	-	4	4	0	17	-	+17
Bir maddenin çözünürlüğü, çözücü veya çözünen maddelerin miktarına bağlıdır.*	20	12	+8	4	-	+4	25	4	+21	36	13	+23
Karıştırma ve ufalama hem çözünürlüğü hem de çözünme hızını artırır.	28	4	+24	25	-	+25	36	8	+28	33	-	+33
Sıcaklık gazların çözünürlüğünü artırır.	44	28	+16	29	-	+29	41	41	0	36	8	+28
Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü artan madde ekzotermiktir.	4	-	+4	4	4	0	8	-	+8	-	-	-

Tablo 68'in devamı

Gazların çözünürlüğü yüksek sıcaklık ve düşük basınçta maksimum noktaya ulaşır.	-	-	-	4	-	+4	8	4	+4	-	-	-
Katı ve sıvıların çözünürlüğü sıcaklıktan etkilenmez. Sadece gazlar sıcaktan doğru orantılı olarak etkilenir.*	-	-	-	-	-	-	8	-	+8	-	-	-
Çözeltiyi soğutmak çözünürlüğü hiçbir şekilde artırmaz.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	+4
Yükseklere çıkıldıkça basınç artar bu yüzden O ₂ gazının sudaki çözünürlük artar.	8	8	0	21	-	+21	-	17	-17	13	-	+13
Katıların çözünürlüğü basınç arttıkça artar.	4	-	+4	-	-	-	-	-	-	8	-	+8
Buhar basıncı ile gazların çözünürlüğü doğru orantılıdır. Ankara da buhar basıncı azdır, çözünürlük daha fazladır.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	+4

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavramlar ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 68 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.2.2.4. Öğrencilerin KİKAT'te “Gaz Yasaları” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT'in 20.-25. soruları “Gaz Yasaları” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'in “Gaz Yasaları” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT'teki 20. sorudan öğrencilerin ideal gazlarda basınç, hacim ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak doğru belirlemeleri ve neden böyle

düşündüklerini açıklamaları istenmektedir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “İdeal gazlarda $PV= nRT$ bağıntısına göre hacim mutlak sıcaklıkla doğru orantılı, basınçla ters orantılıdır. Burada hacimle sıcaklık arasındaki ilişki grafikte gösterilirken sıcaklık birimi $^{\circ}K$ cinsinden ise grafik mutlak 0 noktasından, $^{\circ}C$ cinsinden ise $-273^{\circ}C$ noktasından başlamalıdır.” şeklinde veya buna benzer açıklamadır. Öğrencilerin KİKAT’in gazlarda basınç, hacim ve sıcaklık arasındaki ilişkisi ile ilgili 20. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 69’da sunulmuştur.

Tablo 69. KİKAT’da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 20. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	20. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	3	12	-	-	6	25	-	-	1	4,2	-	-	4	16,6
DS-KDA	8	32	13	52	11	45,8	14	58,3	12	50	20	83,3	14	58,3	15	62,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	5	20	-	-	-	-	3	12,5	1	4,2	1	4,2	4	16,6
DS-AKA	1	4	1	4	1	4,2	1	4,2	1	4,2	1	4,2	1	4,2	1	4,2
DS-B	9	36	1	4	6	25	-	-	5	20,8	1	4,2	5	20,8	-	-
YS-AKA	-	-	1	4	1	4,2	3	12,5	-	-	-	-	2	8,3	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	3	12	1	4	4	16,6	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-
B-B	2	8	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-

Tablo 69’dan 20. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA ve YS-AKA kategorilerinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken, son testte sırasıyla 3 ve 1 öğrenci bu kategorilere uygun cevap vermişlerdir. K1 grubundan DS-KDA kategorisinde ön testte 8, son testte 13 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 9, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 6 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 11, son testte 14 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde

ön testte 1, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-B ve B-B kategorilerinde sırası ile 6, 4 ve 1 öğrenci yer alırken, son testte bu kategorilerde yer alan cevaplar bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 69’da verilmiştir.

KİKAT’teki 21. soruda öğrencilerden kapalı bir kaba konulmuş O₂ ve CO₂ gazlarının sıcaklık etkisi ile molekül hareketlerinin ve kaptaki bulunma yerlerinin nasıl olduğunu belirlemeleri ve açıklamaları istenmiştir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Gazlar her zaman buldukları kabın hacmini alırlar. Bütün gazlar homojen karıştığı için kaba konulmuş O₂ ve CO₂ gazları homojen bir şekilde kabın her yerini doldururlar. Sıcaklık etkisi ile kaptaki gaz moleküllerinin kinetik enerjisi artar ve gaz moleküllerinin hareketi daha hızlanır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in sıcaklık etkisi ile gaz moleküllerinin hareketinin nasıl olduğu sorulan 21. soruya verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 70’te sunulmuştur.

Tablo 70. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 21. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	21. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	2	8	1	4	-	-	15	62,5	4	16,6	7	29,2	2	8,3	11	45,8
DS-KDA	4	16	7	28	13	54,2	9	37,5	6	25	10	42	9	37,5	5	20,8
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12,5	-	-	1	4,2	1	4,2
DS-AKA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	3	12			1	4,2	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-
YS-AKA	11	44	15	60	5	20,8	-	-	4	16,6	7	29,2	7	29,2	7	29,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	5	20	1	4	4	16,6	-	-	4	16,6	-	-	4	16,6	-	-
B-B	-	-	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-

Tablo 70’ten 21. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 7 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 11, son testte 15 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA kategorisinde

ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategoride 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-B kategorisinde ön testte 5 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 15 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 13, son testte 9 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 5, 4 ve 1 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 70’te verilmiştir.

KİKAT’teki 22. soruda öğrencilerden, bir yağdanlık şişesine ucu uzun olan bir huni kullanılarak zeytinyağı doldurulması sırasında, sıvı seviyesi huni ucuna geldiğinde akma işleminin devam etmemesinin altında yatan nedeni açıklamaları istenmiştir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Yağdanlık içerisinde, sıvı üzerindeki havanın bir basıncı vardır. Sıvı akması devam ettikçe hava daha küçük bir hacme sıkışacak ve basıncı artacaktır. Kabın içindeki gaz basıncı hava basıncına eşitlendiği anda sıvı akışı duracaktır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in basınç-hacim ilişkisi ile ilgili 22. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 71’de sunulmuştur.

Tablo 71. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 22. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	22. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	3	12	5	20	-	-	7	29,2	-	-	6	25	1	4,2	12	50
DS-KDA	8	32	15	60	5	20,8	7	29,2	12	50	9	37,5	3	12,5	9	37,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	1	4	4	16,6	2	8,3	1	4,2	1	4,2	4	16,6	-	-
DS-AKA	-	-	-	-	-	-	3	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	3	12	2	8	4	16,6			3	12,5	2	8,3	4	16,6	3	12,5
YS-AKA	1	4	1	4	1	4,2	1	4,2	-	-	2	8,3	4	16,6	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	6	24	1	4	9	37,5	2	8,3	7	29,2	4	16,6	8	33,3	-	-
B-B	2	8	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-

Tablo 72'nin devamı

YS-KDA	2	8	2	8	3	12,5	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	5	20	2	8	-	-	2	8,3	1	4,2	5	20,8	1	4,2	-	-
DS-B	1	4	2	8	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-AKA	5	20	1	4	8	33,3	-	-	4	16,6	5	20,8	12	50	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	7	28	2	8	7	29,2	1	4,2	6	26	1	4,2	3	12,5	-	-
B-B	4	16	-	-	2	8,3	-	-	5	20,8	-	-	3	12,5	-	-

Tablo 72'den 23. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 13 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 5, son testte 2 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 5, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 4 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 12 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 7 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA, YS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 3, 8 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. DS-AKA, DS-B ve B-AKA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde sırasıyla 2, 1 ve 1 öğrenci bulunmaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 72'de verilmiştir.

KİKAT'teki 24. soru öğrencilerin, içine gaz doldurulmuş bir lastik topun zamanla havasının inmesine nelerin neden olabileceğini açıklamaları amacıyla sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; "Sıcaklık ne kadar düşse de gaz moleküllerinin hareketi asla durmaz, madde katı hale geçse de titreşim hareketi devam eder. Sıcaklığın artıp azalmasıyla birlikte gaz molekülleri arasındaki boşluk artar ya da azalır. Fakat gaz moleküllerinin hacmi (boyutu) bu molekülleri oluşturan atomların etrafındaki enerji düzeyiyle (periyodik cetveldeki yeri) ilişkilidir. Dolayısıyla sıcaklık gibi etkenlerle gaz molekülünün boyutu değişmez. Yani bir top, gaz moleküllerinin hareketi durmuş olabilir ya da molekül boyutu küçülmüş olabilir ihtimalleri

ile sönmüş olamaz. Bir topun zamanla sönmemesinin nedeni dış basıncın artması ve topun çeperinde bir delik açılmış olma ihtimalleridir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in lastik bir top içerisindeki gazın hacminin azalma nedeni ile ilgili 24. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 73’te sunulmuştur.

Tablo 73. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 24. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	24. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	2	8	-	-	5	20,8	-	-	2	8,3	-	-	5	20,8
DS-KDA	3	12	1	4	3	12,5	2	8,3	3	12,5	6	25	2	8,3	5	20,8
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	4	16	5	20,8	11	45,8	2	8,3	6	25	6	25	7	29,2
DS-AKA	-	-	5	20	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	1	4,2	-	-
DS-B	3	12	1	4	-	-	-	-	3	12,5	1	4,2	-	-	1	4,2
YS-AKA	4	16	4	16	1	4,2	2	8,3	1	4,2	2	8,3	4	16,6	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	10	40	7	28	12	50	3	12,5	15	62,5	5	20,8	6	25	2	8,3
B-B	3	12	1	4	3	12,5	-	-	-	-	-	-	5	20,8	-	-

Tablo 73’ten 24. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte hiçbir öğrenci yer almazken, son testte 2 öğrenci yer almaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 4 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 7 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 5 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA ve DS-AKA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte sırayla 5 ve 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 2 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 11 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci ve YS-B kategorisinde ön testte 12, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son

testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 73’te verilmiştir.

KİKAT’teki 25. soru öğrencilerin, ideal gazların sürtünmesiz pistonlu kaplarda sıcaklık, hacim ve basınç arasındaki ilişkileri nasıl değerlendirdiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Sürtünmesiz pistonlu kaplarda pistona yapılan müdahaleler hariç basınç değişmez. Eğer bu kaplar sıcak bir ortamda bekletilirse içindeki bütün gazların hacmi artar, bunun aksine soğuk ortamda bekletilirse hacim azalır. Eğer piston aşağı itilirse kabın içindeki gazların basıncı artar, hacmi azalır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in ideal gazlarda mol sayısı sabitken sıcaklık, basınç ve hacim arasındaki ilişki ile ilgili 25. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 74’te sunulmuştur.

Tablo 74. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 25. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	25. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	-	-	-	-	7	29,2	-	-	1	4,2	-	-	6	25
DS-KDA	5	20	10	40	2	8,3	9	37,5	3	12,5	9	37,5	2	8,3	13	4,2
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2	
DS-AKA	2	8	10	40	4	16,6	2	8,3	1	4,2	5	20,8	2	8,3		
DS-B	3	12	1	4	2	8,3	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2	1	4,2
YS-AKA	4	16	3	12	10	42	6	25	4	16,6	6	25	10	42	3	12,5
B-AKA	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12,5	-	-
YS-B	9	36	1	4	4	16,6	-	-	10	42	1	4,2	5	20,8	-	-
B-B	-	-	-	-	2	8,3	-	-	5	20,8	-	-	-	-	-	-

Tablo 74’ten 25. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön ve son testte hiçbir öğrenci cevap verememiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 10 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 10 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 3 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 9, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-AKA kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 7 öğrenci bu kategoride bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 2 öğrenci, son testte 9 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 4 öğrenci, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 10 öğrenci, son testte 6 öğrenci bulunmaktadır. DS-B, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 2, 4 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 74’te verilmiştir.

KİKAT’in “Gaz Yasaları” ile ilgili 20.-25. sorularından tespit edilen alternatif kavramlarının ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece deney gruplarında, gaz yasaları konusunda geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelmeye sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Gaz Yasaları” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 75’te sunulmuştur.

Tablo 75. “Gaz yasaları” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
İçinde gaz bulunan pistonlu bir enjektör sırayla buzlu suya ve sıcak suya daldırıldığında basıncı önce azalır sonra artar. (Pistonlu kaplarda gaz basıncı sıcaklığa bağlı olarak artıp azalır).*	48	32	+8	40	13	+27	33	33	0	54	8	+46
Bir enjektördeki gazın basıncı artarsa, enjektörün içine yerleştirilmiş lastik balondaki gazın basıncı azalır.	-	-	-	17	-	+17	8	-	+8	4	-	+4
Gazlarda hacim arttıkça basınçta artar.	-	-	-	17	-	+17	4	4	0	4	-	+4
Gazlarda hacim ile sıcaklık ters orantılıdır.	-	-	-	-	-	-	4	-	+4	8	-	+8
Kapalı bir kaba sıvı doldurdukça kabın üzerindeki gazın basıncı azalır.*	4	4	0	4	-	+4	-	-	-	4	-	+4
Sıcaklık arttıkça hacim artışı için gaz moleküllerinin hacmi genişler.	8	-	+8	4	-	+4	-	-	-	8	-	+8

Tablo 75'in devamı

Buzlu su içine daldırılmış bir enjektör içindeki gaz molekülleri büzüşür.*	8	-	+8	-	-	-	-	4	-4	-	-	-
Ağız kapalı kaplarda bulunan gaz molekülleri ısıtıldıkça moleküller kabın yukarısında toplanırlar.	32	28	+4	17	-	+17	17	21	-4	17	8	+9
Gaz molekülleri soğutuldukça enerjileri tükenir, gaz hareketsiz durur.	12	8	+4	-	-	-	13	8	+5	8	4	+4
Bir kapta bulunan gaz molekülleri ısıtıldığında yoğunluğu azalacağı için kabın yukarısına çıkarlar.	4	8	-4	-	-	-	-	4	-4	-	-	-
Sıcaklığın artması ile gaz molekülleri arasında kinetik enerji azalır.*	4	-	+4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hava sıcaklığı azaldıkça bir toptaki gaz moleküllerinin boyutu küçüldüğü için topun hacmi azalır.	4	-	+4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavramlar ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 75 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Gaz Yasaları” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.2.2.5. Öğrencilerin KİKAT’te “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT’in 26.-32. soruları “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT’in “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT’teki 26. soruda öğrencilerden reaksiyona giren madde türünün reaksiyon hızına etki etme sebebini açıklamaları istenmektedir. Bu soruya öğrencilerden beklenen

kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Kimyasal reaksiyonların hızları reaktantların doğası ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü kimyasal değişme boyunca gerçekleşecek bağ kırılma ve oluşma hızları, bu bağların ve bunların oluşturduğu moleküllerin yapısına göre değişir. Reaksiyon hızı, reaksiyona giren maddelerin bağlarının kopması ve yenilerinin oluşması arasında geçen sürenin bir ölçüsüdür. Bu süreyi etkileyen faktörler reaksiyonun hızını değiştirir. Bir reaksiyonda giren maddelerde moleköl içi bağlar ne kadar kuvvetli ve enerjisi fazla ise bu bağların kopma süresi de o oranda artar. Dolayısıyla reaktantların yapısı, moleküllerinin içerdikleri bağların türü ve enerjisi, reaksiyon hızını doğrudan etkiler.” şeklinde veya buna benzer açıklamadır. Öğrencilerin KİKAT’in reaksiyon hızına giren madde türünün etkisi ile ilgili 26. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 76’da sunulmuştur.

Tablo 76. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 26. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	26. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	1	4	-	-	1	4,2	9	37,5	2	8,3	5	20,8	6	25	17	71
DS-KDA	7	28	11	44	6	25	10	42	7	29,2	11	45,8	6	25	5	20,8
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
DS-AKA	2	8	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	8	32	6	24	10	42	4	16,6	11	45,8	2	8,3	5	20,8	-	-
YS-AKA	4	16	2	8	4	16,6	1	4,2	3	12,5	5	20,8	2	8,3	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	3	12	3	12	2	8,3	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-
B-B	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	4	16,6	-	-

Tablo 76’dan 26. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken, son testte hiç öğrenci bulunmamaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 11 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 8, son testte 6 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 2 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategoride 2 öğrenci bulunmaktadır.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte 1 öğrenci, son testte 9 öğrenci cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 10 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 4 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-B ve B-B kategorilerinde sırası ile 2 ve 1 öğrenci yer alırken, son testte bu kategorilerde yer alan cevaplar bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 76’da verilmiştir.

KİKAT’teki 27. soru reaktantların derişiminin reaksiyon hızını nasıl ve neden etkilediğini öğrencilerin nasıl değerlendirdiklerini belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Maddelerin reaksiyona girebilmeleri için taneciklerin çarpışmaları gerekir. Reaktiflerin derişimlerinin artması birim hacimdeki molekül sayısının artması demektir, o halde reaksiyon ortamında daha çok sayıda reaktant taneciğı bulunması, daha fazla sayıda etkin çarpışmanın gerçekleşmesine neden olur. Buna bağılı olarak tanecikler daha kısa zamanda daha çok ürün oluşturulabilir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’ın reaktantların derişiminin reaksiyon hızına etkisi ile ilgili 27. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 77’de sunulmuştur.

Tablo 77. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 27. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	27. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	2	8	6	24	-	-	10	42	-	-	2	8,3	-	-	18	75
DS-KDA	5	20	10	40	3	12,5	8	33,3	2	8,3	16	66,6	7	29,2	4	16,6
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	3	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	2	8	5	20	6	25	4	16,6	1	4,2	3	12,5	5	20,8	1	4,2
YS-AKA	9	36	1	4	8	33,3	2	8,3	16	66,6	2	8,3	5	20,8	1	4,2
B-AKA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	4	16	1	4	4	16,6	-	-	5	20,8	-	-	4	16,6	-	-
B-B	-	-	-	-	2	8,3	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-

Tablo 77’den 27. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 6 öğrenci; YS-KDA kategorisinde

ön testte 5, son testte 10 öğrenci, DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 9, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-DA ve B-AKA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde 1'er öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte 3 öğrenci bulunurken, son testte hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 10 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 8 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 4 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 8, son testte 2 öğrenci cevap vermiştir. DS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 4 ve 2 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 77'de verilmiştir.

KİKAT'teki 28. soru sıcaklığın reaksiyon hızını nasıl ve neden etkilediğini öğrencilerin nasıl değerlendirdiklerini belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; "Reaktantların sıcaklığını yükseltmek, taneciklerin kinetik enerjilerini ve dolayısıyla hızlarını artırır. Bu ise hem reaksiyona neden olabilecek (etkin) çarpışma sayısını artırır, hem de çarpışan taneciklere aktivasyon enerjisi engelini aşmaya yetecek kadar enerji kazandırır. Sıcaklık, reaksiyon ister endotermik olsun ister ekzotermik olsun reaksiyon hızını artırır." şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'ın sıcaklığın reaksiyon hızına etkisi ile ilgili 28. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 78'de sunulmuştur.

Tablo 78. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 28. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	28. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	1	4	5	20	-	-	16	66,6	-	-	1	4,2	-	-	14	58,3
DS-KDA	8	32	7	28	5	20,8	5	20,8	3	12,5	9	37,5	6	25	8	33,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
YS-KDA	7	28	5	20	6	25	-	-	1	4,2	1	4,2	3	12,5	1	4,2
DS-AKA	-	-	-	-	1	4,2	-	-	2	8,3	1	4,2	2	8,3	1	4,2

Tablo 78'in devamı

DS-B	2	8	2	4	1	4,2	2	8,3	3	12,5	2	8,3	1	4,2	-	-
YS-AKA	2	8	3	12	2	8,3	1	4,2	4	16,6	6	25	5	20,8	-	-
B-AKA	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	2	8	2	8	8	33,3	-	-	11	45,8	3	12,5	7	29,2	-	-
B-B	2	8	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 78'den 28. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 1, son testte 5 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 8, son testte 7 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 5 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 3 öğrenci ve YS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. B-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 1 öğrenci bu kategoriye uygun cevap vermiştir. B-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1 ve 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 78'de verilmiştir.

KİKAT'teki 29. soru, öğrencilerin katalizörün işlevinin ne olduğunu, reaksiyon hızını nasıl ve neden etkilediğini nasıl açıkladıklarını belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; "Kendileri tüketilmediği halde reaksiyonların hızlanmasını sağlayan maddelere "katalizör" adı verilir. Bir kimyasal reaksiyonun aktivasyon enerjisinin bir katalizör kullanarak düşürülmesiyle (katalizlenmesiyle) çok daha fazla sayıda etkin çarpışma gerçekleşmesi ve reaksiyonun hızlanması sağlanır. O halde katalizörler, aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırır." şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'in reaksiyon hızına katalizör etkisi ile ilgili 29. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 79'da sunulmuştur.

Tablo 79. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 29. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	29. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	6	24	-	-	15	62,5	-	-	5	20,8	3	12,5	13	54,2
DS-KDA	19	76	10	40	7	29,2	4	16,6	17	71	14	58,3	12	50	8	33,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	1	4	-	-	-	-	1	4,2	-	-	3	12,5	2	8,3
DS-AKA	1	4	3	12	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
DS-B	3	12	4	16	9	37,5	5	20,8	5	20,8	5	20,8	1	4,2	-	-
YS-AKA	1	4	1	4	3	12,5	-	-	-	-	-	-	4	16,6	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	1	4	-	-	5	20,8	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 79’den 29. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA ve YS-KDA kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde sırasıyla 6 ve 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 19, son testte 10 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 3 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 4 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-B kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 15 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 4 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 9, son testte 5 öğrenci bulunmaktadır. YS-AKA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 3 ve 5 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 79’da verilmiştir.

KİKAT’teki 30. soru, reaksiyon hızına etki eden faktörlerin neler olduğunu ve bunları öğrencilerin nasıl açıkladıklarını belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Bir reaksiyon hızını arttıran faktörler reaktant türü, reaktantların derişimi, sıcaklığı, katı reaktantların yüzey alanı ve katalizördür. Bunlarda katalizör hariç diğer faktörler etkin çarpışma olasılığını arttırarak, katalizör ise reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonları

hızlandırılır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’ın reaksiyon hızına etki eden faktörler ile ilgili 30. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 80’de sunulmuştur.

Tablo 80. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 30. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	30. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	2	8	2	8	-	-	16	66,6	-	-	-	-	1	4,2	18	75
DS-KDA	3	12	5	20	4	16,6	4	16,6	4	16,6	7	29,2	4	16,6	3	12,5
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2
DS-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	20,8	-	-	1	4,2
DS-B	2	8	6	24	-	-	1	4,2	-	-	3	12,5	-	-	1	4,2
YS-AKA	9	36	10	40	11	45,8	2	8,3	10	42	6	25	13	54,2	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	5	20	1	4	8	33,3	1	4,2	9	37,5	1	4,2	5	20,8	-	-
B-B	4	16	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-

Tablo 80’den 30. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 5 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 6 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 9, son testte 10 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. Buna benzer olarak B-B kategorisinde ön testte 4 öğrenci bulunurken, son testte hiç öğrenci bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA ve DS-B kategorilerinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte bu kategorilerde sırasıyla 16 ve 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 11, son testte 2 öğrenci ve YS-B kategorisinde ön testte 8, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 80’de verilmiştir.

KİKAT'teki 31. soru öğrencilerin, bir yemeğin pişme süresi ile reaksiyon hızı kavramlarını nasıl ilişkilendirebildiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen bilimsel doğru açıklamalar; “Yemek pişme işleminde yemeğe katılan maddelerin birbiriyle etkileşiminin, çarpışmasının artması, yemeğin daha hızlı pişmesine neden olur. Yemeğe koyulacak malzemeleri ince ince kıymak, yemek pişirirken yemeği sürekli karıştırmak ve ocağın şiddetini arttırmak (sıcaklığını arttırmak), malzemelerin moleküllerinin birbiriyle etkileşimini arttırdığı için yemeğin pişme süresini kısaltır yani reaksiyon hızını artırır.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır.

Öğrencilerin KİKAT'in günlük hayatta reaksiyonların hızlı ya da yavaş gerçekleşmesi olayı ile ilgili 31. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 81'de sunulmuştur.

Tablo 81. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 31. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	31. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	3	12	2	8	-	-	4	16,6	-	-	1	4,2	-	-	9	37,5
DS-KDA	-	-	3	12	5	20,8	-	-	2	8,3	4	16,6	5	20,8	5	20,8
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	4	16	8	32	3	12,5	7	29,2	1	4,2	4	16,6	3	12,5	9	37,5
DS-AKA	1	4	1	4	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2	1	4,2	-	-
DS-B	2	8	1	4	2	8,3	1	4,2	8	33,3	1	4,2	2	8,3	-	-
YS-AKA	5	20	4	16	3	12,5	6	25	2	8,3	8	33,3	5	20,8	1	4,2
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	8	32	6	24	11	45,8	6	25	10	42	5	20,8	8	33,3	-	-
B-B	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 81'den 31. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 3, son testte 2 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 8 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 5, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 8, son testte 6 öğrenci bulunmaktadır. DS-KDA kategorisinde ön testte hiç öğrenci bulunmazken, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

Tablo 82’den 32. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 4, son testte 5 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 6, son testte 12 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 3 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan ise DS-DA kategorisinde ön testte 4, son testte 15 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 7, son testte 7 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA ve YS-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1 ve 4 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 82’de verilmiştir.

KİKAT’in “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ile ilgili 26.-32. sorularından tespit edilen alternatif kavramların ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece, reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelmeye sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 83’te sunulmuştur.

Tablo 83. “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Reaksiyona giren maddelerin molekül büyüklüğü reaksiyon hızını yavaşlatır.*	12	4	+8	8	-	+8	13	13	0	8	4	+4
Reaksiyona giren maddenin kütlesi ne kadar az ise reaksiyon o kadar hızlı gerçekleşir.	12	-	+12	-	-	-	8	-	+8	21	-	+21
Reaksiyon hızına maddenin katı, sıvı ya da gaz olması etki eder. Katı maddeler daha geç reaksiyona girer.	4	4	0	8	-	+8	-	-	-	8	-	+8

Tablo 83'ün devamı

Sıcak suda soğuk suya göre şeker daha hızlı reaksiyona girer.	8	-	+8	8	-	+8	4	4	0	-	-	-
Ekzotermik reaksiyonlarda sıcaklık artışı reaksiyonu yavaşlatır.	32	28	+4	46	-	+46	38	38	0	49	-	+46
Sıcaklık tanecikler arası çekim kuvvetini azaltacağı için reaksiyonu hızlandırır.*	-	-	-	-	-	-	8	4	+4	-	-	-
Sıcaklık moleküller arasındaki bağı zayıflattığı için tepkimeyi hızlandırır.*	-	-	-	4	4	0	4	4	0	8	-	+8
Reaksiyonların hızı girenlerin derişiminden bağımsızdır, ürünlerin derişimiyle ilişkilidir.*	16	12	+4	13	-	+13	17	-	+17	8	-	+8
Derişim arttıkça reaksiyon hızı azalır.	16	-	+16	13	8	+5	29	8	+21	8	-	+8
Basıncın azalması reaksiyon hızını artırır, yemeğin daha hızlı pişmesini sağlar.	-	-	-	8	8	0	8	8	0	-	-	-
Karıştırmak reaksiyon hızını azaltır. Yemeği karıştırmak yemeğin soğumasına neden olduğu için yemek yavaş pişer.	16	-	+16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Katalizörler reaksiyon hızını yavaşlatırlar.	4	-	+4	4	-	+4	-	-	-	4	-	+4
Katalizörler maddelerin çarpışma hızını arttırdığı için reaksiyon hızını artırır.	-	4	-4	4	-	+4	-	-	-	8	4	+4
Katalizör reaksiyona renk veren maddedir.	-	-	-	4	-	+4	-	-	-	-	-	-
Katalizörlerin reaksiyonun aktivasyon enerjisine etkisi yoktur.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	+4

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavramlar ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 83 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.2.2.6. Öğrencilerin KİKAT'te “Elektrokimyasal Piller” Konusundaki Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

KİKAT'in 33.-38. soruları “Elektrokimyasal Piller” konusu ile ilgilidir. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'in “Elektrokimyasal Piller” konusu ile ilgili her bir sorusuna verdikleri cevaplarının, ön testten-son teste, kategorilere göre değişiminin frekans ve yüzdeleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

KİKAT'teki 33. soruda öğrencilerden, pil şemasından hareketle yarı hücrelerde hangi reaksiyonların gerçekleştiğini, aktifliklerinin birbirine göre durumunu, kütle artışının anotta mı yoksa katotta mı olduğunu, anot ve katot elektrotların voltmetrenin hangi ucuna bağlandığını belirterek, açıklamaları istenmektedir. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Pil şemasında ilk belirtilen metal, anot elektrottur ve diğer metale göre daha aktiftir. Anot elektrotta elektron kaybı olduğu için zamanla kütle kaybı, katotta ise kütle artışı olur. Elektronlar anottan katota doğrudur ve elektron akış yönü – den +’ya doğru olduğu için anot voltmetrenin – ucuna bağlanır.” şeklinde veya buna benzer açıklamadır. Öğrencilerin KİKAT'in elektrokimyasal pillerde yükseltgenme ve indirgenme ile ilgili 33. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 84’te sunulmuştur.

Tablo 84. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 33. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	33. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	10	40	-	-	14	58,3	1	4,2	5	20,8	1	4,2	19	79
DS-KDA	7	28	10	40	1	4,2	7	29,2	2	8,3	12	50	4	16,6	1	4,2
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	2	8	-	-	-	-	2	8,3	4	16,6	-	-	1	4,2	-	-
DS-AKA	1	4	1	4	1	4,2	-	-	1	4,3	-	-	-	-	-	-
DS-B	1	4	2	8	1	4,2	-	-	3	12,5	4	16,6	2	8,3	4	16,6
YS-AKA	-	-	2	8	8	33,3	1	4,2	2	8,3	1	4,2	2	8,3	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	4	16	-	-	6	25	-	-	4	16,6	2	8,3	4	16,6	-	-
B-B	10	40	-	-	7	29,2	-	-	7	29,2	-	-	10	42	-	-

Tablo 84'ten 33. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA ve YS-AKA kategorilerinde ön testte hiçbir öğrenci bulunmazken, son

Tablo 85'in devamı

DS-B	2	8	3	12	7	29,2	-	-	6	25	4	16,6	2	8,3	1	4,2
YS-AKA	1	4	5	20	2	8,3	2	8,3	-	-	5	20,8	3	12,5	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	2	8	-	-	6	25	-	-	3	12,5	1	4,2	4	16,6	1	4,2
B-B	13	52	1	4	4	16,6	-	-	4	14,4	2	8,3	13	54,2	1	4,2

Tablo 85'ten 34. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 10 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 6 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 2, son testte 3 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 5 öğrenci; B-B kategorisinde ön testte 13, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. YS-B kategorisinde ön testte 2 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoriye giren cevaplar verilmemiştir.

D1 grubundan bu soruya DS-DA kategorisinde ön testte 2, son testte 14 öğrenci; DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 7 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA, DS-B, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 7, 6 ve 4 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 85'te verilmiştir.

KİKAT'teki 35. soru öğrencilerin, galvanik bir pilde tuz köprüsünün ne işe yaradığını açıklamaları için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Anot kabında metal yükseltgeneceği için + yüklü iyon sayısında artış, katot kabında da indirgenme olduğu için – yük sayısında artış gözlenir. Tuz köprüsünde bulunan çözüldüden ise anot kabına anyonlar, katot kabına katyonlar gelerek, iyon yük denliğini sağlamak için tuz köprüsü devreye dahil edilir.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT'in galvanik bir pilde tuz köprüsünün işlevi ile ilgili 35. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 86'da sunulmuştur.

Tablo 86. KİKAT'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 35. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	35. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	3	12	-	-	9	37,5	-	-	-	-	-	-	18	74
DS-KDA	2	8	5	20	1	4,2	10	42	1	4,2	2	8,3	3	12,5	2	8,3
YS-DA	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKA	-	-	1	4	1	4,2	-	-	1	4,2	5	20,8	-	-	-	-
DS-B	3	12	11	44	10	42	4	16,6	10	42	14	58,3	3	12,5	3	12,5
YS-AKA	7	28	2	8	7	29,2	-	-	3	12,5	2	8,3	5	20,8	-	-
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-
YS-B	5	20	3	12	3	12,5	-	-	7	29,2	1	4,2	4	16,6	1	4,2
B-B	7	28	-	-	2	8,3	-	-	2	8,2	-	-	8	33,3	-	-

Tablo 86'dan 35. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve DS-AKA kategorilerinde yer alan cevap veremezken, son testte sırasıyla 3 ve 1 öğrenci bu kategorilere giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 11 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 7, son testte 2 öğrenci ve YS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 3 öğrenci bulunmaktadır. YS-KDA kategorisinde ön testte 1 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve YS-DA kategorilerinde yer alan cevap veremezken, son testte sırasıyla 9 ve 1 öğrenci bu kategorilere giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 10 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, YS-AKA, YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 7, 3 ve 2 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 86'da verilmiştir.

KİKAT'teki 36. soru öğrencilerin, standart indirgenme potansiyelleri verilmiş bir pil düzeneğinde gerçekleşen durumlarla ilgili doğru seçeneği belirleyip neden bu şekilde düşündüklerini belirlemek için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; "Galvanik hücrede dış devrede elektronların yönü anottan katoda doğrudur. Anot dış devreye elektron verdiği için zamanla incilir. Anot

kabında + yüklü iyonların sayısı artar.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’ın elektrokimyasal pilde yükseltgenme ve indirgenme olayı ile ilgili 36. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 87’de sunulmuştur.

Tablo 87. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 36. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	36. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	3	12	-	-	8	58,3	-	-	1	4,2	-	-	12	50
DS-KDA	1	4	5	20	3	12,5	7	29,2	1	4,2	4	16,6	1	4,2	6	25
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	1	4	-	-	2	8,3	-	-	1	4,2	-	-	1	4,2
DS-AKA	2	8	5	20	2	8,3	-	-	4	16,6	7	29,2	1	4,2	-	-
DS-B	5	20	7	28	6	25	2	8,3	8	33,3	6	25	5	20,8	1	4,2
YS-AKA	4	16	4	16	4	16,6	4	16,6	1	4,2	4	16,6	2	8,3	2	8,3
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	3	12	-	-	4	16,6	1	4,2	7	29,2	1	4,2	5	20,8	1	4,2
B-B	10	40	-	-	5	20,8			3	12,5			10	42		

Tablo 87’den 36. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve YS-KDA kategorilerinde yer alan cevap veremezken, son testte sırasıyla 3 ve 1 öğrenci bu kategorilere giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 5 öğrenci; DS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 5, son testte 7 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. YS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 3 ve 10 öğrenci bulunurken, son testte bu kategorilerde hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte hiçbir öğrenci DS-DA ve YS-KDA kategorilerinde yer alan cevap veremezken, son testte sırasıyla 8 ve 2 öğrenci bu kategorilere giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 7 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 6, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 4, son testte 4 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 4, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 2 ve 5 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki

öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 87’de verilmiştir.

KİKAT’teki 37. soru öğrencilerin, tuz köprüsündeki çözeltilerden anot ve katot kaplarına geçen iyonların neler olduğunu ve bunları nasıl belirlediklerini ortaya çıkarmak amacıyla sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Anot kabındaki metal yükselttiği için bu kapta + yüklü iyon sayısında artış, katot kabındaki metal indirildiği için bu kapta – yüklü iyon sayısında artış olur. Tuz köprüsünde bulunan çözeltilerden ise anot kabına anyonlar (Cl^-), katot kabına katyonlar (K^+) gelerek, iyon yük dengesi sağlanır. Buna göre Cu elektrot katot Zn elektrot anottur. Tuz köprüsünde anyonlar anota, katyonlar katota gideceğinden K^+ iyonları Cu elektrota, Cl^- iyonları Zn elektrota doğru hareket eder.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in bir elektrokimyasal pilde tuz köprüsünde iyonların akış yönü ile ilgili 37. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 88’de sunulmuştur.

Tablo 88. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 37. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	37. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	2	8	-	-	5	20,8	-	-	1	4,2	-	-	10	42
DS-KDA	4	16	2	8	1	4,2	6	25	-	-	2	8,3	1	4,2	4	16,6
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDA	-	-	-	-	1	4,2	2	8,3	-	-	-	-	-	-	3	12,5
DS-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2	-	-	-	-
DS-B	1	4	2	8	3	12,5	1	4,2	3	12,5	4	16,6	3	12,5	-	-
YS-AKA	2	8	10	40	2	8,3	8	33,3	6	25	13	54,2	1	4,2	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	8	32	9	36	10	42	2	8,3	8	33,3	3	12,5	8	33,3	1	4,2
B-B	10	40	-	-	7	29,2	-	-	7	29,2	-	-	11	45,8	1	4,2

Tablo 88’den 37. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap veremezken, son testte 2 öğrenci bu kategoriye giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 4, son testte 2 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 10 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 8, son testte 9

öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 10 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap veremezken, son testte 5 öğrenci bu kategoriye giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 6 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 2 öğrenci; DS-B kategorisinde ön testte 3, son testte 1 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 8 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 10, son testte 2 öğrenci bulunmaktadır. B-B kategorisinde ön testte 7 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 88’de verilmiştir.

KİKAT’teki 38. soru öğrencilerin bir pil hücrelerinde dış devrede elektronların yönünü ve pil hücrelerinin içinde anyon ve katyonların hareket yönünü nasıl belirlediklerini ve açıkladıklarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerden beklenen kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar; “Elektronun akışı anottan katoda (Zn’den Cu’a) doğru ve iletken tel üzerinden olur. Zn anot elektrot olduğu için elektron verecek ve Zn^{+2} halinde çözeltisi içine iyonları geçecektir. Cu elektrot ise katot olduğu için çözeltideki Cu^{+2} iyonları indirgenerek Cu halinde metalin üzerine toplanacaktır. Buna göre Zn^{+2} iyonları Zn metalinden çözeltiye doğru, Cu^{+2} iyonları ise Cu metaline doğru hareket eder.” şeklinde veya buna benzer açıklamalardır. Öğrencilerin KİKAT’in bir elektrokimyasal pilde dış devrede elektron yönü ve hücre içinde anyon ve katyonların hareket yönü ile ilgili 38. sorusuna verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımı, frekans ve yüzde olarak Tablo 89’da sunulmuştur.

Tablo 89. KİKAT’te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testte 38. soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	38. Soru															
	K1 (N=25)				D1 (N=24)				K2 (N=24)				D2 (N=24)			
	ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST		ÖT		ST	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DA	-	-	9	36	-	-	7	29,2	-	-	3	12,5	-	-	11	45,8
DS-KDA	3	12	4	16	1	4,2	6	25	3	12,5	9	37,5	-	-	4	16,6
YS-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
B-DA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,2
YS-KDA	2	8	5	20	5	20,8	9	37,5	2	8,3	4	16,6	2	8,3	2	8,3
DS-AKA	1	4	-	-	1	4,2	-	-	-	-	-	-	1	4,2	1	4,2

Tablo 89'un devamı

DS-B	1	4	-	-	4	16,6	-	-	3	12,5	2	8,3	-	-	-	-
YS-AKA	1	4	3	12	2	8,3	1	4,2	3	12,5	4	16,6	2	8,3	4	16,6
B-AKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-B	7	28	4	16	7	29,2	1	4,2	10	42	2	8,3	7	29,2	-	-
B-B	10	40	-	-	4	16,6	-	-	3	12,5	-	-	12	50	-	-

Tablo 89'dan 38. soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde, bu soruya K1 grubundan ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap veremezken, son testte 9 öğrenci bu kategoriye giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 3, son testte 4 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 2, son testte 5 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 1, son testte 3 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 4 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırasıyla 1, 1 ve 10 öğrenci bulunurken, son testte bu kategoride hiç öğrenci cevabı bulunmamaktadır.

D1 grubundan bu soruya ön testte hiçbir öğrenci DS-DA kategorisinde yer alan cevap veremezken, son testte 7 öğrenci bu kategoriye giren cevap vermiştir. DS-KDA kategorisinde ön testte 1, son testte 6 öğrenci; YS-KDA kategorisinde ön testte 5, son testte 9 öğrenci; YS-AKA kategorisinde ön testte 2, son testte 1 öğrenci; YS-B kategorisinde ön testte 7, son testte 1 öğrenci bulunmaktadır. DS-AKA, DS-B ve B-B kategorilerinde ön testte sırayla 1, 4 ve 4 öğrenci cevabı bulunurken, son testte bu kategorilerde hiçbir öğrenci cevabı bulunmamaktadır. Bu soruya K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerde verdikleri cevapların K1 ve D1 gruplarındakine benzer olarak kategorilere göre dağılımı Tablo 89'da verilmiştir.

KİKAT'in "Elektrokimyasal Piller" ile ilgili 33.-38. sorularından tespit edilen alternatif kavramların ön testte ve son testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece deney gruplarında, elektrokimyasal piller konusunda geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi alternatif kavramlı açıklamalarda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu alternatif kavramların değişiminde nasıl etkili olduğunun karşılaştırılması sağlanmıştır. "Elektrokimyasal Piller" konusunda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların ön ve son testlerdeki değişimi Tablo 90'da sunulmuştur.

Tablo 90. “Elektrokimyasal piller” konusundaki alternatif kavramların öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdelerinin ön ve son testlerdeki değişimi

Öğrencilerde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar	K1 Grubu (%)			D1 Grubu (%)			K2 Grubu (%)			D2 Grubu (%)		
	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD	ÖT	ST	KD
Yükseltgenmenin olduğu anot elektrotta zamanla kütle artışı olur.	8	8	0	8	-	+8	4	4	0	-	-	-
İndirgenmenin olduğu katot elektrotta zamanla aşınma görülür.	4	4	0	8	4	+4	-	-	-	-	-	-
Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur.	0	4	-4	17	-	+17	13	4	+9	-	-	-
Galvanik hücrede anot ve katotun yerlerini belirleyememe.	20	20	0	33	8	+25	21	21	0	21	17	+4
Aktifliği büyük olan elektron alır katottur, aktifliği küçük olan anottur.	-	-	-	8	-	+8	8	-	+8	-	-	-
Katot elektrot voltmetrenin – kutbuna, anot ise + kutbuna bağlanır. Anot +, katot – dir.	-	-	-	8	4	+4	4	8	-4	4	-	+4
Elektronlar dış devrede katottan anota doğru gider.	12	4	+8	13	4	+9	4	4	0	13	-	+13
Elektronlar +’dan –’ye doğru hareket ederler.	-	-	-	-	-	-	4	4	0	-	-	-
Tuz köprüsü anot ve katot arasında çözelti içinden elektronların geçişini sağlar.	28	4	+24	25	4	+21	13	4	+9	29	-	+29
Tuz köprüsü katottan anot kabına iyon geçmesini sağlar.	8	8	0	17	13	+4	8	8	0	4	-	+4
Tuz köprüsü üzerinden, anottan katota iyon geçişi olur.	-	-	-	-	-	-	13	13	0	-	-	-
Tuz köprüsünden katota – yüklü iyonlar, anota + yüklü iyonlar gelir.	4	4	0	-	4	-4	13	17	-4	4	4	0
Anot kabında + yüklü iyon sayısı zamanla azalır.	4	4	0	8	-	+8	8	-	+8	4	-	+4

K1: Kontrol Grubu 1; D1: Deney Grubu 1; K2: Kontrol Grubu 2; D2: Deney Grubu 2; ÖT: Ön Test; ST: Son Test; KD: Kavramsal Değişim; (+) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimi; (-) işareti öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumsuz kavramsal değişimi ifade etmektedir.

*: İlgili literatürde daha önceden tespit edilmeyen bu alternatif kavramlar ilk olarak bu araştırmada öğrencilerin ön test cevaplarından ortaya çıkmıştır.

Tablo 90 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretimden önce “Elektrokimyasal Piller” konusunda birçok alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin öğretimden sonraki cevapları incelendiğinde ise hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma olduğu; bununla birlikte bu azalma oranının deney gruplarında daha fazla olduğu görülmektedir.

3.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi; “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının fen bilimlerine ve fen öğretimine karşı tutumları üzerinde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu probleme cevap bulabilmek için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere ön ve son test olarak FBÖTÖ uygulanmıştır. Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanan FBÖTÖ’den elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları (grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar) aşağıda tablolar halinde sırayla sunulmuştur.

Tablo 91. FBÖTÖ’de deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarına göre bağımsız t-testi sonuçları

Gruplar	ÖN TEST						SON TEST				
	N	\bar{X}	Std. Sapma	sd	t	p	\bar{X}	Std. Sapma	sd	t	p
K1	25	3.71	.224	47	.125	.901	3.71	.407	47	.302	.764
D1	24	3.72	.241				3.73	.301			
K2	24	3.71	.238	46	.055	.957	3.74	.186	46	1.006	.320
D2	24	3.71	.186				3.80	.201			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön testte ve son testte FBÖTÖ’den aldıkları puanları karşılaştırmak için yapılan bağımsız t-testi sonuçları Tablo 91’de verilmiştir. Analiz sonuçları hem K1 ve D1 grupları arasında ($t_{(47)} = .125$, $p > .05$) hem de K2 ve D2 grupları arasında ($t_{(46)} = .055$, $p > .05$) ön test puanlarına göre anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Ön test ortalamalarına bakıldığında ise, bütün grupların ön test ortalama tutum puanlarının 3.71 civarında olduğu görülmektedir. Buna benzer olarak son test puanlarına göre hem K1 ve D1 grupları arasında ($t_{(47)} = .302$, $p > .05$) hem de K2 ve D2 grupları arasında ($t_{(46)} = 1.006$, $p > .05$) anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Son test ortalamalarına bakıldığında ise bütün grupların son test ortalama tutum puanlarının 3.74 civarında olduğu ve artışın deney grupları lehinde olduğu ($X_{K1} = 3.71$; $X_{D1} = 3.73$ ve $X_{K2} = 3.74$; $X_{D2} = 3.80$) görülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde FBÖTÖ ön test ve son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığı için yapılan bağımlı t-testi sonuçları Tablo 92’ verilmiştir.

Tablo 92. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin FBÖTÖ ön test-son test puanlarına ilişkin bağımlı t-testi sonuçları

Gruplar	Ölçüm	N	\bar{X}	Std. Sapma	sd	t	p	Gruplar	Ölçüm	N	\bar{X}	Std. Sapma	sd	t	p
K1	Ön test	25	3.71	.224	24	.138	.892	D1	Ön test	24	3.72	.241	23	.153	.880
	Son test	25	3.71	.407					Son test	24	3.73	.301			
K2	Ön test	24	3.71	.238	23	.805	.429	D2	Ön test	24	3.71	.187	23	1.64	.114
	Son test	24	3.74	.186					Son test	24	3.80	.201			

Tablo 92’den hem K1 grubundaki ($t_{(24)} = .138, p > .05$) hem de K2 grubundaki ($t_{(23)} = .805, p > .05$) öğrencilerin FBÖTÖ’den aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını görülmektedir. Buna benzer olarak hem D1 grubundaki ($t_{(23)} = .153, p > .05$) hem de D2 grubundaki ($t_{(23)} = 1.64, p > .05$) öğrencilerin FBÖTÖ’den aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte deney gruplarındaki öğrencilerin son test tutum ortalama puanlarının ön teste göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi; “Çalışma kapsamında 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen rehber materyallerin ve uygulama sürecinin deney gruplarındaki öğrencilerin görüşleri ve araştırmacı gözlemleri açısından yansımaları nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu bölümde, geliştirilen materyallerin ve uygulama sürecinin etkili olan ya da eksik olan yönlerini belirlemek amacıyla deney gruplarındaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve deney gruplarındaki uygulamalar sürecinde yapılan araştırmacı gözlemlerinden elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur.

3.4.1. Deney Gruplarındaki Öğrencilerinin Rehber Materyaller ve Uygulama Süreci ile İlgili Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda rehber materyallerin ve uygulama sürecinin etkili olup olmadığını ya da eksik olan taraflarını belirlemek amacıyla deney gruplarından, daha önceden mülakat için seçilen 6 öğrenci ile uygulamaların tamamlanmasının ardından 3 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Yürütülen mülakatlarda öğrencilere sorulan C1, C2 ve C3 sorularının içerikleri şöyledir:

Soru C1. Laboratuarda farklı konu ve kavramlarda 5E öğretim modeline göre etkinlikler uygulandı. Yapılan bu uygulamaları nasıl değerlendiriyorsunuz?

Soru C2. Uygulamalardan öğrendiklerinizi kendi uygulamalarınızda kullanmayı düşünür müsünüz? Nasıl?

Soru C3. Bundan sonraki laboratuvar uygulamalarınızın bu şekilde yürütülmesini ister misiniz? Neden?

Öğrencilere rehber materyaller ve uygulama süreci hakkında düşüncelerini belirlemeye yönelik yöneltilen C1, C2 ve C3 numaralı sorulara verilen cevaplardan elde edilen bulgular ve bu cevapların hangi tema ve kodlar altında toplandığı Tablo 93'te sunulmuştur.

Tablo 93. Deney gruplarındaki öğrencilerin rehber materyaller ve uygulama süreci ile ilgili düşüncelerini belirlemeye yönelik C1, C2 ve C3 numaralı mülakat sorularından elde edilen bulgular

SN	Tema (lar)	Kodlar	Deney gruplarındaki öğrencilerin ifadelerinden örnekler (Doğrudan Alıntı)	M	f
C1, C2 ve C3	Olumlu Görüşler	Faydalı ve etkili	Ben şahsen verim aldığımı hissettim. İlk başta siz tarayıcı test vermiştiniz. Sonra da dersler bitince tekrar test oluyorduk, ben ikinci testleri çok rahat yapabildim. Gayet faydalı ve etkiliydi. Önceki senelerde ders çabucak bitiyordu. Burada biraz uzun sürmesi bizi sıkıyor belki ama ders bittiğinde oradan verim aldığımızı hissettim ve bu derste geçmek için değil de öğrenmek için ders işlediğimizi fark ettim. Bence bu şekilde devam etmesi iyi olur (D2Ö1). Yaptığımız uygulamalar bütün duyu organlarımıza hitap ediyordu. Yazı yazmak, gözlem yapmak, malzemeleri kullanmak, ölçüm yapmak, renk değişimini gözlemlemek gibi bütün BSB'lerimize hitap ediyordu. Siz tahminimce herkesin çok karıştırdığı konuları seçtiniz; bir pil konusunda mesela anot ve katotu elektronun hangisinden koptuğunu hangisine geçtiğini karıştıran öğrenciler çoktur. Ben de karıştırıyorum. Bu tür alternatif kavramları gidermek için çeşitli yöntemler uyguladınız. Bunlar bize birçok hatamızı gösterdi ve bunları gidermede de faydalı oldu (D2Ö19).	D1Ö15 D1Ö13 D1Ö5 D2Ö1 D2Ö19	5

Tablo 93'ün devamı

C1, C2 ve C3	Olumlu Görüşler	Derse katılım ve kalıcılık	Bu dönem deneyleri tamamen kendimiz yaptık. Deneylerde değişkenlerin neler olduğunu biz kendimiz bulduk. Neyi incelediğimizi daha iyi anladık. Çünkü deneyerek kendimiz bulduğumuz için daha akılda kalıcı oldu ve herkes derse katıldı. Bu dönemki uygulamalar daha önceki dönemlere nazaran daha çok hatırlanabilir (D1Ö15). Bende kendi öğrencilerime bilgiyi direkt vermek yerine onların kendilerinin araştırma yapmasına, sonuca kendilerinin ulaşmasına imkân hazırladım. Çünkü sizin uygulamalarınızda birçok bilgiye deneyerek kendimiz ulaştık ve hatırımızda kaldı, bu şekilde devamı çok iyi olur (D1Ö13).	D1Ö15 D1Ö13 D1Ö5 D2Ö21 D2Ö19	5
		Dikkat çekici	Deneylerin yanı sıra gözle görülmeyen içsel olayların bilgisayar animasyonları aracılığı ile gösterilmesi gayet ilgi çekici idi (D1Ö5). Özellikle derslerde ÇY vermeniz ve bunun üzerinden bizim yönlendirilmemiz çok güzeldi. Ve günlük hayatla konu arasında ilişki kurmamızı sağlayan sorular vardı onlarda dikkat çekiciydi ve bizi düşündürdü (D2Ö21).	D1Ö15 D1Ö5 D2Ö21	3
		Öğretimi zenginleştirme	Ben çok güzel bir yöntem olduğunu düşünüyorum. İlk başta testleri yapıp hatalarımızı görerek sonuçta nasıl bir gelişim gösterdiğimizi gördük. 5E'nin hangi aşamalarda nelerin yapılabileceğini, dersi diğer BA, KH ne bileyim başka şeylerle nasıl zenginleştirebileceğimizi öğrenmiş bulunuyoruz. Pek bir eksik yanda görmedim (D1Ö13). Yeri geldiğinde BA, analogi, deney kullanıp dersi zenginleştirdiniz, açıklama yaptınız. Bence öğrencinin anlaması için en iyi yöntemlerdendi (D2Ö19).	D1Ö13 D1Ö5 D2Ö19	3
		Eğlenceli	Test uygulamaları haricinde dersler gayet eğlenceli idi, günlük hayattan sorular sorularak örnekler verilmesi konuyu ilişkilendirmemizde bizi düşündürdü. Keşke diğer derslerde böyle eğlenceli olsaydı (D2Ö21).	D2Ö21	1
	Öneri	Grup Sayısı	Mesela grup sayısının azaltılması gerekir bir de kimyasal malzemeleri siz değil de kendimiz alsaydık daha kalıcı olurdu. Onun dışında bir eksikliğin olduğunu düşünmüyorum (D1Ö5).	D1Ö5	1

SN: Soru Numarası; M: Mülakat yapılan öğrencilerin kodları; f: Frekans

Tablo 93 incelendiğinde, öğrencilerin C1, C2 ve C3 numaralı sorulara verdikleri cevaplar “Faydalı ve etkili”, “Derse katılım ve kalıcılık”, “Dikkat çekici”, “Öğretimi zenginleştirme” ve “Eğlenceli” şeklinde kodlanarak olumlu görüşler teması altında toplanmıştır. Buna ek olarak öneri teması altında ise “Grup sayısı” kodu yer almaktadır. Mülakata katılan öğrencilerin (D1Ö15, D1Ö13, D1Ö5, D2Ö21 ve D2Ö19 ile kodlanan 5 öğrencinin) öğretim materyalleri ve uygulama süreci hakkındaki olumlu görüşlerinden, uygulamaların derse katılımı sağladığını ve öğrenilenlerin kalıcı olmasını sağladığı yönünde açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Buna benzer olarak bu öğrenciler uygulamaların kendileri için oldukça faydalı ve etkili olduğunu da ifade etmişlerdir. D1Ö15, D1Ö5 ve D2Ö21 ile kodlanan 3 öğrenci öğretim materyallerini ve uygulamaları dikkat çekici olarak düşünmekteyken, D1Ö13, D1Ö5 ve D2Ö19 kodlu 3 öğrenci ise

uygulanan öğretim yöntemlerinin öğretimi zenginleştirdiğini ifade etmişlerdir. D2Ö21 kodlu öğrenci ise uygulamaların gayet eğlenceli olduğunu ve diğer derslerinde böyle eğlenceli olmasını istediğini belirtmiştir. Mülakata katılan öğrencilerin çoğunluğu öğretim materyali ve uygulamalar hakkında olumlu görüşlere sahip olmakla birlikte olumlu görüşe sahip D1Ö5 kodlu deney masalarında öğrenci sayısının daha az olması ve kimyasal malzemeleri kendilerinin bizzat alması gerektiği yönünde öneri de bulunmuştur.

3.4.2. Deney Gruplarındaki Uygulamalar Sürecinde Öğrenme Ortamı Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular

BSB'yi geliştirmeye ve kavramsal değişim sağlamaya yönelik geliştirilen rehber materyaller kullanılarak deney gruplarına yapılan uygulamaların 5E öğretim modelinin aşamalarına uygun bir şekilde yapıp yapılmadığını tespit edebilmek için derslerin tamamı ikincil bir araştırmacı tarafından CD'de Ek 5'te verilen yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılarak izlenmiş ve bulgular form üzerinde kaydedilmiştir. Gözlem formunda 5E öğretim modelinin her bir aşamasındaki puanlarının kendi aralarında ortalamaları alınmıştır. Deney gruplarında BSB'nin gelişimine ve kavramsal değişime yönelik olarak hazırlanmış öğrenme ortamlarının 5E öğretim modelinin her bir aşamasının uygulanabilirliği hakkında gözlem formundan elde edilen bulgular Tablo 94'te sunulmuştur.

Tablo 94. Deney gruplarına uygulanan 5E'ye dayalı öğrenme ortamlarının her bir aşamasının, uygulanabilirliği hakkında gözlem formundan elde edilen bulgular

Materyal Numarası		M1		M2		M3		M4		M5		M6		TM	
		AP	Ort	AP	Ort	AP	Ort	AP	Ort	AP	Ort	AP	Ort	Ort	
D1 Grubu	Gözlem Bulguları	Girme	21	3	21	3	21	3	21	3	21	3	20	2.8	2.9
		Keşfetme	23	2.8	29	2.9	30	3	30	3	29	2.9	27	2.7	2.8
		Açıklama	12	3	11	2.7	12	3	12	3	12	3	12	3	2.9
		Derinleştirme	9	3	12	3	5	2.5	9	3	6	2	8	2.6	2.6
		Değerlendirme	6	3	6	3	6	3	5	2.5	5	2.5	3	1.5	2.6
D2 Grubu	Gözlem Bulguları	Girme	17	2.8	21	3	21	3	21	3	21	3	21	3	2.9
		Keşfetme	30	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30	3	3
		Açıklama	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	3
		Derinleştirme	8	2.6	9	3	8	2.6	9	3	8	2.6	8	2.6	2.7
		Değerlendirme	6	3	5	2.5	6	3	5	2.5	5	2.5	3	1.5	2.5

Tablo 94'ün devamı

ÖMA: Öğretim Modeli Aşamaları; M1: Materyal 1; M2: Materyal 2; M3: Materyal 3; M4: Materyal 4; M5: Materyal 5; M6: Materyal 6; TM: Tüm Materyaller; AP: Gözlem Formunun Aşamalarından Alınan Puan; Ort: Gözlem Formunun Her Bir Aşamasının Ortalama Puanı.

M1 olarak adlandırılan materyal “Buharlaştırma ve Kaynama”; M2 “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”; M3 “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”; M4 “Gaz Yasaları”; M5 “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve M6 “Elektrokimyasal Piller” konusunu kapsamaktadır. Tablo 94 incelendiğinde bu materyallerin girme basamağının D1 ve D2 gruplarında 2,8 ve üzeri ortalama ile başarılı bir şekilde uygulandığı görülmektedir. Benzer olarak materyallerin keşfetme ve açıklama aşamaları D1 grubunda 2,7 ve üzeri ortalama ile D2 grubunda ise 3 ortalama ile başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Materyallerin derinleştirme aşamaları ise hem D1 hem de D2 gruplarında 2 ve üzeri ortalama ile başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Tüm materyallerin değerlendirme aşamaları “Elektrokimyasal pillerle” ilgili M6 materyali (1,5 ortalama) haricinde kalan diğer materyaller 2'nin üstünde ortalama ile başarılı bir şekilde uygulanabilmiştir. Tablo 94'ten uygulanan tüm materyallerin her bir aşamalarının ortalama değerleri incelendiğinde ise öğretim materyallerinin hem D1 hem de D2 gruplarında uygulanabilme oranının 2,5 ve üzerinde olduğu görülmektedir. D1 grubunda tüm öğretim materyallerinin en başarılı şekilde girme aşamasının uygulandığı; bunu açıklama, keşfetme, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarının izlediği görülmektedir. Benzer olarak D2 grubunda ise materyaller en başarılı şekilde keşfetme ve açıklama aşamalarında uygulanmıştır. Bunu girme, derinleştirme ve değerlendirme aşamaları izlemektedir.

Bu bölümde araştırmanın alt problemleri dikkate alınarak sırası ile BİSBET'ten, yarı yapılandırılmış mülakatlardan, KİKAT'ten, FBÖTÖ'den ve deney gruplarındaki uygulamalar sürecinde yapılan ikincil araştırmacı gözlemlerinden elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmanın problem durumlarına göre sunulan bulgulara paralel olarak yapılan tartışmalar çalışmanın bundan sonraki bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB'lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan rehber materyaller geliştirmek ve etkililiğini incelemektir. Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine göre yorumlanarak ve literatürdeki çalışmaların sonuçları ile irdelenerek sırası ile sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu kısımda; “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB'lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının BSB'lerinin gelişiminde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilen birinci alt probleme yönelik tartışmalara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının BSB'lerinin gelişimi, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere ön ve son test olarak uygulanan BİSBET'ten, yürütülen etkinlikler sırasında araştırmacının deneyimlerinden ve öğrencilerle yürütülen BSB ile ilgili mülakat sorularından elde edilen bulgulardan hareketle tartışılmıştır.

4.1.1. BİSBET'ten Elde Edilen İstatistiksel Bulgulara ve BSB ile İlgili Mülakat Sorularına Yönelik Yapılan Genel Tartışma

Tablo 25 incelendiğinde her iki deney ve kontrol gruplarının uygulamaya başlamadan önce kendi içlerinde BİSBET ön test puanlarının birbirine yakın olduğu, aralarında anlamlı bir farklılık bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç uygulamalardan önce her iki deney ve kontrol gruplarının BSB açısından ön bilgilerinin ve yeterliliklerinin birbirine denk olduğunu gösterebilir. BSB ile öğrencilerin akademik başarıları arasında pozitif bir ilişki olduğu (Örneğin; Beaumont Walters ve Soyibo, 2001; Colley, 2006; Wilke ve Straits, 2006; Bilgin, 2006) ve öğrencilerin Lisans Yerleştirme Sınavından benzer başarı gösterip benzer puanlar alarak sınıflara yerleştirilmesinden de, deney gruplarındaki öğrencilerin BSB seviyelerinin birbirlerine yakın oldukları yorumu yapılabilir.

Uygulamalardan sonra deney ve kontrol gruplarının BİSBET son test puanları dikkate alındığında, hem birinci öğretim hem de ikinci öğretim şubelerinden seçilen deney gruplarının (D1 ve D2) uygulama sonrasında BİSBET'in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin toplamından aldıkları puanları kontrol gruplarınınkinden pozitif yönde anlamlı derecede farklıdır (Tablo 26, s. 136). Bu bulgu araştırmada, deney gruplarında YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre, farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmiş bir laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerinin, kontrol gruplarında geleneksel laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerine göre öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede daha etkili olduğunu gösterebilir. Bu durum literatürde 5E öğretim modeline dayalı uygulamaların öğrencilerin BSB gelişimi üzerinde etkili olduğunu ortaya koyan çalışmaların sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir (Öztürk, 2008; Anagün ve Yaşar, 2009; Altun Yalçın vd., 2010). Kontrol gruplarında daha çok anlatım yöntemi ve soru-cevap tekniği kullanılarak teorik bilgi verilmesi ve bu bilgilerden bazılarının deney yapılarak ispat yoluna gidilmesi, yürütülen öğretim etkinliklerinin öğretmen merkezli olduğunu, bu açıdan bakıldığında kontrol gruplarındaki öğretim etkinliklerinin geleneksel öğretim yöntemine göre yapıldığını göstermektedir. Kanlı'ya (2007) göre geleneksel laboratuvar ortamı, kavramlarla ilgili yapılan deneylerde öğrencilerin BSB'lerinin geliştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB puanlarının deney gruplarındakine göre anlamlı derecede düşük olmasında, geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin BSB'lerinin geliştirilmesinde yetersiz kalmasıyla açıklanabilir. Deney gruplarındaki öğrencilerin BİSBET puanlarının anlamlı derecede daha yüksek çıkmasında bu gruplarda, geleneksel olmayan laboratuvar yöntemi ile öğrenciye kazandırılması istenen becerilere dikkat etmesi yönünde uyarıcılar vermek, öğrencinin o alanda dikkatli olmasını ve zamanla bu becerilerinin gelişimini sağlamış olabilir (Roth ve Roychoudhury, 1993; Dawson, 1999; Aktamış ve Ergin, 2007; Kanlı, 2007).

Her iki deney ve kontrol gruplarında uygulamalar sonrasında yürütülen mülakat verileri incelendiğinde deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre BSB'yi teorik olarak daha doğru ifade edebildikleri ve bilimsel açıklamalar yapabildikleri görülmektedir (Tablo 40, s. 149). Tablo 40 incelendiğinde BSB ile birebir ilişkili olan bilimsel araştırma, bilginin kalıcılığını artırma, bilgiye ulaşma yollarının öğrenilmesi, deney sürecindeki kazanımların tümü, bilginin öğretilmesi ve öğrenilmesinde kolaylık gibi ifadeler sunan öğrencilere bakıldığında bunların çoğunun deney gruplarında yer alan öğrenciler olduğu, BSB ile ilişkisi olmayan açıklamalar yapan öğrencilerin ise

hepsinin kontrol gruplarında bulunan öğrenciler olduğu görülmektedir. Ayrıca Tablo 41'den (s. 152) BSB alt becerilerinin neler olduğu ve bir deneyin hangi aşamalarında bu becerilerin geliştiği ile ilgili mülakat sorularına da genel olarak deney gruplarındaki öğrencilerin doğru açıklamalar yapabildiği ve hepsi kontrol gruplarında olan 3 öğrencinin BSB alt basamakları ile tamamen ilişkisiz olan 5E, FTTÇ, TD, Okuma-anlama ve uygulayabilme gibi açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin BSB ile ilgili teorik kavram bilgilerinin kontrol gruplarındakilere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin BSB'yi doğrudan ilişkili kavramlarla açıklayabilmelerinde; uygulanan etkinlikler esnasında yapılan her bir adımda BSB alt becerilerinin geliştirilmeye çalışılması, bunların birer BSB olduğunun belirtilmesi ve BSB'nin önemine sürekli vurgu yapılması neden gösterilebilir. Kontrol gruplarında bu soruları doğru bir şekilde cevaplayan öğrencilerin BİSBET'te yüksek ve orta düzeyde gelişim gösteren öğrencilerden oluştuğu, ilişkisiz cevap veren öğrencilerin ise düşük ya da orta düzeyde gelişim gösteren öğrenciler olduğu görülmektedir (Tablo 41). BİSBET'te ön testten son teste yüksek düzeyde gelişim gösteren öğrencilerin mülakat sorularına da doğru cevaplar vermesinde bu öğrencilerin derse daha ilgili olması ve deneyleri daha sorgulayarak ve sebep-sonuç ilişkisi içinde irdeleyerek yapmaları etkili olmuş olabilir.

BSB'yi uygulayabilme yeterliliklerini derinlemesine incelemek amacıyla yöneltilen mülakat soruları ile de öğrencilerin bu becerileri ne derecede uygulayabildikleri incelenmiştir. Tablo 42'den (s. 155) görüldüğü gibi doğru hipotez kurabilen, değişkenleri doğru belirleyebilen, doğru veri kaydetme ve doğru deney tasarlama kategorilerinde yer alan öğrencilerin çoğunluğunun deney gruplarında yer alan öğrencilerden oluştuğu buna karşın bu sorulara yetersiz cevap veren veya hiç cevap veremeyen öğrencilerin ise kontrol gruplarında yer alan ve genelde düşük düzeyde gelişim gösteren öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin BSB'yi teorik olarak ifade etmede ve bazı becerileri sözel olarak doğru örneklerle açıklamada kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Mülakat sonuçları ile BİSBET son test puanlarının deney gruplarında kontrol gruplarına göre anlamlı düzeyde yüksek çıkması sonuçları birbirini destekler niteliktedir. Bu durum BSB'yi teorik olarak açıklamada başarılı olan öğrencilerin, bu becerileri uygulama konusunda da başarılı olmasının bir sonucudur şeklinde yorumlanabilir.

Kontrol gruplarındaki (K1 ve K2) öğrencilerin BİSBET ön ve son test sonuçları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 27 (s. 137) incelendiğinde, K1

ve K2 gruplarının BİSBET'in çoktan seçmeli kısmından aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p > .05$), BİSBET'in açık uçlu kısmından ve çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımlarının toplamından aldıkları puanların ise son test lehine anlamlı olduğu görülmektedir ($p < .05$). Bu durum bu öğrencilerin çoktan seçmeli soru sayısının açık uçlu sorulara göre fazla olmasından dolayı bu sorulara ağırlık vermemesinin bir sonucu olabileceği gibi bu öğrencilerin açık uçlu sorularda performanslarını daha iyi sergileyebildikleri ile de yorumlanabilir. Ayrıca bu durum kullanılan farklı ölçme yaklaşımlarının öğrencilerin başarılarını değiştirebileceği ve değerlendirmeye zenginlik katacağı şeklinde de düşünülebilir. Tablo 28'den (s. 137) deney gruplarındaki (D1 ve D2) öğrencilerin BİSBET ön ve son test karşılaştırma sonuçları, her iki deney grubundaki öğrencilerin BİSBET'in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu iki formunun toplamından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Bu durum deney gruplarında geliştirilen laboratuvar materyallerinin ve yapılan öğretimin öğrencilerin BSB'lerinde öğretim öncesine göre bir gelişme sağladığını gösterebilir. Her iki grupta da öğrencilerin BSB'lerinin gelişmiş olmasında, bütün gruplarda deney etkinliklerinin olması etkili olmuş olabilir. Deney etkinliklerinin öğrencilerin araştırılan kavramla ilgili deney düzeneğini kurma, ölçüm yapma, verileri kaydetme ve yorumlama gibi faaliyetleri yerine getirmelerinde, kısacası BSB'lerin gelişmesine yardım ettiği düşünülebilir (Feyzioğlu, 2009). Bunun nedeni deney yapma ve BSB'yi geliştirme işlemlerinin birbirini destekleyen iç içe faaliyetler (Ayas vd., 1994a,b) olması olabilir. Elde edilen bu bulgular Yang ve Heh (2007), Feyzioğlu (2009) ve Erdoğan'ın (2010) yapmış oldukları çalışmada deney yapmanın öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede etkili olduğu vurgusuyla da paralellik göstermektedir. Deney etkinliklerinin BSB'leri geliştirdiği düşünüldüğünde deney ve kontrol gruplarında öğretim öncesine göre anlamlı bir farkın çıkması beklenen bir durumdur. Bu durumda her iki deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretim etkinliklerinin hangisinin BSB'yi geliştirmeye daha fazla katkı sağladığı sorusu akıllara gelmektedir. Bunu deney ve kontrol gruplarının BİSBET son test puanlarını karşılaştırarak anlamak mümkündür. Tablo 26 (s. 136) incelendiğinde hem D1 hem de D2 gruplarının uygulama sonrasında BİSBET'in çoktan seçmeli, açık uçlu ve bu ikisinin toplamından aldıkları son test puanlarının K1 ve K2 gruplarındakinden anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum uygulamalar sonrasında deney gruplarının BSB başarılarının kontrol gruplarındakilere göre daha iyi olduğunu gösterebilir. Bu durum geleneksel olmayan laboratuvar yöntemlerinin öğrencilere kazandırılması istenen becerileri

kazandırmada geleneksel laboratuvar yöntemlerine göre daha etkili olmasının bir sonucu olabilir (Aktamış, 2007; Kanlı, 2007). Bu çalışma kapsamında deney gruplarında BSB basamaklarına özel önem verilmiş, öğrencilerden bu becerilerin gereklerini yerine getirmeleri beklenmiştir. Materyaller uygulanırken araştırmacının buna dikkat etmesi, deney gruplarındaki öğrencilerin BİSBET puanlarının kontrol gruplarındaki öğrencilerin puanlarına göre daha yüksek çıkmasına neden gösterilebilir. Ayrıca deney gruplarındaki öğrencilerin BSB puanlarının anlamlı derecede daha yüksek çıkması durumu, bu gruplarda farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin birden çok BSB basamaklarının gelişmesinde, geleneksel yöntemlerden daha fazla katkı sağladığı ve öğretimin daha istenilen şekilde gerçekleşmesini sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlamda BA'ların moleküler düzeyde hareketli bir süreçten oluşan fakat öğrencilerce gözlemlenemeyen olay ve süreçleri daha iyi gözlemlene fırsatı sunması (Örneğin; Russell vd., 1997; Sanger ve Greenbowe, 2000; Kelly, 2005; Falvo, 2008); ÇY'lerin özellikle deney aktivitelerini içeren derslerde etkileşimli öğrenme ortamı sunması ve öğrencileri aktif hale getirmesi (Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; Coştu ve Ünal, 2005; Gönen ve Akgün, 2005), KDM'nin tartışmalar neticesinde verilen durumlar hakkında öğrencilerin tahmin yapmalarını, fikir yürütmelerini ve doğru sonuca varmalarını sağlaması (Uzuntiryaki ve Geban, 2005; Yürük ve Geban, 2001), analogilerin öğrencilerin edindiği bilgiyi sorgulamasını sağlaması ve soyut hedef kavramın zihinde canlandırılmasını kolaylaştırması (Taylor ve Coll, 1997; Çalık vd., 2007) ve KH'nin öğrencilerde tartışma yoluyla karar vermeyi ve sebep-sonuç ilişkisi kurmayı sağlaması (Novak ve Gowin, 1984; Kaptan, 1998; Aydın vd., 2009) özelliklerinden dolayı, deney gruplarında bu yöntemlerin birlikte kullanılması sonucu oluşan bir öğretim onların gözlem, tahmin yapma, sonuç çıkarma, değişkenleri belirleme gibi BSB becerilerinin gelişimine katkı sağlamış olabilir.

4.1.2. Öğrencilerin BSB'lerinin Gelişimine Dair Detaylı Tartışma

Bu başlık altında araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, geliştirilen rehber materyallerin deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB'nin her bir alt becerisi bazında meydana getirdiği değişim BİSBET'ten, yürütülen etkinlikler sırasında araştırmacının deneyimlerinden ve öğrencilerle yürütülen BSB ile ilgili mülakat sorularından elde edilen bulgulardan hareketle karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.1. “Gözlem Yapma” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET’in “gözlem yapma” becerisi ön test-son test puanları karşılaştırma sonuçları, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu becerilerden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir ($p > .05$, Tablo 29, s. 139). BSB’nin alt becerilerinin neler olduğu ile ilgili mülakat sorularından elde edilen veriler incelendiğinde, D1 ve D2 gruplarından 5 öğrenci, K1 grubundan ise BİSBET’te yüksek düzeyde gelişim gösteren 1 öğrenci gözlem yapma becerisinden bahsetmiş ve bu becerinin deneyler yapılarak gelişebildiğine vurgu yapmışlardır (Tablo 41, s. 152). Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin çoğunun kontrol gruplarındaki öğrencilere göre gözlem becerisini daha fazla oranda BSB becerisi olarak düşündüklerini göstermektedir. Hem deney hem de kontrol gruplarında gözlem becerisi puanlarının öğretim öncesinden sonrasına anlamlı derecede artış olmamasında, sorunun yapısı etkili olabileceği gibi öğrencilerin yaş ve seviye itibarıyla başlangıçtaki gözlem becerisi seviyelerinin yüksek olma ihtimali de neden gösterilebilir. Bir başka açıdan bakıldığında uygulanan materyallerin öğrencilerin gözlem becerisini geliştirmede ya da ölçme aracının gözlem becerisini ölçmede yetersiz kaldığı şeklinde de yorumlanabilir. Ayrıca BİSBET’teki 1. soru günlük hayattan fen konularından seçilmiş, görme ve tat alma gibi duyu organlarımız aracılığı ile yapılan gözlemleri kapsamaktadır. Bu soruda öğrenciler gözlem yapma işini sadece gözle yapılan bir eylem olarak düşünmüş olabilirler. Her ne kadar öğretim sırasında diğer duyu organlarını kullanarak yapılan işlemlerde de gözlem becerimizi kullandığımız vurgulanmış olsa da öğrencilerin eski yerleşmiş bilgilerinin değişimini sağlamada yetersiz kaldığı söylenebilir.

4.1.2.2. “Ölçme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET’in “ölçme” becerisine ait ön test-son test karşılaştırmaları için Wilcoxon İşaretili Sıralar testi sonuçları, D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin BİSBET’in “ölçme” becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu ($p < .05$); buna karşın K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ön testten son teste aldıkları ölçme becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını ($p > .05$)

göstermektedir (Tablo 30, s. 139). Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin deney etkinliklerinde verilerin kaydedilmesine ve grafiklerin doğru çizilmesine özel önem verildiği için bu öğrencilerin ölçme araçlarını daha doğru ve dikkatli kullanmaya çalışmalarının bir sonucu olabilir. Ayrıca bu durum deney gruplarında materyal içeriğinde bulunan etkinliklerin, öğrencilerin ölçme becerisinin gelişiminde ve ölçme araçlarını tanıma ve kullanma konusunda onlara yardımcı olması ile de açıklanabilir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin ölçme becerisinin anlamlı derecede artmamasına geleneksel öğretim etkinliklerinde deney gruplarındaki kadar ölçme, verileri kaydetme ve grafik çizme işlemlerine vurgu yapılmaması ve öğrencilerin bu işlemleri daha dikkatsiz yapmaları neden gösterilebilir. Bu durum geleneksel olmayan laboratuvar yöntemi ile öğrenciye kazandırılması istenen bir beceriye dikkat etmesi yönünde uyarıcılar vermenin öğrencinin o alanda dikkatli olmasını sağladığı (Roth ve Roychoudhury, 1993; Dawson, 1999; Aktamış ve Ergin, 2007; Kanlı, 2007) şeklinde açıklanabilir.

BSB ile ilgili mülakat sorularından elde edilen veriler incelendiğinde de, deney gruplarındaki öğrencilerin çoğunun (D1 ve D2 gruplarından BİSBET'te düşük, orta ve yüksek düzeyde gelişim gösteren 5 öğrenci) K1 grubundan ise yüksek düzeyde gelişim gösteren 1 öğrencinin ölçme becerisini bir BSB alt becerisi olarak tanımlayabildikleri (Tablo 41, s. 152) ve BSB'yi daha doğru ifadelerle açıklayabildikleri (Tablo 40, s. 149) görülmektedir. Uygulamaların başında bütün gruplardaki öğrencilere BSB tanıtılmış ve hangi alt becerilerden oluştuğu örneklerle verilmiştir. Bütün öğrenciler BSB'nin ne olduğu ve hangi alt becerilerden oluştuğu konusunda aynı eğitimi almalarına rağmen, yapılan uygulamalar sonunda deney gruplarındaki öğrencilerin bu becerileri açıklamada ve bu becerileri sorular üzerinde uygulamada kontrol gruplarındakilere göre daha başarılı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum deney gruplarındaki öğretim materyallerinin öğrencilerin bu becerileri sorular üzerinde uygulayabilmelerine yardımcı olduğu ve BSB ile ilgili eğitim almalarının üzerinden 3 ay geçmesine rağmen BSB'nin ne olduğunu, hangi alt basamaklardan oluştuğunu açıklamada ve bu becerileri sorular üzerinde uygulamada kontrol gruplarında yapılan öğretime göre daha etkili olduğunu gösterebilir. Ayrıca deney gruplarındaki öğrencilerin ilk defa bu kadar zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamına ve eğitime maruz kalmalarının neticesi olarak öğrencilerin alıştıkları sıradan laboratuvar derslerinden bir süreliğine uzaklaşmış olmalarının bir sonucu da olabilir.

4.1.2.3. “Sınıflama” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET’in “sınıflama” becerisine ait ön test-son test puanları karşılaştırma sonuçları, deney ve kontrol gruplarından sadece D2 grubundaki öğrencilerin hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p < .05$, Tablo 31, s. 140). Bu sonuç D2 grubundaki öğrencilerin “sınıflama” becerisi gelişiminin D1 ve kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha istenilen şekilde gerçekleştiğine işaret etmektedir. Deney gruplarındaki öğrencilere, yürüttükleri tüm etkinlikler boyunca olabildiğince çok sayıda BSB’ye vurgu yapılmıştır. Bu şekilde düzenlenen öğrenme ortamlarında öğrencilerin BSB’lerinin gelişeceği çeşitli araştırmalarda da vurgulanmaktadır (Scharmann, 1989; Dawson, 1999; Karahan, 2006; Aktamış ve Ergin, 2007). Fakat ön bilgi düzeyleri benzer olan öğrencilere (D1 ve D2) aynı etki yapılmış olsa bile onların derse karşı ilgi ve motivasyonları ve öğrenme stilleri farklı olabilir. Ayrıca her iki deney gruplarında uygulamalar aynı günlerde (önce D1 grubunda, sonra D2 grubunda) yapılmakla birlikte, ikinci öğretimde olan D2 grubunun diğer gruplardan anlamlı derecede daha başarılı olmasında araştırmacının aynı uygulamayı ikinci kez yaptığı için bu grupta daha iyi performans göstermiş olma ihtimali etkili olmuş olabilir.

BSB ile ilgili mülakat sorularından elde edilen veriler incelendiğinde de, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin sınıflama becerisini bir BSB alt becerisi olarak düşünmedikleri görülmektedir (Tablo 41, s. 152). Bu durum hem deney hem de kontrol gruplarında sınıflama becerisine yönelik etkinliklere deneylerde yeterince yer verilmemiş olması ile yorumlanabileceği gibi öğrencilerin bu beceriyi bilmelerine rağmen mülakatlarda bunu ifade etmedikleri ile de yorumlanabilir. Öğrencilerin BSB’nin ne olduğu, neden geliştirilmesinin önemli olduğu ve bu becerilerin gelişimini etkileyen faktörlerin ne olduğu konularındaki açıklamaları incelendiğinde deney gruplarındaki öğrencilerin bu sorulara daha doğru açıklamalar ve örnekler sundukları görülmektedir (Tablo 40, s. 149). Bu çalışma kapsamında deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulanmasında BSB ve BSB’nin basamaklarına örnekler sunularak ve uygulamalar yapılarak, özel önem verilmiş, öğrencilerden bu becerilerin gereklerini yerine getirmeleri beklenmiştir. Deney gruplarında BSB’yi daha doğru açıklayabilme konusunda kontrol gruplarına göre başarının daha yüksek olmasında bu becerilere özel önem ve vurgu yapılması etkili olmuş olabilir. Ayrıca bu durum BSB’yi geliştirmeye yönelik yapılan

laboratuar uygulamalarının, geleneksel öğrenme ortamlarına göre öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede daha etkili olması sonucuyla (Padilla vd., 1984; Scharmann, 1989; Dawson, 1999; Özdemir, 2004; Karahan, 2006; Aktamış ve Ergin, 2007; Tatar, 2006; Kanlı, 2007) açıklanabilir. Buna ek olarak deney gruplarındaki öğrencilerin alıştıklarının dışında farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmiş, BSB'ye ve kavramsal değişime yönelik bir laboratuar ortamında eğitime maruz kalmaları onların bilimsel olarak olayları neden-sonuç ilişkisine göre irdeleyip, sorgulamalarına, çok yönlü düşüncelerine ve daha doğru açıklamalar yapmalarına neden olmuş olabilir.

4.1.2.4. “Verileri Kaydetme” ve “Verileri Kullanma ve Model Oluşturma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in “verileri kaydetme” ve “verileri kullanma ve model oluşturma (grafik çizme)” becerileri ön test-son test puanları karşılaştırıldığında, hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in bu becerilerine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < .05$, Tablo 32, 33, s. 142). Her iki deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin verileri kaydetme ve grafik çizme becerisi puanlarında öğretim sonrasında artış gözlenirse de bu artışın deney gruplarındaki (tüm öğrencilerde) öğrencilerde daha fazla olduğu görülmektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin tamamının son test puanlarının ön teste göre artış göstermesinde ise deney gruplarına uygulanan farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş, BSB'ye vurgu yapan, 5E öğretim modeline dayalı öğretim etkinliklerinin kullanılmasının etkili olduğu düşünülebilir. Bunun yanı sıra deney gruplarında materyallerin uygulanmasında bütün deneylerden elde edilen verilerin tablo ve grafiklere çizilmesi faaliyetlerine yer verilmesi, bu işleme sıra geldiğinde öğrencilere; “Veri kaydederken, grafik çizerken nelere dikkat edilmektedir? Grafiği düzgün çizmek, yatay ve dikey eksenlere değişkenleri doğru yerleştirmek ne işe yarar?” şeklindeki sorularla vurgu yapılması etkili olmuş olabilir. Deney gruplarında bu becerilerdeki gelişimin daha fazla olması sonucu, deney ve kontrol gruplarının BİSBET son test puanlarının deney grupları lehinde anlamlı çıkması bulgusu ile paralellik göstermektedir. Tablo 32'den kontrol gruplarındaki öğrencilerin, deney gruplarında olduğu gibi bütün öğrenciler olmasa da, birçoğunun verileri kaydetme ve grafik çizme becerisi puanının son testte anlamlı derecede arttığı görülmektedir. Kontrol gruplarındaki

öğrencilerinde bu beceri puanlarında artış olmasında, onların deney esnasında veri kaydetmeleri, grafik çizmeleri ve deneyin sonucuna ilişkin verilerden hareketle tahmin yapmaları etkili olmuş olabilir. Tablo 41'den (s. 152) deney gruplarından toplam 4 ve kontrol gruplarından sadece 1 öğrencinin verileri kaydetme ve grafik çizme becerilerinin birer BSB alt becerisi olduğunu ifade ettiği görülmektedir (Tablo 41, s. 152). Kontrol grubunda bu becerileri doğru açıklayan bu öğrenci BİSBET'in ön testten son teste yüksek düzeyde gelişim gösteren öğrencisidir. Bu durum kontrol gruplarındaki öğrencilere de verileri kaydetme ve grafik çizme becerilerinin bir tür BSB olduğu uygulamaların başında açıklanmasına rağmen yüksek gelişim gösteren bu öğrenci haricindeki öğrencilerin bu bilgileri hatırlayamadıklarını gösterebilir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin verileri kaydetme ve grafik çizme becerileri ile ilgili mülakat sorularına deney gruplarındaki öğrencilere göre yetersiz açıklamalar yapmasında geleneksel laboratuvar ortamında bu becerilerin birer BSB olduğunun hatırlatılmaması ya da bu becerilere yeterince vurgu yapılmaması etkili olmuş olabilir. Deney gruplarındaki öğrencilerin hepsinin (6 öğrenci), kontrol gruplarından ise 2 öğrencinin verileri kaydetme işleminin özenli yapılmasının, toplanan verilerin daha sistematik bir şekilde sunulmasını sağladığı şeklinde açıklamalar yaptıkları ve tablo ve grafik çizilirken olması gereken durumları daha doğru bir şekilde açıklayabildikleri gözlenmiştir (Tablo 42, s. 155). Bu durum ise deney gruplarında uygulanan rehber materyallerin öğrencilerin veri kaydetme ve grafik çizme işlemlerinde değişkenler arasında ilişki kurarak daha itinalı olmalarında, bu becerilerini geliştirmede ve hatalarını gidermede daha etkili olduğunu gösterebilir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin BSB'yi ve BSB alt becerilerini açıklayamamalarında deneyle öğretim ortamlarında yapılan her bir adımda, BSB alt becerilerinin geliştirildiği ve bunların birer BSB olduğunun belirtilmemesi neden gösterilebilir.

4.1.2.5. “Önceden Kestirme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET'in “önceden kestirme” becerisi ön test-son test puanları karşılaştırma sonuçları, hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in önceden kestirme becerisine yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p < .05$, Tablo 34, s. 143). Bu durum deney ve kontrol gruplarında uygulanan yöntemlerin ikisinin de önceden kestirme becerisini

geliştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Bu çalışma kapsamında her iki deney ve kontrol gruplarında grup eşliğinde deney etkinlikleri yapılmıştır. Buradan derslerin grup deneyleri eşliğinde işlenilmesinin, öğrencilerin deneyin sonucuna ilişkin verilerden veya eski bilgilerinden hareketle tahminde bulunmalarını ve kestirim yapabilmelerini sağladığı şeklinde yorum yapılabilir. Şimşek'in (2010) öğretmen adaylarının deneylerde öğrencilere kazandırılmaya çalışılan BSB'leri tespit edebilme yeterliliklerine yönelik çalışmasında da öğretmen adaylarının önceden kestirme becerisini belirleyebilmede başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilere deneye başlamadan önce kuramsal olarak sonuçlar hakkında tahmin yapmalarını sağlamanın bu becerinin gelişmesini sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

BSB'nin alt becerilerinin neler olduğu ile ilgili A5 ve A6 numaralı mülakat sorularından elde edilen veriler incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarından hiçbir öğrencinin önceden kestirme becerisinden bahsetmedikleri görülmüştür (Tablo 41, s. 152). Bu durum öğrencilerin önceden kestirme alt becerisini bir BSB olarak düşünmedikleri ile yorumlanabileceği gibi öğrencilerin birçok BSB alt basamağı arasından bu becerinin ismini anımsayamamış olmaları ile de yorumlanabilir. BİSBET'te öğrencilerin önceden kestirme becerisinin uygulama öncesinden sonrasına geliştiği tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin genel olarak önceden kestirme becerisini uygulamada kullanabildikleri ancak, bu becerileri sözel olarak ifade etmede aynı başarıyı gösteremedikleri gözlenmiştir. Bunun nedenini, BSB'nin alt beceri sayısının fazla olmasına bağlamak mümkündür.

4.1.2.6. “Değişkenleri Belirleme ve Hipotez Kurma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in “değişkenleri belirleme ve hipotez kurma” becerisine yönelik ön test-son test puanlarının karşılaştırılması incelendiğinde, D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin “değişkenleri belirleme ve hipotez kurma” becerisine yönelik puanlar arasında, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .05$, Tablo 35, s. 144). K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ise BİSBET'in “değişkenleri belirleme ve hipotez kurma” becerisine yönelik çoktan seçmeli sorularından aldıkları ön ve son test puanları arasında, anlamlı bir farklılık yokken ($p > .05$), bu beceriye yönelik açık uçlu ve toplam puanlarında, ön ve son test puanları arasında,

son test lehine anlamlı bir farklılık vardır ($p < .05$, Tablo 35). Hem deney hem de kontrol gruplarında BİSBET'teki "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisine yönelik toplam puanlarda artış olmasında, öğrencilere uygulamaların başında BSB ile ilgili bilgilendirme ve her basamağına örnekler sunma çalışmasının yapılmış olması etkili olmuş olabilir. Deney gruplarında "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisine yönelik son test puanlarının, hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorulardaki puanların, ön teste göre kontrol gruplarından daha fazla oranda artmasında, bu gruplarda farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş, BSB'ye vurgu yapan, 5E öğretim modeline dayalı öğretim etkinliklerinin uygulanması etkili olmuş olabilir. Bunun yanı sıra deney gruplarındaki öğrencilere deneye başlamadan önce konuyla ilgili bir hipotez kurdurulması, bu hipotezi test edecek deney tasarımları, deneydeki değişkenleri belirleme çalışmalarının yapılması ve bu işleme sıra geldiğinde öğrencilere "Hipotez cümlesini yazarken nelere dikkat edilmelidir? Kurduğunuz hipotezde bağımlı ve bağımsız değişkenler nelerdir?" şeklinde sorular sorulması etkili olmuş olabilir. Bunun yanı sıra deneyle ilgili kendi kurdukları hipotezi kendilerinin test etmesi ve sonuca kendilerinin ulaşması da etkili olmuş olabilir. Bu durum farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline göre hazırlanmış, BSB'ye de vurgu yapan öğretim materyallerinin öğrencilerin "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisini geliştirmede etkili olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Tablo 35'ten kontrol gruplarındaki öğrencilerin de bu beceriye yönelik açık uçlu sorularında anlamlı bir artış olduğu görülmektedir. Bu sonuç, öğrencilerin açık uçlu sorularda daha iyi performans göstermelerinin bir sonucu olabileceği gibi, uygulamaların başında BSB ile ilgili bilgilendirme çalışmasında BİSBET'te sorulan sorulara benzer şekilde deney senaryoları üzerinden değişkenler belirlenerek, hipotez kurdurulmasının bir sonucu da olabilir.

Her iki deney ve kontrol gruplarında uygulamalar sonrasında yürütülen mülakatlarda BSB'nin alt becerileri nelerdir diye sorulan soruya deney gruplarındaki bütün öğrenciler "değişkenleri belirleme ve hipotez kurma" becerisini bir BSB alt becerisi olarak ifade edebilmişlerdir. Buna karşın kontrol gruplarından hiçbir öğrenci değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerisinin bir BSB olduğunu belirtmemiştir (Tablo 41, s. 152). Bu durum deney gruplarındaki uygulamalarda bu becerilerin isimlerinin sürekli geçmesinin ve bunların birer BSB olduğundan bahsedilmesinin bu öğrencilerin BSB'yi teorik olarak daha iyi ifade edebilmelerine yardımcı olduğunu gösterebilir. Öğrencilere BSB'yi uygulamada kullanabilme yeterliliklerini yoklamak için yöneltilen B1 ve B2 numaralı mülakat

sorularından elde edilen cevaplar incelendiğinde, deney gruplarındaki bütün öğrenciler (6 öğrenci), kontrol gruplarından ise 2 öğrenci doğru hipotez kurabilmiş ve değişkenleri doğru olarak belirleyebilmişlerdir. Deney gruplarındaki öğrencilerin hepsinin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma kavramlarını birbiriyle ilişkilendirmelerinde, bu ilişkiyi örneklerle açıklamalarında ve BSB'lerini geliştirmede, bu gruplarda deneylere başlamadan önce deneyin değişkenlerini belirleyip, hipotez kurmaları ve ardından deneye başlamalarının sağlanması etkili olmuş olabilir. Tablo 42'den doğru hipotez kurabilen ve değişkenleri doğru belirleyebilen kontrol gruplarındaki iki öğrencinin BİSBET'te ön testten son teste yüksek gelişim gösteren öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin diğer kontrol grubu öğrencilerine göre doğru açıklamalar ve örnekler sunabilmesinde BİSBET'te yüksek gelişim gösteren öğrenciler arasında olmasının bir sonucu olarak düşünülebilir. Kontrol gruplarından ise 4 öğrenci değişkenleri belirleme ve hipotez kurma konusunda ya yanlış cevaplar vermiş ya da bu sorulara yanıtız kalmışlardır. Burada dikkati çeken noktalardan birisi de deney gruplarındaki öğrenciler açıklamalarını yaparken, hipotezin ve değişkenlerin tanımlarından yola çıkarak açıklamalarını tam ve doğru örnekler vererek yapabilişler buna karşılık, kontrol gruplarında bu soruya yanlış cevaplar sunan öğrenciler ise doğru hipotez cümlesi kuramamışlar, bunun yanı sıra bağımlı ve bağımsız değişkenleri birbirinin yerine kullanmışlardır (Tablo 42, s. 155). Bu durum kontrol gruplarındaki öğrencilerden bazılarının değişken kavramını anlayamamalarından ve dolayısıyla deneyde etkisi incelenen faktörü değişken olarak belirleyememelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu durum öğrencilerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri karıştırmalarının bir sonucu olarak da düşünülebilir (Ateş, 2005; Temiz ve Tan, 2009; Şimşek, 2010). Bu durum kontrol gruplarındaki öğrencilerin çoğunun “değişkenleri belirleme ve hipotez kurma” kavramlarını teorik olarak açıklayamadıkları, açıklayabilseler bile bu kavramların belli bir fen konusu üzerinde uygulamada zorluk yaşadıkları ile yorumlanabilir.

4.1.2.7. “Verileri Yorumlama” ve “Sonuç Çıkarma” Becerileri Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BİSBET'in “verileri yorumlama” ve “sonuç çıkarma” becerilerine göre ön test-son test puanları incelendiğinde, bu beceri puanlarında sadece D2 grubunda, son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p <$

.05, Tablo 36, 37, s. 145). Bu sonuç D2 grubundaki öğrencilerin “verileri yorumlama” ve “sonuç çıkarma” becerileri gelişimlerinin D1 ve kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha istenilen şekilde gerçekleştiğine işaret etmektedir. Deney gruplarında geliştirilen materyaller kapsamında öğrencilerin yürüttükleri tüm etkinlikler boyunca olabildiğince çok BSB’ye vurgu yapılmıştır. Fakat ön bilgi düzeyleri benzer olan öğrencilere aynı etki yapılmış olmasına rağmen D2 grubunun “verileri yorumlama” ve “sonuç çıkarma” becerileri konusunda daha başarılı olmasında bu sınıftaki öğrencilerin öğrenme stillerinin, ilgi ve motivasyonlarının D1 grubu öğrencilerinkinden farklı olması etkili olmuş olabilir. Kaldı ki sınıflama becerisinde de sadece D2 grubundaki öğrencilerin bu becerinin gereklerini daha istenilen şekilde gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu durum D2 grubunun diğer gruplardan anlamlı derecede daha başarılı olmasında araştırmacının aynı uygulamayı D1’den sonra ikinci kez yapmasından dolayı daha tecrübeli olması ve bu grupta daha iyi performans göstermiş olması ile de açıklanabilir. Ya da bu durum D2 grubundaki öğrencilerin diğer öğrencilere göre derse daha ilgili oldukları şeklinde yorumlanabilir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu becerilerle ilgili puanlarında anlamlı derecede artış olmamasında deneye başlamadan önce hipotez kurmamaları, hipotez kurmadıkları için de elde ettikleri verileri yorumlamaksızın deneye ilişkin bir genel sonuç yazmaları etkili olmuş olabilir. Deneye başlamadan önce hipotezlerin kurulması, önceden kestirme, değişkenleri belirleme, verileri yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerinin de harekete geçirilmesini sağladığı (Çepni vd., 1997) için bu gruplarda hipotez belirlemeden alıştıkları şekillerde deneyde ispat yolunun kullanılması bu becerilerinde gelişimini engellemiş olabilir.

BSB ile ilgili mülakat sorularından elde edilen veriler incelendiğinde de, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden D1 grubundan 1 öğrenci, D2 grubundan 2 öğrenci ve K1 grubundan 1 öğrenci “verileri yorumlama” becerisini bir BSB alt becerisi olarak düşünmektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin tamamı (6 öğrenci), kontrol gruplarından ise 2 öğrenci “sonuç çıkarma” becerisini bir BSB olarak düşünmektedir (Tablo 41, s. 152). Bu durum BSB ve alt becerileri konusunda deney gruplarındaki öğrencilerin daha başarılı olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen materyallerin deney gruplarında uygulanmasında deneylere başlanmadan önce hipotezler kurulmuş ve bu hipotezleri test etmeleri sağlanmıştır. Deney süresince veri toplarken, kaydederken, yorumlarken bu adımların birer BSB olduğu hatırlatılmış, BSB alt becerilerine örnekler sunulmuş ve uygulamalar yapılarak özel önem verilmiş, öğrencilerden bu becerilerin

gereklerini yerine getirmeleri beklenmiştir. Deney gruplarında BSB'yi daha doğru açıklayabilme konusunda kontrol gruplarına göre başarının yüksek olmasında geliştirilen materyallerde bu becerilere özel önem ve vurgu yapılması ve bu gruplardaki öğrencilere bu becerileri kazanmaları için daha fazla fırsat verilmesi etkili olmuş olabilir.

4.1.2.8. “Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET'in “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerisi ön test-son test puanları karşılaştırma sonuçları, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu becerilerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($p > .05$, Tablo 38, s. 146). Bu beceriyi ölçen sorularla öğrencilerden verilen bir deney önerisinde değiştirilen değişken ve buna bağlı değişimlerin sonucunda neyin test edilmek istendiğini belirlemeleri istenmiştir. Fakat bu beceriyi ölçen sorularda hem deney hem de kontrol gruplarında son test lehine anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aslında bu sorularda deney gruplarında yer alan öğrencilerde daha yüksek bir başarı beklenmektedir. Çünkü deney gruplarındaki öğrencilere ÇY'nin giriş kısımlarında her deney konusu için değişkenleri belirleme kısmına yer verilmiştir. Bu bölümde yer alan değişkenleri belirleme etkinlikleri ile öğrencilerin bir değişken değiştirildikçe diğer değişkenin bundan etkileneceği, deney içerisinde birden fazla değiştirilen durumun olmaması gerektiği, başka bir ifade ile değiştirilen değişken haricinde diğer birçok değişkenin sabit tutulması gerektiğini kavramaları sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu olayı diğer konularda ve kavramlar üzerinde örnekler vererek özümsemeleri ve deneyim yaşamalarına imkan sunulmuştur. Deney gruplarında anlamlı bir fark olmaması bu deneyim ortamlarının daha uzun süre öğrencilere yaşatılması gerektiğine işaret edebilir. Öğrencilerin bu becerilerindeki gelişmenin anlamlı çıkmamasının diğer bir nedeni de değişkenleri değiştirme ve kontrol etme sürecinde ihtiyaç duyulan bu becerilerin üst düzey bilişsel veya zihinsel süreçleri gerektirmesi olabilir. Brotherton ve Preece'in (1995) ifade ettiği gibi değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerileri temel süreç becerilerine göre daha üst düzey ve karmaşık zihinsel yetenekleri kapsamaktadır. Beceriye yönelik kazanımlarda öğrencilerin anlamlı öğrenebilmeleri ve ileri düzeyde muhakeme yapabilmeleri için daha çok zamana ve daha çeşitli deneyim ortamlarına ihtiyaç olduğu çeşitli araştırmalarda da vurgulanmaktadır (Raghavan vd., 1998). Turgut ve diğerlerine (1997) göre öğrencilerin

çoğu değişkenleri kontrol etmede zorluk yaşamaktadır. Mesela tepkime hızına sıcaklığın etkisini incelemek isterken, tepkimeye giren maddenin sıcaklığını değiştirmekle birlikte tanecik boyutunun da farklı olmasında bir sakınca görmemektedirler. Yukarıdaki nedenlerin yanı sıra bu araştırmada deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmamasında bu beceriyi ölçmek için sadece çoktan seçmeli soru stilinin kullanılması etkili olmuş olabilir. Her iki deney ve kontrol gruplarında uygulamalar sonrasında yürütülen mülakatlarda “BSB’nin alt becerileri nelerdir?” sorusuna da öğrencilerden hiç birinin “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerisini bir BSB alt becerisi olarak düşünmedikleri ve buna yönelik bir açıklama yapmadıkları görülmektedir (Tablo 41, s. 152). Mülakat bulgularından elde edilen sonuçlar ile BİSBET’in “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerisine yönelik sorularından elde edilen sonuçlar birbirini desteklemektedir.

4.1.2.9. “Deney Tasarlama-Yapma” Becerisi Hakkında Öğrencilerde Meydana Gelen Değişime Yönelik Tartışma

BİSBET’in “deney tasarlama-yapma” becerisi ön test-son test puanları karşılaştırıldığında, D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin bu beceriye yönelik sorularından aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .05$, Tablo 39, s. 147). Buna karşın K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin ön testten son teste aldıkları deney tasarlama-yapma becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p > .05$) Tablo 39’dan görülmektedir. Bu durum deney gruplarında geliştirilen rehber materyallerin kontrol gruplarında uygulanan geleneksel yöntemle göre deney tasarlama-yapma becerisinin gelişimi üzerinde daha etkili olması ile açıklanabilir. Ayrıca deney gruplarındaki öğrencilere ÇY’nin giriş kısımlarında deneye başlamadan önce konuyla ilgili kendi deney tasarımlarını yapmaları ve bu tasarımları sınıfta diğer arkadaşlarıyla paylaşması ve deney tasarımı sürecinin yoğun bir şekilde yaşatılması etkili olmuş olabilir. Aynı zamanda deney gruplarında uygulanan materyaller öğrencilerin alışılmışın dışında kavram öğretimiyle birlikte, BSB’lerin de geliştirilmesine fırsat verilen bir laboratuvar ortamında eğitim almalarına, onların sıradanlıktan uzaklaşarak uygulamalara daha aktif katılmalarına ve beceri kullanma sürecini daha yoğun yaşamalarına neden olmuş olabilir.

Deney gruplarındaki öğrenciler uygulamalar süresince gözlem yapmadan deney yapmaya kadar pek çok BSB’yi kullanarak bilgiye kendileri ulaşmışlardır. BSB’ye vurgu

yapan nitelikte geliştirilen materyaller öğrencilerin bu becerilerini kullanmayı öğrenmesini ve geliştirmelerini sağlamış olabilir. İlgili literatürde de öğrenci merkezli laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin BSB'lerini daha fazla geliştirdiği ve bu yöntemlerle öğrencilere bu becerileri kazanmaları için daha fazla fırsat verilebildiği (Örneğin; Dawson, 1999; Aktamış ve Ergin, 2007; Kanlı, 2007; Ünal Çoban, 2009) belirtilmektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin BSB puanlarında kontrol gruplarına göre daha fazla oranda artış olması literatürdeki araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Tablo 42'den (s. 155) görüldüğü gibi deney tasarlama-yapma becerisi ile ilgili mülakat sorusuna deney gruplarındaki yüksek, orta ve düşük düzeyde gelişim gösteren bütün öğrenciler (6 öğrenci), kontrol gruplarından ise yüksek düzeyde gelişim gösteren 1 öğrenci, BSB'lerin geliştirilmesine katkı sağlayacak doğru bir deney tasarlayabilmişlerdir. Deney gruplarındaki öğrencilerin deney tasarımları incelendiğinde uygulamalarda işledikleri fen konuları üzerinden deney senaryoları kurdukları, öncelikle bir problem belirleyip, bu probleme çözüm bulmak için hipotez kurarak deney tasarımı yapmaya başladıkları görülmektedir. Bunun ardından deneyi etkileyebilecek bütün değişkenleri belirledikten sonra deney yapma aşamasında ölçme araçlarının neler olduğunu, gözlemlerin nasıl yapılacağını ve veriler kaydedilirken nelere dikkat edileceğini ayrıntılı bir şekilde açıklayabildikleri görülmektedir. Öğrencilerin BSB'leri uygulamalarda yaptıkları örnekleri hatırlayarak cevaplayabildikleri ve sorulara uygulayabildikleri dikkat çekicidir. Bu durum deney gruplarında uygulanan materyalin ve uygulamalar kapsamında deney adımlarında yapılan vurgulamaların öğrencilerin deneylerin her bir adımında nelere dikkat edildiğini özümseyerek anlayabildiklerini ve bu bilgileri kendi tasarımlarına yansıtabildiklerini gösterebilir. Bu durumun oluşmasında deney gruplarında deneye başlamadan önce konuyla ilgili bir hipotez kurdurulması, bu hipotezi test edecek deney tasarımları, deneydeki değişkenleri belirleme çalışmalarının yapılması ve kurdukları hipotezi kendilerinin test etmesi, verileri kaydetmesi ve sonuca kendilerinin ulaşması kısacası deney süresince BSB'lerin yoğun bir şekilde bizzat yaşatılması etkili olmuş olabilir. Kontrol gruplarında uygulanan geleneksel laboratuvar ortamında mülakata katılan sadece 1 öğrencinin doğru deney tasarlayabilmesi dikkat çekmektedir. Bu öğrencinin BİSBET'te ön testten son teste yüksek düzeyde gelişim gösteren bir öğrencinin olması bu durumu açıklayabilir. Çünkü uygulamaların başında bütün gruplara BSB süreçlerinin açıklanması bu becerilerden herkesin haberdar edilmesini sağlamış, fakat öğrencilere sadece teorik olarak bu becerilerin ne olduğunun tanıtılması bu becerileri uygulayabilme

noktasında yetersiz kalmıştır. Bu durum öğrencilere kazandırılması istenen bir beceri hakkında tanıtım yapılmasının yanında bu becerilerin gelişimine fırsat verecek ve bu süreci yoğun yaşatacak öğrenme ortamlarının sunulması gerektiğinin bir sonucu olarak düşünülebilir.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu kısımda; “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve teknikler ile zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının kavramsal değişimini gerçekleştirmede ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilen ikinci alt probleme yönelik tartışmalara yer verilmiştir. Yapılan öğretimden önce ve sonra öğrencilerin ilgili konularda kavramsal değişimlerini karşılaştırmak için iki aşamalı 38 sorudan oluşan KİKAT uygulanmıştır. Tartışmalar öncelikle KİKAT’e uygulanan istatistiksel analizler doğrultusunda ele alınmış daha sonra sırasıyla “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlarla ilgili alt başlıklar halinde kavram bazında yapılmıştır.

4.2.1. Öğretim Sürecinin Kavramsal Değişime Etkisi Üzerine Genel Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön test puanları karşılaştırıldığında, hem birinci öğretimden seçilen kontrol 1 (K1) ve deney 1 (D1) grupları arasında ($U=289.000$, $p>.05$, Tablo 43, s. 158) hem de ikinci öğretimden seçilen kontrol 2 (K2) ve deney 2 (D2) grupları arasında ($U=282.500.500$, $p>.05$, Tablo 43, s. 158) anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bu sonuç uygulamaya başlamadan önce deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “Buharlaşma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlarda, başarı açısından kendi içlerinde birbirine eş değer olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin benzer ön bilgilere sahip olmasında, öğrencilerin Lisans Yerleştirme Sınavından benzer puanlar alarak sınıflara yerleştirilmesi ve okutulan fen derslerinin bütün

sınıflarda ortak olması etkili olmuş olabilir. Öğrencilerin ön test puanlarının birbirine yakın çıkması, uygulanan rehber materyallerin etkililiklerinin son testlere göre karşılaştırılabilmesinde önemli bir avantaj olarak görülebilir.

Deney ve kontrol gruplarının KİKAT son test karşılaştırmaları incelendiğinde, hem K1 ve D1 grupları arasında ($U=71.500$, $p < .05$, Tablo 44, s. 159) hem de K2 ve D2 grupları arasında ($U=7.500$, $p < .05$, Tablo 44) deney grupları lehine anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç çalışma süresince, deney gruplarında YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre hazırlanmış, farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş öğretim materyallerinin, kontrol gruplarında uygulanan geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Yapılan çalışmalar, 5E öğretim modelinin öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına (Örneğin; Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; MaryKay ve Megan, 2007; Ağgül Yalçın ve Bayrakçeken, 2010), bilimsel düşünebilmelerine (Boddy vd., 2003) ve tutumlarına (Boddy vd., 2003; Akar, 2005, Wilder ve Shuttleworth, 2005) olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Deney grupları lehine anlamlı fark olmasında deney gruplarında 5E öğretim modeline göre derslerin işlenmesi etkili olmuş olabilir (Örneğin; Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; MaryKay ve Megan, 2007; Ağgül Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). Tablo 44'te (s. 159) deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT son test sıra ortalama puanları incelendiğinde ise anlamlı farkın deney grupları lehine olduğu görülmektedir. Bu durum deney gruplarında farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı etkinliklerin uygulanmasının, tek düze bir ders işlenmesinden öğrencileri uzaklaştırması ve yöntemlerden birinin eksikliğini diğeri gidererek onların kavramsal anlamalarını arttırmada daha etkili olması ile açıklanabilir. 5E öğretim modeline dayandırılarak yürütülen araştırmalarda, 5E'nin aşamalarına farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin adapte edilerek bu yöntemin çeşitlendirilmesi sonucu etkili bir kavramsal değişim sağlandığı yönündeki araştırma bulguları (Örneğin; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009, Şahin, 2010; Çalık vd., 2010; Karlı ve Çalık, 2012) ile bu araştırma bulguları paralellik göstermektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin KİKAT puanlarının anlamlı derecede daha yüksek olmasının nedenleri arasında, uygulamalar kapsamında öğrencilerde çoğunlukla rastlanan alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmiş rehber materyallerin kullanılması, bu materyaller içinde bilimsel doğruların açıklanmasına yardımcı KDM, KH, BA gibi kavramsal değişim yöntemlerinin olması ve bunun sonucu olarak öğrencilerin ön testlerde alternatif kavramlı

cevaplarını düzeltmiş olma ihtimalleri düşünülebilir. Çünkü öğrenme ortamına gelmeden önce var olması muhtemel alternatif kavramların veya öğrenme sürecinde oluşabilecek alternatif kavramların tespiti ile bu alternatif kavramların doğrularıyla düzeltilmesi, kavramların daha iyi anlaşılmasına imkan sağlamaktadır (Hynd vd., 1994; Chambers ve Andre, 1997; Guzzetti vd., 1997; Ayas vd., 1997; Pınarbaşı, 2002). Ayrıca deney gruplarında, öğrencilerin öğretilmek istenen kavramlarla ilgili ön bilgilerinin alınması; onların öğrenme biçimlerindeki farklılıkları dikkate alarak, öğretim ortamında çeşitliliği sağlamak adına alternatif öğretim yöntem ve tekniklerin kullanılması daha etkili bir öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamış olabilir. Bu durum böyle bir uygulamayla ilk defa karşılaşılan öğrencilerin uygulamaya karşı istek ve merak duymalarının, deneyi sonuna kadar ilgiyle yürütmelerinin, tartışmalarda düşüncelerini ifade etme gayretinde olmalarının bir sonucu olarak da düşünülebilir. Bunlara ek olarak öğrencilere hazır bilgiyi vermek yerine bu bilgilere ulaşmayı sağlayacak BSB'lerin kazandırılması; grup çalışması ve işbirliği içinde çalışmalarını konusunda öğrencilerin teşvik edilmesi ve bütün öğrencilerin derse aktif katılmalarını sağlayacak şekilde derslerin planlanması da etkili olmuş olabilir. Kontrol gruplarında ise öğretilmek istenen kavramlarla ilgili daha çok anlatım ve soru-cevap tekniği kullanılarak teorik bilgi verilmesi ve bu bilgilerden bazılarının deney yapılarak ispat yoluna gidilmesi, kontrol gruplarında uygulanan geleneksel öğretim yönteminin deney gruplarındaki kadar etkili bir öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayamadığı şeklinde yorumlanabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KİKAT ön ve son test sonuçları Wilcoxon İşaretlerli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları K1, D1, K2 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin KİKAT'ten aldıkları ön test-son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 45, s. 159, Tablo 46, s. 160). Bu sonuç, hem kontrol grupları hem de deney grupları için “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlara yönelik yapılan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin ilgili kavramları anlamalarında öğretim öncesine göre bir artış sağladığını göstermektedir. Her iki grupta da öğrencilerin kavramsal anlamalarında artış olmasında bütün grupların derslerde ilgili kavramlar hakkında deneyim yaşaması etkili olmuş olabilir. Nitekim yukarıda belirtilen konuları görmüş öğrencilerin öğretim öncesine göre başarılarında anlamlı farkın oluşması olağan bir durum olarak düşünülmelidir. Bu durum da her iki

deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretim etkinliklerinin hangisinin ilgili konularda öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmeye daha fazla katkı sağladığını düşünmek gerekir. Tablo 44 (s. 159) incelendiğinde hem D1 hem de D2 gruplarındaki öğrencilerin KİKAT son test puanları kontrol gruplarındakilerden anlamlı derecede daha yüksektir. Bu durum bu araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyallerde ÇY, KDM, BA, analogi, KH ve deney etkinliklerinin 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılmasının, kontrol gruplarındaki öğretim etkinliklerine göre öğrencilerin ilgili kavramlarda anlamalarını daha fazla geliştirmiş, onların öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramlarını en asgari düzeye indirgemiş ve öğretim sonrasında daha bilimsel açıklamalar yapabilmelerini sağlamış olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Çünkü birçok araştırma sonuçlarından çalışmalarda kullanılan kavramsal değişim yöntem ve/veya tekniklerinin öğrencilerin alternatif kavramlarını büyük oranda giderdiği belirtilmekle birlikte bazı araştırmalarda, birden fazla kavramsal değişim yönteminin kullanılmasının bu yöntemlerin birbirinin eksikliğini gidererek daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilebileceğine dikkat çekilmiştir. Nitekim bu araştırmada da kullanılan yöntemlerden birisinin eksikliği varsa diğer başka bir öğretim aracıyla bu eksiklik giderilmiş, bunun yanı sıra daha fazla sayıda öğrencinin konuya dikkati çekilmiş olabilir.

4.2.2. KİKAT'te Yer Alan Her Bir Konudaki Kavramlarla İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgulara Yönelik Yapılan Tartışma

Bu kısımda, araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında öğretim öncesinden sonrasına deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin zihinlerinde meydana gelen kavramsal değişime yönelik bulgular kavram bazında karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Bunun için KİKAT'te yer alan sırasıyla “Buharlaştırma ve Kaynama”, “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları”, “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler”, “Gaz Yasaları”, “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” ve “Elektrokimyasal Piller” konularındaki kavramlarla ilgili sorulara verilen cevaplar dikkate alınarak, öğrencilerin sırayla bu kavramlar hakkında sahip oldukları bilgi düzeyleri ve öğretim sonrasındaki kavramsal değişimleri alt başlıklar halinde kavram bazında tartışılmıştır.

4.2.2.1. “Buharlaşma ve Kaynama” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT’teki ilk 7 soru “Buharlaşma ve Kaynama” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT’in “Buharlaşma ve Kaynama” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak “Buharlaşma ve Kaynama” konusunda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangilerinde ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

KİKAT’in buharlaşma ve kaynama ile ilgili bütün sorularına en yüksek puanlı olan doğru seçenek-doğru açıklama (DS-DA) kategorisinde verilen cevaplarda öğretim sonrasında hem deney hem de kontrol gruplarında artış olmakla birlikte bu artışın deney gruplarında daha fazla olduğu görölmektedir (Tablo 47-53, s. 162-169). Bu sonuç öğretimden önce öğrencilerin ön test cevapları benzer olmasına rağmen, öğretimden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin cevaplarının daha fazla oranda DS-DA kategorisinde yer aldığını gösterebilir. Bu durum araştırma kapsamında deney gruplarında geliştirilen materyaldeki etkinliklerin ve yapılan açıklamaların öğrencilerin doğru seçeneklere ulaşmasında, kavramlar hakkında neden-sonuç ilişkisi kurarak, daha doğru ve bilimsel ifadelerle açıklama yapmalarında ve anlamalarını daha fazla geliştirmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Buharlaşma ve kaynama konularında yapılan kavramsal değişim çalışmalarında da öğrencileri geleneksellikten uzaklaştıran öğretim faaliyetlerinin onların bu konudaki kavramsal anlamalarını kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Coştu vd., 2007; Çalık, 2008; şendur vd., 2008). Bu araştırmada da deney gruplarında soyut olayların somutlaştırılmasında kullanılan BA, KH, deney gibi öğretim yöntemleriyle buharlaşma ve kaynama konusunun öğrencilerce daha kolay anlaşılması sağlanmış olabilir. Bu durum Baki ve diğerlerinin (1996) “eğitim-öğretim sürecinde öğrencilerin ne kadar fazla sayıda duyusuna hitap edilirse, o oranda etkili bir öğretim sağlanır” görüşü ile uyumludur. Ayrıca öğrencileri süreçte daha aktif kılabilen bu yöntemler (Ronen ve Eliahu, 2000; Coştu ve Ünal, 2005) öğrencilerin sınıf içi tartışmalara ve diğer öğretim faaliyetlerine daha istekli katılımını sağlamış ve onların kavram testindeki sorulara daha makul ve bilimsel açıklamalar yapmalarını sağlamış olabilir. Kontrol gruplarında da deney gruplarındaki

kadar olmasa da DS-DA kategorisindeki cevaplarda artış görülmüştür (Tablo 47-53). Bu durum laboratuvar ortamında geleneksel yöntemlerde kullanılsa, deneyler yapılarak işlenen derslerin öğrencilerin anlamalarında olumlu etkilere sahip olması ile açıklanabilir. Tezcan ve Bilgin'in (2000) de ifade ettiği gibi öğrencilerin deney yaparak öğrenmeleri, konunun kendilerine ilgi çekici ve anlaşılır gelmesini sağlamış olabilir.

Tablo 47-53 incelendiğinde (s. 162-169) D1 ve D2 gruplarında ön testte alternatif kavramlara (DS-AKA ve YS-AKA kategorileri) sahip olan öğrencilerin öğretimden sonra tamamen olmasa da çoğunlukla bu fikirlerini kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha fazla oranda doğrularıyla değiştirdiği görülmektedir. Başka bir ifade ile alternatif kavramlı ifadeler sunan D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin yapılan öğretimden sonra sadece DS-DA kategorisindeki cevap sayısında artış olmamış; bunun yanı sıra alternatif kavramlara sahip olan öğrenci sayılarında da azalma meydana gelmiştir. Bu durum, buharlaşma ve kaynama etkinliğinde ÇY, deney, KH ve KDM ile zenginleştirilmiş öğretimin D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin ilgili kavramları hem tam ve doğru bir şekilde açıklayabilmelerinde hem de alternatif kavramlarını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Deney gruplarındaki öğrencilerde alternatif kavramların (YS-AKA kategorilerindeki öğrenci sayısının azalması) çoğunlukla azalmasında (Son testte 1. ve 5. sorularda YS-AKA kategorisinde öğrenci bulunmaması bkz. Tablo 47, 51) öğrencileri aktif kılan öğretim tekniklerinin bir arada kullanılmasının yanı sıra oluşturulan küçük gruplarda tartışma ortamının yaratılması da doğru olmayan bu kavramlarının değişmesine neden olmuş olabilir. Çünkü öğrenciler grup arkadaşlarıyla etkileşim içinde bulunarak kendi fikirlerini daha rahat ifade edebilirler, yanlış fikirlerinin farkında olabilirler ve birbirlerini daha rahat ikna ederek, bunları değiştirebilirler. Kavramsal değişimin bilişsel, motivasyonel, farklı duylara hitap etmesi gibi birçok faktöre dayalı karmaşık bir süreç olduğunu düşündüğümüzde bu araştırmada buharlaşma ve kaynama konusunda deney gruplarında kullanılan farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmiş bir öğretim stratejisinin birçok sözel ve sözel olmayan faaliyetleri içinde barındırması ve öğrencilerin farklı duyu organlarına hitap edebilmesi gibi özelliklerinden dolayı öğrencilerde etkili bir kavramsal değişim sağlamış olabilir.

Ön testte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde buharlaşma ve kaynama konusunda tespit edilen alternatif kavramlar (DS-AKA ve YS-AKA kategorileri), öğretimden sonra tamamen giderilmese de özellikle deney gruplarındaki öğrencilerin birçoğunun bu alternatif kavramlı fikirlerini bilimsel fikirlerle değiştirdiği görülmektedir

(Tablo 54, s. 170). Öğrencilerin ön testte görülen alternatif kavramlarını tamamen giderememesi öğrencilerin alternatif kavramlarından tamamıyla arınmalarının mümkün olmadığına (Banerjee, 1995; Coll ve Treagust, 2001; Çalık ve Ayas, 2005a; Nakhleh, 1992) ve ne kadar etkili bir öğretim yapılırsa yapılsın her bireyden beklenen başarının elde edilemeyeceğine (Bodner, 1990) yönelik ifadelerle uyusmaktadır. Ayrıca öğrencilerin alternatif kavramlarından tamamen arınamaması, bu kavramların değişime karşı dirençli olmasının bir sonucu olabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde buharlaşma kavramına yönelik ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlardan birisi; “Sıcaklık artışı olmazsa buharlaşma olmaz” ifadesidir (Tablo 54, s. 170). Öğretimden önce ön testte böyle bir alternatif kavrama rastlanılmasının sebebi, öğrencilerin sıvı miktarındaki azalmayı en somut görebildikleri anın sıcaklık artışının olduğu zamanlar olması olabilir. Bir başka neden de buharlaşma olayının sadece sıvının üzerinde buhar gördükleri takdirde gerçekleştiğini ve günlük deneyimlerinden bu buharların sıcaklıkla arttığını bilmeleri olabilir. Tablo 54’ten (s. 170) bu alternatif kavrama sahip olan öğrencilerin hepsinin öğretim sonrasında olumlu kavramsal değişim gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu durum deney ve kontrol gruplarında; “buharlaşma her sıcaklıkta olur, soğuk havalarda da çamaşırların kuruması (sıvının buharlaşması) buna örnektir.” şeklindeki açıklamaların yapılmasının bir sonucu olabilir. Buna ek olarak bu konuda yapılan deneyde ağzı kapatılmış balon jodede bulunan kaynamış su soğutulduğunda alçak basıncın etkisiyle kaynamış ve buharlaşma daha da artmıştır. Bu deney yapıldıktan sonra öğrencilerin zihinlerinde soğuk ortamlarda da buharlaşmanın gerçekleşebildiği düşüncesi yerleşmiş olabilir.

Buharlaşma ile ilgili tespit edilen diğer alternatif kavramlar da; “Bir buharlaşma işleminin gerçekleşmesi için sıvının kaynarak moleküllerinin birbirinden ayrılması gerekir.”, “Su buharlaşırken fiziksel değişime, etil alkol ise kimyasal değişime uğrayarak bileşenlerine ayrılır.” ve “Buharlaşma her sıcaklıkta olduğu için sıvının tümünde, kaynama ise sadece sıvının yüzeyinde olur.” şeklindedir (Tablo 54, s. 170). Öğrencilerin öğretimden önce buharlaşma için sıvının kaynaması gerekir yorumunu yapmalarında, öğrencilerin buharlaşmanın sadece sıvının üzerinde buhar gördükleri zaman gerçekleştiğini düşünmeleri, bunu en somut sıvı kaynadığı zaman görebildikleri için böyle bir yorum yaptıkları söylenebilir. Buna ek olarak suyun buharlaşmasını fiziksel, etil alkolün buharlaşmasını ise kimyasal değişim olarak düşünmelerinde, öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarını tam olarak bilmemeleri ya da bu kavramlarla ilgili

bilgilerinin eksik oluşu neden gösterilebilir (Coştu ve Ayas, 2005; Bar ve Travis, 1991; Ayas ve Coştu, 2002). Bir başka neden de öğretmenlerin buharlaşma kavramını anlatırken hep su örneğini kullanmaları öğrencilerce diğer sıvılar için durumun farklıymış gibi algılanmasına neden olmuş olabilir. Birçok çalışma sonuçlarında da öğrencilerin suyun buharlaşması sırasında hidrojen ve oksijen gazları oluştuğu için buharlaşma olayını kimyasal değişim olarak düşündükleri ortaya çıkarılmıştır (Örneğin; Chang, 1999; Çalık, 2005). Buharlaşmanın sıvının tümünde, kaynamanın ise sadece yüzeyde olduğunu düşünen öğrencilerde bu alternatif kavramın oluşması, buharlaşma ve kaynama olaylarının sıvının hangi bölgelerinde gerçekleştiğinin gözle görülemeyen durumlarla ilgili olmasına dayandırılabilir (Coştu ve Ayas, 2005; Canpolat vd., 2006).

Deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin “buharlaşma ve kaynama” konusunda sıvıdan buharlaşarak ayrılan moleküllerin yapısı ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramları; “Su buharlaşırken H_2O , kaynarken H_2 ve O_2 şeklinde ayrılarak sıvıyı gaz halinde terk eder.”, “Dışarıdan ısı alan bir sıvı buharlaşırken molekül içi bağlar kopar.”, “Etil alkol buharlaşırken kabarcıklarda O_2 gazı, tuzlu su buharlaşırken H_2O bileşenlerine ayrıldığından kabarcıklarda H_2 ve O_2 gazı vardır.”, “Isı verildikçe etil alkol ve tuzlu su kabarcıklarının içinden CO_2 gazları çıkar.” ve “Etil alkol ve su buharlaşırken çıkan kabarcıkların içinde çözülmüş O_2 veya başka gazlar vardır.” şeklinde olduğu görülmektedir (Tablo 54, s. 170). Öğrencilerde öğretimden önce böyle alternatif kavramlara rastlanılmasının sebebi, öğrencilerin sıvıların buharlaşması olayında kimyasal değişim meydana geldiğini düşünmelerinin (Chang, 1999; Çalık, 2005) ya da buharlaşma olayını fiziksel değişim olarak düşünseler bile çıkan gazın sıvının kendi molekülü olması gerektiğini göz ardı etmelerinin bir sonucu olabilir. Ya da sıcaklığın bütün durumlarda bağların kopmasını sağlayıcı bir etkiye sahip olduğunu (Osborne ve Cosgrove, 1983; Tytler, 2000) düşünmeleri neden gösterilebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde sıvılarda Kaynama Noktası'nı (KN) etkileyen faktörlerle ilgili ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlar; “Bir sıvının deniz seviyesinden uzak ya da yakın bir yerde kaynatılması onun KN'sini değil kaynama süresini etkiler. KN kaynatılan yerden etkilenmez. Mesela su her yerde $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de kaynar”, “Sıvının ilk sıcaklığı o sıvının KN'sini etkiler”, “Isı kaynağının güçlü olması KN'yi artırır”, “Sıvının saflığı KN'yi etkilemez”, “Saf bir sıvıya uçuculuğu kendininkinden az katı bir madde eklendiğinde KN azalır. Örneğin, yemeğin hemen kaynaması için tuz koyarız, tuz katmak KN'yi düşürür”, “Buhar basıncı ve KN doğru orantılıdır. Buhar

basıncı arttıkça, tanecikler arası çekim kuvveti (KN) de artar”, “Kabın açık ya da kapalı olması KN’yi etkilemez”, “Kapalı kaptaki KN daha düşüktür. Çünkü daha çabuk kaynaması için kapak kapatılır”, “Dış basınç azalır KN artar”, “Yükseğe çıkıldıkça basınç artar, sıvının KN’si artar” ve “Aynı bölgede bütün sıvıların KN’si aynıdır.” şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 54, s. 170). Öğrencilerin öğretimden önce KN’yi kaynatılan yerden bağımsız olarak düşünmelerinde, öğrencilere bu konu anlatılırken sürekli su her zaman 100 °C’de alkol 78 °C’de kaynar şeklinde uyarılar verilmesi sebep olmuş olabilir (Coştu vd., 2007; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Coştu vd., 2003). Buna ek olarak öğrencilerin dış basınç ile KN arasındaki ilişkiyi açıklamada sorun yaşamalarına, dış basıncın iller bazında (Ağrı, Ankara ve Giresun) nasıl değiştiğini kestirememeleri sebep gösterilebilir. Öğrencilerde, “Isı kaynağının güçlü olması KN’yi artırır.” ve “Sıvının saflığı KN’yi etkilemez.” şeklinde alternatif kavramın oluşmasında öğrencilerin kaynama süresi ile KN kavramlarını birlikte düşünmeleri etkili olmuş olabilir. Çünkü öğrenciler bir sıvının KN’si düşük ise erken kaynar, yüksek ise geç kaynar şeklinde düşünerek, sıvıların içinde katı bir maddenin çözünüp çözünmediğini ve ısıtıcı şiddetlerini göz ardı etmiş olabilirler (Hwang ve Hwang, 1990; Coştu vd., 2007; McElwee, 1991; Paik vd., 2004; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Valanides, 2000b; Varelas vd., 2006; Uzuntiryaki ve Geban, 2005). Literatürde KN’ye etki eden faktörlerle ilgili “Sıvının ilk sıcaklığı o sıvının KN’sini etkiler.” şeklinde bir alternatif kavram belirtilmemiştir. Böyle bir alternatif kavramın belirlenmiş olması her ne kadar istenmeyen bir durum olarak düşünülse de literatüre yeni bir katkı getirdiği söylenebilir. Bu alternatif kavramın oluşma sebebi, öğrencilerin sıvıların ilk sıcaklığı ne kadar yüksek ise kaynamasının da o kadar kısa sürede meydana geleceğini düşünerek, kaynama süresi ile KN’yi birlikte düşünmelerinin bir sonucu olabilir.

Yukarıda belirtilen alternatif kavramların yanı sıra, ön testte öğrencilerde “Kaynama esnasında ısı verilmeye devam edilirse maddenin kinetik enerjisi ve sıcaklığı artar”, “Kaynama anında sıvının buhar basıncı açık hava basıncından farklıdır”, “Aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncı deniz seviyesinde yüksekere göre daha fazladır” ve “Aynı ortamda kaynayan, birbirinden farklı sıvıların buhar basınçları farklıdır” şeklinde alternatif kavramlar da tespit edilmiştir (Tablo 54, s. 170). Öğrencilerin kaynama esnasında verilen ısı ile birlikte kinetik enerjinin artması yönündeki alternatif kavramları, öğrencilerin bir maddeye ısı verildiğinde her zaman sıcaklığın dolayısıyla kinetik enerjinin arttırdığını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Dolayısıyla öğrenciler hal değiştirirken de sıcaklığın artmasını kinetik enerjinin artmasıyla ilişkilendirmiş olabilirler. Bu sonuç Hwang ve

Hwang'ın (1990) öğrenciler sıvı kaynarken enerji dengesini anlamazlar, onlar kaynayan sıvıyı ısıttıkça sıcaklığının arttığına inanırlar şeklindeki sonucuyla paralellik göstermektedir. Buhar basıncı ile ilgili alternatif kavramların oluşmasında ise öğrencilerin KN ile buhar basıncı kavramlarını tam olarak ilişkilendirememesi ve buhar basıncının hangi hallerde değiştiğini bilmemeleri etkili olmuş olabilir (Canpolat vd., 2006). Ya da buhar basıncı ile dış basınç kavramlarını birbirinin yerine kullanmış olabilirler. Öğrencilerin kendi zihinlerinde oluşturdukları alternatif kavramlar doğrudan veya dolaylı olarak diğer kavramlarla ilişkili olmasından dolayı diğer kavramlar arasında ilişkilendirme yaparken başka alternatif kavramların yapılanmasına neden olmuş bu da üst düzey öğrenmeleri olumsuz etkilemiş olabilir (Ayas vd., 2010; Niaz vd.,2002; Coştu vd., 2002; Canpolat vd., 2004; Çalık ve Ayas, 2005b).

Tablo 54 (s. 170) incelendiğinde “Buharlaştırma ve kaynama” konusunda deney gruplarında öğretim öncesinde alternatif kavramlara sahip olan öğrencilerin ya büyük bir çoğunluğu ya da tamamı öğretim sonrasında bu alternatif kavramlarını gidermiştir. Deney gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarında gözlemlenen bu azalma, öğretimin ardından öğrenci fikirlerinde olumlu yönde bir kavramsal değişimin gerçekleştiğine işaret eder. Olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirilmede deney gruplarının daha başarılı olmasında, deney gruplarında KDM etkinliğinde alternatif kavramlı durumların sınıfta tartışılması ve bilimsel doğrularının açıklanması etkili olmuş olabilir. Bu tartışmalar öğrencilerin fikirlerini paylaşma ve derinlemesine düşünmelerinde yardımcı olmuş, öğretmen-öğrenci etkileşiminin de artarak etkili bir öğretimin meydana gelmesine neden olmuş olabilir. Bu durum KDM'nin üniversite öğrencilerinin kavramsal değişimlerine yardımcı olduğu (Guzzetti vd., 1997; Diakidoy vd., 2003) sonucuyla açıklanabilir. KDM etkinliğinin yanı sıra KH etkinliği de olumlu yönde kavramsal değişimde rol almış olabilir. Çünkü KH'de sıvıların KN'yi etkileyen ve etkilemeyen faktörlerin neler olduğuna yönelik boşluklar öğrencilerle tartışılarak ve örnekler verilerek birlikte doldurulmuştur. Bunun yanında kavramlarla ilgili bir ya da birden fazla durumu kendi yaptıkları etkinlikler vasıtasıyla inceleme fırsatı bulan öğrenciler, kavramları alternatif kavramlardan uzak bir biçimde zihinlerinde yapılandırmış olabilirler (Hand ve Treagust, 1991; Yiğit vd., 2001; Coştu vd., 2003). Buharlaştırma ve kaynama konusunda ÇY'nin (Gönen ve Akgün, 2005) ve kavramsal değişim yöntemlerinin (Coştu vd., 2007; Çalık, 2008) kullanıldığı çalışmalarda bu yöntemlerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda buharlaştırma ve kaynama konusunda deney gruplarına uygulanan materyaldeki

ÇY, deney, KDM ve KH etkinliklerinin birlikte kullanılmasının, öğrencilerin olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerini sağladığı yorumu yapılabilir.

Tablo 54'ten (s. 170) görüldüğü gibi “Buharlaştırma ve kaynama” konusunda son testte kontrol gruplarındaki öğrencilerin bazılarında başlangıçtaki alternatif kavramlar tamamen giderilmiş, bazıları bu kavramlarını devam ettirmiş bazılarında ise alternatif kavram sayısında artma olmuştur. Kontrol gruplarında bazı öğrencilerin alternatif kavramlarını tamamen gidermesinde öğrencilerin grupla birlikte deney yaptığı için grup arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunmaları etkili olmuş olabilir. Ya da öğrencilerin zihinlerinde hem bilimsel kavramların hem de alternatif kavramların bulunması durumunda (Stavy, 1988) son testte egemen olan anlayışın bilimsel kavramlardan oluşması olabilir. Bazı öğrencilerin alternatif kavramlarında bir değişim olmaması ise kontrol gruplarına uygulanan geleneksel öğretim etkinliklerinin öğrencilerin alternatif kavramlarını azaltmada etkili olmaması ile açıklanabilir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerden bazılarının öğretimden sonra alternatif kavram sayısında artma olması ise şaşırtıcı bir durumdur. Ancak çeşitli araştırmalarda öğrencilere yapılan müdahaleler sonucunda negatif yönde kavramsal değişim meydana gelebileceğine yönelik çalışma bulgularına da rastlanılmaktadır (Ebenezer, 2001). Fakat uygulamalardan sonra hiçbir öğrencinin son test cevaplarında mevcut alternatif kavramlar haricinde yeni alternatif kavramlar oluşmamıştır.

4.2.2.2. “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT'in 8.-13. soruları “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT'in “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak “Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları” konusunda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangilerinde ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 55-60'tan (s. 173-179) öğrencilerin KİKAT'in asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusundaki sorularına ön ve son testlerde verdikleri cevaplar incelendiğinde, genel olarak öğretim sonrasında deney gruplarında kontrol gruplarındaki öğrencilere oranla DS-DA kategorisinde cevap verenlerin frekans ve yüzdelerinde daha fazla oranda artış, YS-AKA kategorisinde ise daha fazla oranda azalma meydana gelmiştir. Bu durum, asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusunda deney gruplarında ÇY, deney ve KDM ile zenginleştirilmiş bir materyalin kullanılmasının, onların ilgili kavramları hem daha doğru bir şekilde açıklayabilmelerinde hem de alternatif kavramlarını azaltmada geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu gösterebilir. Ayrıca deney gruplarında asit-baz konusundaki kavramların öğretiminde 5E öğretim modeline göre bir öğrenme ortamının tasarlanması öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmiş olabilir (Akar, 2005; Pabuçcu, 2008; Ağgöl Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). Öğretimden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin cevaplarının daha fazla oranda yüksek puanlı DS-DA gibi kategorilerde yer almasında KDM kullanılması ve bunun sunumunda tartışma ortamının yaratılmış olması da etkili olmuş olabilir. Çünkü bu öğretim yöntemleri uygulanırken öğrencilerin ön bilgileri alınarak eksikliklerinin tamamlanması yoluna gidilmiş ve eğer yanlış bildikleri durumlar varsa onların düzeltilmesi için öğrenci zihninde çatışmalar yaratılarak bilimsel doğruların açığa kavuşturulması sağlanılmıştır. Ayrıca KDM'yi okumak ve ardından tartışmak sınıftaki öğrencilerin daha aktif olmasını sağlamış ve ulaşılan cevaplarla öğrencilere bilimsel doğru açıklamalar yapma fırsatı tanımış olabilir (Guzzetti vd., 1997; Uzuntiryaki ve Geban, 2005). Asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusunun öğretiminde kullanılan KDM'de yer alan soruların daha bilimsel cevaplarına öğretmen rehberliğinde yapılan tartışmalar neticesinde ulaşılmıştır. Ayrıca KDM'ler öğrencilerin alternatif kavramlarını fark ederek önceki bilgilerini revize etmelerini, kafa karıştırıcı kavramların daha iyi anlaşılmasını ve gerçek hayattan örneklerle konu arasında ilişki kurmalarını da sağlamış olabilir. Bütün bunlara ek olarak deney gruplarında asit-baz nötrleşme konusunun öğretiminde 5E öğretim modeline dayalı, diğer öğretim yöntemlerinin içine adapte edildiği, ÇY'ler de deney gruplarındaki bu olumlu artışın nedenleri arasında olabilir. Asit-baz konusunun öğretiminde kullanılan ÇY'ler, öğrencilerin ders içerisinde yapılan etkinliklere aktif katılmasına, öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesine ve alternatif kavramlarını düzeltmelerine yardımcı olmuş olabilir (Özmen ve Yıldırım, 2005). Asit-baz nötrleşme reaksiyonları konusunda kontrol gruplarındaki öğrencilerin deney gruplarındaki öğrencilere göre daha az oranda gelişme

göstermesinde, bu gruplarda kullanılan geleneksel yöntemlerin öğrencilerin bilimsel kavramları edinmede daha yavaş ilerleme sağlaması (Mikkila Erdman, 2001; Çetingül ve Geban, 2005) ve kavramsal değişim odaklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını daha fazla arttırması (Hand ve Treagust, 1988; Üce ve Sarıçayır, 2002; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005) etkili olmuş olabilir. Bu durum öğrencilerin çeşitli kavramsal değişim yöntemleri ile zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının, geleneksellikten uzaklaşarak daha hızlı bir şekilde kavramları anlamalarında, kavramlar hakkında neden-sonuç ilişkisi kurarak, daha doğru ve bilimsel ifadelerle açıklama yapmalarında etkili olduğunu gösterebilir.

Öğrencilerin KİKAT'in dokuzuncu sorusuna ilişkin cevapları incelendiğinde, ön testte YS-AKA kategorisinde cevap veren deney gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramları tamamen olumlu yönde değişmiştir (Tablo 56, s. 174). Deney gruplarındaki öğrencilerin bu soruyu tam ve doğru bir şekilde açıklayabilmelerinde ÇY, deney ve KDM gibi öğretim etkinliklerinin 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek birlikte uygulanması etkili olmuş olabilir. Tablo 59 incelendiğinde KİKAT'in 12. sorusunda her iki deney ve kontrol gruplarında da ön ve son testlerde AKA kategorisinde yer alan cevapların olmadığı görülmektedir. Bu durum, asit-baz titrasyon grafiği ve eğri üzerindeki çeşitli noktalarda H^+ ve OH^- iyon derişim oranlarını karşılaştırma konusunda öğrencilerin öğretim öncesinde alternatif kavramlarının olmadığı ve yapılan öğretimin de bu konuda yeni alternatif kavramların oluşmasına neden olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “Asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusundaki kavramlara yönelik ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlardan birisi; “Sadece kuvvetli asitle kuvvetli baz tepkimeye girdiğinde ya da ikisi de zayıf olduğunda nötrleşme tepkimesi gerçekleşir” ifadesidir (Tablo 61, s. 180). Öğretimden önce ön testte böyle bir alternatif kavrama rastlanılmasında, öğrencilerin nötrleşme kelimesini birbirinin etkisini nötrleme olarak düşünerek ikisinin de kuvvetli ya da ikisinin de zayıf olması durumunda bunun gerçekleşeceğini düşünmeleri etkili olabilir (Zoller, 1990; Demircioğlu vd., 2005; Pınarbaşı, 2007). Ya da öğrenciler nötrleşme olayını çözeltilerin nötral olması anlamına geldiği şeklinde yorumlamış olabilirler. Bu durum, öğrencilerin kimya kavramlarını açıklarken kullandıkları terimlerin, aslında farklı bir anlama sahip olabileceğinin bir göstergesidir şeklinde değerlendirilebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin “Asit-baz nötrleşme reaksiyonları” konusunda nötrleşme tepkimesi sonucu oluşan çözeltilerin özelliği ile ilgili olarak sahip

oldukları alternatif kavramları; “Nötrleşme tepkimesi sonucu her zaman bir nötr tuz ve su oluşur ve pH her zaman 7’dir.”, “Renk dönüşümünün olduğu nokta, nötrleşmenin olduğu, pH’nın her zaman 7 ve ortamın nötr olduğu yerdir.” şeklindedir (Tablo 61, s. 180). Öğrencilerde öğretimden önce bu alternatif kavramların oluşmasında onların oluşan çözeltinin nötral olması (pH=7) ile nötrleşme tepkimesi kavramlarını eş değer düşünmeleri etkili olmuş olabilir. Bu durum fen kavramlarının öğretiminde, gündelik hayattaki dilin kullanımının öğrencilerde alternatif kavramlara neden olmasının bir sonucu olabilir (Boz, 2009). Buna ek olarak gerek ders kitaplarında gerekse deneylerde nötrleşme tepkimesine verilen asit-baz örneklerinin, genelde eşit derişimlerde kuvvetli asit ve baz çiftlerinden oluşması ve ortamın pH’sının 7 olarak örnek verilmesi etkili olmuş olabilir. Ya da bu bilgilerin ezberci bir yaklaşımla tanımlanması neden gösterilebilir (Hand ve Treagust, 1988; Ross ve Munby, 1991).

Tablo 61’den (s. 180) yukarıda belirtilen alternatif kavramlara sahip olan deney grubu öğrencilerinin hepsinin öğretim sonrasında “bu alternatif kavramlarını tamamen gidererek olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu duruma deney gruplarında uygulanan KDM etkinliğinde bu alternatif kavramlarla ilgili sorular cevaplandırılırken küçük gruplarda tartışmalar yapılması ve öğrencilerin kendi bilimsel cevaplarına kendilerinin ulaşmasının sağlanması neden gösterilebilir. Bunun yanı sıra ÇY’de “Bal arısı soktuğu zaman sokulan bölgeye bazik bir madde (mesela seyreltik amonyak) sürüldüğü zaman acı azalır. Sizce burada gerçekleşen olay ile nötrleşme arasında nasıl bir ilişki olabilir? ve Vücudumuzda meydana gelen ve günlük yaşantımızda karşılaştığımız nötrleşme tepkimelerine örnek veriniz” şeklindeki soruların cevapları için küçük gruplarda tartışmalar yapılması ve tartışılarak doğru cevaplarına çeşitli örnekler üzerinden ulaşılması etkili olmuş olabilir. Tablo 61’den kontrol gruplarındaki öğrencilerin kavramsal değişimi incelendiğinde, bu öğrencilerin bu alternatif kavramlarını tamamen gideremese de bir bölümünü giderebildiği görülmektedir. Bu alternatif kavramların bir kısmının giderilmesinde öğrencilerin ilgili kavramlar hakkında laboratuvar ortamında deneyler yapması ve konu ile ilgili deneyim yaşaması etkili olmuş olabilir. Nitekim bu konuları görmüş öğrencilerin öğretim öncesine göre kavramsal anlamalarında farkın oluşması olağan bir durum olarak düşünülmelidir. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin deney gruplarındaki öğrenciler kadar tamamen bu alternatif kavramlarından arınmaması geleneksel öğretim yöntemlerinin, kavramsal değişim yöntemleri kadar etkili olmadığını gösterebilir. Ayrıca bu durum anlatım yöntemi, not tutturma ve doğrulama tipi laboratuvar

etkinlikleri gibi öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemlerinin yerine YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre tasarlanan kavramsal değişim yöntemlerinin fen alanının birçok farklı konularında öğrencilerin kavramsal anlamalarını daha fazla geliştirmesiyle açıklanabilir (Örneğin; Coulson, 2002; Boddy vd., 2003; Wilder ve Shuttleworth, 2005; MaryKay ve Megan, 2007; Ağgöl Yalçın ve Bayrakçeken, 2010).

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde yukarıda belirtilenler haricindeki alternatif kavramlar; “Kuvvetli asit çözeltilisine zayıf bir baz çözeltisi ilave edilirse tam nötrleşme gerçekleşmez. Tam nötrleşme kuvvetli asit ile kuvvetli baz arasında olur”, “Kuvvetli asitle zayıf baz tam nötrleşmez ama pH değeri 7 olur”, “Üründe tuz oluşmuş ise bu tepkimeler nötrleşme tepkimesidir”, “Asit ve baz titrasyonunda renk değişimi gerçekleştiği için bu fiziksel bir olaydır”, “Asit ve baz karıştırıldığında kimyasal bir tepkime değil nötrleşme tepkimesi gerçekleşir.” ve “İndikatörler tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 61, s. 180). Öğrencilerde tam nötrleşme ile ilgili alternatif kavramların oluşmasında onların tam nötrleşmeyi, sadece asit ve bazın kuvvetinin eşit olması durumunda gerçekleşebileceğini düşünmeleri, tepkime tamamlandığı an tam nötrleşme gerçekleşmiş olur düşüncesini göz ardı etmeleri etkili olmuş olabilir (Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2004). Bu araştırmada öğrencilerin ön testten, “Üründe tuz oluşmuş bütün tepkimeler nötrleşme tepkimesidir.” şeklinde literatürde belirtilmeyen bir alternatif kavrama sahip oldukları tespit edilmiştir. Böyle bir alternatif kavramın belirlenmesi her ne kadar istenmeyen bir durum olarak düşünülse de literatüre yeni bir katkı getirdiği söylenebilir. Öğrencilerin üründe tuz oluşan bütün reaksiyonları nötrleşme reaksiyonu olarak algılamalarında, öğretmenlerce ya da ders kitaplarında nötrleşme sonucu üründe her zaman tuz ve su oluşur şeklinde vurgulama yapılması, onların bütün tuz oluşan reaksiyonları nötrleşme olarak algılamalarına neden olmuş olabilir. Öğrencilerde “Asit ve baz titrasyonunda renk değişimi gerçekleştiği için bu fiziksel bir olaydır” şeklinde bir alternatif kavramın oluşmasında ise renk dönüşümlerinin genel olarak fiziksel değişim sonucu oluştuğunu biliyor olmaları neden gösterilebilir. Ayrıca bazı öğrencilerde, “Asit ve baz karıştırıldığında kimyasal bir tepkime değil nötrleşme tepkimesi gerçekleşir.” şeklinde bir alternatif kavramın olması da bu durumu desteklemektedir (Demerouti vd., 2004).

K2 grubundan 1 öğrencinin öğretimden sonra “İndikatörler tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.” şeklinde bir alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir (Tablo 61, s. 180). Öğretimden sonra böyle bir alternatif kavramın oluşması şaşırtıcı bir durumdur.

Ancak çeşitli araştırmalarda öğrencilere yapılan müdahaleler sonucunda negatif yönde kavramsal değişim meydana gelebileceğine yönelik bulgulara da rastlanılmaktadır (Ebenezer, 2001). Bu öğrencide böyle bir alternatif kavramın oluşmasında indikatör kavramının ona katalizör kavramını çağrıştırmış olması düşünülebilir.

Tablo 61’de “Asit-baz nötrleşme tepkimesi” konusunda deney gruplarında (D1 ve D2) olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştiren öğrencilerin oranının kontrol gruplarındakine (K1 ve K2) göre daha fazla olması deney gruplarına uygulanan materyallerin bir etkisinin sonucu olarak görülebilir. Olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmede deney gruplarının daha başarılı olmasında, farklı kavramsal değişim yaklaşımlarının birleştirilerek laboratuvar ortamında kullanılması asit-baz kavramlarının anlaşılması için faydalı bir yöntem olarak düşünülebilir (Özmen vd., 2009). Nitekim literatürde de asit-baz kavramlarının öğretiminde kavramsal değişim yaklaşımının (Hand ve Treagust, 1988; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005); KDM ve KH’nin birlikte kullanımının (Üce ve Sarıçayır, 2002) ve KDM ile birlikte kullanılan benzeşimlerin (Çetingül ve Geban, 2005; Tamer, 2006) öğrencilerin anlamalarını arttırdığı rapor edilmiş, ayrıca alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin bu kavramlarını daha fazla oranda giderdiği de belirtilmiştir.

4.2.2.3. “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT’in 14.-19. soruları “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT’in “Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak bu konuda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangilerinde ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

“Çözünme ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler” konusundaki kavramlarla ilgili soruların her birinin değerlendirmesinden (Tablo 62-67, s. 182-188) de anlaşıldığı gibi deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre yapılan

öğretimden sonra sorulara DS-DA ve DS-KDA gibi yüksek puanlı kategorilerde verilen cevaplarında daha fazla oranda artış, YS-AKA gibi alternatif kavramlı kategorilere verilen cevaplarda ise daha fazla oranda azalma meydana gelmiştir. Bu durum bu konunun öğretiminde YAÖK odaklı bir öğretimin geleneksel öğretim yöntemlerine göre bilimsel kavramların kazanılmasında daha etkili olmasıyla açıklanabilir (Çalık, 2006; Çalık vd., 2009). Bu iki yöntem arasındaki temel fark YAÖK'te öğrencilerin alternatif kavramlarının ele alınması ve bu alternatif kavramların giderilmesine yönelik kavramsal değişim stratejilerinin kullanılmasıdır. Bu konunun öğretiminden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin sorulara tam doğru ve buna yakın cevaplar verebilmelerinde ve alternatif kavramlarını azaltmalarında, uygulanan materyallerin literatürden tespit edilmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmesi etkili olmuş olabilir (Uzuntiryaki ve Geban, 2005; Pınarbaşı vd., 2006; Çalık vd., 2007, 2009). Ayrıca bu durum 5E öğretim modelinin olumlu yönde kavramsal değişim sağlamada etkili olmasıyla da açıklanabilir (Ceylan, 2008; Ağgöl Yalçın ve Bayrakçeken, 2010; Karlı ve Çalık, 2012). Çünkü bu konuda 5E öğretim modeline göre hazırlanan ÇY'deki yönergelerin ve günlük hayatla ilişkili soruların olması öğrencileri derse karşı motive etmiş ve onların derse katılımını arttırmış olabilir (Ceylan, 2008; Karlı ve Şahin, 2009). Bunun yanı sıra küçük gruplarda tartışma ortamının yaratılması da öğrencilerin özgürce düşüncelerini ifade etmelerine, olayların nedenlerini ve nasıllarını düşünerek birbirlerini ikna etmelerine ve alternatif kavramlarını doğrularıyla değiştirmelerine neden olmuş olabilir. Bu kavramsal değişim yöntemlerin bir arada kullanılması da öğretimin daha etkili gerçekleşmesini sağlamış olabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “çözünme” kavramı ile ilgili ön testten belirlenen alternatif kavramlar; “Tuz su içerisinde çözünür ve yeni bir bileşik oluşur”, “NaCl molekülleri su içinde çözünürken rastgele dağınık halde bulunur” ve “Çözünme olayında NaCl, iyonlarına ayrılmaz sadece çözünür. Etrafında su molekülleri olur.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 68, s. 189). Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden önce bu alternatif kavramların oluşmasına, öğrencilere sözel olarak anlatılan ve hayal etmeleri istenen soyut bir olguyu, zihinlerinde canlandıramamaları neden gösterilebilir (Çalık ve Ayas, 2005c; Kabapınar vd., 2004; Akgün, 2009; Kalın ve Arıkıl, 2010). Bir başka neden de, öğrencilere ilköğretimden itibaren çözünme olayının sadece homojen dağılıma olarak anlatılması ve molekül yapılarının nasıl görüldüğüne vurgu yapılmaması da olabilir (Uzuntiryaki, 1998; Çalık ve Ayas, 2005b; 2005c). Öğrencilerin öğretim öncesinden sonrasına bu alternatif kavramlarındaki değişim incelendiğinde deney

gruplarındaki olumlu kavramsal değişim oranının daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 68). Bu durum deney gruplarında kullanılan BA'ların, çözünme olayında olduğu gibi soyut olan kimyasal süreçlerin somutlaştırılmasında ve konunun daha iyi kavranmasında yardımcı olması ile açıklanabilir (Özmen ve Kolomuç, 2004; Arıcı ve Dalkılıç, 2006; Urhanhe vd., 2009).

Tablo 68'den (s. 189) görüldüğü gibi öğrencilerde çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili ön testten tespit edilen alternatif kavramlardan bazıları; “Bir maddenin çözünürlüğü, çözücü veya çözünen maddelerin miktarına bağlıdır.” ve “Karıştırma ve ufalama hem çözünürlüğü hem de çözünme hızını artırır.” şeklindedir. Öğrencilerin madde miktarının çözünürlüğü etkilediğini düşünmelerinde, çözücüye ne kadar çözünen madde eklenirse o derecede çözünmenin artacağını düşünmeleri etkili olmuş olabilir. Fakat burada her çözücünün belirli koşullarda çözebileceği bir miktar olduğunun ve bu miktar aşıldığında artık çözünmenin olmayacağı gerçeğinin göz ardı edildiği dikkat çekmektedir. Karıştırma ve ufalama işlemlerinin çözünürlüğü arttırdığını düşünmelerinde ise günlük hayatlarında katı-sıvı çözeltilisi karıştırıldığı zaman daha fazla miktarda katının çözünebildiğini görmeleri etkili olmuş olabilir (Blanco ve Prieto, 1997; Uzuntiryaki, 1998; Pınarbaşı, 2002; Çalık ve Ayas, 2005b). Bazı öğrencilerin ise sıcaklığın çözünürlüğe etkisi ile ilgili olarak; “Sıcaklık gazların çözünürlüğünü artırır”, “Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü artan madde ekzotermiktir”, “Gazların çözünürlüğü yüksek sıcaklık ve düşük basınçta maksimum noktaya ulaşır”, “Katı ve sıvıların çözünürlüğü sıcaklıktan etkilenmez. Sadece gazlar sıcaklıkla doğru orantılı olarak etkilenir” ve “Çözeltiliyi soğutmak çözünürlüğü hiçbir şekilde artırmaz.” şeklinde alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 68, s. 189). Sıcaklığın çözünürlüğe etkisi ile ilgili bu alternatif kavramların oluşmasında, öğrencilerin endotermik ve ekzotermik çözünen maddelerde çözünürlüğün nasıl değiştiğini bilmemeleri etkili olmuş olabilir (Tezcan ve Bilgin, 2004). Ya da hem günlük hayatta hem de yaptıkları deneyler sırasında genelde dipte kalan maddelerin çözünmelerinin sıcaklıkla arttığını gözlemlenmeleri etkili olmuş olabilir. Bu yüzden çözeltiliyi soğutmak çözünürlüğü hiçbir şekilde arttırmaz düşüncesi soğuk ortamda çözünmenin meydana gelmeyeceği inancından, öğrencilerin olayı zihinlerinde canlandıramamalarından kaynaklanabilir (Blanco ve Prieto, 1997). Çözünürlüğe basıncın etkisi ile ilgili olarak ise bazı öğrencilerin “Yükseklere çıkıldıkça basınç artar bu yüzden sudaki çözünürlük artar”, “Katıların çözünürlüğü basınç arttıkça artar” ve “Buhar basıncı ile gazların çözünürlüğü doğru orantılıdır. Ankara da buhar basıncı azdır, çözünürlük daha fazladır” gibi alternatif

kavramlara sahip olduğu gör÷lmektedir (Tablo 68, s. 189). Öğrencilerde bu alternatif kavramların oluşmasında basıncın deniz seviyesine uzak ya da yakın yerlerde nasıl değiştiiğinin karıştırılması etkili olmuş olabilir. Buna ek olarak öğrencilerin dış basınç ve buhar basıncı kavramlarını bir birinin yerine kullandıkları gör÷lmektedir. Bu durum, çözünürlükle ilgili farklı kavramları tanımlamak için kullanılan dil ile öğrencilerin kimya kavramlarını açıklarken kullandıkları terimlerin, aslında farklı bir anlama sahip olabileceğinin (Ebenezer ve Gaskell, 1995) ve çözünürlük kavramında öğrencilerin bu kavram ile kesin manada çok az ilişkili olan kavramları birbirine karıştırmalarının bir sonucu olarak düşünülebilir (Prieto vd., 1989). Ayrıca katıların çözünürlüğünün de basınçtan etkilendiğini belirtmelerinde, fizik konusunda katı basıncı kavramından çağrışım yaparak bu cevabı vermeleri etkili olmuş olabilir.

Bu araştırma kapsamında ön testte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili Tablo 68’de (s. 189) * ile işaretlenmiş literatürde belirtilmeyen alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Araştırmada böyle alternatif kavramların belirlenmesi her ne kadar istenmeyen bir durum olsa da alternatif kavramların belirlenmesi, kavramsal değişim çalışmalarının temelini oluşturduğu için literatüre yeni bir katkı sağladığı söylenebilir.

Tablo 68’den (s. 189) “çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler” konusunda öğretim öncesinden sonrasına alternatif kavramları tamamen giderilen öğrencilerin çoğunun deney gruplarındaki öğrencilerden; alternatif kavramları tamamen giderilmeyip, bir kısmını devam ettiren öğrencilerin ise genel olarak kontrol gruplarındaki öğrencilerden oluştuğu gör÷lmektedir. Bu bulgu D1 ve D2 gruplarında olumlu yönde gerçekleşen kavramsal değişim oranının K1 ve K2 gruplarındakine göre daha fazla olduğunu gösterebilir. Öğretim materyalinin hazırlanmasında öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların dikkate alınması, materyalin alternatif kavramları giderebilecek nitelikte BA, deney ve ÇY’ler ile desteklenmesi ve sınıf ortamında tartışma ortamı sağlanarak çoğu öğrencilerin derste aktif kılınması büyük oranda alternatif kavramların giderilmesinde etkili olmuş olabilir. Kontrol grubu öğrencilerinin deney ve öğretmenin kendi yöntemleri dışında herhangi bir müdahaleye uğramaması ve alternatif kavramlarını giderebilecek nitelikte etkinlikler gerçekleştirilmemesi, bu öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede deney grubu öğrencileri kadar başarılı olamamalarına neden olmuş olabilir. Öğretim sonrasında öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma gör÷lmekle birlikte kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin bu alternatif kavramlarında artış da gözlenmiştir

(Tablo 68, s. 189). Negatif yönde gerçekleşen bu kavramsal değişim bazı öğrencilerin yapılan öğretim esnasında sunulan bilimsel fikirlerin, ifade ve modellemelerin öğrenci tarafından yanlış yorumlanmasından, öğrencinin derslere katılmadaki ilgi ve motivasyon eksikliğinden veya sadece uygulanan testlerdeki dikkatsizliklerinden kaynaklanmış olabilir (Ebenezer, 2001; Coştu, 2006). Fakat uygulamalardan sonra hiçbir öğrencinin son test cevaplarında ön testte tespit edilen alternatif kavramlar haricinde yeni alternatif kavramlar oluşmamıştır.

4.2.2.4. “Gaz Yasaları” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT’in 20.-25. soruları “Gaz Yasaları” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT’in “Gaz Yasaları” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak bu konuda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangilerinde ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

KİKAT’in “Gaz Yasaları” konusundaki kavramlarla ilgili sorularının her birinin değerlendirmesinden de anlaşıldığı gibi deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre yapılan öğretimden sonra DS-DA ve DS-KDA kategorilerindeki yanıtlarının frekans ve yüzde değerlerinde daha fazla artış görülmekle birlikte düşük puanlı kategorilerde yer alan cevap sayısında da daha fazla azalma görülmektedir (Tablo 69-74, s. 191-197). Deney gruplarındaki öğrencilerin soruları, gazlarda basınç-hacim-sıcaklık kavramları arasındaki ilişkiden hareketle daha tatmin edici düzeyde açıklayabilmelerinde deney gruplarına uygulanan ÇY, BA, resimlerden faydalanarak oluşturulmuş analogi ve deney etkinliklerinin YAÖK’ün 5E öğretim modeline uygun olarak sunulması etkili olmuş olabilir. Bu noktada daha fazla duyu organına hitap edebilecek çeşitli öğretim yöntemleri ile desteklenmiş öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve uygulanması, anlamlı öğrenmeyi sağlamış olabilir (Mayer, 2002). “Gaz Yasaları” etkinliğinde sıcaklık hacim ilişkisinde deney yapılmış ayrıca BA aracılığıyla, öğrenciler deneyde gözlemledikleri olayın iç yüzünde meydana gelen moleküler süreçleri

mikroskobik boyutta görme imkanı bulmuşlardır. Bu durum deney gruplarında, BA'lar eşliğinde yapılan açıklamaların öğrencilerin sıcaklık etkisi ile gaz moleküllerinin hareketini zihinlerinde daha doğru bir şekilde resmetmelerine ve doğru açıklamalar yapabilmelerine yardımcı olmasıyla açıklanabilir. Çünkü BA'lar gazlar gibi gözlenemeyen moleküler düzeydeki olay ve süreçlerin görselleştirilmesinde, zihinde canlandırılmasında ve öğrencilerin aktif öğrenme sürecine katılmalarına yardımcı olmaktadır (Liu, 2006; Abdullah ve Shariff, 2008). Ayrıca öğrencilerin “gaz yasaları” kavramını anlamalarına yardımcı olmak için BA ile kombine edilmiş laboratuvar aktiviteleri kavramsal değişim sağlamada etkili olmuş olabilir (Liu, 2006). Bunun yanı sıra “Gaz Yasaları” etkinliğinde ÇY'deki soruların doğru cevaplarına sınıfça yapılan tartışmalar sonucunda ulaşılması ve günlük hayattan konuyla ilgili örnekler verilmesi de etkili olmuş olabilir. Bu kapsamda materyallerin uygulanmasında günlük hayat deneyimlerinden hareketle yapılan açıklamaların daha fazla öğrenmeye yardımcı olduğu söylenebilir.

Tablo 69-74'ten (s. 191-197) de görüldüğü gibi kontrol gruplarındaki öğrencilerin de deney gruplarındaki kadar olmasa da son teste verdikleri cevaplarında olumlu yönde artış olmuştur. Bu durum her iki deney ve kontrol gruplarında da deneylerin yapılmasının öğrencilerin anlamalarında olumlu bir etkiye sahip olmasının (Liu, 2006) bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra Tablo 73'ten (s. 196) KİKAT'in 24. sorusuna ön testte YS-AKA kategorisinde cevap veren deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin alternatif kavramlarının öğretim sonrasında da devam ettiği görülmektedir. Bu durum yapılan uygulamaların öğrencilerin bu sorudaki alternatif kavramlarını gidermede yeterli olmamasıyla açıklanabileceği gibi sorunun yapısal eksikliğinden de kaynaklanabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “gazlarda sıcaklık basınç arasındaki ilişki” için ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlardan birisi; “İçinde bir miktar gaz bulunan pistonlu bir enjektör sırayla buzlu suya ve sıcak suya daldırıldığında basıncı önce azalır sonra artar” ifadesidir (Tablo 75, s. 198). Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden önce böyle bir alternatif kavrama rastlanılmasında öğrencilerin $PV=nRT$ bağıntısını ezberlemeleri ve bunun sonucunda da onu tam olarak kullanamamaları etkili olmuş olabilir (Lin vd., 2000; Bak vd., 2008). Ya da öğrencilerin önceki aldıkları öğretimlerinde pistonlu kapların özelliği üzerine vurgu yapılmadığı için pistonlu kaplarda (basıncın sabit olduğu kaplarda) istisnai durumun olduğunu göz ardı etmeleri etkili olmuş olabilir (Birinci Konur ve Ayas, 2010). Bunu, öğrencilerin “Bir enjektördeki gazın basıncı artarsa, enjektörün içine yerleştirilmiş lastik balondaki gazın

basıncı azalır.” şeklindeki alternatif kavramlarından da anlamak mümkündür (Tablo 75, s. 198). Öğrenciler, enjektörün içine yerleştirilmiş lastik balonunda bir sürtünmesiz piston gibi davrandığını, lastik balonlarda da içteki basıncın dış basınca eşit olması gerektiğini göz ardı etmiş olabilirler.

Öğrencilerde, gazlarda basınç-hacim ilişkisi ve sıcaklık-hacim ilişkisi konularında tespit edilen alternatif kavramlar sırasıyla; “Gazlarda hacim arttıkça basınçta artar.”, “Gazlarda hacim ile sıcaklık ters orantılıdır.” ve “Kapalı bir kaba sıvı doldurdukça kabın üzerindeki gazın basıncı azalır.” şeklindedir (Tablo 75, s. 198). Bu alternatif kavramların oluşmasına, öğrencilerin $PV=nRT$ formülünü ezbere bilmelerine rağmen, onun anlamını tam olarak bilmemeleri ve uygunsuz kullanmaları neden gösterilebilir (Lin vd., 2000; Kautz vd.,2005, Bak vd., 2008).

Deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin bir kaptaki gaz moleküllerinin sıcaklık değiştiğinde şekli, konumu ve hareketi ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramları; “Sıcaklık arttıkça hacim arttığı için gaz moleküllerinin hacmi genişler”, “Buzlu su içine daldırılmış bir enjektör içindeki gaz molekülleri büzülür”, “Ağız kapalı kaplarda bulunan gaz molekülleri ısıtıldıkça kabın tavanına doğru, yukarıda toplanırlar”, “Gaz molekülleri soğutuldukça enerjileri tükenir, gaz hareketsiz durur”, “Bir kapta bulunan gaz molekülleri ısıtıldığında yoğunluğu azalacağı için kabın yukarısına çıkarlar”, “Sıcaklığın artması ile gaz molekülleri arasında kinetik enerji azalır” ve “Hava sıcaklığı azaldıkça bir toptaki gaz moleküllerinin boyutu küçüldüğü için topun hacmi azalır.” şeklinde oldukları görülmektedir (Tablo 75, s. 198). Öğrencilerde öğretimden önce gaz moleküllerinin şekli ve hareketi ile ilgili böyle alternatif kavramlara rastlanılmasına, gazların özellikleriyle ilgili ön öğrenmelerinin yetersiz ve yüzeysel olması neden gösterilebileceği gibi gazların görünmezliğinin öğrencilerin gaz kavramını oluşturmalarına engel olması (Stavy, 1988), başka bir deyişle gaz davranışlarını görsel olarak algılayamamaları da neden gösterilebilir. Bütün bu nedenler öğrencilerin gazların davranışlarını açıklamada kullanılan kinetik teoriyi kavramsal düzeyde algılayamamalarının bir sonucu olabilir.

Bu araştırma kapsamında ön testte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde gaz yasaları ile ilgili Tablo 75’te (s. 198) * ile işaretlenmiş literatürde belirtilmeyen alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Araştırmada böyle alternatif kavramların belirlenmesi her ne kadar istenmeyen bir durum olsa da alternatif kavramların belirlenmesi, kavramsal değişim çalışmalarının temelini oluşturduğu için literatüre yeni bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

Tablo 75'ten (s. 198) öğretim öncesinden sonrasına “Gaz yasaları” konusunda alternatif kavramları tamamen giderilen öğrencilerin çoğunun D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerden oluştuğu, bunun yanı sıra K1 ve K2 gruplarında da deney gruplarındaki kadar olmamakla birlikte başlangıçtaki alternatif kavramlarını gideren öğrencilerin olduğu görülmektedir. Bu sonuç olumlu yönde gerçekleşen kavramsal değişim oranının D1 ve D2 gruplarında kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha fazla olduğunu gösterebilir. Buna ek olarak Tablo 75'ten başlangıçtaki alternatif kavramlarını öğretim sonrasında da devam ettiren öğrencilerin büyük çoğunluğunun kontrol gruplarındaki öğrencilerden oluştuğu görülmektedir. Bu durum gaz yasaları konusunda geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin muhtemel alternatif kavramlarının giderilmesini öngören nitelikte hazırlanmasının bir sonucu olabilir. Bunun yanı sıra bu materyallerin 5E öğretim modeline uygun bir çerçevede BA, ÇY, analogi ve deney etkinlikleri ile desteklenmesi ve sınıf ortamında tartışma ortamı sağlanarak çoğu öğrencilerin derste aktif kılınması büyük oranda alternatif kavramların giderilmesinde etkili olmuş olabilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da gaz konusunda ÇY'nin (Şenocak ve diğerleri (2007), BA'nın (Abdullah ve Shariff, 2008; Liu, 2006), analogilerin (Orgill ve Bodner, 2004; Trey ve Khan, 2008) ve deney etkinliklerinin (Pekmez, Johnson ve Gott, 2005; Liu, 2006; Robins vd., 2009; Feyzioglu, 2009) öğrencilerin kavramsal anlamalarının arttırılmasında ve alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğu belirtilmektedir. Öğretim sonrasında öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma görülmekle birlikte kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin bazı alternatif kavramlarında artış da gözlenmiştir. Negatif yönde gerçekleşen bu kavramsal değişim bazı öğrencilerin yapılan öğretim sırasında öğretmenin yaptığı açıklamalardan bir veya birkaç noktasını yanlış yorumlamasından kaynaklanmış olabilir (Ebenezer, 2001; Coştu, 2006). Fakat uygulamalardan sonra hiçbir öğrencinin son test cevaplarında ön testte tespit edilen alternatif kavramlar haricinde yeni alternatif kavramlar oluşmamıştır.

4.2.2.5. “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT'in 26.-32. soruları “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT'in “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, deney ve kontrol

gruplarındaki öğrencilerde yapılan öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusunda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi açıklamalarında ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

KİKAT’ın “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusundaki sorularına ilişkin cevapları incelendiğinde, D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin son testte yüksek puanlı olan DS-DA kategorisindeki cevapları K1 ve K2 gruplarının cevaplarına göre fark edilir oranda artmıştır (Tablo 76-82, s. 200-207). Ayrıca, öğretim sonrasında YS-AKA gibi alternatif kavramlı kategoride cevap veren deney grubu öğrencilerinin sayılarındaki azalmanın da kontrol gruplarına oranla daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 76-82). D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerin K1 ve K2 gruplarındaki öğrencilere oranla daha fazla kabul edilebilir bilimsel doğru açıklamalar yapabilmelerinde, araştırma kapsamında deney gruplarında geliştirilen materyaldeki etkinliklerin ve yapılan açıklamaların öğrencilerin doğru seçeneklere ulaşmasında, kavramlar hakkında neden-sonuç ilişkisi kurarak daha bilimsel açıklama yapmalarında ve kavramsal anlamalarını daha fazla geliştirmede etkili olduğunu gösterebilir. Reaksiyon hızına etki eden faktörler konusunda öğretimden sonra deney gruplarında görülen bu olumlu artış kavramların öğretiminde 5E öğretim modeline göre gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin alternatif kavramlarını gidererek, kavramsal anlamalarını geliştirmesinin bir sonucu olabilir (Kolomuç, 2009). Ayrıca öğrencilerin reaksiyon hızına etki eden faktörleri etkin çarpışma kavramı ile ilişkilendirerek daha doğru bir şekilde açıklayabilmelerinde ve alternatif kavramlarının giderilmesinde, 5E öğretim modelinin açıklama aşamasında, BA’lar üzerinden alternatif kavramların düzeltilmesine yönelik açıklamalar yapılması etkili olmuş olabilir (Kolomuç, 2009; Çalık vd., 2010). Buna ek olarak deney gruplarındaki öğrencilerin reaksiyon hızına madde cinsi ve katalizör etkisi ile ilgili soruları tam ve doğru bir şekilde açıklayabilmelerinde ve alternatif kavramlarını azaltmalarında da bu kavramlarla ilgili analogi etkinliğinin sunulması etkili olmuş olabilir (Bozkoyun, 2004; Balcı, 2006; Türk vd., 2010). Bunun yanı sıra deney gruplarındaki öğrencilerin sorulara daha bilimsel cevaplar verebilmelerinde, bu konuda geliştirilmiş ÇY, derişimin reaksiyon hızına etkisi ile ilgili deney etkinliği, yapılan açıklamalar ve örneklemler de etkili olmuş olabilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da

kimyasal reaksiyonlarda hız konusunda analogilerin (Balcı, 2006; Türk vd., 2010), KH'nin (Aydin vd., 2009), BA'ların (Lynch, 1997; Tezcan ve Yılmaz, 2003; Kolomuç, 2009; Çalık vd., 2010) ve laboratuvar etkinliklerinin (Van Driel, 2002; Akkaya, 2003) öğrenmeyi kolaylaştırması ve desteklemesi, öğretmenler tarafından yapılan açıklamaların akla yatkınlığını sağlaması ve fen öğretiminde kavramsal değişimi etkinleştirmeyi sağlaması bakımından oldukça faydalı birer kavramsal değişim elemanları olduğu belirtilmektedir. Kontrol gruplarında da derişimin reaksiyon hızına etkisi ile ilgili deney yapılmış ancak deney gruplarındaki kadar yüksek puanlı kategorilerde verilen cevaplarda artış olmamıştır. Bu durum deney ve anlatım yöntemlerinin yalnız başına kullanılması yerine birkaç yöntemin birlikte kullanılarak öğretimin zenginleştirilmesinin ve geleneksellikten uzaklaşılmasının daha etkili olabileceğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Bununla birlikte deney gruplarındaki öğrencilerle uygulama süreci hakkında yürütülen mülakatlarda, bazı öğrenciler yapılan uygulamalarda farklı öğretim yöntem ve tekniklerin bir arada kullanılmasının öğretimi zenginleştirdiğini ve dersleri eğlenceli kıldığını ifade etmişlerdir (Tablo 93, s. 221). Öğrencilerin bu görüşlerinden farklı öğretim etkinliklerinin bir arada kullanılmasının öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu arttırdığı da söylenebilir. Bu bulgu son zamanlarda farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin birbirinin eksikliğini giderecek şekilde hazırlanmasını ve sunumunu öneren (Çepni ve Keleş, 2006) ve bu tür çalışmaların etkili olduğunu kanıtlayan (Akpınar ve Ergin, 2007; Çalık, 2008; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu 2009; Randler ve Bogner, 2009; Bayrak ve Doğan, 2009; Karlı ve Çalık, 2012) çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler” konusunda reaksiyon hızı-reaksiyona giren maddelerin özellikleri ile ilgili ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlar; “Reaksiyona giren maddelerin moleköl büyüklüğü reaksiyon hızını yavaşlatır”, “Reaksiyona giren maddenin kütlesi ne kadar az ise reaksiyon o kadar hızlı gerçekleşir” ve “Reaksiyon hızına maddenin katı, sıvı ya da gaz olması etki eder. Katı maddeler daha geç reaksiyona girer.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 83, s. 208). Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden önce bu alternatif kavramların oluşmasında, öğrencilerin reaksiyon hızına madde cinsini açıklarken, madde cinsi-reaktantların doğası arasında doğrudan bir ilişki kuramamaları neden gösterilebilir. Buna ek olarak öğrencilerin kimyasal değişme boyunca gerçekleşecek bağ kırılma ve oluşmalarının hızını, bu bağların ve bunların oluşturduğu moleküllerin yapısına göre

değişebileceğini göz ardı etmelerinden kaynaklanabilir (Nakiboğlu vd., 2002; Cakmakci, 2005; Taştan vd., 2010).

Araştırma kapsamında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “sıcaklık-tepkime hızı arasındaki ilişki” için ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlar, “Sıcak suda soğuk suya göre şeker daha hızlı reaksiyona girer”, “Ekzotermik reaksiyonlarda sıcaklık artışı reaksiyonu yavaşlatır”, “Sıcaklık tanecikler arası çekim kuvvetini azaltacağı için reaksiyonu hızlandırır” ve “Sıcaklık moleküller arasındaki bağı zayıflattığı için tepkimeyi hızlandırır.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 83, s. 208). Bazı öğrenciler şekerin çözünmesini kimyasal reaksiyon olarak düşünmüş ve entalpi ile reaksiyon hızı arasındaki ilişkiyi sebebiyle birlikte açıklayamamışlardır. Öğrencilerin sıcaklığın reaksiyon hızını, tepkime endotermik ise artırıcı yönde ekzotermik ise azaltıcı yönde etki ettiğini belirtmelerinde, reaksiyon hızı konusunu kimyasal denge kanunlarıyla karıştırmaları (Hackling ve Garnett, 1985) ya da öğrencilerin mikroskobik düzeydeki olayları zihinlerinde canlandıramaması ve kavramı net olarak oluşturamamaları etkili olmuş olabilir (Nakiboğlu vd., 2002; Kolomuç, 2009).

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “derişim, basınç-tepkime hızı” arasındaki ilişki için ön testten belirlenen alternatif kavramlar; “Reaksiyonların hızı girenlerin derişiminden bağımsızdır, ürünlerin derişimiyle ilişkilidir”, “Derişim arttıkça reaksiyon hızı azalır” ve “Basıncın azalması reaksiyon hızını artırır, yemeğin daha hızlı pişmesini sağlar.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 83, s. 208). Öğrencilerin reaksiyon hızını girenlerin derişiminden bağımsız olarak düşünmeleri, hız kavramı anlatılırken sadece matematiksel formüllerin gösterilmesi sonucunda öğrencilerin formüldeki kavramları birbirine karıştırmalarından ya da hız denklemini, kimyasal denge formülüyle karıştırmalarından kaynaklanabilir (Hackling ve Garnett, 1985; Cakmakci, 2005). Ayrıca bu durum öğrencilerin hız yasası eşitliği ile etkin çarpışma kavramlarını zihinlerinde oluşturamamalarının bir sonucu olarak da düşünülebilir (Nakiboğlu vd., 2002; Cakmakci, 2005; Cakmakci vd., 2006).

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “karıştırma- tepkime hızı ve katalizör-tepkime hızı” arasındaki ilişkiler açıklanırken tespit edilen alternatif kavramlar; “Karıştırmak reaksiyon hızını azaltır. Yemeği karıştırmak yemeğin soğumasına neden olduğu için yemek yavaş pişer.”, “Katalizörler reaksiyon hızını yavaşlatırlar.”, “Katalizörler maddelerin çarpışma hızını arttırdığı için reaksiyon hızını artırır.”, “Katalizör reaksiyona renk veren maddedir.” ve “Katalizörün aktivasyon enerjisine bir

etkisi yoktur.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 83, s. 208). Öğrencilerde karıştırmanın reaksiyon hızını azalttığı ile ilgili alternatif kavramın oluşmasında onların karıştırma işleminin maddelerin, temas yüzeyi-etkileşim yüzeyini değiştireceğini düşünmeleri etkili olmuş olabilir. Öğrencilerde katalizörle ilgili alternatif kavramların oluşmasında ise onların katalizörün etkisini aktivasyon enerjisi açısından ele almamaları ve katalizörün mikroskobik boyutta bir reaksiyondaki işlevinin tam olarak ne olduğunu bilmemeleri etkili olmuş olabilir (Nakiboğlu vd., 2002; Kolomuç, 2009).

Bu araştırma kapsamında ön testte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde reaksiyon hızına etki eden faktörlerle ilgili Tablo 83’te (s. 208) * ile işaretlenmiş, literatürde belirtilmeyen alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Araştırmada böyle alternatif kavramların belirlenmesi her ne kadar istenmeyen bir durum olsa da alternatif kavramların belirlenmesi, kavramsal değişim çalışmalarının temelini oluşturduğu için literatüre yeni bir katkı sağladığı söylenebilir.

Tablo 83 (s. 208) incelendiğinde “Reaksiyon hızına etki eden faktörler” konusunda öğretim öncesinden sonrasına alternatif kavramları tamamen giderilen öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun D1 ve D2 gruplarındaki öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu durum olumlu yönde gerçekleşen kavramsal değişim oranının deney gruplarında daha fazla olduğunu gösterebilir. Tablo 83’ten başlangıçtaki alternatif kavramları tamamen giderilmeyip, bu kavramlarını öğretim sonrasında da devam ettiren öğrencilerin büyük çoğunluğunun kontrol gruplarındaki öğrencilerden oluştuğu görülmektedir. Bu durum deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre kavramsal anlama ve alternatif kavramlarını düzeltmede, başka bir deyişle olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmede daha başarılı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bunun sebebi, deney gruplarındaki uygulamalar süresince öğrencilerin alternatif kavramları da dikkate alınarak hazırlanmış materyalin (ÇY, BA, analogi, KH ve deney gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılması ile oluşturmuş) kullanılmasının yanı sıra, ÇY’de yer alan soruları cevaplamada ve hazırlanan KH etkinliğinde öğrencilerin aktif katılımlarının sağlanmaya çalışılması da düşünülebilir. Bu durum olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmede geleneksel öğretim yöntemlerinin etkisiz kaldığı ve bu yöntemlerin dışında farklı öğretim yöntemlerinin kullanılarak öğretimin zenginleştirilmesi gerektiği görüşlerini doğrulamaktadır. Öğretim sonrasında öğrencilerin alternatif kavramlarında büyük oranda azalma görülmeyle birlikte K1 grubundan sadece bir öğrencide “Katalizörler maddelerin çarpışma hızını arttırdığı için reaksiyon hızını artırır.” alternatif kavramında

negatif yönde kavramsal değişim gerçekleşmiştir. Bu durum bu öğrencinin yapılan öğretim sırasında “katalizörlerin aktivasyon enerjisini düşürdüğü için reaksiyonu hızlandırır” açıklamasını yanlış yorumlamasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.2.6. “Elektrokimyasal Piller” Konusunda Kavramsal Değişime Yönelik Tartışma

KİKAT’in 33.-38. soruları “Elektrokimyasal Piller” konusu ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin KİKAT’in “Elektrokimyasal Piller” konusu ile ilgili sorularından elde edilen cevapları değerlendirilerek, öğrencilerin, deney ve kontrol gruplarına yapılan öğretimden sonra bu konuda meydana gelen kavramsal değişimin boyutları karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Buna ek olarak “Elektrokimyasal Piller” konusunda öğretimden önce tespit edilen alternatif kavramların, deney gruplarında geliştirilen materyallerin uygulama öncesinden sonrasına hangi açıklamalarında ne oranda düzelme sağladığı ve hangi alternatif kavramların devam ettiği, kontrol gruplarında ise geleneksel yöntemin bu kavramların değişiminde nasıl etkili olduğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

“Elektrokimyasal piller” konusundaki kavramlarla ilgili soruların her birinin değerlendirmesinden (Tablo 84-89, s. 210-216) de anlaşıldığı gibi deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre yapılan öğretimden sonra sorulara DS-DA ve DS-KDA gibi yüksek puanlı kategorilerde verilen cevaplarında daha fazla oranda artış meydana gelmiştir. Bu durum bu konunun öğretiminde YAÖK’ün 5E öğretim modeline göre hazırlanmış bir öğretimin geleneksel öğretim yöntemlerine göre bilimsel kavramların kazanılmasında daha etkili olmasıyla açıklanabilir (Ekici, 2007; Karşlı ve alık, 2012). Öğretimden önce öğrencilerin ön test cevapları benzer olmasına rağmen, öğretimden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin cevaplarının daha fazla oranda DS-DA ve DS-KDA kategorilerinde yer almasında, öğrencileri geleneksellikten uzaklaştıran, birden fazla kavramsal değişim yöntemiyle zenginleştirilmiş bir öğretim faaliyetinin kullanılması (Doymuş vd., 2010; Karşlı ve alık, 2012) ve uygulanan materyallerin literatürden tespit edilmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmesi (Sanger ve Greenbowe, 2000; Niaz ve Chacon, 2003, Yürük, 2007) etkili olmuş olabilir. Bu konunun öğretiminde Y, BA, KDM ve deney etkinlikleri gibi süreçte öğrencileri aktif kılabilen yöntemlerin birlikte kullanılması, eğitim-öğretim sürecinde öğrencilerin daha fazla sayıda duyusuna hitap ederek, öğrenmenin daha kolay gerçekleşmesini sağlamış olabilir. Bu

durum böyle bir uygulamayla ilk defa karşılaşan öğrencilerin uygulamaya karşı istek ve merak duymalarının, deneyi sonuna kadar ilgiyle yapmalarının, tartışmalarda düşüncelerini ifade etme gayretinde olmalarının bir sonucu olarak da düşünülebilir. Kontrol gruplarında da deney gruplarındaki kadar olmasa da DS-DA kategorisindeki cevaplarda artış görülmüştür (Tablo 84-89). Öğrencilerin ilgili kavramlar hakkında deneyim yaşamasının öğretim öncesine göre kavramsal anlamalarında fark oluşturması olağan bir durum olarak düşünülmelidir. Bu durum laboratuvar ortamında geleneksel yöntemlerde kullanılsa, deneyler yapılarak işlenen derslerin öğrencilerin anlamalarında olumlu etkilere sahip olması ile açıklanabilir (Tezcan ve Bilgin, 2000).

Ön testte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde elektrokimyasal piller konusunda tespit edilen alternatif kavramlar (DS-AKA ve YS-AKA kategorileri), öğretimden sonra tamamen giderilmese de özellikle deney gruplarındaki öğrencilerin birçoğunun bu alternatif kavramlı fikirlerini bilimsel fikirlerle değiştirdiği görülmektedir (Tablo 84-89, s. 210-216). Öğrencilerin ön testte görülen alternatif kavramlarını tamamen giderememesi öğrencilerin alternatif kavramlarından tamamıyla arınmalarının mümkün olmadığına (Banerjee, 1995; Coll ve Treagust, 2001; Çalık ve Ayas, 2005a; Nakhleh, 1992) ve ne kadar etkili bir öğretim yapılırsa yapılsın her bireyden beklenen başarının elde edilemeyeceğine (Bodner, 1990) yönelik ifadelerle uyusmaktadır. Ayrıca öğrencilerin alternatif kavramlarından tamamen arınamaması, bu kavramların değişime karşı dirençli olmasının bir sonucu olabilir. Tablo 88’de (s. 215) KİKAT’in 37. sorusuna verilen cevaplarda öğrencilerin alternatif kavramlarında artış da gözlenmiştir (Tablo 87, s. 214). Bu bulgu yapılan uygulamaların bu soru için deney gruplarındaki öğrencilerin daha istedik açıklamalar yapmalarında katkı sağlamasına rağmen, bazı alternatif kavramlarını gidermede etkili olmadığını göstermektedir. Bu durum öğrencilerin tuz köprüsünde iyonların sadece negatif ya da pozitif olmasına dikkat ederek yanıtlar vermesinin, tuz köprüsünde bulunan iyonların türüne dikkat etmemelerinin bir sonucu olarak düşünülebilir. Bunun yanı sıra uygulanan materyallerin yapısından da kaynaklanmış olabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde “elektrokimyasal piller” konusundaki kavramlara yönelik ön testte varlığı belirlenen alternatif kavramlar; “Yükseltgenmenin olduğu anot elektrotta zamanla kütle artışı görülürken, indirgenmenin olduğu katot elektrotta aşınma görülür” ve “Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur” ifadeleridir (Tablo 90, s. 218). Öğrencilerde öğretimden önce bu alternatif kavramlara rastlanılmasında, öğrencilerin dış devrede elektron yönünü ve hangi elektrodun anot

hangisinin katot olduğunu belirleyememeleri neden gösterilebilir (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a, 1999; Yılmaz vd., 2002; Karlı ve Çalık, 2012). Buna ek olarak öğrencilere bu konular öğretilirken bu olayların deney yolu ile gösterilmeksizin sadece sözel olarak söylenilip geçilmesi ve öğrencilerin bu bilgileri ders kitaplarından ezberlemek zorunda kaldıkları için hafızalarının onları yanıltmış olması da düşünülebilir (Yılmaz vd., 2002; Karlı ve Çalık, 2012). Tablo 90 (s. 218) incelendiğinde başlangıçta bu alternatif kavramlara sahip olan K1 ve K2 gruplarındaki öğrenciler öğretim sonrasında da bu kavramlarını devam ettirmişlerdir. Buna karşın D1 grubundaki öğrencilerde bu alternatif kavramlar ya tamamen giderilmiş, ya da büyük oranda azalmıştır. Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin anot ve katot kaplarında meydana gelen durumlar hakkında alternatif kavramlarını azaltmalarında, yapılan deneyin yanı sıra olayın içsel boyutunun görülebilmesi için kullanılan BA'ların (Sanger ve Greenbowe, 2000; Doymus vd., 2010) literatürden tespit edilmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmiş KDM etkinliğinin (Yürük ve Geban, 2001; Yürük, 2007) ve ardından yapılan tartışmaların (Guzzetti vd., 1997; Uzuntiryaki ve Geban, 2005) etkili olduğu söylenebilir.

Ön testten anot ve katot kavramlarına yönelik olarak belirlenen alternatif kavramlar; “Öğrencilerin anot ve katotun yerlerini belirleyememeleri”, “Aktifliği büyük olan elektron alır katottur, aktifliği küçük olan anottur” ve “Katot elektrot voltmetrenin – kutbuna, anot ise + kutbuna bağlanır. Anot +, katot – dir.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 90, s. 218). Öğrencilerde bu alternatif kavramların oluşmasında anotun ve katotun yerlerini belirlerken anotun sağ, katotun sol tarafta olduğunu düşünmeleri (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a, 1999) ve anot ve katotu metallerin aktiflikleri ile ilişkilendirememeleri (Yılmaz vd., 2002; Karlı ve Çalık, 2012) neden gösterilebilir. Buna ek olarak, elektrokimyasal pil devresi gösterimlerinde ders kitaplarında ve öğretmenlerin konuyu anlatırken ki çizimlerinde genelde sol tarafta anot kabının, sağ tarafta ise katot kabının gösterilmesi etkili olmuş olabilir (Ebbing ve Wrighton, 1993; Atkins ve Jones, 1998). Buna benzer olarak öğrencilerin çoğu anotun elektron verdiği için + yüklü, katodun elektron aldığı için – yüklü olduğuna inanmaktadırlar. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde öğretimden önce bu tür bir alternatif kavrama rastlanılmasında; fizikte elektrik konusunda öğrencilere “Anot +, katot – dir.” şeklinde bilgi verilmesi etkili olmuş olabilir (Fishbane vd., 2003; Karlı ve Çalık, 2012).

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin dış devrede elektronların hareket yönü ile ilgili sahip olduğu alternatif kavramlar sırasıyla; “Elektronlar dış devrede katottan anota

doğru gider.” ve “Elektronlar +’dan –’ye doğru hareket ederler.” şeklindedir (Tablo 90, s. 218). Bu alternatif kavramın açığa çıkmasında, ğrencilerin “Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur” şeklinde sahip olduğu alternatif kavramından kaynaklanan başka bir alternatif kavramın oluşması etkili olmuş olabilir (Yılmaz vd., 2002; Karanlı ve alık, 2012). Bu durum öğrencilerin kendi zihinlerinde oluşturdukları alternatif kavramlar doğrudan veya dolaylı olarak diğer kavramlarla ilişkili olduğu için, başka alternatif kavramların yapılanmasına neden olabileceği ile açıklanabilir. Çünkü literatürde de alternatif kavramların öğrencilerin daha üst düzey bilgileri öğrenmelerine olumsuz yönde etki ettiği şeklinde ifadelere sıklıkla rastlanılmaktadır (Ayas vd., 2010; Niaz vd., 2002; Coğu vd., 2002; Canpolat vd., 2004; alık ve Ayas, 2005b).

Çalışmada tuz köprüsü ve işlevi ile ilgili deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde ön testte belirlenen alternatif kavramlar; “Tuz köprüsü anot ve katot arasında çözelti içinden elektronların geçişini sağlar.”, “Tuz köprüsü katottan anot kabına iyon geçmesini sağlar.”, “Tuz köprüsü üzerinden, anottan katota iyon geçişi olur.”, “Tuz köprüsünden katota – yüklü iyonlar, anota + yüklü iyonlar gelir.” ve “Anot kabında + yüklü iyon sayısı azalır.” şeklinde sıralanabilir (Tablo 90, s. 218). Öğrencilerde “Tuz köprüsü anot ve katot arasında çözelti içinden elektronların geçişini sağlar” şeklinde alternatif kavramın oluşmasında, elektronların katota geldikten sonra tuz köprüsünün içinden tekrardan anot kabına geçerek döngüyü bu şekilde tamamladıklarını düşünmeleri etkili olmuş olabilir (Garnett ve Treagust, 1992a, 1992b; Sanger ve Greenbowe, 1997a, Ogude ve Bradley, 1994; Özkaya, 2002). “Tuz köprüsü katottan anot kabına iyon geçmesini sağlar.” ve “Tuz köprüsü üzerinde anottan katota iyon geçişi olur.” şeklindeki alternatif kavramların oluşmasında, dış devrede elektronların hareketine bağlı olarak iyonlarında tuz köprüsü aracılığı ile bir kaptan diğerine geçtiğini düşünmeleri etkili olmuş olabilir (Sanger ve Greenbowe, 1999; Schmidt vd., 2007; Ogude ve Bradley, 1994; Karanlı ve alık, 2012). “Tuz köprüsünden katota – yüklü iyonlar, anota + yüklü iyonlar gelir.” ve “Anot kabında + yüklü iyon sayısı azalır.” şeklindeki alternatif kavramların oluşmasında ise bazı öğrencilerin katotu – yüklü, anotu ise + yüklü olarak tanımlamalarından kaynaklanan başka bir alternatif kavrama sahip olmaları etkili olmuş olabilir (Garnett ve Treagust, 1992b; Sanger ve Greenbowe (1997a, 1999; Schmidt vd., 2007). Çünkü ğrencilerin öğrenme ortamlarına alternatif kavramla gelmesi, diğer öğrenmelerini olumsuz yönde etkilemekte ve yanlış düşünceler devamlılık göstermektedir.

Tablo 90'dan (s. 218) “elektrokimyasal piller” konusunda öğretim öncesinden sonrasına alternatif kavramları tamamen giderilen öğrencilerin çoğunlukla D1 ve D2 gruplarındaki öğrencilerden oluştuğu görülmektedir. Bu bulgu deney gruplarında olumlu yönde gerçekleşen kavramsal değişim oranının, kontrol gruplarındakine göre daha fazla olduğunu gösterebilir. “Elektrokimyasal piller” konusunda deney gruplarındaki öğrencilerin olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerinde, literatürden tespit edilmiş alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilen KDM'ler, KDM uygulanırken yapılan tartışmalar ve açıklamalar etkili olmuş olabilir. Çünkü literatürde KDM'nin giriş kısmında sorulan sorularının öğrencilerin kendi fikirlerini açıklamalarında ve doğrularını nedenleri ile birlikte ilerleyen aşamada daha dikkatli dinlemelerinde etkili olduğu (Köse vd., 2006; Yürük ve Geban, 2001; Yürük, 2007) ve tartışmanın alternatif kavramların azaltılarak bilimsel kavramların açıklığa kavuşmasına yardımcı olduğu (Guzzetti vd., 1997) belirtilmektedir. Ayrıca deney gruplarında elektrokimyasal piller konusunda deneyin yanı sıra BA'lar kullanılması da öğrencilerin yaptıkları deneyde gözlenemeyen (yükseltgenme-indirgenme olaylarının, dış devrede elektronların ve tuz köprüsünde iyonların hareket yönlerinin vs.) moleküler düzeydeki olay ve süreçleri zihinlerinde daha doğru bir şekilde resmetmelerini ve canlandırmalarını sağlamış olabilir (Sanger ve Greenbowe, 2000; Yang vd., 2003; Talib vd., 2005; Doymus vd., 2010; Karslı ve Çalık, 2012). BA'lar kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerde kimya kavramlarının daha iyi ve kolay anlaşılmasına yardımcı olduğu, öğretmenler tarafından yapılan açıklamalarla ve diğer öğretim yöntem ve tekniklerle desteklenmesi durumunda kavramların akla yatkınlığını sağlaması bakımından etkili olduğu da belirtilmektedir (Yang vd., 2003; Akçay vd., 2003; Özmen ve Kolomuç, 2004). Ön testteki alternatif kavramlarını öğretim sonrasında da devam ettiren öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun kontrol gruplarındaki öğrenciler olduğu görülmektedir (Tablo 90, s. 218). Bu durum geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin elektrokimyasal piller konusundaki alternatif kavramlarını gidermede yeterli olmadığını gösterebilir (Ekici, 2007). Bununla birlikte Tablo 90'dan K1 grubundan 1 öğrencinin “Anotta indirgenme, katotta yükseltgenme olur” şeklindeki alternatif kavramda öğretim öncesinden sonrasına artış gözlemlenmiştir. Kontrol gruplarında öğrencilere yükseltgenme ve indirgenmenin ne olduğu örneklerle açıklanmasına rağmen, öğrencilerin bazılarının bu kavramları birbirinin yerine kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerinin oluşmasında kavramların algılanma şeklinin önemli olduğunun göstergesi olarak

yorumlanabilir. Benzer olarak “Tuz köprüsünden katota – yüklü iyonlar, anota + yüklü iyonlar gelir” şeklindeki alternatif kavramda ise D1 ve K2 gruplarındaki 1’er öğrencide artış gözlemlenmiştir. Her ne kadar deney gruplarında BA kullanarak tuz köprüsünde iyonların akış yönleri somutlaştırılmaya çalışılsa da bazı öğrencilerin hala olayların mikroskobik seviyede canlandırılması açısından eksiklikleri bulunmaktadır. Bu durum negatif yönde kavramsal değişim gerçekleştiren bu öğrencilerin yapılan öğretim sırasında öğretmenin yaptığı açıklamalardan bir veya birkaç noktasını yanlış yorumlamasından (Ebenezer, 2001; Coştu, 2006) ya da uygulamalara karşı ilgisiz olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca bu durum BA’ların öğretmen tarafından izletilmesinin, öğrencilerin BA’ları kendilerinin etkileşimli olarak izlememelerinin bir sonucu olabileceği gibi öğrencilerin çoğunun soyut olayları anlamlandırmada zorluk yaşamalarının bir sonucu olarak da düşünülebilir. Bunun yanı sıra bu durum bütün öğrencilerin aynı oranda kavramsal değişim gerçekleştiremeyeceği şeklinde de yorumlanabilir. Fakat uygulamalardan sonra hiçbir öğrencinin son test cevaplarında ön testte tespit edilen alternatif kavramlar haricinde yeni alternatif kavramlar oluşmamıştır.

4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu kısımda, “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyaller, öğretmen adaylarının fen bilimlerine ve fen öğretimine karşı tutumları üzerinde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt probleme yönelik tartışmalara yer verilmiştir.

4.3.1. FBÖTÖ’den Elde Edilen İstatistiksel Bulgulara Yönelik Yapılan Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin FBÖTÖ ön test sonuçları bağımsız t-testi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, grupların fen bilimlerine ve fen bilgisi öğretimine yönelik tutumlarında uygulama öncesinde anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > .05$, Tablo 91, s. 219). Bu durum aynı sınıf seviyesindeki öğrencilerin benzer fen derslerini, benzer ortamlarda benzer yöntemlerle işlemelerinin bir sonucu olarak düşünülebilir. Uygulamaya başlamadan önce deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin

tutum puanlarının eş değere yakın olması, uygulamaların tutuma etkisini karşılaştırmada önemli bir sonuç olarak düşünülebilir. Uygulamalar sonrasında FBÖTÖ son test istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin tutum ortalama puanlarında eş değer oranda artış olmuş, bu gruplar arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p > .05$, Tablo 91, s. 219). Bu durum araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin ve yapılan öğretimin öğrencilerin fen bilimlerine ve fen öğretimine karşı tutumlarını arttırmada önemli bir etkiye sahip olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanı sıra bu durum uygulamalar süresince bütün gruplarda derslerin laboratuvar ortamında ve deney yapılarak işlenmesi bu grupların fene ve fen öğretimine yönelik tutumlarında paralel oranda artışa ve etkiye sahip olarak, aralarında belirgin bir farkın oluşmamasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte Tablo 91'den (s. 219) deney gruplarındaki öğrencilerin son test tutum ortalama puanlarının anlamlı olmasa da kontrol gruplarındakine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum laboratuvar ortamında zenginleştirilmiş bir öğretim yönteminin kullanılmasının deney gruplarındaki öğrencilerin tutumlarında artışa neden olmuş olabilir. Her bir grubun ön ve son test puanları arasında yapılan bağımlı t-testi sonuçları ise K1, D1, K2 ve D2 gruplarının tutum puanlarında uygulama öncesinden sonrasına anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir ($p > .05$, Tablo 92, s. 220). Bu bulgular, öğrencilerin uygulama öncesindeki tutumları ile uygulamadan sonraki tutumları arasında belirgin bir farklılığın olmadığını, deney gruplarında 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB'lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyallerin öğrencilerin tutumlarında önemli derecede bir değişim sağlamadığını göstermektedir. Bu durum deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşmasının ve bu öğrencilerin fen öğretmeye gayretli ve istekli olmalarının bir sonucu olabilir. Tablo 93'ten (s. 221) de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan materyaller ve uygulama süreci hakkında deney gruplarındaki öğrencilerin çoğu olumlu görüş bildirmişler ve kendileri öğretmenlik yaparken buna benzer uygulamaları kullanacaklarını ifade etmişlerdir. D1 grubundaki bir öğrenci "Bende kendi öğrencilerime bilgiyi direk vermek yerine onların kendilerinin araştırma yapmasına, sonuca kendilerinin ulaşmasına imkan hazırlardım. Çünkü bu uygulamalarda birçok bilgiye deneyerek kendimiz ulaştık ve hatırımızda kaldı, bu şekilde devamı çok iyi olur (D1Ö13)" şeklinde ifade etmiştir. Deney gruplarındaki öğrencilerin materyaller ve uygulama hakkında olumlu görüş bildirmelerinde fen öğretimine yönelik

olumlu tutum geliştirmiş olmaları etkili olmuş olabilir. Deney gruplarındaki öğrencilerin görüşmelerde olumlu düşünceler sunması, deney gruplarındaki öğrencilerin son test tutum ortalama puanlarının kontrol gruplarındakine göre anlamlı olmasa da daha yüksek çıkması sonucunu desteklemektedir. Deneysel işlem sonrası deney ve kontrol gruplarının tutum puanlarının farklı çıkmamasında, öğrencilerin tutum gibi duyuşsal alan özelliklerinin kısa süre içerisinde değişmemesi etkili olmuş olabilir (Karamustafaoğlu, 2003; Sağlam, 2006; Özsevgeç 2006). Bunun yanı sıra bütün uygulamaların laboratuvar ortamında deneyler yapılarak yürütülmesi bütün gruplarda tutumun artmasına ve aralarında belirgin bir fark oluşmamasına neden olmuş olabilir. Ayrıca 3. sınıfa gelmiş fen bilgisi öğretmen adaylarının o zamana kadar ki aldıkları çeşitli eğitim dersleri onların fen öğretmeye karşı isteklerini arttırmış ve bu yöndeki tutumlarını yükseltmiş olabilir.

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu kısımda, “Fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB’lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan uygulamalar içeren rehber materyallerin ve uygulama sürecinin deney gruplarındaki öğrenci görüşleri ve araştırmacı gözlemleri açısından yansımaları nelerdir?” şeklinde ifade edilen dördüncü alt probleme yönelik tartışmalara yer verilmiştir. Deney gruplarına uygulanan materyallerin ve uygulama sürecinin değerlendirilmesi, deney gruplarındaki öğrencilerle yürütölen mülakatlardan ve deney gruplarındaki uygulamalar sürecinde yapılan araştırmacı gözlemlerinden elde edilen bulgulardan hareketle tartışılmıştır.

4.4.1. Öğrencilerinin Rehber Materyaller ve Uygulama Süreci İle İlgili Görüşlerine Yönelik Yapılan Tartışma

Deney gruplarındaki öğrencilerin rehber materyaller ve uygulama süreci hakkındaki görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin yapılan uygulamaları genel olarak olumlu görüşler sunarak ve öneride bulunarak değerlendirdikleri görölmektedir. Öğretim materyali hakkında olumlu görüş sunan öğrenciler uygulamaların bütün öğrencilerin derse aktif katılımını ve öğrendiklerinin kalıcı olmasını sağladığı, kendileri için faydalı ve etkili olduğunu, etkinliklerin dikkat çekici olduğunu, farklı tekniklerin kullanılmasının öğretimi

zenginleştirdiğini ve ders işlenirken kendilerinin eğlendiğini ifade etmişlerdir (Tablo 93, s. 221). Öğrenciler uygulamalar hakkındaki düşüncelerini sunarken daha önceki laboratuvar derslerini göz önünde bulundurarak bir karşılaştırma yoluna gitmiş ve bu dönem aldıkları fen laboratuvar uygulamalarının kendileri için daha zevkli geçtiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin böyle bir karşılaştırmayı yapmasında bu dönemki laboratuvar derslerinde diğer aldıkları laboratuvar derslerine göre ele alınan konu ve kavramlarda daha fazla verim aldıklarını ve öğrendiklerini hissetmiş olmaları etkili olmuş olabilir. Buna ek olarak öğrencilerde laboratuvar ortamında çeşitli öğretim yöntemlerin nasıl kavram öğretiminde kullanabileceği konusunda ve kazandıkları BSB'ler sayesinde bu becerileri kazandırmaya karşı kendilerinde daha fazla güven oluşmuş da olabilir. Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin ilk defa bu kadar zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamına ve eğitime maruz kalmalarının neticesi olarak onların alıştıkları sıradan laboratuvar derslerinden bir süreliğine uzaklaşmış olmalarının bir sonucu da olabilir. Ya da araştırmada kullanılan rehber materyaller öğrencilerin uygulamalara daha aktif katılmalarına ve derse karşı daha meraklı ve istekli hale gelmelerine neden olmuş olabilir. Öğrencilerin ifadelerinden bu derste ki uygulamaların onların diğer laboratuvar derslerine göre hem daha fazla yaparak yaşayarak öğrenmelerini ve bu anlamda bilgilerin daha kalıcı olmasını sağladığı hem de daha fazla oranda bilgi ve beceriye sahip olmalarını sağladığı için kendilerine daha fazla güven duydukları yorumu yapılabilir.

Öğrencilerin çoğu yapılan uygulamaların derse katılımı sağlamanın yanı sıra kendileri için oldukça faydalı ve etkili olduğunu da belirtmişlerdir (Tablo 93, s. 221). Bu durum deney gruplarındaki öğrencilerin öğretim sonunda gerçek anlamda konu ve kavramları öğrendiklerinin ve dersten verim aldıklarını hissetmelerinin bir sonucu olabilir. Ayrıca öğrencilerin farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir derste dersi geçmek için değil de öğrenmek için ders işlediklerini fark etmelerinin bir sonucu olabilir. Deney gruplarındaki öğretim materyallerinin kavramsal değişim sağlamaya ve BSB'leri geliştirmeye yönelik olacak şekilde hazırlandığı düşünüldüğünde, bu materyallerin birçok sözel ve sözel olmayan faaliyetleri içinde barındırması ve öğrencilerin birçok farklı duyusuna hitap etmesi gibi özelliklerinden dolayı onlar bu yöntemi, etkili ve faydalı bir öğretim yöntemi olarak düşünmüş olabilirler (Baki vd., 1996, Mayer, 2002).

Tablo 93 (s. 221) incelendiğinde öğrencilerin uygulamalar boyunca kullanılan etkinlikleri dikkat çekici olarak değerlendirdikleri görülmektedir. Bu etkinliklerden de özellikle BA, ÇY ve günlük hayattan düşündürücü soruların daha fazla dikkat çektiği

anlaşılmaktadır. Bu durum BA'ların renk ve hareket özellikleriyle birleşerek akılda kalıcılığı arttırmalarının, göze ve kulağa hitap ederek etkin bir öğrenme sağlayabilmesinin bir sonucu olarak düşünülebilir (Örneğin; Sanger ve Greenbowe, 2000; Reid vd., 2003). Ayrıca BA'ların öğrenciler tarafından gözlenemeyen veya anlaşılmayan süreçlerin, moleküler seviyede görülmesine yardımcı olmasının (Örneğin; Williamson ve Abraham, 1995; Kelly vd., 2004; Liu vd., 2008) ve öğrencilerin dikkatini çekmesinin (Lee vd., 2002; Urhanhe vd., 2009) bir sonucu olarak da düşünülebilir. ÇY'lerin dikkat çekici olarak değerlendirilmesinde, YAÖK'e göre tasarlanmış ve uygulanmış ÇY'nin özellikle deney aktivitelerini içeren derslerde etkileşimli öğrenme ortamının oluşturulmasına katkı sağlaması (Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas, 2004; Ayas vd., 2006; Atasoy ve Akdeniz, 2006) ve dersi daha zevkli ve eğlenceli kılarak, öğrencileri aktif hale getirmesi (Coştu ve Ünal, 2005; Gönen ve Akgün, 2005; Atasoy vd., 2007) etkili olmuş olabilir. Materyalde günlük hayattan seçilmiş örnek ve düşündürücü soruların öğrencilerin dikkatini çekmesinde ise; bu soruların öğrencilerde öğrenme gereksinimi hissettirmiş olmasının yanı sıra konuyu günlük hayatla ilişkilendirmede onlara düşünme fırsatı vermiş (Gabel, 1993b; Yiğit vd., 2001; Coştu vd., 2007; Koray, Akyaz ve Köksal, 2007) olması da etkili olmuş olabilir. Öğrencilerin görüşlerinden, geliştirilen materyallerin içerisinde öğrencilerin ilgi ve dikkatini çeken etkinliklerin önemli bir yer tuttuğu ve deney gruplarında kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinden BA, ÇY ve günlük hayattan seçilmiş örnek ve düşündürücü soruların materyallerin önemli bir kısmını oluşturduğu düşünülebilir.

Bununla birlikte bazı öğrenciler yapılan uygulamalarda farklı öğretim yöntem ve tekniklerin bir arada kullanılmasının öğretimi zenginleştirdiğini ve dersleri eğlenceli kıldığını ifade etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin alışılmışın dışında farklı yöntem ve tekniklerle derslerin ve öğretimin zenginleştirilmesine olumlu baktıklarına işarettir. Öğrencilerin bu görüşlerinden farklı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu arttırdığı söylenebilir. Bu sonuç son zamanlarda farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir birinin eksikliğini giderecek şekilde hazırlanması ve sunumunu öneren (Çepni ve Keleş, 2006; Şahin vd., 2009) ve bu tür çalışmaların etkili olduğunu kanıtlayan (Akpınar ve Ergin, 2007; Çalık, 2008; Özmen vd., 2009; Randler ve Bogner, 2009; Bayrak ve Doğan, 2009; Karlı ve Çalık, 2012) çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Mülakata katılan ve uygulamalar hakkında öneride bulunan D1 grubundaki öğrencinin ifadesi "Mesela grup sayısının azaltılması gerekir bir de kimyasal malzemeleri biz kendimiz alsaydık daha kalıcı olurdu. Onun dışında bir eksikliğin olduğunu düşünmüyorum

(D1Ö5).” şeklindedir. Deney yapılırken öğrenciler birçok deney araç gerecini kendileri yerlerinden temin etmiş, kimyasallarda tartım gerektiren durumlarda malzemeleri kendileri almış ve deneylerini kendileri yapmış olmasına rağmen bu öğrencinin bu şekilde bir yorum yapmasında bu işlemleri diğer grup arkadaşları yaptığı için bireysel deney yapmaktan hoşlanmasının bir sonucu olarak düşünülebilir. Bunun yanı sıra bu durum sınıf sayısının kalabalık olması ve öğretim elemanı sayısının az olmasının bir sonucu olarak da düşünülebilir.

4.4.2. Deney Gruplarındaki Uygulamalar Sürecinde Öğrenme Ortamı Gözlem Formuna Yönelik Yapılan Tartışma

Deney gruplarına yapılan uygulamaların 5E öğretim modelinin aşamalarına uygun bir şekilde yapıp yapılmadığını başka bir ifade ile öğretim materyallerinin uygulanabilirliğini tespit edebilmek için kullanılan gözlem formundan elde edilen veriler incelendiğinde, tüm etkinliklerin her bir aşamasının ortalama değerinin 2,5 ve üzeri değerde olduğu görülmektedir (Tablo 94, s. 224). Bu durum, 6 ayrı etkinlik halinde sunulan materyallerin YAÖK’ün 5E öğretim modelinin her bir aşamasına uygun olarak gayet başarılı bir şekilde uygulandığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Ayrıca öğretimin her iki deney grubunda da 5E öğretim modeline uygun bir şekilde yapılmasında materyalleri geliştiren kişinin uygulamayı yapması etkili olmuş olabilir. Genel olarak araştırma kapsamında geliştirilen ve uygulanan materyallerin uygulanabilirlik düzeylerinin oldukça iyi olması, uygulamayı yapan kişinin öğretmen rehber materyallerinin öngördüğü şekilde ve sıralamada, talimatlara uygun olarak, öğretimini gerçekleştirmesinin bir sonucu olabilir.

Tablo 94’ten (s. 224) gözlem formunda tüm etkinliklere ait ortalama puanlar incelendiğinde hem D1 hem de D2 gruplarında en yüksek ortalama değerde girme aşamasının olduğu görülmektedir. Bu sıralamayı açıklama, keşfetme, derinleştirme ve değerlendirme aşamaları takip etmektedir. Öğretim materyallerinin girme basamağının uygulanabilirliğine yönelik ortalama puanının diğer aşamalara göre daha yüksek çıkması durumu, öğretilecek kavramlarda öğrencilerin sahip olduğu farklı fikirlerin ve alternatif kavramların neler olduğunun ortaya çıkarılmasında başarıya ulaşıldığı ve öğrencileri derse karşı meraklı ve istekli hale getirdiği şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte Tablo 94’ten deney gruplarında en düşük ortalama değerde değerlendirme aşamasının olduğu görülmektedir. Bu durum geliştirilen materyallerin değerlendirme aşamalarının diğer

aşamalar kadar başarılı uygulanamadığını gösterebilir. Değerlendirme aşamalarının diğer aşamalara göre daha düşük başarı ile uygulanmasında bazı deneylerin uzun sürmesi ve yardımcı elemanın olmaması nedeniyle değerlendirme aşamalarına yeterli süre ayrılmamış olabilir. Buna ek olarak bazı öğrencilerin ÇY'deki boşlukları doldurmak yerine sözel olarak ifade etmeyi tercih ettikleri gözlenmiştir. Bu yüzden ÇY'yi doldurma işlemi geciktiği için değerlendirme kısmı kısıtlı süreden dolayı etkili bir şekilde uygulanamamış olabilir. Geliştirilen materyallerin uygulanabilmesi için gerekli süre pilot çalışmalardan tayin edilmesine rağmen bu durum öğrencilerin bireysel farklılıklarından, her öğrencinin boşluk doldurma işlemlerini aynı hızda yapamamasından ve deneyleri aynı sürede tamlayamamalarından kaynaklanıyor olabilir.

Genel olarak öğretim materyallerinin uygulanabilirliğine bakıldığında araştırmada geliştirilen ve uygulanan materyallerin uygulanabilirlik düzeylerinin oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda ÇY'de bütün etkinliklere ait boşluklar ve yönergelerin sıra ile belirtildiği ve 5E öğretim modelinin aşamalarının unutulmasına mahal verilmeksizin öğretmenlerin ve öğrencilerin yönlendirilmesinin sağlandığı yorumu yapılabilir. Ayrıca, materyallerin öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçları dikkate alınarak geliştirilmesinin, öğrenme ortamlarının derslere başlanmadan önce uygun olarak hazırlanmasının ve uygulamalarda öğrencilerin derse katılımının desteklenmesinin materyallerin büyük ölçüde uygulanabilirliğini arttırmada etkili olmuş olabilir.

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine göre elde edilen bulguların paralelinde yapılan tartışmalar sırasıyla sunulmuştur. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, elde edilen bulgulardan ve yapılan tartışmalardan yola çıkılarak ulaşılan sonuçlar sunulmuştur.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, fen deneylerini içeren konularda 5E öğretim modeline dayalı farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş, öğrencilerin hem BSB'lerini geliştirmelerine hem de güçlü bir kavramsal değişim sağlamalarına fırsat sunan rehber materyaller geliştirmek ve etkililiğini incelemektir. Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar araştırmanın alt problemlerine göre sırasıyla sunulmuştur.

5.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, "Araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyaller, öğretmen adaylarının BSB'lerinin gelişiminde ne derecede etkilidir?" şeklinde ifade edilen birinci alt probleme yönelik sonuçlara yer verilmiştir:

1. Araştırmada, deney gruplarında YAÖK'ün 5E öğretim modeline göre, farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerinin, kontrol gruplarında geleneksel laboratuvar ortamında yürütülen öğretim etkinliklerine göre öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
2. Araştırmada deney gruplarındaki öğrencilerin öğretim sonrasında BSB seviyelerinin anlamlı derecede daha yüksek olması, BSB basamakları dikkate alınarak ve bu basamaklara her etkinlikte vurgu yapılarak geliştirilmiş olan rehber materyallerin uygulanmasının, başka bir deyişle BSB'yi geliştirmeye yönelik uygulamalar içeren bir laboratuvar rehber materyalinin kullanılmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir.
3. Araştırmada deney gruplarındaki öğrencilerin BSB alt becerilerinin de kontrol gruplarınınkinden anlamlı derecede daha fazla olması, araştırmada kullanılan ÇY, BA, KDM, analogi ve KH gibi yöntemlerin birlikte kullanılarak öğrencilerin birçok duyu organına hitap edecek şekilde öğretimin zenginleştirilmesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir.
4. Öğrencilerin BİSBET'in "gözlem yapma" ve "değişkenleri değiştirme ve kontrol etme" becerilerini ölçen sorularından elde edilen bulgular karşılaştırıldığında; hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu BSB alt becerileri puanlarında öğretim öncesinden sonrasına anlamlı derecede bir artış olmamıştır. Bu durum, bu araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin ve uygulama süresinin öğrencilerin "gözlem

- yapma” ve “değişkenleri değiştirme ve kontrol etme” becerilerini ön testten son teste anlamlı derecede geliştirmede yeterli olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır.
5. D1 ve D2 gruplarında uygulanan materyallerin öğrencilerin “ölçme”, “verileri kaydetme”, “verileri kullanma ve model oluşturma (grafik çizme)”, “değişkenleri belirleme ve hipotez kurma” ve “deney tasarlama-yapma” becerilerini geliştirmede, K1 ve K2 gruplarında uygulanan geleneksel öğretim etkinliklerine göre anlamlı derecede daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum deney gruplarında deneye başlamadan önce konuyla ilgili bir hipotez kurdurulması, bu hipotezi test edecek deney tasarımları, deneydeki değişkenleri belirleme çalışmalarının yapılması ve kurdukları hipotezi kendilerinin test etmesi, verileri kaydetmesi ve sonuca kendilerinin ulaşması kısacası deney süresince BSB’lerin yoğun bir şekilde bizzat yaşatılması ve uygulanmasının, bir sonucu olarak düşünülmektedir.
 6. Deney gruplarındaki öğrencilerin hem BSB’nin ne olduğunu ve hangi alt basamaklardan oluştuğunu teorik olarak açıklamada hem de bu becerileri sorular üzerinde veya belli bir fen konusu üzerinde uygulamada daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Deney gruplarındaki öğrencilerin BSB’leri daha iyi açıklayabilmeleri ve kullanabilmeleri, yapılan öğretimde deney süresince hangi adımlarda hangi BSB olduğunun sorulmasının ve bu basamakların her birine yönelik uygulama yapılmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir.
 7. Öğrencilerin “sınıflama”, “verileri yorumlama” ve “sonuç çıkarma” becerilerini geliştirmede, D2 grubunun, diğer D1, K1 ve K2 gruplarına göre anlamlı derecede daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, ön bilgi düzeyleri benzer olan öğrencilere (D1 ve D2), aynı etki yapılmış olsa bile her öğrenciden aynı oranda başarı sağlanamayacağı sonucunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda araştırmacının aynı uygulamayı ikinci kez yapmasından dolayı kazandığı tecrübenin öğrencilerin performanslarında farklılık gösterebileceği sonucunu da ortaya koymaktadır.
 8. Öğrencilerin BİSBET’in “önceden kestirme” becerisini ölçen sorularından elde edilen bulgulardan, hem deney hem de kontrol gruplarında uygulanan etkinliklerin ikisinin de öğrencilerin önceden kestirme becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç her iki grupta yürütülen etkinliklerde deney etkinlikleri olduğu için deney yaparak öğrencilerin deneyim kazanmalarının önceden kestirme becerisinin gelişmesine yardımcı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

5.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, “Araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyaller, öğretmen adaylarının kavramsal değişiminde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilen ikinci alt probleme yönelik sonuçlara yer verilmiştir:

9. Deney gruplarındaki öğrencilerin KİKAT puanları anlamlı derecede kontrol gruplarına göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, öğrencilerde çoğunlukla rastlanan alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmiş rehber materyallerin deney gruplarına uygulanmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir.
10. Araştırmada ele alınan konulardaki kavramlarda öğrencilerin ön test cevapları benzer olmasına rağmen yapılan öğretimden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha bilimsel açıklamalar yapabildiği ve alternatif kavram içeren AKA kategorisindeki cevaplarında daha fazla oranda azalma olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu durum, deney gruplarında ÇY, KDM, BA, analogi, KH ve deney etkinlikleri gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerin YAÖK’ün 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılmasının öğrencilerin olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmesine yardımcı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu materyallerin birçok sözel ve sözel olmayan faaliyetleri içinde barındırmasının, öğrencilerin farklı duyu organlarına hitap edebilmesinin, onları geleneksellikten uzaklaştıran, derste aktif kılan öğretim faaliyetlerinin bir arada kullanılmasının ve küçük gruplarda tartışma ortamının yaratılmasının alternatif kavramların büyük oranda giderilmesinde etkili olduğu sonucunu da ortaya koymaktadır.
11. Araştırmada hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim sonrasında KİKAT puanlarının öğretim öncesine göre arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, öğrencilerin uygulanan derslerde ilgili kavramlar hakkında deneyim yaşamasının onların kavramsal anlamalarında artış meydana getirdiği sonucunu ortaya koymaktadır.
12. KİKAT’teki soruların her birinin değerlendirmesinden, ön test cevapları benzer olmasına rağmen yapılan öğretimden sonra deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol gruplarındaki öğrencilere göre DS-DA ve DS-KDA gibi yüksek puanlı kategorilerde verdikleri cevapların frekans ve yüzdelerinde daha fazla oranda artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyallerin, deney

gruplarındaki öğrencilerin öğretimden sonra doğru seçeneklere ulaşmasında, kavramlar hakkında neden-sonuç ilişkisi kurarak, kavram testindeki sorulara daha makul ve bilimsel açıklamalar yapmalarında daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

13. Bu araştırma kapsamında kontrol gruplarındaki öğrencilerde de deney gruplarındaki kadar olmasa da yüksek puanlı DS-DA ve DS-KDA kategorilerindeki cevaplarda artış ve alternatif kavramlarda azalma olması; öğrencilerin grupla birlikte deney yapmasının, grup arkadaşlarıyla fikir alış verişinde bulunmalarının ve geleneksel yöntemlerde kullanılsa, derslerin deneyler eşliğinde işlenmesinin öğrencilerin daha doğru açıklamalar yapabilmesine yardımcı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.
14. Öğretim sonrasında özellikle deney gruplarındaki öğrencilerde alternatif kavramların büyük ölçüde azalması, (bkz, Tablo 54, s. 170, Tablo 61, s. 180, Tablo 68, s. 189, Tablo 75, s. 198, Tablo 83, s. 208, Tablo 90, s. 218) bu gruplarda öğrencilerin alternatif kavramları da dikkate alınarak hazırlanmış materyallerin (ÇY, BA, KDM, analogi, KH ve deney gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin 5E'nin farklı aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılması ile oluşturmuş) kullanılmasının yanı sıra ÇY'de yer alan soruları cevaplama öğrencilerin aktif katılımlarının sağlanmasının da bir sonucu olarak düşünülebilir. Bu durum olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmede deney ve anlatım yöntemlerinin (geleneksel öğretim yöntemi) yalnız başına kullanılması yerine farklı kavramsal değişim yöntemlerinin birlikte kullanılarak öğretimin zenginleştirilmesinin ve geleneksellikten uzaklaşılmasının gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.
15. Deney gruplarındaki öğrenciler çoğunlukla öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramlarını giderebilmesine rağmen, bazıları bu alternatif kavramlarından tamamıyla kurtulamamıştır. Bu durum, ön kavramların öğrencilerin zihinlerinde kökleşmiş olmalarından dolayı değişime karşı oldukça dirençli olduklarının ve öğrencilerin yeni verilen bilgileri zihinlerinde tam olarak yerleştirememiş olmalarının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Ayrıca, her bireyden beklenen başarının elde edilemeyeceğinin bir sonucu olarak da düşünülmektedir.
16. Kontrol gruplarındaki öğrencilerin birçoğunun öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramlarında bir değişme olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, kontrol gruplarına uygulanan geleneksel öğretim etkinliklerinin öğrencilerin alternatif

kavramlarını azaltmada deney gruplarına uygulanan materyaller kadar etkili olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır.

17. Bu araştırma kapsamında ele alınan konularda çoğu öğrencinin başlangıçtaki alternatif kavramlarında azalma olmasına karşın, öğrencilerden bazılarının (çoğunluğu kontrol gruplarından olmak üzere) öğretimden sonra alternatif kavram sayısında artma olmuştur. Negatif yönde gerçekleşen bu kavramsal değişim, öğretim sürecinde tartışılan alternatif kavramlı fikirlerin ve sunulan bilimsel açıklamaların öğrenci tarafından yanlış yorumlanmasının, öğrencinin derslere katılmadaki ilgi ve motivasyon eksikliğinin veya sadece uygulanan testlerdeki dikkatsizliklerinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu durum ilgi ve motivasyonları farklı olan öğrencilerin birçoğunun fikirlerinde olumlu yönde kavramsal değişim gözlenmesine rağmen, bazılarının fikirlerinde olumsuz yönde kavramsal değişim de meydana gelebileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Ya da uygulanan materyallerin bazen alternatif kavramların artmasında önderlik edebileceği sonucunu ortaya koymaktadır.
18. Öğretimden önce ön testte öğrencilerin bazılarının kullandıkları terimlerin günlük dildeki gibi kullanılmasından doğan alternatif kavramlar (örneğin, nötrleşme tepkimesini çözümlerin birbirini nötrlemesi ve nötral olması şeklinde yorumlama) tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerin günlük dilden kimya kavramlarını açıklarken kullandıkları terimlerin, bilimsel anlamda kullanılan terimlerle farklı anlama sahip olabileceği ya da gündelik hayattaki dilin kullanımının öğrencilerde alternatif kavramlara neden olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.
19. Öğrencilere sözel olarak anlatılan ve hayal etmeleri istenen soyut ve moleküler düzeyde gerçekleşen olaylarda (örneğin, çözünme, reaksiyon hızı, gaz moleküllerinin hareketi, elektronların akışı) deney gruplarındaki öğrenci fikirlerinde gerçekleşen olumlu kavramsal değişimin daha fazla olması, soyut olan kimyasal süreçlerin somutlaştırılması ve konunun daha iyi kavranması bu gruplarda BA'lar kullanılmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu durum özellikle soyut konuların öğretiminde BA'lardan faydalanılması gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.
20. Araştırmada her ne kadar öğretim materyali içerisinde BA kullanılarak moleküllerin konumları ve hareketleri, elektronların ve iyonların akış yönleri somutlaştırılmaya çalışılsa da bazı öğrencilerin hala mikroskopik seviyedeki olayları zihinlerinde canlandıramamaları, BA'ların öğretmen tarafından izletilmesinin, öğrencilerin BA'ları

kendilerinin etkileşimli olarak izlememelerinin bir sonucu olabileceği gibi bütün öğrencilerin aynı oranda kavramsal değişim gerçekleştiremeyeceğinin bir sonucu olarak da düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bu durum öğrencilerin çoğunun soyut olayları anlamlandırmada zorluk yaşadıkları gerçeğinin de bir sonucudur.

21. Öğrencilerin sahip olduğu bazı alternatif kavramların (örneğin, dış basınç-buhar basıncı ve yükseltgenme-indirgenme kavramlarını karıştırmaları) bu kavramlarla ilişkili daha üst düzey kavramları açıklarken başka alternatif kavramların oluşumuna sebebiyet vermesi, öğrenci zihnindeki tüm kavramların doğrudan veya dolaylı olarak birbiriyle ilişkili olduğu ve bir alternatif kavramın diğer başka alternatif kavramın oluşmasına neden olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.
22. Bu araştırma kapsamında ele alınan konularda hiçbir öğrencinin son test cevaplarında ön testte belirlenenler haricinde yeni alternatif kavramların oluşmaması, geliştirilen materyalin ve yapılan öğretimin araştırmada yeni alternatif kavramların oluşmasına neden olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır.

5.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, “Araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyaller, öğretmen adaylarının fen bilimleri ve fen öğretimine karşı tutumları üzerinde ne derecede etkilidir?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt probleme yönelik sonuçlara yer verilmiştir:

23. Öğrencilerin uygulama öncesindeki FBÖTÖ ortalama tutum puanları ile uygulamadan sonraki puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmaması, deney gruplarında farklı öğretim yöntem ve tekniklerin 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılması ile oluşturulmuş rehber materyallerin öğrencilerin tutumlarında önemli derecede bir artış sağlamadığı sonucunu ortaya koymaktadır.
24. Araştırmada FBÖTÖ ön test puanları benzer olmasına rağmen yapılan öğretimden sonra deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin hepsinin fene ve fen öğretimine yönelik tutumlarında öğretim sonrasında benzer oranda artış olması, uygulamalar süresince bütün gruplarda derslerin laboratuvar ortamında ve deney yapılarak işlenmesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir.
25. Deney gruplarındaki öğrencilerin FBÖTÖ son test tutum ortalama puanlarının anlamlı olmasa da kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu ve bu öğrencilerden bazılarının

görüşmelerde rehber materyaller ve uygulama süreci ile ilgili olumlu ifadeler sunduğu tespit edilmiştir. Bu durum deney gruplarındaki zenginleştirilmiş laboratuvar materyallerinin anlamlı derecede olmasa da geleneksel yöntemlere göre onların tutumlarını arttırmada daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

5.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, “Araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyallerin ve uygulama sürecinin deney grubu öğrencileri ve araştırmacı gözlemleri açısından yansımaları nelerdir?” şeklinde ifade edilen dördüncü alt probleme yönelik sonuçlara yer verilmiştir:

26. Deney gruplarındaki öğrencilerin birçoğunun rehber materyaller ve uygulama süreci hakkında olumlu görüşler sunması, öğretim materyallerinin öğrenciler tarafından birçok açıdan beğenildiği sonucunu ortaya koymaktadır.
27. Öğrencilerin ifadelerinden deney gruplarındaki uygulamaların onların diğer laboratuvar derslerine göre daha fazla yaparak yaşayarak öğrenmelerini ve daha fazla oranda bilgi ve beceriye sahip olmalarına fırsat vermesinden dolayı kendilerine daha fazla güven duymalarını sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum deney gruplarında kullanılan materyallerin ve öğretim yöntemlerinin öğrencilerin derse daha aktif katılımını sağladığı ve kendilerine deney yapma konusunda daha fazla güven getirdiği sonucunu ortaya koymaktadır.
28. Öğrencilerin ifadelerinden deney gruplarındaki öğretimin onlar için oldukça faydalı ve etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum deney gruplarındaki öğretim materyallerinin kavramsal değişim sağlamaya ve BSB’leri geliştirmeye yönelik olarak hazırlanmasının ve öğrencilerin birçok farklı duyusuna hitap etmesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Ayrıca bu durum öğrencilerin uygulamalar sonrasında gerçek anlamda konu ve kavramları öğrendiklerinin farkına vardıkları ve dersten verim alarak ayrıldıkları düşüncesinde oldukları sonucunu ortaya koymaktadır.
29. Öğrencilerin uygulamalar boyunca kullanılan etkinliklerden özellikle BA, ÇY ve günlük hayattan örnek ve düşündürücü soruları daha dikkat çekici olarak değerlendirmeleri, geliştirilen materyallerin öğrencilerin ilgisini çektiği ve öğrencilerin dikkatini çekecek ve öğrenmeye merak uyandıracak BA, ÇY ve günlük hayattan soru ve örneklerin materyalin önemli bir kısmını oluşturduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

30. Öğrencilerin çoğunun laboratuvar ortamında farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılmasının öğretimi zenginleştirdiğini ve dersleri eğlenceli kıldığını ifade etmeleri, onların alışılmışın dışında farklı öğretim yöntem ve tekniklerle derslerin zenginleştirilmesine olumlu baktıkları, zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının onların ilgi ve motivasyonunu arttırdığı ve onların böyle bir öğretim ortamından hoşlandıkları sonucunu ortaya koymaktadır.
31. Deney gruplarındaki 6 ayrı konu başlığı halinde sunulan materyallerin aşamalarının başarılı bir şekilde uygulanması, araştırma kapsamında kullanılan materyallerin YAÖK'ün 5E öğretim modeline uygun bir şekilde hazırlandığı ve uygulanabilir olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Deney gruplarında geliştirilen ve uygulanan rehber materyallerin uygulanabilirliğinin yüksek olması, uygulayıcının öğretmen rehber materyallerinin öngördüğü şekilde ve sıralamada öğretimini gerçekleştirmesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir.
32. Hem D1 hem de D2 gruplarında materyallerin girme aşamalarının daha başarılı bir şekilde uygulanması, bu materyallerin girme aşamasında kullanılan soru ve etkinliklerin öğrencilerin ön bilgilerini ve alternatif kavramlarını ortaya çıkarmada ve öğrencilerin derse karşı meraklı ve istekli hale getirilmesinde etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.
33. Araştırmada öğrencilerin ÇY'deki boşlukları doldurmada aynı oranda istekli olmamalarının, bazı deneylerin uzun sürmesinin ve yardımcı eleman olmamasının sonucunda değerlendirme aşamalarına yeterli süre ayıramadığı tespit edilmiştir. Bu durum araştırma kapsamında geliştirilen rehber materyallerin değerlendirme aşamalarının diğer aşamalara göre daha az oranda bir başarı ile uygulanabildiği sonucunu ortaya koymaktadır.
34. Genel olarak öğrencilerin görüşlerinden ve gözlem formunun değerlendirilmesinden, araştırmada geliştirilen ve uygulanan materyallerin uygulanabilirlik düzeylerinin oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte araştırmada farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş bir materyalin sağladığı olumlu etkiler de düşünüldüğünde, deney gruplarında uygulanan rehber materyallerin, öğretimi zenginleştirmede, öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede, ele alınan konularda kavramsal değişim sağlamada daha başarılı ve uygulanabilirliğinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde, çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan öneriler ve araştırmacının kendi deneyimleri ve diğer araştırmacılara önerileri sırayla sunulmuştur.

6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Öğretmen yetiştiren kurumlarda, bu çalışmada ele alınan konular dışında farklı konu ve disiplinlerde bu materyallerdekine benzer çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerini bir arada bulunduran, zengin öğrenme ortamlarının oluşturulmasına fırsat veren, onların bu yöntemleri benimsemesi ve ileride kendi öğrencileri üzerinde kullanmalarına imkân sağlayan uygulamalar yaptırılabilir ve onların kavramsal değişim ve BSB gelişimine etkisi incelenebilir.
2. BSB'ler fen öğretim programlarında da sıklıkla geliştirilmesi üzerine vurgu yapılan becerilerdir. Öğrencilere beceri kazandıracak kişilerin öğretmenler olduğu düşünüldüğünde; bütün öğrencilerin bu becerilerini daha fazla geliştirmeleri, anlamlı öğrenebilmeleri ve ileri düzeyde muhakeme yapabilmeleri için diğer branşlardaki öğretmen adaylarının da benzer öğrenme ortamında deneyim yaşamalarına imkân sunabilecek benzer özellikte öğretim materyalleri geliştirilebilir. Ayrıca, farklı disiplinlerde geliştirilmiş bu çalışmada kullanılan rehber materyallere benzer özellikteki materyaller tüm öğretmen adaylarını kapsayacak şekilde derslerde uygulanması için çalışmalar yürütülebilir ve bu şekilde bütün öğretmen yetiştiren kurumların BSB ve bilimsel içerik kazandırma açılarından standart hale getirilmesi için çalışmalar yapılabilir.
3. Bu çalışmadakine benzer uygulamalar sadece hizmet öncesi eğitimde değil aynı zamanda hizmet içi kurslarda da kullanılarak öğretmenlerin BSB ve kavramsal değişimi birlikte ele alan materyallerin hazırlanması ve kullanılması konusunda farkındalıkları artırılabilir.
4. Bu çalışma kapsamında deney gruplarında uygulanan materyallerin öğrencilerin birçok BSB'sini geliştirmede etkili olmasından dolayı, BSB basamakları dikkate alınarak ve deney süresince BSB'lerin yoğun bir şekilde bizzat yaşatılarak daha fazla vurgu yapıldığı benzer rehber materyallerin ilköğretim, lise ve farklı lisans programlarındaki öğrenci gruplarında da uygulanarak etkililiği incelenebilir.

5. Birçok farklı konu ve disiplinlerde öğrencilerin BSB'lerini geliştirmeye yönelik, deney süresince BSB'lerin yoğun bir şekilde yaşatıldığı ve uygulanabilir etkinliklerin yer aldığı deney kitapları hazırlanıp, öğretmenlerin ve öğrencilerin kullanımına sunulabilir.
6. Deney gruplarında uygulanan birçok farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş rehber materyaller, öğretmen adaylarının hem BSB gelişimini hem de kavramsal değişimini sağlamada etkili olmasından dolayı, fen laboratuvarı uygulamaları dersi kapsamında etkililiği kanıtlanmış bu ve buna benzer materyallerle genişletilmiş ders kitapları hazırlanabilir ve öğretmen yetiştiren programlarda okutulabilir.
7. Bu araştırma kapsamında kontrol gruplarında da deney gruplarındaki kadar olmasa da BSB puanlarında ve kavramsal değişimde artış olması, derslerin laboratuvarlarda deneyler eşliğinde ve deneylerin de bizzat öğrenciler tarafından yapılmasının bir sonucudur. Bu açıdan fen dersleri teorik ders içeriği ve uygulama ayrımı yapılmaksızın laboratuvarlarda birlikte ele alınmalı ve grupla birlikte deney yapılarak grup arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunmaları sağlanmalıdır.
8. Kavram öğretimi ve öğreniminde öğrencilerin alternatif kavramları önemli bir yer tutmaktadır. Bu açıdan olumlu yönde kavramsal değişim sağlamak için kullanılacak öğretim materyalleri öğrencilerde çoğunlukla rastlanan alternatif kavramlar dikkate alınarak geliştirilmelidir.
9. Öğrencilerde olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmek için, deney ve anlatım yöntemlerinin (geleneksel öğretim yöntemi) yalnız başına kullanılması yerine deneyin yanı sıra farklı kavramsal değişim yönteminin birlikte kullanılarak geleneksellikten uzaklaşılması, öğretimin zenginleştirilmesi ve bunların birbirini destekleyecek ve eksikliklerini giderecek şekilde birlikte kullanılması sağlanmalıdır.
10. Öğretim materyallerinde; öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak onların farklı duyu organlarına hitap edebilen ve onları derste aktif kılan kavramsal değişim stratejisine, grup çalışmalarına ve tartışmalara yer verilmelidir.
11. Soyut ve moleküler düzeyde gerçekleşen kimyasal süreçlerin zihinde daha kolay resmedilmesi ve anlamlandırılması için öğretim materyallerinde BA'lardan faydalanılmalıdır. Bunun yanı sıra öğretmen ve öğretmen adaylarının konu ile ilgili kendi animasyonlarını geliştirebilme konusunda onlara eğitim verilebilir.
12. Bir konudaki alternatif kavram diğer konu ve kavramların öğrenilmesini olumsuz etkilemektedir. Bu açıdan alternatif kavramların erkenden önüne geçilmesinde

öğretmen ve öğretmen adaylarının varsa alternatif kavramlarının zamanında giderilmesi önemlidir. Öğretmenler öğrencilerinin ön bilgileri doğrultusunda öğretimlerini planlamalı ve eğer öğrencileri alternatif kavramlara sahipse zamanında önlem almalıdır. Ayrıca öğretmenler çağdaş yaklaşımlardan haberdar olabilmek ve kendilerini sürekli yenileyebilmek için yüksek lisans ve doktora programlarına yönlendirilebilir ve MEB bu konuda öğretmenleri teşvik edici bir politika izleyebilir.

13. Bu araştırmadaki benzer kavramsal değişim sağlamaya ve beceri geliştirmeye yönelik materyallerin yaygın olarak kullanılmasına geçilmesi için gerekli düzenlemeler yapılabilir. Yaygınlaştırma işleminin gerçekleşmesinde özellikle araştırmacıların araştırmalarında ve öğretmen adaylarının eğitim fakültelerindeki dersler kapsamında geliştirdikleri nitelikli materyalleri yükleyebilecekleri bir web sitesinin oluşturulması ve öğretmenlerin oradan arzuladıkları materyalleri kullanabilmelerine fırsat veren bir materyal bankasının oluşturulması sağlanabilir.
14. Öğretmen ve öğretmen adaylarını, laboratuvarları daha çok teorik derslerde öğrenilenlerin uygulamasının yapıldığı bir yer olarak görme alışkanlığından uzaklaştırmalı, onlara laboratuvarları BSB kazanımı ve kavram öğretimi (beceri, teorik ve uygulama) birlikte ele alarak uygulamaların yapıldığı bir öğrenme ortamı olarak görebilmeleri için bakış açısı ve alışkanlık kazandırılmalıdır. Bu şekilde derslerinin, öğrencilerce daha verimli geçmesi sağlanmış olabilir.
15. Kavram öğretiminin kalitesini arttırmak için öğrencilerin de dikkatini çekecek ve onların uygulamaya karşı istek ve merak duymalarını sağlayacak nitelikte günlük hayattan soru ve örnekler, BA ve ÇY gibi etkinlikler öğretim materyallerinin içerisinde mutlaka yer almalıdır.
16. Geliştirilen öğretim materyallerinin ele alınan öğretim felsefesine uygun olarak, etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi ve uygulanabilirliğinin artması için, materyaller geliştirilirken; uygulamaların nasıl yürütüleceğini, konunun öğretimi sürecinde nelere dikkat edileceğini, kısacası öğretmenin ihtiyaç duyabileceği tüm bilgileri, içeren öğretmen rehber kılavuzları da hazırlanmalıdır.

6.2. Araştırmacının Kendi Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler

Bu kısımda araştırmacının kendi deneyimlerine ve bu alanda çalışma yapacak diğer araştırmacılara yapılan önerilere yer verilmiştir:

1. Bu araştırmada geliştirilen materyaller araştırmacının kendisi tarafından örneklem üzerinde uygulanmış ve etkililiği incelenmiştir. Araştırmacının örneklem grubunu daha önceki yıllardan tanıyor olması ve kendi geliştirdiği materyali tanıdığı öğrenci grubu üzerinde uygulaması araştırmacı açısından bir avantaj olmuştur. Bu anlamda araştırma yapacak kişilerin ya da öğretmenlerin kendi geliştirdikleri materyali kendilerinin uygulaması ya da kendisi uygulayamıyorsa da uygulama yapacak öğretmenin rehber materyalin geliştirilme sürecine katılımı sağlanmalıdır. Buna ek olarak uygulama yapacak kişinin uygulama yapacağı öğrenci grubunu tanması için ön çalışmaların yapılması araştırmanın daha rahat yürütülmesinde fayda sağlayacaktır.
2. Araştırma kapsamında geliştirilen ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları da yapılan BİSBET ile öğrencilerin BSB'leri ve KİKAT ile de "Buharlaşma ve Kaynama", "Asit-Baz Nötrleşme Reaksiyonları", "özünme ve çözünürlüğe Etki Eden Faktörler", "Gaz Yasaları", "Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler" ve "Elektrokimyasal Piller" konularında ele alınan kavramlarda öğrencilerin kavramsal anlamaları tespit edilmiştir. Geliştirilen bu iki veri toplama aracı, yapılacak olan çalışmalarda geçerli ve güvenilir verilerin elde edilmesinde rahatlıkla kullanılabilir.
3. Araştırmada geliştirilen materyalleri uygulayan kişiler kendileri ise ön yargılardan uzaklaşmak için materyallerin uygulanabilirliği için başka araştırmacıların gözlemlerinden faydalanabilir. Benzer şekilde sınıf ortamını gözlemleyerek değerlendirmek isteyen araştırmacılara, kendileri hangi amaç için gözlem yapacaklarsa o amaca yönelik bir gözlem formu geliştirmeleri önerilebilir.
4. Bu araştırmada öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri ne derecede kendi öğrencileri üzerinde uygulayabileceği araştırılmamıştır. Bu araştırmadakine benzer bir yöntemle eğitim almış öğrencilerin okul deneyimi derslerinde öğrendikleri bilgileri uygulayabilme yeterliliklerinin nasıl olduğu ve nasıl değiştiği incelenebilir.
5. Bu çalışmada kullanılan test türlerinin (BİSBET, KİKAT ve FBÖTÖ) ve testlerdeki madde sayılarının fazla olması, buna ek olarak öğrencilerin bu testleri üç kez cevaplamaktan sıkılabilecekleri ve doğru sonuçlara ulaştırmayabileceği gerekçeleri ile

testler ön ve son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Ancak gerçekleşen değişimin kalıcılığını incelemeyi amaçlayan araştırmacılar çalışmalarında bu testleri belli bir süre sonra gecikmiş test olarak uygulayabilirler.

6. Bu çalışmada geliştirilen materyaller; (1) 5E öğretim modeline dayalı olması, (2) farklı kimya konularını bir arada ele alması, (3) farklı öğretim yöntem ve tekniklerle öğretimin zenginleştirilmesi, (4) BSB'yi geliştirmesi, (5) kavramsal değişimi sağlaması ve (6) laboratuarda kullanılmaya uygun olması gibi özelliklerinden dolayı bütün olarak ele alındığında laboratuarda kullanılacak bir öğretim paketi niteliği taşımaktadır. Bütün bu özellikleri beraberinde bulunduran bir kavramsal değişim çalışması bulunmamaktadır. Gözlem formundan elde edilen verilere göre bu çalışmada 5E öğretim modeline göre geliştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin uygulanabilirliği yüksektir. Bu açıdan düşünüldüğünde, benzer özelliklere sahip öğretim materyalleri 3E, 4E ve 7E öğretim modellerine ya da farklı öğrenme kuramlarına göre hazırlanarak bir karşılaştırma çalışması yapılabilir.
7. Bu çalışmada laboratuarda kullanılmak üzere BSB ve kavramsal anlamayı geliştirmek için hazırlanmış materyaller, bu çalışmadakine benzer bir yöntemle ve benzer veri toplama araçları kullanılarak farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilere de uygulanabilir. Örneğin, bu çalışma fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Fen bilgisi öğretmenliği 1. ve 2. sınıflarda da bu türden bir çalışma yapılarak gelişim süreci hakkında bilgi edinilmeye çalışılabilir. Ya da farklı bölümlerde olup aynı yaş gruplarındaki öğrenciler üzerinde de bu türden bir çalışma yapıp gelişim süreci hakkında karşılaştırma yapılabilir.
8. Birçok kavramsal değişim yöntemiyle zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamında öğretmen adaylarının deneyim yaşaması, onların ileride kendi öğrencilerinde bu yöntemleri nasıl kullanabileceklerine dair bakış açısı, bilgi ve deneyim kazanmalarında oldukça önemlidir. Bu yüzden hizmet öncesi eğitim kurumlarında sadece bu yöntemlerin tanıtımına ve bu yöntemlere uygun materyal geliştirilmesi çalışmalarına yoğunluk verilmemeli, kendi öğrenmelerinde de bu yöntemlerle onların deneyim yaşaması sağlanmalıdır.
9. Bu çalışmada deney gruplarında BSB gelişimi ve olumlu kavramsal değişim oranının anlamlı derecede daha fazla olmasında araştırma kapsamında geliştirilen ÇY, KDM, BA, analogi, KH ve deney etkinlikleri gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerin

YAÖK'ün 5E öğretim modelinin aşamalarına adapte edilerek bir arada kullanılmasının ve bu yöntemlerin birbirini desteklemesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Ancak gerçekleşen değişimin en fazla oranda hangi öğretim yöntem veya tekniğinden kaynaklandığı araştırılmamıştır. Bu bağlamda benzer nitelikteki gruplarda aynı konu ve kavramlar öğretilirken bu yöntemler ayrı ayrı uygulanıp, bir grupta da birlikte uygulanarak hangisinin öğrencilerde daha fazla olumlu yönde kavramsal değişim sağladığı araştırılabilir.

10. Araştırmalarda özellikle öğretmen adaylarının örneklem olarak seçilmesi ve bu araştırmadakine benzer kavramsal değişim çalışmalarının yürütülmesi, öğretmen kaynaklı oluşabilecek alternatif kavramların erkenden önüne geçilmesinde önemli bir adım olabilir.
11. Laboratuvarlar fen derslerinin doğal öğrenme ortamlarıdır. Ancak okullarda deneylerin uzun sürmesi, öğretmenlerin yetiştirmeleri gereken bir programa bağlı olması ve laboratuvar ortamında tek başına bütün düzeneklerle ilgilenmek zorunda oldukları için yorucu olması gibi çeşitli nedenlerle laboratuvar etkinliklerinin yeterince yapılmadığı bilinmektedir. Bu anlamda öğretmen ve araştırmacılar laboratuvar ortamında kendilerine yardımcı olması için bir laboratuvar yardımcı elemandan destek alabilirler.

7. KAYNAKLAR

- AAAS, 1990. Science for All Americans, Oxford University Press, New York.
- Abad, E., A., 2001. Boiling Ice, Science Teacher, 68, 1, 44-45.
- Abdullah, S. ve Shariff, A., 2008. The Effects of Inquiry-Based Computer Simulation with Cooperative Learning on Scientific Thinking and Conceptual Understanding of Gas Laws, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 4, 4, 387-398.
- 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.
- Abraham, M., R., Williamson, V., M. ve Westbrook, S., L., 1994. A Cross-Age Study of the Understanding Five Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 31, 2, 147-165.
- Abruscato, J., 2000. Teaching Children Science, Needham Heights, M.A: Allyn and Bacon, 37-52.
- Acar, B. ve Tarhan, L., 2007. Effect of Cooperative Learning Strategies on Students' Understanding of Concepts in Electrochemistry, International Journal of Science and Mathematics Education, 5, 349-373.
- Açıkkar, E., 2002. Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Çözünürlük Konusunu Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ağgöl Yalçın, F. ve Bayrakçeken, S., 2010. The Effect of 5E Learning Model on Pre-Service Science Teachers' Achievement of Acids-Bases Subject, International Online Journal of Educational Sciences, 2, 2, 508-531.
- Akar, E., 2005. Effectiveness of 5E Learning Cycle Model on Students' Understanding of Acid-Base Concepts, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Ankara.
- Akar, Ü., 2007. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Eleştirel Düşünme Beceri Düzeyleri Arasındaki İlişki, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Akçay, H., Feyzioğlu, B. ve Tüysüz, C., 2003. Kimya Öğretiminde Bilgisayar Benzeşimlerinin Kullanımının Lise Öğrencilerinin Başarısına ve Tutumuna Etkisi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 3, 1, 7-26.
- Akdeniz, A., R., Çepni, S. ve Azar, A., 1998. Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 118-125.

- Akgün, A. ve Aydın, M., 2009. Erime ve Çözünme Konusundaki Kavram Yanılgılarının ve Bilgi Eksikliklerinin Giderilmesinde Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Grup Çalışmalarının Kullanılması, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 27, 190-201.
- Akgün, A., 2009. The Relation Between Science Student Teachers' Misconceptions about Solution, Dissolution, Difusion and their Atitudes toward Science with their Achievement, Education and Science, 34, 154, 26-36.
- Akkaya, C., G., 2003. Lise İkinci Sınıflarda Reaksiyon Hızı Konusunun Öğretiminde Klasik ve Deneysel Yöntemlerin Başarıya Etkisinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Akkuş, H., Kadayıfçı, H., Atasoy, B. ve Geban, Ö., 2003. Effectiveness of Instruction Based on the Constructivist Approach on Understanding Chemical Equilibrium Concepts, Research in Science and Technological Education, 21, 2, 209-227.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2005. Yapılandırmacı Kuramda Fen Öğretmeninin Rolü, İlköğretim-Online, 4, 2, 55-64.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2007. The Effect of Interactive Computer Animations Accompanied with Experiments on Grade 6th Students' Achievements and Attitudes toward Science, International Journal of Emerging Technologies in Learning, 36- 41.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö., 2007. Bilimsel Süreç Becerileri ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33, 11-23.
- Aktamış, H., 2007. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Bilimsel Yaratıcılığa Etkisi: İlköğretim 7. Sınıf Fizik Ünitesi Örneği, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akyol İnç, N., 2009. Fen ve Teknoloji Dersi Veren Öğretmenlerin Kılavuz Kitaptaki Yöntem ve Tekniklerle İlgili Yeterliliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Allsop, R., T ve George, N., H., 1982. Redox in Nuffield Advanced Chemistry, Education in Chemistry, 19, 57-59.
- Altun Yalçın, S., Açışlı, S. ve Turgut, Ü. 2010. 5E Öğretim Modelinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel İşlem Becerilerine ve Fizik Laboratuarlarına Karşı Tutumlarına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 18, 1, 147-158
- Altunsoy, S., 2008. Ortaöğretim Biyoloji Öğretiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarılarına ve Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Alvermann, D., E. ve Hague, S., A., 1989. Comprehension of Counterintuitive Science Text: Effects of Prior Knowledge and Text Structure, Journal of Educational Research, 82, 197-202.

- Anagün, Ş. ve Yaşar, Ş., 2009. İlköğretim Beşinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersinde Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesi, İlköğretim Online, 8, 3, 843-865.
- Andersson, B., 1990. Pupils' Conceptions of Matter and Its Transformations (Age 12-16), Studies in Science Education, 18, 53-85.
- Ardaç, D. ve Muğaloğlu, E., Z., 2002. Divergent Production as an Integral Part of a Programme Designed to Improve Basic Science Process Skills. In S. M. Dingli, Ed., *Creative Thinking, An Indispensable Asset for a Successful Future*, Malta University Press, Malta, 74-84.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç., E., 2006. Animasyonların Bilgisayar Destekli Öğretime Katkısı: Bir Uygulama Örneği, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14, 2, 421-430.
- Arslan, A. ve Tertemiz, N., 2004. İlköğretimde Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesi, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2, 4, 479-492.
- Arslan, A., 1995. İlkokul Öğrencilerinde Gözlenen Bilimsel Beceriler, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ash, D., 1993. The Process Skills of Inquiry, Foundations, 2, 51-62.
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A., R., 2006. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Uygun Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Uygulama Sürecinin Değerlendirilmesi, Milli Eğitim Dergisi, 170, 157-175.
- Atasoy, Ş., Akdeniz, A., R. ve Başkan, Z., 2007. Çalışma Yapraklarının Öğrenme Sürecine Katkıları Yönünden Değerlendirilmesi, Yeditepe Üniversitesi EDU 7, 2, 2.
- Ateş, S., 2005. Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Yeteneklerinin Geliştirilmesi, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 1, 21-39.
- Atkins, P. ve Jones L., 1998. Temel Kimya: Moleküller, Maddeler ve Değişimler/Cilt 1, Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Ayas, A. ve Coştu, B., 2002. Levels of Understanding of the Evaporation Concept at Secondary Stage, Paper Presented at the First International Education Conference, Changing Times, Changing Needs, May, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa, Northern Cyprus.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A., 1997. Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 5, 518-521.
- Ayas, A., 1995a. Lise-I Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma, II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı.

- Ayas, A., 1995b. 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. ve Akdeniz, A., R., 1994a. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-I, Çağdaş Eğitim, 204, 21-24.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A., R., 1994b. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-II, Çağdaş Eğitim, 205, 7-11.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A., R., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H., Ş., 2006. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, S. Çepni, Ed., 5. Baskı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M., F., 1997. Kimya Öğretimi, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları, Bilkent, Ankara.
- Ayas, A., Özmen, H. ve Çalık, M., 2010. Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and Tertiary Level, International Journal of Science and Mathematics Education, 8, 1, 165-184.
- Ayas, A., Yılmaz, M. ve Tekin, S., 2001. Öğretmen Adaylarına Radyoaktivite Konusunun Bilgisayar Destekli Öğretim Yolu ile Sunularak Anlamli Öğrenmeye Katkısının Değerlendirilmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı: 431-435.
- Aydınlı, E., 2007. İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Performanslarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydin, S., Aydemir, N., Boz, Y., Cetin Dindar, A. ve Bektaş, O., 2009. The Contribution of Constructivist Instruction Accompanied by Concept Mapping in Enhancing Pre-service Chemistry Teachers' Conceptual Understanding of Chemistry in the Laboratory Course, Journal of Science Education and Technology, 18, 518-534.
- Aydoğın, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç., 2003. Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları, G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 2, 111-124.
- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö., 2009. The Development of Science Process Skills Scale Toward "Electricity in Our Life" Units of Science and Tehnology Course, E-Journal of New World Sciences Academy, Education Sciences, 4, 2, 296-316.
- Aydoğdu, B., 2006. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinde Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Azar, A., Presley, A., İ., ve Balkaya, Ö., 2006. Çoklu Zekâ Kuramına Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Başarı, Tutum, Hatırlama ve Bilişsel Süreç Becerilerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 45-54.

- Azizoğlu, N. ve Geban, Ö., 2004. Students' Preconceptions and Misconceptions About Gases, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 1, 73-78.
- Bağcı Kılıç, G., 2001. Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 8-22.
- Bağcı Kılıç, G., 2003. Üçüncü Ululararası Matematik ve Fen Araştırması (TIMMS): Fen Öğretimi, Bilimsel Araştırma ve Bilimin Doğası, İlköğretim Online, 2, 1, 42- 51.
- Bahar, M., Aydın, F., Polat, M. ve Bertiz, H., 2008. Fen ve Teknoloji Laboratuar Uygulamaları I-II, 1. Baskı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Bailer, J., Joyce, R. ve Ramsey, J., 1995. Teaching Science Process Skills, Torrance: Good Apple.
- Bak, Z. ve Ayas, A., 2006. Farklı Öğrenim Seviyelerindeki Öğrenciler Arasında Gaz Kavramının Gelişimi: Bir Cross-Age Çalışması, 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara.
- Bak, Z., Yaman, F. ve Ayas, A., 2008. Identifying Chemistry Students' Understanding About Gases Through Concept Mapping, XXIIIrd CESE Conference, July, Athens.
- Baki, A., Ayas, A., Akdeniz, A., R., Çepni, S., Kalkavan, A. ve Özbay, Y., 1996. Türkiye'de Eğitim Fakültelerinin Yeniden Yapılandırılması, Durum Analizi ve Öneriler, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Balcı, C., 2006. Reaksiyon Hızı Konusunda Kavramsal Değişimi Kolaylaştırmak İçin Kavramsal Değişim Metinlerine Dayalı Öğretim, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Banerjee, A., C., 1991. Misconceptions of Student and Teachers in Chemical Equilibrium, International Journal of Science Education, 13, 4, 487.
- Banerjee, A., C., 1995. Teaching Chemical Equilibrium and Thermodynamics in Undergraduate General Chemistry Classes, Journal of Chemical Education, 72, 10, 879-881.
- Bar, V. ve Galili, I., 1994. Stages of Children's Views About Evaporation, International Journal of Science Education, 16, 157-174.
- Bar, V. ve Travis, A., S., 1991. Children's Views Concerning Phase Changes, Journal of Research in Science Teaching, 28, 363-382.
- Baser, M., 2003. Effect of Instruction based on Conceptual Change Activities on Students' Understanding of Electrostatics Concepts, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Başdağ, G., 2006. 2000 Yılı Fen Bilgisi Dersi ve 2004 Yılı Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programlarının Bilimsel Süreç Becerileri Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayrak, N. ve Doğan, S., 2009. Yapılandırmacı Yaklaşımına Uygun Olarak Geliştirilen Ders Yazılımı ve Çalışma Yapraklarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığa Etkisi, Eğitim Bilimleri ve Uygulama, 8, 15, 59-82.
- Beaumont Walters, Y. ve Soyibo, K., 2001. An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills, Journal of Research in Science & Technological Education, 19, 2, 133-143.
- Bell, J., 1999. Doing Your Research Project, 3rd Edition, Open University Press Buckingham.
- Berger, C., F., 1982. Attainment of Skill in Using Science Processes, Instrumentation, Methodology and Analysis, Journal of Research in Science Teaching, 19, 3, 249-260.
- Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, R. ve Loughran, J., 1999. Helping Students Learn from Laboratory Work, Australian Science Teachers Journal, 45, 1, 27-31.
- Bevenino, M., M., Dengel, J. ve Adams, K., 1999. Constructivist Theory in the Classroom, The Clearing House, 275-278.
- Beveridge, M., 1985. The Development of Young Children's Understanding of the Process of Evaporation, British Journal of Educational Psychology, 55, 1, 84-90.
- Bilgin, I. ve Geban, O., 2006. The Effect of Cooperative Learning Approach Based on Conceptual Change Condition on Students' Understanding of Chemical Equilibrium Concepts, Journal of Science Education and Technology, 15, 1, 31-46.
- Bilgin, I., 2006. The Effects of Hands-On Activities Incorporating a Cooperative Learning Approach on Eight Grade Students' Science Process Skills and Attitudes Toward Science, Journal of Baltic Science Education, 1, 9, 1648-3898.
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö., 2001. Benzeşim (Analoji) Yöntemi Kullanarak Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denge Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Birinci Konur, K. ve Ayas, A., 2010. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Gazlarda Sıcaklık-Hacim-Basınç İlişkinsini Anlama Seviyeleri, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7, 3, 128-142.
- Blanco, A. ve Prieto, T., 1997. Pupils' Views on How Stirring and Temperature Affect the Dissolution of a Solid in a Liquid: A Cross-Age Study (12 to 18), International Journal of Science Education, 19, 3, 303-315.
- Boddy, N., Watson, K. ve Aubusson, P., 2003. A Trial of the Five Es: A Referent Model for Constructivist Teaching and Learning, Research in Science Education, 33, 1, 27-42.

- Bodner, G., M., 1990. Why Good Teaching Fails and Hard-Working Students Do Not Always Succeed, Spectrum, 28, 1, 27-32.
- Boethel, M. ve Dimock, K., V., 1999. Constructing Knowledge with Technology, Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory, Austin, Texas.
- Bogdan, R., C. ve Biklen, S., K., 1992. Qualitative Research for Education to Theory and Methods, Boston: Allyn and Bacon A Division of Simon and Schuster Inc.
- Boz, Y., 2009. Turkish Prospective Chemistry Teachers' Alternative Conceptions About Acids and Bases, School Science and Mathematics Journal, 109, 4, 212-222.
- Bozdoğan, A., E., Taşdemir, T. ve Demirbaş, M., 2006. Fen Bilgisi Öğretiminde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Etkisi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 11, 23-36.
- Bozkoyun Y., 2004. Reaksiyon Hızlarıyla ilgili Kavramları Öğretmede Kavramsal Değişimin Kolaylaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt, O. ve Olgun, Ö., S., 2005. İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi, M. Aydoğdu ve T. Kesercioğlu, Ed., Anı Yayıncılık, Ankara.
- Bozkurt, O., Orhan, A., T. ve Kaynar, G., 2008. Fen ve Teknoloji Laboratuar Uygulamaları I-II, 1. Baskı, Maya Yayınları, Ankara.
- Bradley, J., D., ve Mosimege, M., D., 1998. Misconceptions in Acids and Bases: A Comparative Study of Student Teachers with Different Chemistry Backgrounds, South African Journal of Chemistry, 51, 137-147.
- Brotherton P., N. ve Preece P., F., W., 1995. Science Process Skills: Their Nature and Interrelationships, Research in Science and Technological Education, 13, 5-11.
- Burns, J., C., Okey, J., R. ve Wise, K., 1985. Development of an Integrated Process Skills Test: TIPS II, Journal of Research in Science Teaching, 22, 2, 169-177.
- Bülbül, Y., 2010. Effects of 7E Learning Cycle Model Accompanied With Computer Animations on Understanding of Diffusion and Osmosis Concepts, Doktora tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., 2001. Deneysel Desenler: Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., 2007. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, 7. Baskı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R., W., 1997. Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices, Portsmouth, UK: Heinemann.

- Cakmakci, G., 2005. A Cross-Sectional Study of the Understanding of Chemical Kinetics Among Turkish Secondary and Undergraduate Students, PhD Thesis, The University of Leeds, UK.
- Cakmakci, G., Donnelly, J. ve Leach, J., 2005. A Cross-Sectional Study of The Understanding of The Relationships Between Concentration and Reaction Rate Among Turkish Secondary and Undergraduate Students, In: K. Boersma, O. De Jong, H. Eijkelhof, M. Goedhart, Eds., *Research and the Quality of Science Education*, Springer, Dordrecht, 483-497.
- Cakmakci, G., Leach, J. ve Donnelly, J., 2006. Students' Ideas about Reaction Rate and Its Relationship with Concentration or Pressure, *International Journal of Science Education*, 28, 15, 1795-1815.
- Canbazoglu, S., 2008. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Campbell, R., L., 1979. A Comparative Study of the Effectiveness of Process Skills Instruction on Reading Comprehension of Preservice and Inservice Elementary Teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 16, 123-127.
- Canpolat, N., 2006. Turkish Undergraduates' Misconceptions of Evaporation, Evaporation Rate, and Vapour Pressure, *International Journal of Science Education*, 28, 15, 1757-1770.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2004. Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 1, 135-146.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T. ve Sozbilir, M., 2006. Prospective Teachers' Misconceptions of Vaporization and Vapor Pressure, *Journal of Chemical Education*, 83, 8, 1237-1242.
- Carey S., Evans, R., Honda M., Jay, E. ve Unger, C., 1989. An Experiment is When You Try it and See if it Works'': A Study of Grade 7 Students' Understanding of the Construction of Scientific Knowledge, *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Carin, A., A. ve Bass, J., E., 2001. *Teaching Science As Inquiry*, Ninth Edition, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Carin, A., A., 1993. *Teaching Science Through Discovery*, Macmillan Publishing Company, Toronto, 3-17.
- Chairam, S., Somsook, E. ve Coll, R., K., 2009. Enhancing Thai Students' Learning of Chemical Kinetics, *Research in Science and Technological Education*, 27, 1, 95-115.

- 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.
- Chandrasegaran, A., L., Treagust, D., F. ve Mocerino, M., 2007. The Development of a Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation, Chemistry Education Research and Practice, 8, 3, 293-307.
- Chang, J., Y., 1999. Teacher College Students' Conceptions About Evaporation, Condensation, and Boiling, Science Education, 83, 511-526.
- 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. Council. ROC(D), 12, 3, 106-121.
- Chou, C., Y., 2002. Science Teachers' Understanding of Concepts in Chemistry, Proc. Natl. Sci. Council. ROC(D), 12, 2, 73-78.
- Colburn, A. ve Clough, M., 1997. Implementing the Learning Cycle, Science Teacher, 64, 30-33.
- Coll, R., K., France, B. ve Taylor, I., 2005. The Role of Models/and Analogies in Science Education: Implications From Research, International Journal of Science Education, 27, 2, 183-198.
- Colley, K., E., 2006. Understandig Ecology Content Knowledge and Acquiring Science Process Skills Through Project-Based Science Instruction, Science Activities, 43, 1, 26-33.
- Cosgrove, M. ve Osborne, R., 1981. Physical Change (Working Paper No. 26), Learning in Science Project, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Coştu, B. ve Ayas, A., 2005. Evaporation in Different Liquids: Secondary Students' Conceptions, Research in Science and Technological Education, 23, 1, 75-97.
- Coştu, B. ve Ünal, S., 2005. Le-Chatelier Prensibinin Çalışma Yaprakları İle Öğretimi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 1-10.
- Coştu, B., 2002. Ortaöğretimin Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaşıma, Yoğunlaşma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Coştu, B., 2006. Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeyinin Belirlenmesi: "Buharlaşıma, Yoğunlaşma ve Kaynama", Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F., Ö., 2005. Fen Öğretmen Adaylarının Çözelti Hazırlama ve Laboratuvar Malzemelerini Kullanma Yeterliliklerinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 65-72.
- Coştu, B., Ayas, A., Niaz, M., Ünal, S. ve Çalık, M., 2007. Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Boiling Concept, Journal of Science Education Technology, 16, 524-536.
- Coştu, B., Çepni, S. ve Yeşilyurt, M., 2002. Hal Değişimi ile İlgili Kavram Yanılgılarına Yönelik Bilgisayar Destekli Materyallerin Kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Coştu, B., Karataş, F., Ö. ve Ayas, A., 2003. Kavram Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanılması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 2, 33-48.
- Coulson, D., 2002. BSCS Science: An Inquiry Approach-2002 Evaluation Findings, Arnold, MD: PS International.
- Cros, D., Chastrette, M. ve Fayol, M., 1988. Conceptions of Second Year University Students of Some Fundamental Notions in Chemistry, International Journal of Science Education, 10, 331-336.
- Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J. ve Fayol, M., 1986. Conceptions of First-Year University Students of the Constituents of Matter and the Notions of Acids and Bases, European Journal of Science Education, 8, 305-313.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2004. Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Çözünme Hakkındaki Anlamaları: Olay Odaklı Bir Karşılaştırma, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 61-81.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005a. A Comparison of Level of Understanding of Grade 8 Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 42, 6, 638-667.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005b. 7-10. Sınıf Öğrencilerinin Seçilen Çözelti Kavramlarıyla İlgili Anlamalarının Farklı Karışımlar Üzerinde İncelenmesi, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 3, 3, 329-347.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005c. A Cross-Age Study on the Understanding of Chemical Solution and Their Components, International Education Journal, 6, 1, 30-41.
- Çalık, M., 2005. A Cross-Age Study of Different Perspectives in Solution Chemistry from Junior to Senior High School, International Journal of Science and Mathematics Education, 3, 671-696.
- Çalık, M., 2006. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Göre Lise 1 Çözeltiler Konusunda Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Çalık, M., 2008. Facilitating Students' Conceptual Understanding of Boiling Using a Four-Step Constructivist Teaching Method, Research in Science and Technological Education, 26, 1, 59-74.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Coll, R., K., 2007. Enhancing Pre-Service Primary Teachers' Conceptual Understanding of Solution Chemistry with Conceptual Change Text, International Journal of Science and Mathematics Education, 5, 1, 1-28.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Coll, R., K., 2009. Investigating the Effectiveness of an Analogy Activity in Improving Students' Conceptual Change for Solution Chemistry Concepts, International Journal of Science and Mathematics Education 7,4, 651-676.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ünal, S., 2006. Çözünme Kavramıyla İlgili Öğrenci Kavramlarının Tespiti: Bir Yaşlar Arası Karşılaştırma Çalışması, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 4, 3, 309-322.
- Çalık, M., Kolomuç, A. ve Karagölge, Z., 2010. The Effect of Conceptual Change Pedagogy on Students' Conceptions of Rate of Reaction, Journal of Science Education and Technology, 19, 5, 422-433.
- Çalışkan, İ., Ö. ve Kaptan, F., 2009. Constructing Science Process Skills Test, Çağdaş Eğitim Dergisi, 34, 369, 27-34.
- Çepni, S. ve Akdeniz, A., R., 1996. Fizik Öğretmenlerinin Yetiştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12, 221-226.
- Çepni, S. ve Bacanak, A., 2002. A Study on Determining Mathematics Student Teachers' Scientific Literacy, 1st International Education Conference-Changing Times Changing Needs, May, Eastern Mediterranean University, Famagusta, North Cyprus.
- Çepni, S. ve Keleş, E., 2006. Turkish Students' Conceptions About the Simple Electric Circuits, International Journal of Science and Mathematics Education, 4, 269-291.
- Çepni, S., 2005. Fen ve Teknoloji Öğretimi, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Genişletilmiş Üçüncü Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., Akdeniz, A., R. ve Ayas, A., 1994. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi (III), Çağdaş Eğitim Dergisi, 206, 24-28.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M., F., 1997. Fizik Öğretimi, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı, Ankara.
- Çetingül, P., İ. ve Geban, Ö., 2005. Kavramsal Değişim Metodu Kullanarak Asit-Baz Konusunun Anlaşılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 69-74.

- Çıray, F., 2010. İlköğretimde Disiplinler Arası Analoji Tabanlı Öğretimin Öğrencilerin Öğrenme Düzeyleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dagher, Z., R., 1994. Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?, Science Education, 78, 6, 601-630.
- Dagher, Z., R., 1995. Analysis of Analogies Used by Science Teachers, Journal of Research in Science Teaching, 32, 3, 259-270.
- Davis, K., J. ve Coskie, T., L., 2009. Hypothesis Testing: It's Okay to be Wrong (Science Shorts: Classic Classroom Activities that Emphasize Science Process Skills) (Report), Science and Children, 58-60.
- Dawson, C., C., 1999. The Effect of Explicit Instruction in Science Process Skills on Conceptual Change: A Case Study of Photosynthesis, PhD Thesis, University of Northern Colorado.
- De Vos, W. ve Verdonk, A., H., 1986. A New Road to Reaction: Part3, Teaching the Heat Effect of Reactions, Journal of Chemical Education, 63, 11, 972-974.
- Demerouti, M., Kousathana, M. ve Tsaparlis, G., 2004. Acid-Base Equilibria: Part I, Upper Secondary Students, Misconceptions and Difficulties, The Chemical Educator, 9, 122-131.
- Demir, M., 2007. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileriyle İlgili Yeterliklerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demircioğlu, G., Ayas, A. ve Demircioğlu, H., 2005. Conceptual Change Achieved Through a New Teaching Program on Acids and Bases, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 6, 1, 36-51.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A., 2004. Some Concepts Misconceptions Encountered in Chemistry: A Research on Acid and Base, Educational Sciences: Theory and Practice, 4, 1, 73-80.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H., 2004. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Etkinliklerin Uygulanmasının Etkililiğinin Araştırılması, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1, 1, 74-79.
- Demircioğlu, H. ve Atasoy, Ş., 2006. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 71-79.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2004. Kavram Yanılgılarının Çalışma Yapraklarıyla Giderilmesine Yönelik Bir Çalışma, Milli Eğitim Dergisi, 163, 120-130.
- Demirel, Ö., 1998. Eğitimde Program Geliştirme, PegemA Yayıncılık, İstanbul.

- Diakidoy, I., N., Kendeou, P. ve Ioannides, C., 2003. Reading About Energy: The Effects of Text Structure in Science Learning and Conceptual Change, Contemporary Educational Psychology, 28, 335-356.
- Dillashaw, F., G. ve Okey, J., R., 1980. Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Students, Science Education, 64, 601-608.
- Doğan, D., Aydoğan, N., Işıkgil, Ö. ve Demirci, B., 2007. Kimya Öğretmen Adayları ve Lise Öğrencilerinin Le-Chateiler Prensibinin Kavramsal Sorularla Anlama Düzeyleri ve Yanılgılarının Araştırılması, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 13, 17-32.
- Doğru, M., 2008. The Application of Problem Solving Method on Science Teacher Trainees on the Solution of the Environmental Problems, Journal of Environmental ve Science Education, 3, 1, 9-18.
- Dole, J., A., 2000. Readers, Texts and Conceptual Change Learning, Reading and Writing Quarterly, 16, 99-118.
- Dori Y., J. ve Sasson, I., 2008. Chemical Understanding and Graphing Skills in an Honors Case-Based Computerized Chemistry Laboratory Environment: The Value of Bidirectional Visual and Textual Representations, Journal of Research in Science Teaching, 45, 2, 219-250.
- Downing, J., E. ve Filer, J., D., 1999. Science Process Skills and Attitudes of Preservice Elementary Teachers, Journals of Elementary Science Education, 11, 2, 57-64.
- Doymus, K., Karacop, A. ve Simsek, U., 2010. Effects of Jigsaw and Animation Techniques on Students' Understanding of Concepts and Subjects in Electrochemistry, Education Technology Research Development, 5 6, 671-691.
- Dönmez, F. ve Azizoğlu, N., 2010. Investigation of The Students' Science Process Skills Levels in Vocational Schools: A Case of Balıkesir, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4, 2, 79-109.
- Drechsler, M. ve Van Driel, J., 2008. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-base Chemistry, Research in Science Education, 38, 5, 611-631.
- Driver, R. ve Easley, J., 1978. Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students, Studies in Science Education, 5, 61-84.
- Durmuş, J., 2009. İlköğretim Fen Bilgisi Dersinde Kavramsal Değişim Metinlerinin ve Deney Yönteminin Akademik Başarıya ve Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ebbing, D., D. ve Wrighton, M., S., 1993. General Chemistry, 4th Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, Toronto.

- Ebenezer, J., 2001. A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt, Journal of Science Education and Technology, 10, 73-91.
- Ebenezer, J., V. ve Erickson, L., G., 1996. Chemistry Students' Conception of Solubility: A Phenomenography, Science Education, 80, 2, 181-201.
- Ebenezer, J., V. ve Gaskell, P., J., 1995. Relational Conceptual Change in Solution Chemistry, Science Education, 79, 1, 1-17.
- Eken, N., 2000. Kavram Haritası Yönteminin Öğrencilerin Çözelti Konusunu Anlamalarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekici, F., 2007. Yapılandırmacı Yaklaşımına Uygun 5E Öğrenme Döngüsüne Göre Hazırlanan Ders Materyalinin Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Yükseltgenme-İndirgenme Tepkimeleri ve Elektrokimya Konuları Anlamalarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Enger, S., K. ve Yager, R., E., 1998. Iowa Assessment Handbook, The Iowa- SS&C Project, Science Education Center, The University of Iowa, Iowa City.
- Ercan, B., E., 1996. The Perceptions of Teachers on the Development of the Science Process Skills at 4 and 5 Grades, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Erdoğan, M., 2010. Grup ve Gösteri Deney Tekniklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine, Başarılarına ve Hatırda Tutma Düzeylerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ergin, İ., Kanlı, U. ve Tan, M., 2007. Fizik Eğitiminde 5E Modeli'nin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi, G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 2, 191-209.
- Falvo, D., 2008. Animations and Simulations for Teaching and Learning Molecular Chemistry, International Journal of Technology in Teaching and Learning, 4, 1, 68-77.
- Farsakoğlu, Ö., F., Şahin. Ç., Karlı, F., Akpınar, M. ve Ültay, N., 2008. A Study on Awareness Levels on Prospective Science Teachers on Science Process Skills in Science Education, World Applied Sciences Journal, 4, 2, 174-182.
- Fensham, P. ve Fensham, N., 1987. Description and Frameworks of Solutions and Reactions in Solutions, Research in Science Education, 17, 139-148.
- Fensham, P., J., 1988. Approaches to the Teaching of STS in Science Education, International Journal of Science Education, 10, 4, 346-356.
- Ferreira, L., B., M., 2004. The Role of a Science Story, Activities, and Dialogue Modelled on Philosophy for Children in Teaching Basic Science Process Skills to Fifth Graders, PhD Thesis, University of Montclair State.

- Feyzioğlu, B., 2009. An Investigation of the Relationship between Science Process Skills with Efficient Laboratory Use and Science Achievement in Chemistry Education, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 6, 3, 110-132.
- Finley, F., N., Stewart, J. ve Yarroch, W., L., 1982. Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content, Science Education, 66, 4, 531-538.
- Fishbane, P., M., Gasiorowicz, S. ve Thornton, S., T., 2003. Temel Fizik, Cilt II, Çeviri: C. Yalçın, Arkadaş Yayınevi, Ankara.
- Fung, Y., 2000. A Constructivist Strategy for Developing Teachers for Change: A Hong Kong Experience, Journal of in Service Education, 26, 1, 153-167.
- Furio-Mas, C., Calatayud, L., M., Guisasola, J., ve Furio-Gomez, 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, 1337-1358.
- Fyffe, D., W., 1971. The Development of Test Items for The Integrated Science Processes: Formulating Hypothesis and Defining Operationally, PhD Thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Gabel, D., L., 1993a. Introductory Science Skills, 2nd Edition, Prospect Heights, IL: Waveland Press.
- Gabel, D., L., 1993b. Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding, Journal of Chemical Education, 70, 3, 193-194.
- Gagne, R., M., 1965. The Psychological Basis of Science-A Process Approach, AAAS, Miscellaneous Publication, 65-68 s.
- Garnett, P., J., Garnett, P., J. ve Hackling, M., W., 1995. Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implication for Teaching and Learning, Studies in Science Education, 25, 69-95.
- Garnett, P., L. ve Treagust D., F., 1992a. Conceptual Difficulties by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations, Journal of Research in Science Teaching, 29, 2, 121-142.
- Garnett, P., L. ve Treagust, D., F., 1992b. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells, Journal of Research in Science Teaching, 29, 10, 1079-1099.
- Geban, Ö., 1990. İki Farklı Öğretim Yönteminin Lise Seviyesindeki Öğrencilerin Kimya Başarılarına, Bilimsel İşlem Becerilerine ve Kimyaya Karşı Olan Tutumlarına Etkisi, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gennaro, E., D., 1981. Assessing Junior High Students' Understanding of Density and Solubility, School Science and Mathematics, 81, 399-404.

- Gentner, D., 1983, Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy, Cognitive Science, 7, 155-170.
- Glynn, S., Duit, R., ve Thiele, R., B., 1995. Teaching with Analogies: A Strategy for Constructing Knowledge, In S.M. Glynn ve R. Duit, Eds., Learning Science in The Schools: Research Reforming Practice, Mahwah, NJ, Erlbaum.
- Gonzalez, E., J. ve Miles, J., A., 2001. TIMSS 1999 User Guide for the International Database IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Gonzalez, F., M., 1997. Diagnosis of Spanish Primary School Students' Common Alternative Science Concepts, School Science and Mathematics, 97, 2, 68-74.
- Goodwin, A., 2000. The Teaching of Chemistry: Who is the Learner?, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 1, 1, 51-60.
- Gopal, H., Kleinsmidt, J., Case, J. ve Musonge, P., 2004. An Investigation of Tertiary Students' Understanding of Evaporation, Condensation and Vapor Pressure, International Journal of Science Education, 26, 1597-1620.
- Gönen, S. ve Akgün, A., 2005. Bilgi Eksiklikleri ve Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesinde, Çalışma Yaprakları ve Sınıf İçi Tartışma Yönteminin Uygulanabilirliği Üzerine bir Araştırma, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 4, 13, 99-111.
- Griffiths, A., K. ve Preston, K., R., 1992. Grade-12 Students' Misconceptions Relating To Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 29, 6, 611-628.
- Griffiths, A., K., 1994. A Critical Analysis and Synthesis of Research on Chemistry Misconceptions, In Schmidt h-j Proceedings of the 1994 International Symposium Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics, ICASE (The International Council of Associations for Science Education) Publications, 70-99 s.
- Guzzetti, B. J., 2000. Learning Counter-Intuitive Science Concepts: What Have We Learned From Over A Decade of Research?, Reading and Writing Quaterly, 16, 2, 89-98.
- Guzzetti, B., J., Synder, T., E., Glass, G., V. ve Gamas, W., S., 1993. Promoting Conceptual Change in Science: A Comparative Meta-Analysis of Instructional Interventions from Reading Education and Science Education, Reading Research Quarterly, 28, 117-155.
- 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, 701-719.

- Güler, Z., 2010. İlköğretim Öğrencilerinin SBS Puanları ile Ders Başarıları, Bilimsel Süreç Becerileri ve Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Canpolat, N., 2002. Kavramsal Değişim Yaklaşımının Öğrencilerin Gazlar Konusunu Anlamalarına Etkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, ODTÜ Eğitim Fakültesi Bildiriler Kitabı.
- Gürşimşek, I., 1999. Öğretmen Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 25-27.
- Hackling, M., W. ve Garnett, P., J., 1985. Misconceptions of Chemical Equilibrium, European Journal of Science Education, 7, 2, 205-214.
- 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.
- Hammrich, P., L., 1997. Confronting Teacher Candidates' Conceptions of the Nature of Science, Journal of Science Teacher Education, 8, 141-151.
- Hand, B. ve Treagust, D., F., 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructivist Framework, School Science and Mathematics, 91, 172-176.
- Hand, B., M. ve Treagust, D., F., 1988. Application of a Conceptual Conflict Strategy to Enhance Student Learning of Acids and Bases, Research in Science Education, 18, 53-63.
- Hanley, S., 1994. On Constructivism, Maryland Collaborative for Teacher Preparation, NSF Cooperative Agreement, No. DUE 9252745.
- Harlen W., 1989. Developing Science in the Primary Classroom, Harlow: Oliver and Boyd, 12-30.
- Harlen, W., 1993. Teaching and Learning Primary Science, Corwin Press, London, 56-74 s.
- Harlen, W., 1999. Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills, Assessment in Education, 6, 1, 129-144.
- Harrell, E., P. ve Bailer, J., 2004. Pass the Mealworms Please: Using Mealworms to Develop Science Process Skills, Science Activities, 41, 2, 33-36.
- Harrison, A., G. ve Treagust, D., F., 1996. Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry, Science Education, 80, 5, 509-534.

- Haslam, F. ve Treagust, D., F., 1987. Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using A Two-Tier Multiple Choice Instrument, Journal of Biological Education, 21, 3, 203-211.
- Hatzinikita V. ve Koulaidis, V., 1997. Pupils' Ideas on Observation During Changes in the State of Water, Research in Science and Technological Education, 15, 1, 53-71.
- Hazır, A. ve Türkmen, L., 2008. İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri Düzeyleri, Selçuk Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 26, 81-96.
- Hazır, A., 2006. İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerini Elde Edebilme Düzeyleri, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Hegarty, H., E., 1990. The Student Laboratory and the Science Curriculum: An Overview, In E. Hegarty-Hazel Ed., *The Student Laboratory and the Science Curriculum* (pp. 3-26), New York: Routledge.
- Hoepfl, M., C., 1997. Choosing Qualitative Research: A Primer for Technology Education Researchers, Journal of Technology Education, 9, 1, 47-63.
- Huddle, P., A., White, M., W. ve Rogers, F., 2000. Simulations for Teaching Chemical Equilibrium, Journal of Chemical Education, 77, 7, 920-926.
- Hughes, C. ve Wade W., 1993. Inspirations for Investigations in Science, Scholastic Publication, Warwickshire, 5-53.
- Hwang, B., T, Hwang, H., W., 1990. A Study of Cognitive Development of the Concepts of Solution, Research Report, Taipei, Republic of China: National Science Council.
- Hynd, C., R., 2001. Refutational Texts and The Change Process, International Journal of Educational Research, 35, 699-714.
- Hynd, C., R., Alvermann, D. ve Qian, G., 1997. Preservice Elementary School Teachers' Conceptual Change About Projectile Motion: Refutation Text, Demonstration, Affective Factors, and Relevance, Science Education, 81, 1-27.
- Hynd, C., R., McWhorter, Y., J., Phares, V., L. ve Suttles, C., W., 1994. The Role of Instructional Variables in Conceptual Change in High School Physics Topics, Journal of Research in Science Teaching, 31, 9, 933-946.
- İcık, H., 2003. Lise II. Sınıf Öğrencilerinin Reaksiyon Hızı Konusunu Kavrama Düzeyleri ve Kavrama Düzeylerine Öğrencilerin Bilişsel ve Duyuşsal Özelliklerinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İnönü, E., 2005. Bilimsel Devrim ve Stratejik Anlamı, 2. Baskı, TÜBA, Ankara.

- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. ve Kıyıcı, M., 2002. Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalci Yaklaşım, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 1, 1, 1303-6521.
- Johnson, K., ve Scott, P., 1991. Diagnostic Teaching in the Science Classroom: Teaching/learning Strategies to Promote Development in Understanding about Conservation of Mass on Dissolving, Research in Science and Technological Education 9, 2, 193-212.
- Jong, T., Van Joolingen, W., R., Swaak, J., Veermans, K., Limbach, R., King, S. ve Gureghian, D., 1998. Self-Directed Learning in Simulation-Based Discovery Environments, Journal of Computer Assisted Learning, 14, 3, 235-246.
- Justi, R., 2002. Teaching and Learning Chemical Kinetics, In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust and J. H. Van Driel, Eds., *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 293-315 s.
- Justi, R., 2003. Teaching and Learning Chemical Kinetics. In *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justi, D. F. Treagust and J. H. Van Driel, Eds., Dordrecht, The Netherlands, Kluwer.
- Kaartinen, S. ve Kumpulainen, K., 2002. Collaborative Inquiry and the Construction of Explanations in the Learning of Science, Learning and Instruction, 12, 189-212.
- Kabapınar, F., Leach, J. ve Scott, P., 2004. The Design and Evaluation of a Teaching-Learning Sequence Addressing the Solubility Concept with Turkish Secondary School Students, International Journal of Science Education, 26, 5 635-652.
- Kagıtcıbası, C., 1997. Individualism and Collectivism, In J. W. Berry, M. H. Segall and C. Kagıtcıbası, Eds., *Hand-book of Cross-Cultural Psychology: Social Behavior and Applications*, Boston: Allyn and Bacon, 1-49 s.
- Kalaycı, Ş., 2008. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, 3. Baskı, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti, Ankara.
- Kalın, B. ve Arıkıl, G., 2010. Misconceptions Possessed by Undergraduate Students about the Topic “Solutions”, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 4, 2, 177-206.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R., 2008. 7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmedeki Yeterliliği, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 1, 91-125.
- Kanlı, U., 2007. 7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımı ile Doğrulama Laboratuvar Yaklaşımlarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Kavramsal Başarılarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaptan, F., 1998. Fen Öğretiminde Kavram Haritası Yönteminin Kullanılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 95-99.

- Karaca, A., Uluçınar Ş. ve Cansaran, A., 2006. Fen Bilgisi Eğitiminde Laboratuvarında Karşılaşılan Güçlüklerin Saptanması, Millî Eğitim Dergisi, 170, 250-259.
- Karahan, Z., 2006. Fen ve Teknoloji Dersinde Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrenme Ürünlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Karamustafaoğlu, S., 2003. Maddenin İç Yapısına Yolculuk Ünitesi ile İlgili Basit Araç-Gereçlere Dayalı Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Öğretim Sürecindeki Etkililiği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karasar, N., 2008. Bilimsel Araştırma Yöntemi, 17. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Karataş, F., Ö., Köse, S. ve Coştu, B., 2003. Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 1, 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, 23, 12, 485-491.
- Karlı, F. ve Şahin, Ç., 2009. Developing and Applying Work Sheet Based on Science Process Skills About Factors Effecting Solubility Topic, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9, 3.
- Karlı, F., Şahin, Ç. ve Ayas, A., 2009. Determining Science Teachers' Ideas About the Science Process Skills: A Case Study, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 1, 1, 890-895.
- Karlı, F., Yaman, F. ve Ayas, A., 2010. Prospective Chemistry Teachers' Competency of Evaluation of Chemical Experiments in Terms of Science Process Skills, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2, 2, 778-781.
- Kautz, C., H., Heron, P., R., L., Loverude, M., E. ve McDermott, L., C., 2005. Student Understanding of the Ideal Gas Law, Part 1: A Macroscopic Perspective, American Journal of Physics, 73, 11, 1055-1063.
- Kaya, O., N., 2008. A Student-Centered Approach: Assessing the Changes in Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding by Concept Mapping in a General Chemistry Laboratory, Research in Science Education, 38, 91-110.
- Kayalı, H., A. ve Tarhan, L., 2004. İyonik Bağlar Konusunda Kavram Yanılgılarının Giderilmesi Amacıyla Yapılandırmacı Aktif Öğrenmeye Dayalı Bir Rehber Materyal Uygulaması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 145-154.
- Kaymak, K., 2010. Fizik Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Sanal Tasarım Proje Modelinin Geliştirilmesi: Gülümlü Mermi Örneği, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kelly, R., M., 2005. Exploring How Animations of Sodium Chloride Dissolution Affect Students' Explanations, PhD Thesis, University of Northern Colorado, Greeley.
- Kelly, R., Phelps, A., ve Sanger, M., 2004. The Effects of a Computer Animation on Students' Conceptual Understanding of a Can-Crushing Demonstration at the Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Levels, Chemical Educator, 9, 3, 184-189.
- Kendirli, B., 2010. Fen ve Teknoloji Dersinde Kavram Haritası Kullanımının Öğrenci Tutumu, Başarısı ve Bilgi Kalıcılığına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kesamang, M., E., E. ve Taiwo, A., A., 2002. The Correlates of the Socio-Cultural Background of Botswana Junior Secondary School Students With Their Attitudes Towards And Achievements in Science, International Journal of Science Education, 24, 919-940.
- Keskinkılıç, G., 2010. İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersinde Uygulanan Yansıtıcı Düşünmeye Dayalı Etkinliklerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Başarıya Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- 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, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 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.
- Kolomuç, A. ve Tekin, S., 2011. Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate, Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 3, 2, 84-101.
- Kolomuç, A., 2009. 11.Sınıf Kimyasal Reaksiyonların Hızları Ünitesinin 5E Modeline Göre Animasyon Destekli Öğretimi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M., S., 2007. Lise Öğrencilerinin "Çözünürlük" Konusunda Günlük Yaşamla İlgili Olaylarda Gözlenen Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15, 1, 241-250.
- Koray, Ö., Köksal, M., S., Özdemir, M. ve Presley, A., İ., 2007. The Effect of Creative and Critical Thinking Based Laboratory Applications on Academic Achievement and Science Process Skills, Elementary Education Online, 6, 3, 377-389.
- Korkmaz, H., 2004. Fen ve Teknoloji Eğitiminde Alternatif Değerlendirme Yaklaşımları, Yeryüzü Yayınevi, Ankara.

- Köse, S., Ayas, A. ve Uşak, M., 2006. The Effect of Conceptual Change Texts Instructions on Overcoming Prospective Science Teachers' Misconceptions of Photosynthesis in Plants, International Journal of Environmental and Science Education, 1, 1, 78-103.
- Köseoğlu, F. ve Kavak, N., 2001. Fen Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşım, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21, 1, 139-148.
- Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Tümay, H., Kadayıfçı, H. ve Taşdelen, U., 2003. Yapılandırıcı Öğrenme Ortamı İçin Bir Fen Ders Kitabı Nasıl Olmalı, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kula, Ş., G., 2009. Araştırmaya Dayalı Fen Öğrenmenin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri, Başarıları, Kavram Öğrenmeleri ve Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurada, K., 2006. Lise II Tarih Dersinin Öğretiminde Kavram Haritası Kullanımının Öğrenmeye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurt, S., 2010. Kimyasal Reaksiyonların Hızı Ünitesine Yönelik Materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurt, Ş., 2002. Fizik Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Laçın Şimşek, C., 2010. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarındaki Deneyleri Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Analiz Edebilme Yeterlilikleri, İlköğretim Online, 9, 2 433-445.
- Laugksch, C., R., 2000. Scientific Literacy: A Conceptual Overview, Science Education, 84, 1, 71-94.
- Lawson, A., E., 1995. The Learning Cycle, Science Teaching and The Development of Thinking, S. Horne, International Thomson Publishing, 164, 132-175 s.
- LeCompte, M., D. ve Goetz, J., P., 1982. Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research, Review of Educational Research, 52, 31-60.
- Lee, A., T., Hairston, R., V., Thames, R., Lawrence, T. ve Herron, S., S., 2002. Using a Computer Simulation to Teach Science Process Skills to College Biology and Elementary Education Majors, Computer Simulations Bioscene, 28, 4, 35- 42.
- Lee, O., Eichinger, D., C., Anderson, C., W., Berkheimer, G., D. ve Blakeslee, T., D., 1993. Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 30, 249-270.

- Lin, H., Cheng, H. ve Lawrenz, F., 2000. The Assessment of Students and Teachers' Understanding of Gas Laws, Journal of Chemistry Education, 77, 2, 235-238.
- Lind, K., Science Process Skills: Preparing for the Future. <http://www.monroe2boces.org/shared/instruct/sciencek6/process.htm> 30 Mayıs 2009.
- Liu, H., C., Andre, T. ve Greenbowe, T., 2008. The Impact of Learner's Prior Knowledge on Their Use of Chemistry Computer Simulations: A Case Study, Journal of Science Education and Technology, 17, 5, 466-482.
- Liu, X., 2006. Effects of Combined Hands-on Laboratory and Computer Modeling on Student Learning of Gas Laws: A Quasi-Experimental Study, Journal of Science Education and Technology, 15, 1, 89-100.
- Liu, X., Ebenezer, J., ve Fraser, D., M., 2002. Structural Characteristics of University Engineering Students' Conceptions of Energy, Journal of Research in Science Teaching, 39, 423-441.
- Longden, K., Black, P. ve Solomon, J., 1991. Children's Interpretation of Dissolving, International Journal of Science Education, 13,1, 59-68.
- Lord, T., R., 1999. A Comparison Between Traditional and Constructivist Teaching in Environmental Science, Journal of Environmental Education, 30, 3, 22-28.
- Loverude, M., E., Kautz, C., H., Heron, P., R., L., 2002. Student Understanding of the First Law of Thermodynamics: Relating Work to the Adiabatic Compression of an Ideal Gas, American Journal of Physics, 70, 2, 137-148.
- Ludeman, R., R., 1975. Development of the Science Processes Test (TSPT), PhD Thesis, Michigan State University, MI.
- Lynch, M., D., 1997. The Effect of Cognitive Style, Method of Instruction and Visual Ability on Learning Chemical Kinetics, PhD Thesis, Iowa State University, Iowa.
- Mann, M. ve Treagust, D., F., 1998. A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conception of Breathing, Gas Exchange and Respiration, Australian Science Teachers Journal, 44, 2, 55-59.
- Marek, E., A., 1986. They Misunderstand, But They'll Pass, The Science Teacher, 32-35.
- Martin, M., O., Mullis, I., V., S. ve Foy, P. (with Olson, J., F., Erberber, E., Preuschoff, C. and Galia, J.), 2008. TIMSS 2007 International Science Report: Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- MaryKay, O. ve Megan, T., 2007. Analogies and the 5E Model: Suggestions for Using Analogies in Each Phase of the 5E Model, The Science Teacher, 74, 1, 40-45.

- Mastrilli, T., M., 1997. Instructional Analogies Used By Biology Teachers: Implications For Practice and Teacher Preparation, Journal of Science Teacher Education, 8, 3, 187-204.
- Mayer, R., E., 2002. Rote Versus Meaningful Learning, Theory into Practice, 41, 4, 226- 231.
- McDermott, D., 1993. Book Review of Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project (D.B. Lenat and R.V. Guha). Artificial Intelligence, 61.
- McElwee, P., 1991. Transition From Personal to Scientific Understanding, Research in Science and Technological Education, 9, 2, 139-156.
- Mcleod, R. J., Berkheimer, G., D., Fyffe, D., W. ve Robison, R., W., 1975. The Development of Criterion-Validated Test Items for Four Integrated Science Processes, Journal of Research in Science Teaching, 12, 3, 415-421.
- Meador, K., S., 2003. Thinking Creatively About Science Suggestions for Primary Teachers, Gifted Child Today, 26, 1, 25-29.
- MEB, 2004. Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf, MEB Yayınları, Ankara.
- Mikkila Erdmann, M., 2001. Improving Conceptual Change Concerning Photosynthesis Through Text Design, Learning and Instruction, 11, 3, 241-257.
- Molitor, L., L. ve Kenneth, G., D., 1976. Development of a Test of Science Process Skills, Journal of Research in Science Teaching, 13, 5, 405-412.
- Monhardt, L. ve Monhardt, R., 2006. Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books, Early Childhood Education Journal, 34, 1, 67- 71.
- Moore, R., W. ve Foy, H., L., R., 1997. The Scientific Attitude Inventory: A Revision (SAI-II), Journal of Research in Science Teaching, 34, 327-336.
- Nakhleh, M., B., 1994. Students Models of Matter in the Context of Acid–Base Chemistry, Journal of Chemical Education, 71, 495-499.
- 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, 10, 1077-1096.
- Nakhleh, M., B. ve Mitchell, R., C., 1993. Concept Learning Versus Problem Solving: There is a Difference (SYM), Journal of Chemical Education, 70, 190-193.
- Nakhleh, M., B., 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions, Journal of Chemical Education, 69, 3, 191-196.
- Nakiboğlu, C., Benlikaya, R. ve Kalın, Ş., 2002. Kimya Öğretmen Adaylarının Kimyasal Kinetik ile İlgili Yanlış Kavramlarının Belirlenmesinde V-Diyagramının

Kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Eylül, Ankara.

- Nakiboğlu, C. ve Özkılıç Arık, R., 2006. 4. Sınıf Öğrencilerinin “Gazlar” ile İlgili Kavram Yanılgılarının V-Diyagramı Kullanılarak Belirlenmesi, Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 1, 2.
- Nakiboğlu, C., İşbilir, A., 2001. Orta öğretim Kurumlarında Biyoloji Derslerinde Görevli Öğretmenlerin Laboratuvardan Yararlanma Durumlarının Değerlendirilmesi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.
- Niaz, M. ve Chacon, E., 2003. A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry, Journal of Science Education and Technology, 12, 2, 129-134.
- Niaz, M. ve Robinson, W., R., 1992. From ‘Algorithmic Mode’ to ‘Conceptual Gestalt’ in Understanding the Behavior of Gases: An Epistemological Perspective, Research in Science and Technological Education, 10, 53-64.
- Niaz, M., 2002. Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Electrochemistry, International Journal of Science Education, 24, 425-439.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A. ve Liendo, G., 2002. Arguments, Contradictions, Resistances, and Conceptual Change in Students' Understanding of Atomic Structure, Science Education, 86, 505-525.
- Nicoll, G., Francisco, J. ve Nakhleh, M., 2001. An Investigation of the Value of Using Concept Maps in General Chemistry, Journal of Chemistry Education, 78, 8, 1111-1117.
- Nicosia, A., M., L., Mineo, S., R., M. ve Valenza, M., A., 1984. The Relationship Between Science Process Abilities of Teachers and Science Achievement of Students: An Experimental Study, Journal of Research in Science Teaching, 21, 853-858.
- Nieswandt, M., 2001. Problems and Possibilities for Learning in an Introductory Chemistry Course From a Conceptual Change Perspective, Science Education, 85, 158-179.
- Novak, J., D. ve Gowin, D., B., 1984. Learning How to Learn, Cambridge Press.
- Ogude, A., N. ve Bradley, J., D., 1994. Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells, Journal of Chemical Education, 71, 1, 29-34.
- Orgill, M. ve Bodner, G., 2004. What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 5, 1, 15-32.
- Osborne, R., J. ve Cosgrove, M., M., 1983. Children's Conceptions of the Changes of State of Water, Journal of Research in Science Teaching, 20, 825-838.
- Osborne, R., J. ve Wittrock, M., C., 1983. Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67, 4, 489-508.

- Ostlund, K., 1998. What Research Says About Science Process Skills: How Can Teaching Science Process Skills Improve Student Performance in Reading, Language Arts, and Mathematics?, Electronic Journal of Science Education, 2, 4.
- Ostlund, K., L., 1992. Science Process Skills: Assessing Hands on Student Performance, California: Addison Wesley.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1, 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özdemir, M., 2004. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Laboratuvar Yönteminin Akademik Başarı, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Özden, M., 2009. Prospective Science Teachers' Conceptions of the Solution Chemistry, Journal of Baltic Science Education, 8, 2, 69-78.
- Özdilek, Z. ve Ergül, R., 2004. Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Çözünme Olayı Hakkındaki Görüşleri ve Kavram Yanılgılarına Yönelik Bir Çalışma, Gazi Üniversitesi, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı III.
- Özkaya, A., R., 2002. Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells, Journal of Chemical Education, 79, 6, 735-738.
- Özkaya, A., R., Üce, M., Sarıçayır, H. ve Şahin, M., 2006. Effectiveness of a Conceptual Change-Oriented Teaching Strategy to Improve Students' Understanding of Galvanic Cells, Journal of Chemical Education, 83, 11, 1719-1723.
- Özmen, H. ve Kolomuç, A., 2004. Bilgisayarlı Öğretimin Çözümler Konusundaki Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 12, 1, 57-68.
- Özmen, H., 2004. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3, 1.
- Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Coll, R., K., 2009. A Comparative Study of the Effects of a Concept Mapping Enhanced Laboratory Experience on Turkish High School Students' Understanding of Acid-Base Chemistry, International Journal of Science and Mathematics Education, 7, 1-24.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G., 2009. The Effects of Conceptual Change Texts Accompanied with Animations on Overcoming 11th Grade Students' Alternative Conceptions of Chemical Bonding, Computers & Education, 52, 3, 681-695.
- Özmen, H., ve Demircioğlu, G., 2003. Asitler ve Bazlar Konusundaki Öğrenci Yanlış Anlamalarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 159, 111-119.

- Özmen, H. ve Yıldırım, N., 2005. Çalışma Yapraklarının Öğrenci Başarısına Etkisi: Asitler ve Bazlar Örneği, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 2, 2.
- Özsevgeç, T., 2006. Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeli'ne Göre Geliştirilen Öğrenci Rehber Materyalinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3, 2.
- Öztürk, Ç., 2008. Coğrafya Öğretiminde 5E Modelinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pabuçcu, A., 2008. Improving 11th Grade Students' Understanding of Acid-Base Concepts by Using 5E Learning Cycle Model, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Padilla, J., M., Okey, J., R. ve Garrand, K., 1984. The Effects of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement, Journal of Research in Science Teaching, 21, 3, 277-287.
- Paik, S., H., Kim, H., N., Cho, B., K. ve Park, J., W., 2004. K-8th Grade Korean Students' 'Conceptions of Changes of State' and 'Conditions for Changes of State', International Journal of Science Education, 26, 2, 207-224.
- Palmer, D., H., 2003. Investigating The Relationship Between Refutational Text and Conceptual Change, Science Education, 87, 663-684.
- Papageorgiou, G. ve Sakka, D., 2000. Primary School Teachers' Views on Fundamental Chemical Concepts, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 1, 2, 237-247.
- Pekmez, E., S., Johnson, P. ve Gott, R., 2005. Teachers' Understanding of The Nature and Purposes of Practical Work, Research in Science and Technological Education, 23, 1, 3-23.
- Pfaffenberger, R., C. ve Patterson, J., H., 1981. Statistical Methods, Richard D. Irwin (Homewood, Ill), Ontario.
- Pfundt, H. ve Duit, R., 2000. Bibliography: Students Alternative Frame-Works and Science, IPN, Kiel, Germany.
- Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N., 2002. Fen Eğitiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımı-II: Kavram Değiştirme Metinleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 10, 2, 281-286.
- Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N., 2003. Students Understanding of Solutions Chemistry Concepts, Journal of Chemistry Education, 80, 11, 1328-1332.
- Pınarbaşı, T., 2002. Çözünürlük ile İlgili Kavramların Anlaşılmasında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Pınarbaşı, T., 2007. Turkish Undergraduate Students' Misconceptions on Acids and Bases, Journal of Baltic Science Education, 6, 1, 23-34.
- 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.
- Posner, G., J., Strike, K., A., Hewson, P., W. ve Gertzog, W., A., 1982. Accommodation of Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, Science Education, 66, 211-227.
- Prieto, T., Blanco, A. ve Rodriguez, A., 1989. The Ideas of 11 to 14-Year-Old Students About The Nature of Solutions, International Journal of Science Education, 11, 4, 451-463.
- Raghavan, K., Sartoris, M., L. ve Glaser, R., 1998. Why Does It Go Up? The Impact of the MARS Curriculum as Revealed Through Changes in Student Explanations of a Helium Balloon, Journal of Research in Science Teaching, 35, 5, 547-567.
- Randler, C. ve Bogner, F., X., 2009. Efficacy of Two Different Instructional Methods Involving Complex Ecological Content, International Journal of Science and Mathematics Education, 7, 315- 337.
- Reid, D., J., Zhang, J. ve Chen, Q., 2003. Supporting for Scientific Discovery Learning in Simulation Environment, Journal of Computer Assisted Learning, 19, 9-20.
- Rezba, R., J., Sprague, C., Fiel, R., L. ve Funk, H., J., 1995. Learning and Assessing Science Process Skills, Third Edition, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, IA.
- Roberts, L., 2003. Creativity, Tech Directions, 63, 3.
- Robins, L., I., Villagomez, G., Dockter, D., Christopher, E., Ortiz, C., Passmore, C. ve Smith, M., H., 2009. An Investigation into Student Understanding of the Gas Laws, The Science Teacher, 76, 6, 35-40.
- Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S. ve Gren, G., 2001. Improving Pre-laboratory Preparation of First Year University Chemistry Students, International Journal of Science Education, 23, 10, 1053-1071.
- Ronen, M. ve Eliahu, M., 2000. Simulation - a Bridge Between Theory and Reality: The Case of Electric Circuits, Journal of Computer Assisted Learning, 16, 1, 14-26.
- Ross, B., H., 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.
- Ross, H., B., 1989. High School Students' Concepts of Acids and Bases, Master's Thesis, Queen's University, Kingston, Ontario.

- Roth, W., M. ve Roychoudhury, A., 1993. The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts, Journal of Research in Science Teaching, 30, 127-152.
- Ruiz Primo, M., A. ve Shavelson R., J., 1996. Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Education, Journal of Research in Science Teaching, 33, 6, 569-600.
- Russell, J., W., Kozma, R., B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. ve Davis, J., 1997. Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning of Chemical Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 330-334.
- Russell, T., Harlen, W. ve Watt, D., 1989. Children's Ideas About Evaporation, International Journal of Science Education, 11, 556-576.
- Saat, R., M., 2004. The Acquisition of Integrated Science Process Skills in a Web-Based Learning Environment, Research in Science and Technological Education, 22, 1, 23- 40.
- Sağlam, M., 2006. Işık ve Ses Ünitesi Konusunda 5E Modeline Uygun Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka, A. ve Akdeniz, A., 2006. Genetik Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilmesi ve 5E Modeline Göre Uygulanması, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 5, 1, 1303-6521.
- Saka, A., Z. ve Yılmaz, M., 2005. Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarına Dayalı Materyal Geliştirme ve Uygulama, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 3, 120-131.
- Sands, M. ve Özçelik, D., A., 1997. Okullarda Uygulama Çalışmaları, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Sanger, M., J. ve Greenbowe T., J., 1999. An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells, Journal of Chemical Education, 76, 6, 853-860.
- Sanger, M., J. ve Greenbowe, T., J., 1997a. Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolytic Solutions and the Salt Bridge, Research, Science & Education, 7, 74, 819-823.
- Sanger, M., J. ve Greenbowe, T., J., 1997b. Common Student Conceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells, Journal of Research in Science Teaching, 34, 4, 377-398.
- Scharmann, L., C., 1989. Developmental Influences of Science Process Skill Instruction, Journal of Research in Science Teaching, 26, 8, 715-726.

- Sanger, M., J. ve Greenbowe, T., J., 2000. Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies, International Journal of Science Education, 22, 5, 521-537.
- Schmidt, H., 1991. A Label as a Hidden Persuader: Chemists' Neutralization Concept, International Journal of Science Education, 13, 4, 459-471.
- Schmidt, H., J., Marohn, A. ve Harrison, A., G., 2007. Factors That Prevent Learning in Electrochemistry, Journal of Research in Science Teaching, 44, 2, 258-283.
- Schwartz, R., S., Lederman, N., G. ve Crawford, B., A., 2004. Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry, Science Education, 88, 4, 610-645.
- Serin, G., 2009. The Effect of Problem Based Learning Instruction on 7th Grade Students' Science Achievement, Attitude Toward Science and Scientific Process Skills, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sevim, S., 2007. Çözeltiler ve Kimyasal Bağlanma Konularına Yönelik Kavramsal Değişim Metinleri Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Seymen, N., 2003. Elektrik ve Elektroliz Konularında Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sheppard, K., 1997. A Qualitative Study of High School Students' Pre- and Post-Instructional Conceptions in Acid-Base Chemistry, PhD Thesis, Teachers College, Columbia University, New York.
- Sheppard, K., 2006. High School Students' Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena, Chemistry Education: Research and Practice, 7, 32-45.
- Shymansky, J., A., 1992. Using Constructivist Ideas to Teach Science Teachers about Constructivist Ideas or Teachers Are Students Tool, Journal of Science Teacher Education, 3, 2, 53-57.
- Sinan, O. ve Uşak, M., 2011. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerinin Değerlendirilmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8, 15, 333-348.
- Sinclair, K., J., Renshaw, C., E. ve Taylor, H., A., 2004. Improving Computer Assisted Instruction in Teaching Higher Order Skills, Computers & Education, 42, 169-180.
- Sisovic, D. ve Bojovic, S., 2000. On the Use of Concept Maps at Different Stages of Chemistry Teaching, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 1, 1, 135-144.

- Sittirug, H., 1997. The Predictive Value of Science Process Skills, Cognitive Development, Attitude Toward Science on Academic Achievement in a Thai Teacher Institution, PhD Thesis, University of Missouri, Columbia, United States.
- Sizmur, S. ve Osborne, J., 1997. Learning Processes and Collaborative Concept Mapping, International Journal of Science Education, 19, 10, 1117-1135.
- Smerdan, B., A. ve Burkam, D., T., 1999. Access to Constructivist and Didactic Teaching: Who Gets It? Where is It Practiced?, Teachers College Record, 101, 1, 5-34.
- Smith, K., 1995. Science Process Assessments for Elementary and Middle School Students. <http://www.scienceprocesstests.com/> 23 Mayıs 2010.
- Smith, K., J. ve Metz, P., A., 1996. Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry Through Microscopic Representation, Journal of Chemical Education, 73, 3, 233-235.
- Solano Flores, G., 2000. Teaching and Assessing Science Process Skills in Physics: The Bubbles Task, Science Activities, 37, 1, 31-37.
- Stavy, R., 1988. Children's Conception of Gas, International Journal of Science Education, 10, 5, 553-560.
- Stieff, M. ve Wilensky, U., 2003. Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom, Journal of Science Education and Technology, 12, 3, 285-302.
- Sun, Y., C., 2009. Using a Two-Tier Test in Examining Taiwan Graduate Students' Perspectives on Paraphrasing Strategies, Asia Pacific Educational Review, 10, 399-408.
- Şahbaz, Ö., 2010. İlköğretim 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri, Problem Çözme Becerileri, Akademik Başarıları ve Hatırda Tutma Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S., 2011. "Yüzme- Batma, Kaldırma Kuvveti ve Basınç" Kavramları ile İlgili İki Aşamalı Kavramsal Yapılardaki Farklılaşmayı Belirleme Testi Geliştirilmesi, Journal of Turkish Science Education (TUSED), 8, 1, 79-110.
- Şahin, Ç., 2010. İlköğretim 8. Sınıf "Kuvvet ve Hareket" Ünitesinde "Zenginleştirilmiş 5e Öğretim Modeli"ne Göre Rehber Materyaller Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şahin, Ç., Çalık, M. ve Çepni, S., 2009. Using Different Conceptual Change Methods Embedded Within 5E Model: A Sample Teaching of Liquid Pressure, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 1, 3, 115-125.

- Şahin, T., Y. ve Yıldırım, S., 1999. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Şeker, A., 2006. Facilitating Conceptual Change in Atom, Molecule, Ion, and Matter, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şencan, H., 2005. Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlik ve Geçerlilik, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Şendur, G., Toprak, M. ve Pekmez, E., Ş., 2008. Buharlaştırma ve Kaynama Konularındaki Kavram Yanılgılarının Önlenmesinde Analoji Yönteminin Etkisi, Ege Eğitim Dergisi, 9, 2, 37-58.
- Şengel, E., Özden, Y. ve Geban, Ö., 2002. Bilgisayar Benzetişimli Deneylelerin Lise Öğrencilerinin Yer Değiştirme ve Hız Kavramlarını Anlamalarındaki Etkisi, ODTÜ, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı II: 1424-1429.
- Şenocak, E., Taşkesenligil, Y. ve Sözbilir, M., 2007. A Study on Teaching Gases to Prospective Primary Science Teachers Through Problem-Based Learning, Research in Science Education, 37, 3, 279-290.
- Şenyüz, G., 2008. 2000 Yılı Fen Bilgisi ve 2005 Yılı Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programlarında Yer Alan Bilimsel Süreç Becerileri Kazanımlarının Tespiti ve Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şimşek, L., C., 2010. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarındaki Deneyleleri Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Analiz Edebilme Yeterlilikleri, İlköğretim Online, 9, 2, 433-445.
- Taber, K., S., 2002. Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure, Royal Society of Chemistry, London.
- Talib, O., Matthews, R. ve Secombe, M., 2005. Computer-Animated Instruction and Students' Conceptual Change in Electrochemistry: Preliminary Qualitative Analysis, International Education Journal, 5, 5, 29-42.
- Tamer, P., İ., 2006. Effect of Conceptual Change Texts Accompanied With Analogies on Promoting Conceptual Change in Acid and Base Concepts, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tamir, P., 1971. An Alternative Approach to the Construction of Multiple-Choice Test Items, Journal of Biological Education, 5, 305-307.
- Tan, K., C., D., Goh, K., N., Chia, S., L. 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.

- Tan, M. ve Temiz, B., K., 2003. Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri ve Önemi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 13, 89-101.
- Tannenbaum, R., S., 1968. The Development of the Test of Science Processes, PhD Thesis, Columbia University, New York.
- Tannenbaum, R., S., 1971. Development of the Test of Science Processes, Journal of Research in Science Teaching, 8, 2, 123-136.
- Taş, E., 2006. Web Tasarımlı Bir Fen Bilgisi Materyalinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taştan, Ö., Yalçinkaya, E. ve Boz, Y., 2010. Pre-Service Chemistry Teachers' Ideas About Reaction Mechanism, Journal of Turkish Science Education, 7, 1, 47-60.
- Tatar, N., 2006. İlköğretim Fen Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tatar, N., Korkmaz, H. ve Şaşmaz Ören, F., 2007. Effective Tools as a Developing Scientific Process Skills in Inquiry-Based Science Laboratories: Vee and I Diagrams, Elementary Education Online, 6, 1, 76- 92.
- Tavukçu, F., 2008. Fen Eğitiminde Bilgisayar Destekli Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilgisayar Kullanmaya Yönelik Tutuma Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Taylor, M., 1990. Effectiveness in Education and Training: The Theory and Practice of Personnel Development, Avebury Gower Publishing Company, England.
- Taylor, N. ve Coll, R., 1997. The Use of Analogy in the Teaching of Solubility to Pre-service Primary Teachers, Australian Science Teachers' Journal, 43, 4, 58-64.
- Tekin, H., 1991. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Yargı Yayınevi, Ankara.
- Temiz, B., K. ve Tan, M., 2009. The Abilities of First Grade Students to Identify Variables and Set Hypothesis at High School, Kastamonu Eğitim Dergisi, 17, 1, 195-202.
- Temiz, B., K., 2001. Lise 1. Sınıf Fizik Dersi Programının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Uygunluğunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temiz, B., K., 2007. Fizik Öğretiminde Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temiz, B., K., Taşar, M., F. ve Tan, M., 2006. Development and Validation of a Multiple Format Test of Science Process Skills, International Education Journal, 7, 7, 1007-1027.

- Tezcan, H. ve Bilgin, E., 2004. Liselerde Çözünürlük Konusunun Öğretimde Laboratuvar Yönteminin ve Bazı Faktörlerin Öğrenci Başarısına Etkileri, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 3, 175-191.
- Tezcan, H. ve Günay, S., 2003. Lise Kimya Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına İlişkin Öğretmen Görüşleri, Milli Eğitim Dergisi, 159, 195-202.
- Tezcan, H. ve Salmaz, Ç., 2005. Atomun Yapısının Kavratılmasında ve Yanlış Kavramaların Giderilmesinde Bütünleştirici ve Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Etkileri, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 1, 41-54.
- Tezcan, H. ve Yılmaz, Ü., 2003. Kimya Öğretiminde Kavramsal Bilgisayar Animasyonları ile Geleneksel Anlatım Yönteminin Başarıya Etkileri, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 14, 18-31.
- Thiele, R., B. ve Treagust, D., F., 1994. An Examination of High Scholl Chemistry Teachers' Analogical Explanations, Journal of Research in Science Teaching, 31, 3, 227-242.
- Tobin, K., G. ve Capie, W., 1982. Development and Validation of a Group Test of Integrated Science Processes, Journal of Research in Science Teaching, 19, 2, 133-141.
- Treagust, D., Duit, R. ve Nieswandt, M., 2000. Sources of Students' Difficulties in Learning Chemistry, Educación Química, 11, 2, 228-235.
- Treagust, D., F. ve Chandrasegaran, A., L., 2007. The Taiwan National Science Concept Learning Study in an International Perspective, Journal of Science Education, 29, 4, 391-403.
- Treagust, D., F., 1988. Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science, International Journal of Science Education, 10, 2, 159-169.
- Treagust, D., F., Harrison, A., G. ve Venville, G., J., 1998. Teaching Science Effectively with Analogies: An Approach For Preservice and Inservice Teacher Education, Journal of Science Teacher Education, 9, 2, 85-101.
- Trey, L. ve Khan, S., 2008. How Science Students can Learn about Unobservable Phenomena Using Computer-Based Analogies, Computers & Education, 51, 2, 519-529.
- Trowbridge, L., Bybee, R. ve Powell., J. 2000. Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy, Columbus, OH: Merrill.
- Tupin, T. ve Cage, B., N., 2004. The Effects of an Integrated, Activity-Based Science Curriculum on Student Achievement, Science Process Skills, and Science Attitudes, Electronic Journal of Literacy Through Science, 3, 1-16.
- Turgut, M., F., 1995. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları, Yargıcı Matbaası, Ankara.

- Turgut, M., F., Boker, D., Cunningham, R., ve Piburn, M., 1997. İlköğretim Fen Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Türk, F., Ayas, A. ve Karşlı, F., 2010. Effectiveness of Analogy Technique on Students' Achievement in General Chemistry Laboratory, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2, 2, 2717-2721.
- Türkmen, L., 1999. A Study of Undergraduate Science Education Major Students' Attitudes Towards Science and Science Teaching at Four-Year Teachers Colleges in Turkey, PhD Thesis, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- Tüysüz, C., 2009. Development of Two-Tier Diagnostic Instrument and Assess Students' Understanding in Chemistry, Scientific Research and Essay, 4, 6, 626-631.
- Tytler, R., 2000. A Comparison of Year 1 and Year 6 Students' Conceptions of Evaporation and Condensation: Dimensions of Conceptual Progression, International Journal of Science Education, 22, 5, 447- 467.
- Urhanhe, D., Nick, S. ve Schanze, S., 2009. The Effect of Three Dimensional Simulations on the Understanding of Chemical Structures and Their Properties, Research in Science Education, 39, 495-553.
- URL-1, http://timssandpirls.bc.edu/timss1999i/science_achievement_report.html (TIMSS-R) International TIMSS, 1999 Science Report.13 Şubat 2009.
- URL-2, <http://timss.bc.edu/TIMSS2007/sciencereport.html> (TIMSS-R) International TIMSS, 2007 Science Report. 3 Ocak 2009.
- URL-3, <http://earged.meb.gov.tr/dosyalar/pisa/pisa2009rapor.pdf> PISA 2009 Projesi Ulusal Ön Raporu. 21 Mayıs 2011.
- URL-4, <http://www.meb.gov.tr/duyurular/duyurular/pisa/pisaraporu.htm> OECD 'nin PISA Projesine Türkiye'nin Katılımı, 11 Mayıs 2011.
- URL-5, http://de.ryerson.ca/portals/de/assets/resources/Gagne's_Nine_Events.pdf Gagné's Nine Events of Instruction, 22 Ekim 2011.
- URL-6, <http://bilimdevrimi.blogcu.com/nitel-arastirma/6420711> Nitel Araştırma. 15 Aralık 2010.
- URL-7, http://www.yok.gov.tr/component/option,com_frontpage/Itemid,1/ Ders İçerikleri. 20 Ekim 2011.
- URL-8, <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html#electrochem> Electrochemistry Animations. 28 Kasım 2009.
- URL-9, <http://www.waterontheweb.org/curricula/bs/student/oxygen/shock1.html> Oxygen Solubility: Henry's Law. 28 Kasım 2009.

- URL-10, <http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/gasesv6.swf> Properties of Gases. 20 Aralık 2009.
- URL-11, <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html#solutions> Simulation. 25 Aralık 2009.
- URL-12, <http://www.absorblearning.com/media/item.action?quick=vz> Explaining reaction rates and pressure. 25 Aralık 2009.
- URL-13, <http://www.absorblearning.com/chemistry/demo/units/LR1504.html#Explainingtheeffectoftemperature>. 25 Aralık 2009.
- URL-14, <http://www.absorblearning.com/chemistry/demo/units/LR1502.html#Increasingsurfacearea>. 25 Aralık 2009.
- Uzun, S., Bütüner, S., Ö. ve Yiğit, N., 2010. 1999-2007 TIMSS Fen Bilimleri ve Matematik Sonuçlarının Karşılaştırılması: Sınavda En Başarılı İlk Beş Ülke-Türkiye Örneği, Elementary Education Online, 9, 3, 1174-1188.
- Uzuntiryaki, E. ve Geban, Ö., 2005. Effect of Conceptual Change Approach Accompanied With Concept Mapping on Understanding of Solution Concepts, Instructional Science, 33, 3, 11-19.
- Uzuntiryaki, E., 1998. Effect of Conceptual Change Approach Accompanied with Concept Mapping on Understanding of Solution, Doktora Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Üce, M. ve Sarıçayır, H., 2002. Üniversite 1. Sınıf Genel Kimya Dersinde Asit-Baz Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Metinleri ve Kavram Haritalarının Kullanılması, Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 16,163-170.
- Ünal Çoban, G., 2009. Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünal, S. ve Coştu, B., 2005. Problematic Issue for Students: Does It Sink or Float?, Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 6, 1, 3.
- 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.
- Valanides, N., 2000a. Primary Students Teachers' Understanding of the Process and Effects of Distillation, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 1, 3, 355-364.

- Valanides, N., 2000b. Primary Students Teachers' Understanding of the Particulate Nature of Matter and Its Transformations During Dissolving, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 1, 2, 249-262.
- Van Driel, J., H., 2002. Students' Corpuscular Conceptions in the Context of Chemical Equilibrium and Chemical Kinetics, Chemistry Education Research and Practice in Europe, 3, 201-213.
- Varelas, M., Pappas, C., C. ve Rife, A., 2006. Exploring the Role of Intertextuality in Concept Construction: Urban Second Graders Make Sense of Evaporation, Boiling and Condensation, Journal of Research in Science Teaching, 43, 7, 637-666.
- Variş, F., 1996. Eğitimde Program Geliştirme, Alkım Yayıncılık, Ankara.
- Vermaat, J., H., Kramers Pals, H. ve Schank, P., 2003. The Use of Animations in Chemical Education, Paper Presented at the International Convention of the Association for Educational Communications and Technology, October, Anaheim, CA, USA.
- Vidyapati, T., J. ve Seetharamappa, J., 1995. Higher Secondary School Students' Concepts of Acids and Bases, School Science Review, 77, 278, 82-84.
- Voska, K., W. ve 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.
- Walbesser, H., H., 1965. An Evaluation Model and Its Application, DC: The American Association for the Advancement of Science, Washington.
- Wang, T. ve Andre, T., 1991. Conceptual Change Text Versus Traditional Text and Application Questions Versus No Questions in Learning About Electricity, Contemporary Educational Psychology, 16, 2, 103-116.
- Wilder, M. ve Shuttleworth, P., 2005. Cell Inquiry: A 5E Learning Cycle Lesson, Science Activities, 41, 4.
- Wilke, R., R. ve Straits, W., J., 2006. Developing Students' Process Skills in Today's Science Classroom, The Texas Science Teacher, 35, 1, 11-16.
- Williamson, V., M. ve Abraham, M., R. 1995. The Effects of Computer Animation on the Particulate Mental Models of College Chemistry Students, Journal of Research in Science Teaching, 32, 521-534.
- Windschitl, M., 2001. Using Simulations in the Middle School: Does Assertiveness of Dyad Partners Influence Conceptual Change?, International Journal of Science Education, 23, 1, 17- 32.
- Wittrock, M., C., 1992. Generative Learning Processes of the Brain, Educational Psychologists, 27, 4, 531- 541.

- Yager, R., 1991. The Constructivist Learning Model Towards Real Form in Science Education, The Science Teacher, 58, 6, 52-57.
- Yang, E., Andre, T. ve Greenbowe, T., 2003. Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry, Journal of Science Education, 25, 3, 329-349.
- Yang, K., Y. ve Heh, J., S., 2007. The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th-Grade Students, Journal of Science Education Technology, 16, 451-461.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2006. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, 5. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, K., 2011. Uluslararası Araştırma Verilerine Göre Türkiye’de İlköğretim Fen ve Teknoloji Derslerindeki Öğretim Uygulamaları, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 8,1, 159-171.
- Yılmaz, A., Erdem, E. ve Morgil, İ., 2002. Students' Misconceptions Concerning Electrochemistry, Hacettepe University Journal of Education, 23, 234-242.
- Yılmaz, M. ve Saka, A., Z., 2005. Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarına Dayalı Materyal Geliştirme ve Uygulama, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 3, 120-131.
- Yiğit, N., Akdeniz, A., R. ve Kurt, Ş., 2001. Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Yin, K., R., 1994. Case Study Research, Second Edition, Sage Publications, London.
- YÖK, 1998. Fakülte-Okul İşbirliği Kılavuzu, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Yürük, N. ve Geban, Ö., 2001. Conceptual Change Text: A supplementary Material to Facilitate Conceptual Change in Electrochemical Cell Concepts, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March, St. Louis, MO.
- Yürük, N., 2007. The Effect of Supplementing Instruction with Conceptual Change Texts on Students’ Conceptions of Electrochemical Cells, Journal of Science Technology, 16, 515-523.
- Zhang, J., Chen, Q., Sun, Y. ve Reid, D., J., 2004. Triple Scheme of Learning Support Design for Scientific Discovery Learning Based on Computer Simulation: Experimental Research, Journal of Computer Assisted Learning, 20, 269- 282.
- Zoller, U., 1990. Students’ Misunderstandings and Misconceptions in College Freshman Chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 27, 10, 1053-1065.

8. EKLER

Ekler bölümünde yer alan bilgiler tez kapağına iliştirilen CD’de yer almaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

31.07.1982 tarihinde Giresun'da doğdu. 1993 yılında Bulancak Atatürk İlkokulundan, 1996 yılında Bulancak Atatürk İlköğretim okulundan, 2000 yılında Giresun Atatürk Lisesinden (YDA) mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programını kazandı. 2005 yılında bu programdan derece ile mezun olduktan sonra K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda direkt doktora programını kazandı. Doktora eğitiminin ilk yılında K.T.Ü. bünyesinde bulunan İngilizce Hazırlık Programını tamamladı. Trabzon Uğur Dershanesinin ilköğretim ve orta öğretim kısımlarında üç yıl süreyle kimya öğretmenliği yaptı. 2007 yılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2008 yılında Kanada'da New Brunswick Üniversitesi'nde (English Language Programme) 3 aylık yabancı dil eğitimine katıldı. 2011 yılında TÜBİTAK ve Giresun Üniversitesi'nden yayın teşvik ödülü aldı. Araştırmacı halen bulunduğu fakültede görevine devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.