

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**GENEL KİMYA DÜZEYİNDE GERÇEK VE SANAL LABORATUVAR
ORTAMLARINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN REHBERLİ SORGULAMAYA DAYALI
ETKİNLİKLERİN ÖĞRENME SÜRECİNE ETKİSİ**

AYFER MUTLU

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI**

DOÇ. DR. BURÇİN ACAR ŞEŞEN

TEZ DANIŞMANI

İSTANBUL-2015



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**GENEL KİMYA DÜZEYİNDE GERÇEK VE SANAL LABORATUVAR
ORTAMLARINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN REHBERLİ SORGULAMAYA DAYALI
ETKİNLİKLERİN ÖĞRENME SÜRECİNE ETKİSİ**

AYFER MUTLU

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI**

DOÇ. DR. BURÇİN ACAR ŞEŞEN

TEZ DANIŞMANI

İSTANBUL-2015

2602100031 Öğrenci numaralı Ayfer Mutlu tarafından hazırlanan bu çalışma 12/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Doç. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi


Prof. Dr. F. Gülay KIRBAŞLAR
İstanbul Üniversitesi
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi


Doç. Dr. Filiz KABAPINAR
Marmara Üniversitesi
Atatürk Eğitim Fakültesi


Yrd. Doç. Dr. Ayla ÇETİN DİNDAR
Bartın Üniversitesi
Eğitim Fakültesi


Yrd. Doç. Dr. Cansel KADIOĞLU
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Eğitim Fakültesi

ÖNSÖZ

Sonsuz bilgisi ve tecrübesi ile doktora eğitimime başladığım ilk günden bu yana yoluma ışık tutan, desteği ve güveni ile her zaman çalışma azmi aşıl原因an, bu günlere gelmemde ve sunulan bu tezin her aşamasında emeği büyük olan, hayatımda tez danışmanından çok daha öte bir yere sahip, örnek bilim insanı sayın Doç. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN, iyi ki benim hocamsınız.

Tez çalışmam süresince değerli görüş ve destekleri için sayın Prof. Dr. Fatma Gülay KIRBAŞLAR ve Doç. Dr. Filiz KABAPINAR'a,

Tezime olan ilgi, özen ve katkıları için sayın Yrd. Doç. Dr. Ayla ÇETİN DİNDAR ve Yrd. Doç. Dr. Cansel KADIOĞLU'na

Her gelişimde beni sımsıcak bir gülüşle karşılayan İstanbul Üniversitesi Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD öğretim üyesi ve araştırma görevlilerine,

Büyük bir özveri ile uygulamalarda yer alan ve gelecekte mükemmel birer öğretmen olacaklarına inandığım Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. Sınıf öğrencilerine,

Sonsuz teşekkürler. İyi ki varsınız...

Canım dostum, seçtiğim kardeşim Meral KAHRAMAN ve her daim yanımda olan ailem size ne kadar teşekkür etsem azdır.

Hayatıma girdiği günden bu yana sonsuz sevgisi ile yanımda olan, tezin en sancılı dönemlerinde desteği, sabrı ve yardımları ile bana güç veren hayat arkadaşım, huzurum Medat MUTLU, sana nasıl teşekkür ederim, bilmiyorum.

Ayfer MUTLU

ÖZET

GENEL KİMYA DÜZEYİNDE GERÇEK VE SANAL LABORATUVAR ORTAMLARINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN REHBERLİ SORGULAMAYA DAYALI ETKİNLİKLERİN ÖĞRENME SÜRECİNE ETKİSİ

Sunulan tezde, Genel Kimya düzeyindeki konulara yönelik gerçek ve sanal laboratuvar ortamında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya ve geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının Genel Kimya konularına yönelik akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına, kimya dersine ve kimya laboratuvarına yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine, sorgulama becerilerine ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda; kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler-bazlar ve elektrokimya konularında sekiz deneysel etkinlik geliştirilmiştir. 2013-2014 eğitim öğretim yılında İstanbul Üniversitesi Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. sınıfta öğrenim gören 68 öğretmen adayı ile ön test-son test kontrol gruplu deneysel desenin kullanıldığı çalışmada, öğretmen adayları Grasha-Riechmann Öğrenme Stilleri Ölçeği ve Genel Kimya Kavram Testi'nden elde edilen puanlar temel alınarak tabakalı rasgele örnekleme yoluyla üç deney ve bir kontrol grubuna ayrılmışlardır. Geliştirilen deneysel etkinlikler, birinci deney grubunda (Deney-1) gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı gerçekleştirilirken, ikinci deney grubunda (Deney-2) sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı, üçüncü deney grubunda (Deney-3) sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı, Kontrol grubunda ise gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, aynı öğretim elemanının gözetiminde sekiz haftada tamamlanmıştır.

Veri toplama amacıyla Grasha- Riechmann Öğrenme Stilleri Ölçeği ön test olarak, iki aşamalı diagnostik Genel Kimya Kavram Testi, Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği, Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Sorgulama Becerileri Ölçeği ön ve son test olarak kullanılmış ve uygulamalar sonrasında tüm öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar öncesinde yönlendirilen veri toplama araçlarından elde edilen verilere göre, öğretmen adaylarının genel kimya bilgi düzeyleri, kimya dersine ve kimya laboratuvarına karşı tutumları, bilimsel süreç becerileri ve sorgulama becerileri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Uygulamalar sonrasında elde edilen verilere göre, öğretmen adaylarının genel kimya başarısını arttırmada, kavramsal anlamalarını sağlamada, kimya dersine ve kimya laboratuvarına karşı tutumlarını, bilimsel süreç becerilerini ve sorgulama becerilerini geliştirmede rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin anlamlı düzeyde daha etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, belirtilen değişkenlere yönelik etki sırasının gerçek laboratuvar ortamındaki rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikler, sanal laboratuvar ortamındaki rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikler, sanal laboratuvar ortamındaki geleneksel yaklaşıma dayalı etkinlikler ve gerçek laboratuvar ortamındaki geleneksel yaklaşıma dayalı etkinlikler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Süreç Becerileri, İki Aşamalı Genel Kimya Kavram Testi, Kimya Dersine Karşı Tutum, Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum, Rehberli Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Sanal Laboratuvar, Sorgulama Becerileri

ABSTRACT

THE EFFECT OF GUIDED INQUIRY BASED GENERAL CHEMISTRY ACTIVITIES ON LEARNING PROCESS IN REAL AND VIRTUAL ENVIRONMENTS

In the present dissertation, it was aimed to investigate the effects of guided inquiry based and traditional laboratory activities, performed in laboratory and virtual environment, on the pre-service science teachers' general chemistry achievement, conceptual understanding, attitude toward chemistry lesson and chemistry laboratory, scientific process skills, inquiry skills and ideas toward the learning process.

For this purpose, eight laboratory activities related to chemical kinetic, chemical equilibrium, thermochemistry, acids-bases and electrochemistry topics were developed. This study, used experimental design with pre-test/post-test control group design, was conducted with participation of sixty-eight first-year pre-service science teachers enrolled in İstanbul University, Hasan Ali Yücel Faculty of Education during 2013-2014 academic year. They were randomly stratified to three experimental and one control groups according to Grasha-Riechmann Learning Style Scale and General Chemistry Concept Test. Laboratory activities were performed via guided inquiry based learning in real laboratory environment in the first experimental group (Experimental-1), guided inquiry based learning in virtual environment in the second experimental group (Experimental-2), traditional approach in virtual environment in the third experimental group (Experimental-3), traditional approach in real laboratory environment in control group (Control). Instructions were conducted during eight weeks in the guidance of the same instructor.

Two tier diagnostic General Chemistry Concept Test, Attitude toward Chemistry Scale, Attitude toward Chemistry Laboratory Scale, Scientific Process Skill Test, Inquiry Skill Scale and Grasha-Riechmann Learning Style Scale were used for data collection. In addition, semi structured interviews were conducted with all the participants after the treatments. According to the pre-test results, there were no significant differences between pre-service science teachers' general chemistry achievement, attitude toward chemistry lesson and chemistry laboratory, scientific process skills and inquiry skills. Based on the results of the post-test and the semi structured interviews, it was found that the guided inquiry based learning activities were significantly effective for promoting general chemistry achievement, conceptual learning, attitude toward chemistry lesson and chemistry laboratory, scientific process skills and inquiry skills. In addition, the effects of instructions on these variables were arranged in order guided inquiry based laboratory activities in real environment, guided inquiry based laboratory activities in virtual environment, laboratory activities based on traditional approach in virtual environment and laboratory activities based on traditional approach in real environment respectively.

Keyword: Scientific Process Skills, Two Tier General Chemistry Concept Test, Attitude Towards to Chemistry Lesson, Attitude Towards to Chemistry Laboratory, Guided Inquiry-Based Learning, Virtual Laboratory, Inquiry Skills

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VII
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XV
GRAFİKLER LİSTESİ	XVI
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1. PROBLEM DURUMU	1
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI	5
1.3. ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLESİ	5
1.3.1. Araştırmanın Alt Problemleri.....	5
1.4. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	6
1.5. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR).....	8
1.6. SINIRLILIKLAR.....	9
1.7. TANIMLAR	9
BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	12
2.1. TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA FEN EĞİTİMİ	12
2.2. SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME VE KAVRAMSAL	
DAYANAKLARI	15
2.2.1. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Düzeyleri	18
2.2.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamları	20
2.2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamlarında	
Öğretmen ve Öğrenci Rollerini	22
2.2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Karşılaşılan	
Güçlükler.....	23
2.3. FENDE LABORATUVAR UYGULAMALARI.....	24
2.3.1. Laboratuvarın Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar.....	26
2.3.1.1. Deneyleri Yürütmede Gerekli Olan Becerileri	
Kazandıran Yaklaşımlar.....	26
2.3.1.2. Laboratuvar Etkinliklerini Yürütme Yaklaşımları.....	27
2.3.2. Laboratuvarda Kullanılan Deney Türleri.....	29
2.3.3. Laboratuvarda Öğretimsel Yaklaşımlar.....	34
2.4. SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARI	35
2.4.1. Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Faydaları	36
2.4.2. Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Sınırlılıkları.....	37
2.5. SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARINA YÖNELİK	
GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR	38
2.6. SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENMEYE YÖNELİK	
GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR	45
2.6.1. Laboratuvarda Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	
Yaklaşımı	45
2.6.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğrenci Başarısı ve Kavramsal	
Anlama	47
2.6.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Tutumlar	53

2.6.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Bilimsel Süreç Becerileri	58
2.6.5. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Sorgulama Becerileri	62
2.6.6. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Öğretim Teknolojileri	64
2.7.GENEL KİMYA DÜZEYİNDE KAVRAMSAL ANLAMAYA YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR	67
2.7.1. Kimyasal Kinetik Konusuna İlişkin Çalışmalar	67
2.7.2. Kimyasal Denge Konusuna İlişkin Çalışmalar	70
2.7.3. Termokimya Konusuna İlişkin Çalışmalar	75
2.7.4. Asitler-Bazlar Konusuna İlişkin Çalışmalar	78
2.7.5. Elektrokimya Konusuna İlişkin Çalışmalar	83
BÖLÜM III: YÖNTEM.....	87
3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ	87
3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	88
3.3. ÇALIŞMA GRUBU	88
3.4. ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLME VE UYGULAMA SÜRECİ	90
3.4.1. Gerçek Ortamdaki Rehberli Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	92
3.4.2. Sanal Ortamdaki Rehberli Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	94
3.4.3. Sanal Ortamdaki Geleneksel Yaklaşımaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	102
3.4.4. Gerçek Ortamdaki Geleneksel Yaklaşımaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması.....	106
3.5. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	106
3.5.1. Genel Kimya Kavram Testi.....	106
3.5.2. Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği.....	115
3.5.3. Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği	116
3.5.4. Bilimsel Süreç Becerileri Testi.....	116
3.5.5. Sorgulama Becerileri Ölçeği	117
3.5.6. Grasha-Riechmann Öğrenme Stilleri Ölçeği	118
3.5.7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	120
3.6. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ	120
BÖLÜM IV: BULGULAR	123
4.1. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	123
4.2. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMSAL ANLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	126
4.3. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KİMYA DERSİNE KARŞI TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	136
4.3.1. Kimya Dersine Yönelik İlgi Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	141
4.3.2. Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	143

4.3.3. Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	145
4.3.4. Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	147
4.4. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KİMYA LABORATUVARINA KARŞI TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	150
4.4.1. Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	154
4.4.2. Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	156
4.4.3. Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	158
4.4.4. Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	161
4.5. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSSEL SÜREÇ BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	163
4.5.1. Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Bulgular.....	167
4.5.2. Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Bulgular	170
4.5.3. Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Bulgular	172
4.5.4. Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Bulgular	174
4.5.5. İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Bulgular	176
4.6. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ SORGULAMA BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	179
4.6.1. Bilgi Edinme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	183
4.6.2. Bilgiyi Kontrol Etme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	185
4.6.3. Özgüven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	187
4.7. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRENME SÜRECİNE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR	190
BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	195
KAYNAKLAR	222
EKLER.....	264
ÖZGEÇMİŞ.....	306

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2-1 : Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Düzeyleri ve Türleri.....	20
Tablo 2-2 : Sorgulamaya Dayalı Sınıfların Temel Özellikleri ve Varyasyonları	21
Tablo 2-3 : Bilimsel Süreç Becerilerinin (BSB) Sınıflandırılması	59
Tablo 3-1 : Tez Çalışmasının Deneysel Deseni	87
Tablo 3-2 : Gruplardaki Öğrenci Sayılarının Grup Oluşturma Kriterlerine Göre Dağılımları	89
Tablo 3-3 : Laboratuvar Etkinliklerine İlişkin Kazanımlar ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı	91
Tablo 3-4 : Geliştirilen Laboratuvar Etkinliklerinin Konulara Göre Dağılımı	92
Tablo 3-5 : SDSKL Yazılımının ADDIE Modelinin Aşamalarına Göre Tasarlanma Süreci	96
Tablo 3-6 : GSKL Yazılımının ADDIE Modelinin Aşamalarına Göre Tasarlanma Süreci	103
Tablo 3-7 : GKKT'nin Geliştirilme Süreci.....	108
Tablo 3-8 : Testin Açık Uçlu İkinci Aşamasına Verilen Yanıtlara Yönelik Analizi Örneği	109
Tablo 3-9 : GKKT Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı.....	111
Tablo 3-10: GKKT Maddelerinin Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı.....	113
Tablo 3-11: GKKT'nin Madde Analizi Sonuçları.....	114
Tablo 3-12: KDTÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları	115
Tablo 3-13: KLTÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları	116
Tablo 3-14: BSBT'nde Yer Alan Soruların Becerilere Göre Dağılımı	117
Tablo 3-15: SBÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları	118
Tablo 3-16: Grasha-Riechmann Öğrenme Stili Ölçeği' nin Alt Boyutları ve Bu Boyutlara Ait Maddeler	119
Tablo 4-1: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT'ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	123
Tablo 4-2: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	124
Tablo 4-3: Grupların Uygulama Sonrası GKKT'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	124
Tablo 4-4: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	125
Tablo 4-5: Grupların Kimyasal Kinetik Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları	126
Tablo 4-6: Grupların Kimyasal Denge Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları	128

Tablo 4-7: Grupların Termokimya Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları.....	130
Tablo 4-8: Grupların Asitler - Bazlar Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları-1	132
Tablo 4-9: Grupların Asitler - Bazlar Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları-2	134
Tablo 4-10: Grupların Elektrokimya Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları.....	135
Tablo 4-11: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ' ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	137
Tablo 4-12: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	137
Tablo 4-13: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	138
Tablo 4-14: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	139
Tablo 4-15: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	140
Tablo 4-16: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgili Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	141
Tablo 4-17: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgili Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	142
Tablo 4-18: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgili Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	142
Tablo 4-19: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	143
Tablo 4-20: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	144
Tablo 4-21: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	145
Tablo 4-22: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	146
Tablo 4-23: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	146
Tablo 4-24: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	147

Tablo 4-25: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	148
Tablo 4-26: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	148
Tablo 4-27: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	149
Tablo 4-28: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	150
Tablo 4-29: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	151
Tablo 4-30: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	151
Tablo 4-31: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	152
Tablo 4-32: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	153
Tablo 4-33: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	154
Tablo 4-34: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	155
Tablo 4-35: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	156
Tablo 4-36: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	157
Tablo 4-37: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	157
Tablo 4-38: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	158
Tablo 4-39: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	159
Tablo 4-40: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	159
Tablo 4-41: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	160
Tablo 4-42: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	161

Tablo 4-43: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	162
Tablo 4-44: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	162
Tablo 4-45: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT'ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	163
Tablo 4-46: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	164
Tablo 4-47: Grupların Uygulama Sonrası BSBT'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	164
Tablo 4-48: Grupların BSBT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	165
Tablo 4-49: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Alt Becerilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları.....	167
Tablo 4-50: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	168
Tablo 4-51: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	168
Tablo 4-52: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	169
Tablo 4-53: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	170
Tablo 4-54: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	171
Tablo 4-55: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	171
Tablo 4-56: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	172
Tablo 4-57: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	173
Tablo 4-58: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	174
Tablo 4-59: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	175
Tablo 4-60: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	175

Tablo 4-61: Grupların BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisi Ön ve Son Test Puanlarını İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	176
Tablo 4-62: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	177
Tablo 4-63: Grupların Uygulama Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	177
Tablo 4-64: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	178
Tablo 4-65: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	179
Tablo 4-66: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	180
Tablo 4-67: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	180
Tablo 4-68: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	181
Tablo 4-69: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	182
Tablo 4-70: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları.....	183
Tablo 4-71: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	184
Tablo 4-72: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	185
Tablo 4-73: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	186
Tablo 4-74: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	186
Tablo 4-75: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	187
Tablo 4-76: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları	188
Tablo 4-77: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları	188
Tablo 4-78: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	189
Tablo 4-79: Grupların Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerdeki Yanıtlarının İçerik Analizi ve Frekansları.....	191

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3-1 : SDSKL Yazılımında Öğrenci Giriş Ekranı	96
Şekil 3-2 : SDSKL Yazılımında Öğrenci Deney Giriş Ekranı.....	97
Şekil 3-3 : SDSKL Yazılımında Deney-5'e Ait Hikayenin Bulunduğu Ekran	98
Şekil 3-4 : SDSKL Yazılımında Problem Gönderme Ekranı.....	98
Şekil 3-5 : SDSKL Yazılımında Deney Tasarlama Ekranı.....	99
Şekil 3-6 : SDSKL Yazılımında Deney-5'e Ait Deney Masası Ekranı.....	100
Şekil 3-7 : Öğretim Elemanı Yazılımında Sistem Giriş Ekranı	101
Şekil 3-8 : Öğretim Elemanı Yazılımında Bildirimler Ekranı-1	101
Şekil 3-9 : Öğretim Elemanı Yazılımında Bildirimler Ekranı-2.....	102
Şekil 3-10: GSKL Yazılımında Deney Giriş Ekranı.....	104
Şekil 3-11: GSKL Yazılımında Deney-5'e ait Deney Masası Ekranı-1	105
Şekil 3-12: GSKL Yazılımında Deney-5'e ait Deney Masası Ekranı-2.....	105

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4-1: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT Ortalama Puanlarındaki Değişimler.....	125
Grafik 4-2: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim.....	139
Grafik 4-3: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim.....	153
Grafik 4-4: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Ortalama Puanlarındaki Değişim.....	166
Grafik 4-5: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim.....	182

BÖLÜM I: GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi, sayılıtlar, sınırlılıklar ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1. PROBLEM DURUMU

Günümüzde, bilim ve teknolojideki hızlı gelişim ve değişimlere uyum sağlayabilen, bilimsel düşünebilen, bilimsel bilgi ve teknoloji üretebilen, bilgi ve teknolojiyi etkili kullanabilen bireylerin yetiştirilmesi toplumların en büyük hedefleri arasındadır. Bu doğrultuda, dünyada ve ülkemizde, fen eğitiminin öncelikli amaçlarından biri de bilgi ve olayları araştıran, fikirleri inceleyen, üretken, bilimsel düşünebilen bireylerin yetiştirilmesidir. Yani bilimsel düşünebilen, bilgi birikiminin farkında olan, bilgiye ulaşma yollarını bilerek bilgileri kavramsal boyutuyla öğrenen, yeni bilgiler üreten ve bu bilgileri karşılaştığı yeni problemlerin çözümünde kullanabilen, kısaca öğrenmeyi öğrenen kişiler yetiştirmek esastır (Treagust, Duit ve Fraser, 1996). Bu özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesinde kuşkusuz öğrenme ortamları büyük önem taşımaktadır.

Fen bilimleri dersleri, deneye, gözleme ve keşfe önem vermesi, öğrencinin soru sorma, araştırma yapma becerisini geliştirmesi, öğrencilere hipotez kurabilme ve sonuçları yorumlayabilme olanağı sağlaması ile diğer derslerden farklı bir yere sahiptir (Odubunmi ve Balogun, 1991). Laboratuvarlar ise fen bilimlerinin vazgeçilmez öğrenme ortamlarıdır. Yapılan araştırmalar, laboratuvarların öğrencilerin başarılarını, kavramsal anlamalarını, sorgulama becerilerini, derse olan ilgilerini ve motivasyonlarını arttırmada, fene ve özellikle kimyaya karşı pozitif tutum ve bakış açısı geliştirmelerine büyük katkı sağladığını göstermektedir (Freedman, 1997; Hofstein ve Lunetta, 2004; Thompson ve Soyibo, 2002). Ancak, öğrencilere bu özelliklerin kazandırılmasında, laboratuvarda yapılan deneyler kadar, bu deneylerin yapılış biçimi de önem taşımaktadır.

Eğitim sistemimizi biçimlendirmekte olan bilgi aktarımına dayalı geleneksel yaklaşımın yeterlilikleri pek çok araştırma ile sorgulanmış ve öğrenme kavramının dış dünyadan bilgi aktarımı olarak algılanamayacağı gerçeği ortaya konulmuştur (Kabapınar, 2005). Benzer şekilde Açıkgöz (2014); Rousseau, Pestalozzi, Dewey gibi bilim insanlarının da geleneksel öğrenme ve öğretme anlayışını eleştirdiklerini ve geleneksel öğretimin öğrencilerin düşüncelerini engellediği, doğal öğrenme

yetilerini geriletmediği ve onları edilgenleştirdiği konusunda aynı fikirde olduklarını vurgulamıştır. Ayrıca geleneksel yaklaşım, öğrencileri ezberciliğe yönelterek bilgilerin zihinde etkin yapılandırılmasını engellemekte ve kısa sürede unutulmasına sebep olmaktadır. Öğrenciler düşünme, fikir ve çözüm üretme gibi zihni etkin tutan çalışmaları gerçekleştirememekte ve kavrama yeteneklerini yeterli düzeyde kullanamamaktadırlar (Acar, 2008).

Fen konularının öğrenilmesinde vazgeçilmez bir ortam olan laboratuvarda gerçekleştirilen deneylerin yapılaş şekilleri de öğrenmeyi etkileyen faktörlerdendir. Genellikle, geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar etkinliklerinde öğrenciler kendilerine verilen yönergeler doğrultusunda yapılacakları adım adım takip ederek deneyleri gerçekleştirirler. Bu süreçte, öğrenciler yönergelere bağlı kalarak deneyi yapmaya, veri toplama ve kaydetmeye odaklanır ve deneyi tamamlamayı amaçlarlar. Ayrıca, bu yaklaşımda öğrenciler gerçekleştirdikleri deneyler ile ilgili bilimsel gerçekleri nadiren tartışır ve deney boyunca bu gerçekleri sadece doğrulamaya odaklanırlar (Roth, 1994). Bu durum, onların deneyin amacını ve ilgili konuyu derinlemesine anlamalarını olanaksız kılar (Hofstein ve Lunetta, 2004). Benzer şekilde, geleneksel yaklaşıma dayalı laboratuvar deney kitapçıklarında bulunan aşırı detaylar da öğrencinin, deneyin amacından uzaklaşmasına sebep olmaktadır (Johstone ve Wham, 1982). Tüm bu belirtilen durumlara rağmen, günümüzde ülkemizde laboratuvar etkinliklerine gereken önem verilmemekte, laboratuvar etkinliklerinden nasıl ve ne derecede yararlandığı hala tartışılmaktadır (Feyzioğlu vd., 2011). Yapılan araştırmalar laboratuvarlardan çeşitli sınırlılıklar nedeniyle yararlanılmadığını göstermektedir (Altun vd, 2009; Yılmaz, 2005). Bu sebeple yeterli düzeyde deney yapılamamakta ve genellikle gösteri deneyleri tercih edilmektedir.

Oysaki laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin aktif katılımını gerektirir (Bradley, 2001). Fen derslerinde deneysel yöntem ve tekniklerinin kullanılması, bilimselliğe önem veren, gözlemci, inceleyen, düşünen, soru soran, yaratıcı, yeniliklere ve gelişmeye açık, çağdaş öğrencilerin yetiştirilmesine katkı sağlaması bakımından önemlidir. Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi ancak nitelikli öğretmenlerle ve öğretmenlerin kullanacakları etkin öğretim yöntemleriyle mümkün olacaktır (Gerçek ve Soran, 2005). Öğrencileri, öğrenmenin merkezine alarak, onlara laboratuvar ortamında hem fiziksel hem de zihinsel olarak aktif katılımı sağlayan yöntemlerden biri *sorgulamaya dayalı öğrenmedir*.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, merak duygusunu tatmin etmek amacıyla bilgiye ulaşma çabasıdır (Hauray, 1993) ve temel kavramlar, prensipler, kanunlar ve teorilerin anlaşılmasını sağlamak, doğal fenomenler hakkında beceriler geliştirmek, sorulara cevap bulma ve dünyadaki gerçeklerin doğruluğunu sorgulama eğilimini arttırmak, bilime karşı olumlu tutum oluşturmak ve bilimin doğası hakkında anlayış kazandırmak gibi amaçlarla öğrenme ortamlarında kullanılır (Chippetta ve Adams, 2004).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin olumlu etkileri göz önünde tutulduğunda, fen ve kimya laboratuvarlarının sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri ile desteklenmesi oldukça önemlidir (Cappola ve Lawton, 1995; Hofstein vd., 2005; Hofstein ve Walberg, 1995; Wolf ve Fraser, 2008). Ancak, sorgulamaya dayalı geliştirilmiş etkinlik sayısı az olmakla birlikte (Cheung, 2008) alan yazında özellikle üniversite düzeyinde gerek dünyada gerekse ülkemizde sorgulamaya dayalı laboratuvar çalışmaları da sınırlı sayıdadır (Akben, 2011; Berg vd., 2003; Blonder, Mamlok-Naaman ve Hofstein, 2008; Brickman vd., 2009; Chatterjee vd., 2009; Hofstein vd., 2005; Hofstein, Shore ve Kipnis, 2004; Lord ve Orkwiszewski, 2006; Mugaloglu ve Sarıbaş, 2010; Suits, 2004; Taitelbaum vd., 2008). Benzer şekilde öğretmen adaylarının ve hizmet içi öğretmenlerin yetiştirilmesinde de sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri büyük önem arz etmektedir (Brown, 2000; Budak, 2008; Cheung, 2007; Windschitl, 2003). Olumlu pek çok etkisi olmasına rağmen, gerek dünyada gerekse ülkemizde, sorgulamaya dayalı öğrenme daha az tercih edilmektedir. Öğretmenlerin sınıflarında sorgulamaya dayalı öğrenmeyi kullanmamalarının en önemli sebeplerinden biri öğretmen yetiştirmede sorgulamaya dayalı öğrenmeye gereken önemin verilmemesi ve daha çok geleneksel öğretmen merkezli bir eğitim sürecinin benimsenmesidir (Jorgenson ve Vanosdall, 2002; NRC, 2000). Bununla birlikte, alan yazında öğretmen yetiştirme alanına yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme konusundaki bilimsel araştırmalar da oldukça sınırlıdır.

Laboratuvar uygulamaları fen eğitiminde önemli bir yere sahiptir. Ancak, laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirilmesinde zaman zaman bazı zorluklar yaşanmaktadır. Bunların başında pek çok okulda laboratuvar bulunmaması ya da var olan laboratuvarların birden fazla ders için ortak alan olarak kullanılması gelmektedir (Altun vd., 2009). Çoğu zaman öğretmenler de laboratuvar kullanımından kaçınmaktadır. Bunun sebeplerinden ilki kimyasal ve ekipmanlara yönelik olan

sınırlılıklardır. Laboratuvarlar özellikle kimyasallar sebebiyle tehlikeli bir ortam olarak görülmektedir (Yılmaz, 2005). Bu durumda, öğrencilerin güvenlik kuralları hakkında bilgilendirilmeleri gerekmektedir ki bu da ayrı bir iş yüküdür. (Stepenuck, 2002) Ayrıca, laboratuvarlarda madde ve malzemelerin eksik oluşu laboratuvar etkinliklerini gerçekleştirmeyi kısıtlamaktadır (Özdener, 2005; Taşkın-Ekici vd., 2002; Tekin, 2008). Gerek laboratuvar malzemelerinin ve ekipmanlarının gerekse azalan ya da biten kimyasalların, maliyetinin yüksek olması sebebiyle temini zor olabilmektedir (Millar, 2004; Ocak vd., 2005; Yıldırım vd., 2009). Laboratuvar uygulamalarının istenen düzeyde gerçekleştirilemeyişindeki önemli nedenlerden biri de sınıfların kalabalık olmasıdır (Johnstone, 1989; Lang vd., 2005). Kalabalık sınıflarda malzemenin de kısıtlı olmasının etkisiyle grup çalışmaları yapılmakta, her bir grubun da üye sayısı fazla olmaktadır. Bu durum, laboratuvar derslerinin etkin olarak yapılmasına engel olmaktadır (Akgün, 1998; Ayas vd., 2002; Bağcı-Kılıç, 2002; Serin, 2002). Laboratuvar uygulamalarına ilişkin bir diğer önemli sınırlılık ise öğretmen tutumlarıdır. Laboratuvar uygulamaları zaman almaktadır ve bu durum müfredat yetiştirme kaygısı taşıyan öğretmenlerin laboratuvar uygulamalarından kaçınmasına sebep olmaktadır (Altun vd., 2009; Walton, 2002). Ayrıca, öğretmenlerin bu uygulamaları yürütme konusunda kendine güvensiz oluşları (Walton, 2002) ya da laboratuvar uygulamalarına yönelik olumsuz tutumları (Taşkın-Ekici vd., 2002) önemli bir sınırlılıktır. Bu bağlamda, sanal laboratuvarlar bu sınırlılıkları gidermekte oldukça etkilidir.

Yaygınlaşan bilgisayar kullanımı ile sanal laboratuvarlara olan ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır. Sanal laboratuvarlar, öğrenmeyi sadece sınıf ortamıyla sınırlamaktan kurtararak, bilgisayarın olduğu her ortama taşıyabilmektedir (Yang ve Heh, 2007). Ayrıca öğrenenler deneyleri istedikleri noktada durdurabilmekte, kaldığı yerden devam edebilmekte ya da deneyi dilediği kadar tekrarlayabilmektedirler (Gershenson vd., 2000). Bununla beraber sanal laboratuvarlar öğrencilere zaman ve madde israfının olmadığı, daha rahat ve güvenli çalışma ortamı ve laboratuvar işlemlerine aşinalık sağlar. Sanal laboratuvarlar öğrenme ortamına önemli derecede katkı sağlamasına rağmen, alan yazında öğretmen eğitiminde gerek sanal laboratuvar (Bilek ve Skalická, 2010; Bozkurt, 2008; Erdan, 2014; Ergül ve Binici, 2006), gerekse sorgulamaya dayalı sanal laboratuvar çalışmaları (Capobianco, 2007) sınırlı sayıdadır.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Sunulan tezde, Genel Kimya düzeyindeki konulara yönelik gerçek ve sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı ve geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyaya yönelik akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına, kimya dersine ve kimya laboratuvarına yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine, sorgulama becerilerine ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.3. ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLESİ

Gerçekleştirilen araştırmanın problem cümlesi: “Genel Kimya düzeyindeki konulara yönelik olarak gerçek ve sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı ve geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyaya yönelik akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına, kimya dersine ve kimya laboratuvarına yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine, sorgulama becerilerine ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkileri nelerdir?” olarak belirlenmiştir.

1.3.1. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının Genel Kimya dersindeki akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının Genel Kimya konularına yönelik kavramsal anlamaları arasında bir fark var mıdır?
3. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya dersine yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
4. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya laboratuvarına yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

5. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
6. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının sorgulama becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
7. Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının öğrenme sürecine yönelik düşünceleri nasıldır?

1.4. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Günümüzde bilimsel bilginin anlaşılması, bilimsel araştırmada kullanılacak yeteneklerin gelişimi ve bilimsel araştırmanın doğasının anlaşılması sadece bilimin kavramsal öğrenilmesinden öte bir yaklaşım gerektirmektedir. Fen eğitiminin temel amacı; araştırma, sorgulama, etkili kararlar verebilme, problem çözebilme, işbirliği içinde çalışabilme, etkili iletişim kurabilme becerilerine sahip, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değerleri kazanmış, fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahip olan fen okur-yazarı bireyler yetiştirmektir (MEB, 2013). Fen okur-yazarı bir birey, temel fen kavramlarını, hipotezlerini, teorilerini, yasalarını, prensiplerini bilen ve kullanabilen, günlük kararlar vermede bilimsel kavramları ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, çevresinde gerçekleşen kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçleri fark edebilen, sorgulayabilen, araştırabilen ve bilgi üretebilen kişidir (NSTA, 1982 akt. Matthews, 1994). Hedeflenen bu amaçlara ulaşabilmek, bireylerin kendi hayatlarındaki olayları bilimsel boyutta incelemelerine, problemleri saptayıp hipotezler üretebilmelerine, bilgiye ulaşmalarına ve bilim insanları gibi düşünmelerini sağlayacak becerileri geliştirmelerine yönelik fırsatlar sunan öğretim ile mümkündür. Sunulan tez kapsamında ele alınan sorgulamaya dayalı öğrenme, tüm bu hedeflerin kazanımına odaklanan bir öğrenme yaklaşımıdır.

Fen ve özellikle kimya öğreniminde laboratuvarlar vazgeçilmez öğrenme ortamlarıdır (Hofstein ve Lunetta, 2004). Ancak öğrencilerin belirli bir yönergeyi izleyerek gerçekleştirdikleri, deney süreci ve sonuçlarını irdelemedikleri geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla hedeflenen yetilerin kazandırılması zordur (Hofstein ve Lunetta, 2004; Lunetta vd., 2007; Tobin, 1990). Bu bakımdan laboratuvar

uygulamalarının sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmesi büyük önem arz etmektedir.

Çağın gereksinimlerini karşılayacak yetişmiş ve nitelikli insan gücüne sahip olmanın en önemli yollarından biri de teknolojiyle entegre olmuş etkili ve verimli bir eğitim – öğrenme sürecini yaratabilmektir. Günümüzde teknoloji altın çağını yaşamaktadır ve pek çok alanda olduğu gibi eğitimde de teknoloji vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Özellikle, soyut kavramları içeren kimya konularının öğreniminde bilgisayara dayalı veya bilgisayar destekli öğrenme ön plana çıkmaya başlamıştır (Dalgarno, 2015; Özdener, 2005; Tüysüz, 2010). Bilgisayarların görsel, işitsel ve interaktif özellikleri ile bilgiyi zengin bir biçimde sunabilme özelliği, eğitim için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır (Ornstein ve Lasley 2004). Öğrencilerin buldukları yerden ve zamandan bağımsız olarak öğrenme sürecini yaşayabilmelerini sağlayan, dinamik, etkileşimli bir ortam yaratan sanal laboratuvarlar da fen deneylerinin bilgisayar ortamında öğrencilerin bireysel veya grup halinde gerçekleştirmelerine olanak vermektedir. Sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde, öğrenciler, özellikle maliyeti yüksek olan veya uzmanlık gerektiren cihazları tanıyabilecekleri, sağlığa zararlı olabilecek kimyasallarla gerçekleştirilmesi gereken veya uzun süreli deneyleri yapabilecekleri, soyut kavramları somutlaştırabilecekleri bir öğrenme sürecinin içinde olabilme şansı yakalarlar. Bu açıdan, sunulan tez alana önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, lisans ve lisansüstü düzeyde uzaktan eğitimin de yaygınlaşmasıyla üniversite düzeyinde çevrimiçi eğitim materyallerinin kullanımı da büyük bir ivme kazanmıştır. Bu bağlamda, sanal kimya laboratuvarlarının geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem arz etmektedir. Alan yazın incelendiğinde, sorgulamaya dayalı sanal laboratuvar uygulamalarının sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Tez kapsamında, değişkenlerin etkisini tam olarak ortaya koyabilmek amacıyla, sorgulamaya dayalı ve geleneksel laboratuvar etkinlikleri sanal ve gerçek ortamlarda gerçekleştirilerek dört farklı öğrenme ortamının kıyaslanmış olması çalışmanın önemini arttırmaktadır.

Öğretmenin sahip olduğu özellikler, öğrencinin öğrenme başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Darling-Hammond, 1999; Loucks-Horsley ve Matsumoto, 1999). Dolayısıyla, donanımlı öğrencilerin yetiştirilmesinde ve etkin öğrenmeyi sağlamada fen öğretmenlerinin rolü büyüktür. Ayrıca sorgulamaya dayalı

öğrenmenin sınıflarda uygulanmasında esas sorumluluğun öğretmende olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Budak, 2008). Bu bağlamda, doğası gereği sorgulamaya dayalı bir bilim olan fen konularının etkin öğrenilmesi için öğretmen eğitimine verilen önemin artırılması ve fen öğretmen adaylarının öğrenme ortamlarının araştırmaya, veri toplamaya, hipotezler kurup test etmeye kısacası sorgulamaya fırsat tanıyacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Ancak, alan yazın incelendiğinde, gerek sorgulamaya dayalı öğrenme gerekse sanal laboratuvar ortamlarına yönelik çalışmaların yoğunlukla lise düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu anlamda; sunulan tezin üniversite düzeyinde ve özellikle öğretmen yetiştirme alanındaki boşluğu gidermede katkısı olacağı düşünülmektedir.

Tez kapsamında geliştirilen deneysel etkinlikler, öğretmen yetiştirme ve temel bilimlerin yanı sıra genel kimya dersinin olduğu diğer bölümlerin laboratuvar derslerinde de kullanılacak şekilde yaygınlaştırılabilir. Böylece, üniversite öğrencilerinin, sadece belirli bir yönergeyi izleyerek gerçekleştirdikleri ve anlamlı öğrenmenin tam olarak gerçekleşmediği geleneksel yaklaşıma dayalı deneyler yerine problem çözme, hipotez üretme, sorgulama, deney tasarlama gibi üst düzey becerilerinin gelişmesine de katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle sanal ortamda gerçekleştirilen ve öğretim üyesi ile çevrimiçi etkileşimin sağlandığı sorgulamaya dayalı deneysel etkinlikler, uzaktan eğitimin gerçekleştirildiği alanlarda da kullanılabilir özelliktedir. Böylece, üniversite öğrencilerin kendi kendilerine verilen bir materyal üzerinde çalışmalarını değil, öğretim üyesiyle de bire bir etkileşime girerek kimya konularını kavramsal düzeyde anlamaları ve zihinlerinde daha iyi yapılandırmaları sağlanabilecektir.

1.5. SAYILTIAR (VARSAYIMLAR)

Sunulan tez kapsamında;

1. Grupların uygulama süresince araştırma sonucunu etkileyecek bir etkileşimde bulunmadığı,
2. Araştırma süresince istenmeyen değişkenlerin etkisinin gruplara denk olarak yansıdığı,
3. Öğretmen adaylarının veri toplama araçlarını içtenlikle yanıtladıkları varsayılmıştır.

1.6. SINIRLILIKLAR

Sunulan tez çalışması;

1. Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konuları ile,
2. 2013-2014 öğretim yılı İstanbul Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören 68 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile,
3. Bir eğitim-öğretim dönemi boyunca 16 ders saatinde gerçekleşen uygulamalarla,
4. Genel Kimya Kavram Testi, Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği, Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testi, Sorgulama Becerileri Ölçeği ve Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden elde edilen verilerle sınırlıdır.

1.7. TANIMLAR

Öğrenme süreci: Öğrenmeye etki eden akademik başarı, kavramsal anlama, tutum, bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerini içermektedir.

Rehberli Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinlikleri: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşım esas alınarak geliştirilen etkinliklerdir.

Rehberli Sorgulamaya Dayalı Sanal Kimya Laboratuvarı Etkinlikleri: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşım esas alınarak geliştirilen sanal kimya laboratuvarında yer alan etkinliklerdir.

Geleneksel Yaklaşım Dayalı Sanal Kimya Laboratuvarı Etkinlikleri: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geleneksel yaklaşım esas alınarak geliştirilen sanal kimya laboratuvarında yer alan etkinliklerdir.

Geleneksel Yaklaşım Dayalı Laboratuvarı Etkinlikleri: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geleneksel yaklaşım esas alınarak geliştirilen etkinliklerdir.

Deney-1 Grubu: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geliştirilen rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin gerçekleştirildiği gruptur.

Deney-2 Grubu: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geliştirilen rehberli sorgulamaya dayalı sanal kimya laboratuvarı etkinliklerinin gerçekleştirildiği gruptur.

Deney-3 Grubu: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geliştirilen geleneksel yaklaşıma dayalı sanal kimya laboratuvarı etkinliklerinin gerçekleştirildiği gruptur.

Kontrol Grubu: Genel Kimya II dersi, kimyasal kinetik, kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar ve elektrokimya konularının öğretimi amacıyla geliştirilen geleneksel yaklaşıma dayalı laboratuvar etkinliklerinin gerçekleştirildiği gruptur.

Akademik Başarı: Genel Kimya Kavram Testinden alınan puandır.

Kimya Dersine Karşı Tutum: Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeğinden alınan puandır.

Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum: Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeğinden alınan puandır.

Bilimsel Süreç Becerileri Düzeyi: Bilimsel Süreç Becerileri Testinden alınan puandır.

Sorgulama Becerileri Düzeyi: Sorgulama Becerileri Ölçeğinden alınan puandır.

Öğrenme Sürecine Yönelik Görüşler: Yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen verilerdir.

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde fen eğitimi, fen eğitiminde laboratuvar uygulamaları, sorgulamaya dayalı öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamalarının kuramsal temellerine ve bu konulara yönelik yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA FEN EĞİTİMİ

Eğitim, John Dewey'e göre yaşantıların yeniden örgütlenmesi ya da yenilenmesi, Leip ve Rustin'e göre ise bireyin sosyalleşmesi ve topluma faydalı biri olarak yetiştirilmesidir (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2010). Fen eğitimi ise karşılaşılan nesnelere, olayların ve aralarındaki ilişkilerin gözlenip, incelenip, araştırılmasını, aralarındaki benzerliklerin, farklılıkların ve ortak noktaların deneyerek, araştırarak ve yaşayarak bulunması ve sonuçlara varılmasını sağlamak olarak tanımlanmaktadır (Hughes ve Wade, 1993; Jennings, 1993).

Fen eğitimi, bilimsel bilginin artmasında, teknolojik yeniliklerin büyük bir hızla ilerlemesinde, yaşamın her alanında fenin etkilerinin görülmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005). Bu nedenle, okullarda fen eğitiminin verilmesi büyük önem arz etmektedir. Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi'ne (National Research Council-NRC) göre, fen dersleri öğrencilerin sorgulama becerilerinin gelişimine, bilimin doğasını kavramalarına, bilimsel sorgulama anlayışı ve bilime yönelik anlayış geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlar (NRC, 2006). Çepni (2010)'ye göre ise fen dersleri, fen okur yazarlığını sağlamak, fen dersleri aracılığıyla zihin ve el becerileri kazandırmak, fen ve teknoloji alanlarındaki meslek eğitimine temel oluşturmak amacıyla okul programlarında yer almaktadır. Fen eğitiminin hedefleri şöyle sıralanmaktadır (Çepni, 2010);

Bilimsel bilgileri bilme ve anlama: Bir alana özgü bilgileri bilme, Fen bilimleri tarihini bilme ve felsefesini anlama.

Araştırma ve keşfetme (Bilimsel süreçler): Bilim adamlarının düşünüş yollarını ve çalışmalarını öğrenmek için bilimsel süreçleri kullanma, psikomotor becerileri kullanma, bilişsel becerileri kullanma.

Hayal etme ve geliştirme: Hayal kurma, eşyaları ve fikirleri yeni düzenlere koyma, eşyaları alışılmadık amaçlar için kullanma, problem ve bilmece çözme, alışılmadık düşünceler üretme, araç ve makine tasarlama gayretinde bulunma.

Duygulanma ve değer verme: Fen bilimlerine, okula, öğretmenlerine ve kendine ilişkin olumlu tutumlar geliştirme, insan heyecanlarına ve duygularına karşı duyarlı ve saygılı olma, fiziksel duygularını yapıcı bir biçimde ifade etme, kişisel değerlere, toplumsal sorunlara ve çevre sorunlarına ilişkin kararlar verme.

Kullanma ve uygulama: Bilimsel kavramların günlük yaşantıda kullanışlarını görme, öğrenilen bilimsel kavramları ve becerileri gerçek teknoloji problemlerine uygulamak, ev araçlarında uygulanan bilimsel ve teknolojik ilkeleri anlamak, günlük yaşantıda karşılaşılan sorunların çözümünde bilimsel süreçleri kullanma, bilimsel gelişmeleri veren basın ve yayın raporlarını anlama ve değerlendirme, kişisel sağlık, beslenme ve yaşam tarzı konularında bilimsel bilgilerle karar verme, fen bilimlerini diğer bilimlerle bütünleştirme.

Fen eğitimi tarihi 1850'lerde başlamaktadır (Keeves, 1998). Ancak, fen eğitimine ilişkin çalışmalar 1960'lı yıllarda ivme kazanmıştır. Novak (1998), bu yıllarda eğitim sistemine davranışçı kuramın hakim olduğunu, bilişsel öğrenme üzerine görüşlere hiç yer verilmediğini, hatta Ausubel gibi bilim insanlarının önde gelen dergilerde yayın yapma konusunda sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan, özellikle de Rusya'nın ilk uzay aracını uzaya yollamasının ardından Amerika başta olmak üzere tüm dünyada fen öğretim programlarının yenilenmesinin gerekliliği sorgulanmıştır. Bu amaçla, ilk olarak Amerika'da Chemstudy, Physical Science Study Committee, Biological Science Curriculum Study, İngiltere'de ise Nuffield gerçekleştirilmiş ve bu dönemde bir çok ülkede gerçekleştirilen program geliştirme çalışmalarında ortak olarak fizik ve kimya derslerinin içeriğinin yenilenmesi, biyolojinin ayrı bir öğretim alanı olarak kabul edilmesi, araştırmaya ve laboratuvar çalışmalarına dayalı bir fen öğretiminin ön plana çıkarılması ve fen eğitiminin ilkokulda da verilmeye başlanması gibi konular üzerine yoğunlaşmıştır (Sözbilir ve Canpolat, 2006).

Dünyada bu gelişmeleri takiben ülkemizde ise, fen dersleri ilk olarak 1869 yılında Malumat-ı Nafia adıyla Maarif-i Umumiye Nizamnamesi'nde verilmiş, ancak

en köklü reformlar Cumhuriyet'in ilanının ardından gerçekleşmiştir. 1960'lı yıllara kadar olan reform çalışmalarında genel olarak yabancıların uygulamadan ziyade kuramsal olan önerilerinin etkisinde kalınmıştır (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993). Bu dönemde, özellikle John Dewey ulusal ihtiyaçlar belirlenerek ilgili program geliştirme çalışmalarının Türk eğitimcileri tarafından yapılması gerektiğini belirtilmiştir. Gerek yabancı bilim insanlarının önerileri ile yapılan değişiklikler, gerekse çeşitli program geliştirme çalışmalarının ardından, Amerika'da gerçekleştirilen çalışmalar temel alınarak şekillendirilmiş eğitim programları ülkemizin sosyal, ekonomik ve politik yapısıyla uyum sağlayamadığından başarısız olmuştur (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993).

1970'li yıllardan itibaren fen eğitiminde davranışçı kuram, yerini bilişsel öğrenme kuramlarına bırakmıştır. 1980'lerden itibaren pek çok ülkede eğitim programlarının temel felsefesi Bruner, Piaget, Ausubel ve Vygotsky gibi bilim insanlarının katkılarıyla gelişen yapılandırmacı yaklaşım olmuştur (Fensham, 1992). Ülkemizde ise yapılandırmacı yaklaşım Milli Eğitim Bakanlığı ve Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın yapmış olduğu program geliştirme çalışmaları ile 2004 yılında pilot uygulamalarla, 2005 yılı ve sonrasında ise kademeli olarak tüm ülkede fen öğretim programlarına yansıtılmıştır. Daha sonraki yıllarda, uygulanan bu öğretim programına yönelik değerlendirmeler dikkate alınarak programın yeniden düzenlenmesi üzerine çalışmalara başlanmıştır ve Milli Eğitim Bakanlığı, 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğretim programlarının 2013-2014 Öğretim Yılından itibaren 5'inci sınıflardan başlamak üzere kademeli olarak, 4'üncü sınıf öğretim programının ise 2015-2016 Öğretim Yılından itibaren uygulamadan kaldırılması kararını almıştır (MEB, 2013). Kaldırılan bu program yerine uygulamaya konmak üzere *sorgulamaya dayalı yaklaşımı temel alan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı* hazırlanmıştır (MEB, 2013).

Gerek ülkemiz gerekse Dünya'da, geçmişten günümüze fen eğitiminin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Dünya'da özellikle Amerika'da fen eğitimine yönelik geliştirilmiş bazı projeler dikkat çekmektedir. Bunlardan başlıcaları National Academy of Science, National Science Teachers Association, American Association for the Advancement of Science ve National Science Education Standards'dır. Ayrıca International Association for the Evaluation

of Educational Achievement (IEA), Trend International Mathematics and Science Study (TIMSS), Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS), Programme for International Student Assessment (PISA), The Relevance of Science Education (ROSE) gibi uluslararası düzeyde eğitim sistemlerinin değerlendirilmesine imkan tanıyan çalışmaları yürüten önemli bir kuruluştur.

İnsanlar, hayatının her aşamasında fen bilimlerine ilişkin bilimsel ve teknolojik gelişmelerle karşılaşır. Bu sebeple, tüm toplumlar fen eğitiminin kalitesini nasıl arttırabileceğinin arayışındadır. İyi bir fen eğitimi, çağın gereklerini karşılayacak şekilde, kişinin kalitesini ve işgücü verimini arttırmalıdır. Bu amaçla, fen eğitimindeki gelişmeleri yakından takip ederek, bu alandaki eğitim programları, öğrenme-öğretme yaklaşımları, ölçme ve değerlendirme ile ilgili son teoriler ve projeler incelenilerek faydalanılması zorunludur (Tatar, 2006). Bu süreçte, fen öğretmenlerine de büyük iş düşmektedir. Fen öğretmenleri, bilimsel sorgulamanın farklı formlarını ve fen okuryazarlığını anlamalı, fen öğrenme ortaklığını geliştirmeli, bilimin içeriği ve diğer disiplinlerle ilişkisine dair derin bir anlayışa sahip olmalı ve beceri geliştirmek ve araştırma araçlarını kullanmak üzere fırsatları değerlendirmeli (AAAS, 1993; NRC, 1996), öğrencilere bilimsel bilgi birikimini olduğu gibi aktarmak yerine, feni öğrencilerin bilgiye ulaşma yöntemi olarak kabullenmelerini sağlamalıdır (Chiapetta ve Koballa, 2002).

Fen dersleri kavramlar ve kanunların ezberlendiği bir ders değil, bu kavram ve kanunların bilim insanlarının geçtiği yollarla keşfedilerek öğrenilmesi gereken bir derstir. Öğrenciler bilimsel araştırmanın mantığını kavrarsa, feni öğrenmeleri çok daha kolay olacaktır (Orcutt, 1997). Ayrıca, öğrenciler kavramları ve kanunları kendileri doğruladıklarında benimserler. Kavramların kişinin kendi ürünü olması, öğretme faaliyetlerine bizzat katılması ile gerçekleşir (Turgut vd., 1997). Bu sebeple, öğrencilere somut deneyimler edinmelerine imkan sağlayacak öğrenme ortamları oluşturulmalıdır.

2.2. SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME VE KAVRAMSAL DAYANAKLARI

Geleneksel yaklaşımın uygulandığı fen sınıflarında öğrenciler kitaplar ya da diğer kaynaklardan aktarılan bilgilerle yetinir ve bu bilgilerin kaynağını

sorgulamazlar. Oysa ki sorgulama, fen programlarının her seviyesinde ve fen biliminin her alanında önemli bir bileşendir (Crowther, 1999) ve bireyleri soru sorma, keşif yapma ve o keşifleri dikkatlice test etmeye yönlendirir (Llewellyn, 2002). Sorgulama, öğrencilerin bilim insanlarının nasıl çalıştıklarını anlamaları kadar bilimsel fikirlere yönelik bilgilerini de geliştiren etkinliklerdir (NRC, 1996). Bilimsel sorgulama, bilim insanlarının dünyaya yönelik çalışma yollarını ve çalışmalarından elde ettiklerine dayalı olarak açıklamalarını (Martin-Hansen, 2002; NRC, 1996) öğrencilerin araştırmaya yönelik yeteneklerini kullanma, fen kavramları hakkındaki sorulara cevap arama ve öğrencilerin çeşitli yeteneklerini geliştirme gibi süreçleri içerir (Cuevas vd., 2005) ve öğrencilere yeni bilgilerini inşa etmede önemli bir destek sağlar (Sorgulama için Araştırma Enstitüsü, 1998).

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme (SDÖ) ise öğrencilerin bilgilerini arttırdığı, bilimsel düşünmeyi ve bilim adamlarının nasıl çalıştıklarını öğrendikleri aktiviteler şeklinde ifade edilmektedir (NRC, 2000). Perry ve Richardson'a göre (2001) sorgulamaya dayalı öğrenme, araştırma yapma, soru sorma, bilgileri analiz etme yoluyla öğrenme süreci olarak tanımlanmaktadır. Wood (2003) ise sorgulamaya dayalı öğrenmeyi, problemlerin ya da soruların tanımlandığı ve öğrencilerin bu problem ve sorulara cevap aradığı süreç olarak açıklamaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin temelleri Sokrates' e dayanmaktadır. Sokrates yaşadığı dönemde gençleri düşünmeye, yaşça büyüklerin zekasını ve gizemleri sorgulamaya yönlendirmiştir. Ayrıca sorgulamayı temel alarak Menon Diyaloğu adıyla bilinen yöntemiyle özelden genele, kolaydan zora, olaydan sonuca vararak bir köleye geometri öğretmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının teorik temelleri ise Dewey, Conant, Bruner, Schwab, Suchman, Gagne, Piaget ve Lawson gibi kuramcılarının fikirlerine dayanmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme John Dewey'in bilimsel yöntem aşamalarına izler ve uygulama aşamaları genel olarak şöyledir (Barth ve Demirtaş, 1997):

1. Problemin tanımlanması,
2. Hipotezlerin kurulması,
3. Verilerin toplanması,
4. Hipotezlerin test edilmesi,
5. Sonucun değerlendirilmesi,

6. Sonucun raporlaştırılması ve sunumu.

Sorgulamaya dayalı öğrenme ile öğrenciler, merak ettikleri pek çok şeyi başkasından dinlemek yerine bizzat kendisi deneyim edinerek araştırırlar. Bilimsel bilgileri bilim insanlarının geçtiği yollardan geçerek yani bilim yaparak öğrenirler. Arends'e göre sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerin problemleri anlamalarını sağlama ve araştırma yeteneklerini geliştirme, kendi kendilerini yönlendirerek öğrenme süreçlerini kontrol etmelerini ve bu süreçlerin farkında olmalarını sağlama, öğrenciler tarafından öğrenilen bilgilerin uzun süre hatırlanmasını ve diğer alanlara transfer edilmesi amaçlama gibi üç hedef üzerine kurulmuştur (Aktaran Kula, 2009).

Ürün ortaya koyma ya da problem çözmeden ziyade araştırma sürecini önemseyen sorgulamaya dayalı öğrenme, yapılandırmacı yaklaşım ışığında ortaya çıkmıştır (Lim, 2001). Locke, Kant, Jung ve Herbart gibi düşünürlerin düşüncelerinde yer alan ancak kuramsallaşamayan yapılandırmacı yaklaşım, 20. Yüzyılın başlarından itibaren gelişmeye ve uygulamalara temel oluşturmaya başlamış, fakat asıl dönüm noktasını 20. yüzyılın ikinci yarısında Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bruner ve Von Glasersfeld gibi araştırmacıların çalışmalarıyla gerçekleştirmiştir (Açıkgöz, 2014). Öğrenenin merkezde olduğu yapılandırmacı yaklaşımda yeni öğrenilenler eski öğrenilenlerin üzerine inşa edilir (Steffe ve Gale, 1995) öğrenme süreci bilginin pasif alımı ile değil bireyin zihninde aktif bir şekilde yapılması ile gerçekleşir (Glasersfeld, 1989). Yapılandırmacı yaklaşımın öğrenme ortamlarındaki uygulamaları sorgulamaya dayalı öğrenmenin temelini oluşturur. Yapılandırmacı yaklaşımın dikkat çekme aşaması sorgulamaya dayalı öğrenmede araştırma soruları ortaya atma, araştırma aşaması SDÖ'de araştırma planlama ile, açıklama aşaması ise SDÖ'de araştırma sorularına verilen cevaplar, açıklamalar yapma işlemleri ile uyumludur (NRC, 1996). Öğrenciler, yapılandırmacı yaklaşımın dikkat çekme aşamasında ön sorgulama yaparak, araştırma aşamasında ise hipotezler kurarak, gerçekleştirdikleri etkinlikleri gözlemleyerek, gözlemlerini sorgulayarak kavramlara ilişkin genellemelere ulaşırlar.

Sorgulamaya dayalı öğrenme ile öğrenciler fen konularıyla etkin bir şekilde ilgilenirler, gerçek dünya sınıf ortamına getirilir, multidisipliner bir öğrenme ortamı oluşturulur, öğrencilerin takım halinde işbirliği içinde çalışmaları sağlanır, öğrendikleri yeni fen kavramlarını tüm çalışmalarına yansıtma fırsatı tanınır, farklı öğrenme stillerine yönelik bir çalışma ortamı yaratılır (NAS, 1998). Ayrıca

sorgulamaya dayalı öğrenme öğrencilerin bilimsel içerik anlayışı geliştirmesini, kendi öğrenmelerini değerlendirmelerini, bilimin doğasına yönelik anlayış geliştirmelerini, sorgulama yeteneği kazanmalarını, yetenek ve becerilerini kullanmalarını (NRC, 2000) ve bilimsel akıl yürütme ve eleştirel düşünme özelliklerinin kullanımını sağlar (Bianchini ve Colburn, 2000). Fen eğitimi sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile seyretme ve dinleme faaliyetlerinden yapma faaliyetlerine dönüşür (Hinrichsen ve Jarrett, 1999). Sorgulamaya dayalı öğrenme ile temel kavramlar ilkeler ve kuramlar anlaşılır, bilgiler kazanılır, olgu ve olayların anlaşılmasını sağlayan beceriler geliştirilir, bilime karşı olumlu tutum kazanılır ve yaşama ilişkin soru sorma ve yanıtlama özellikleri geliştirilir (Chiappetta ve Adams, 2004).

2.2.1. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Düzeyleri

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin düzeyleri ilk olarak Schwab tarafından üç düzey olarak tanımlanmıştır (Schwab, 1962). Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda öğretmen ya da öğrenci merkezli oluşuna göre bu düzeyler revize edilmiş ve yeni düzeyler belirlenmiştir (Colburn, 2000; Eick, Meadows, Balkcom, 2005; Henige, 2005; Martin, 2001; Martin-Hansen, 2002; NRC, 2000; Tafuya, 1976; Windschitl, 2003). Fen derslerinde konunun kazanımlarına göre bu türlerden uygun olanı kullanılmaktadır.

Doğrulama Tipi Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede; öğrencilere prensip verilir. Öğrenciler dikkatlice hazırlanmış prosedür doğrultusunda ne olacağını önceden bilir ve bu prensipleri doğrulamaya çalışır. Kısacası bu türde problem, prensip, ne olacağı, nasıl yapılacağı ve hangi sonucun elde edileceği bilinir. Tamamıyla öğretmen merkezlidir. Bu düzey, bazı çalışmalarda sorgulamaya dayalı öğrenmenin bir düzeyi olarak alınmamaktadır (Budak, 2008).

Yapılandırılmış Sorgulamaya Dayalı Öğrenme; öğretmen merkezlidir ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin bu türünde problemi öğretmen verir. Problemin çözümü için izlenecek prosedür de yine öğretmen tarafından verilir. Ayrıca yapılacak etkinlikler, kullanılacak materyaller, veri analiz yöntemleri ve izlenecek basamaklar yönergede verilir. Tüm bu bilgiler öğretmen tarafından da açıklanabilir. Öğrenciler tüm bu yönergeleri takip ederek problemi çözerler (Llewellyn, 2002). Bu yaklaşımda

öğretmen gerekli tüm unsurları sağlar, problemin beklenen sonuçlarını ise öğrenci keşfeder (Colburn, 2000).

Rehberli Sorgulamaya Dayalı Öğrenme; öğrencinin aktifliğinin arttığı bir sorgulamaya dayalı öğrenme türüdür. Bu türde problem öğretmen tarafından verilir. Çözüme giden yolları araştırmak, uygulamak, sonuca varmak öğrenciye aittir. Öğretmen sonuca varmada öğrenciye bir rehber görevindedir. Yapılandırılmış sorgulamada, öğrencilerin problemi çözmesi için bir yöntem belirlenmişken, rehberli sorgulamada yöntem, öğrencilerin belirlemesi için açık bırakılmıştır (Colburn, 2000). Bu tip sorgulama ile öğrenci, sorgulama becerileri kazanarak gelecekte bağımsız sorgulamalar yapabilme kabiliyeti kazanır (Güngör-Seyhan, 2008).

Çiftli Sorgulamaya Dayalı Öğrenme; düzeyinde rehberli ve açık sorgulamaya dayalı öğrenme birleşmiştir. Başlangıçta öğretmen belli bir kazanımı hedefleyerek bir problem ortaya atar. Bu problemin çözümü için rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulanır. Gerek problem gerekse elde edilecek sonuç öğrencilerin yeni bir problem ortaya koymasına uygundur. Öğrenciler rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin sonunda ortaya bir soru atar, bu sorunun cevabını araştırmaya koyulur ve böylece açık sorgulamaya dayalı öğrenme uygulaması başlamış olur.

Açık Sorgulamaya Dayalı Öğrenme; tamamıyla öğrenci merkezlidir. Öğrenmenin tüm aşamalarında öğrenci aktiftir. Öğrencilere çalışacakları konuyu seçme ve problem belirleme serbestliği verilmiştir. Sorgulama diğer türlerden farklı olmak üzere öğrenci tarafından başlatılır. Problemin ve çalışılacak konunun öğrenci tarafından belirlenmesinin ardından çözüme ulaştıracak materyaller, kaynaklar, işlemsel süreç yine öğrenci tarafından belirlenir. Kısacası bu süreçte öğrenciler hem problemi hem de onu çözmek için izleyecekleri basamakları kendileri formüle ederek sonuca ulaşıp, bilgileri yorumlarlar (Llewellyn, 2002). Öğrencilerin malzemeleri kendi başlarına kullanabilmesi ve kendi performanslarını göstermesi için daha yüksek seviye sorgulama tipi olan açık sorgulamalar uygundur.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin düzeyleri, türleri ve özellikleri kısaca Tablo 2-1'deki gibi özetlenebilir:

Tablo 2-1: Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Düzeyleri ve Türleri

Sorgulama düzeyi	Sorgulama Türü	Konu ya da problem	Yöntem	Prosedür	Sonuçların tespiti
0	Doğrulayıcı	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.
1	Yapılandırılmış	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.	Öğrenci tarafından bulunur.
2	Rehberli	Öğretmen tarafından verilir.	Öğretmen tarafından verilir.	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.
3	Çiftli	Öğretmen tarafından verilir.	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.
4	Açık	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.	Öğrenci tarafından bulunur.

*Kaynak: Henige (2005)

2.2.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamları

Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenme ortamları sınıf olmakla beraber konunun niteliğine bağlı olarak bir atölye, laboratuvar veya okul dışı herhangi bir ortam olabilir (Vural, 2004). Bu yöntemle öğrenciler bireysel çalışabildiği gibi grup çalışması da yapılabilir. Sorgulamaya dayalı yaklaşımın uygulandığı sınıflarda öğrenciler kendilerine verilen problemleri çözümlmeye çalışır ve bu süreçte sadece kendi öğrenmelerinden değil, grup arkadaşlarının da öğrenmelerinden sorumlu olurlar (Lord, 1997).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleştiği bir öğrenme ortamında "ya... ise, —merak ediyorum" gibi sorular sınıf geneline yayılmalıdır. Öğrenme ortamı bireysel ve grup çalışmaları için öğrenme merkezli olarak düzenlenmeli, öğrenci sıraları ikili, üçlü ya da dörtlü gruplar biçiminde yerleştirilmeli, öğretmen masası ise sınıfın kenarında ya da gerisinde bulunmalı, kaynaklar dolaplarda belirli bir düzen içinde olmalı, öğrenci portfolyoları ve dergileri için sınıfta bir kutu ya da sandık oluşturulmalı, öğrencilerin sınıf dışında da çalışabileceği ortamlar sağlanmalı, tüm materyaller rahatlıkla ulaşılabilir konumda olmalı, bilgisayarlar ulaşılabilir durumda olmalıdır (Llewellyn, 2002). Sorgulamaya dayalı sınıflarda öğrencilerin gözlemler, ölçümler, sınıflamalar, deneyler, toplanan veriler ve çıkarılan sonuçlar yoluyla çeşitli konuları araştırdığı ve bilimsel sürece dahil edildiği ortamlar oluşturulmalıdır. Bu tür bir atmosfer öğrencilerin bilim insanlarının geçtiği yollardan

geçerek çeşitli aktivitelerde bulunmasını, etkili ve anlamlı öğrenmenin sağlandığı ortamlar oluşturulmasını sağlar (Novak ve Krajick, 2006).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı öğretim yaklaşımları ve eğitim materyalleri beş temel özelliği içerir (NRC, 2000). Bu temel özellikler ışığında sorgulamaya dayalı öğrenmenin farklı düzeydeki varyasyonları Tablo 2-2’de sunulmuştur:

Tablo 2-2: Sorgulamaya Dayalı Sınıfların Temel Özellikleri ve Varyasyonları

Temel Özellik	Varyasyonları			
1. Öğrenci bilimsel temelli sorularla meşgul edilir.	Öğrenci ortaya soru atar.	Öğrenci sorular arasından seçim yapar, yeni sorular ortaya atar.	Öğrenci, öğretmen, materyaller ya da diğer kaynaklardan elde edilen soruları geliştirir ya da açıklığa kavuşturur.	Öğrenci; öğretmen, materyaller ya da diğer kaynaklardan elde edilen sorularla meşgul olur.
2. Öğrenci sorulara cevap vermede kanıtlara öncelik verir.	Öğrenci neyin kanıt oluşturduğunu ve bu kanıtları nasıl toplayacağını belirler.	Öğrenci belli verileri toplamaya yönlendirilir.	Öğrenciye veriler verilir ve bu verileri analiz etmeleri istenir.	Öğrenciye veriler verilir ve bu verileri nasıl analiz edeceği söylenir.
3. Öğrenci kanıtlardan açıklamalar formüle eder.	Öğrenci kanıtları özetledikten sonra açıklamalar formüle eder.	Öğrenciye kanıtlardan açıklamalar formüle etme sürecinde rehberlik edilir.	Öğrenciye açıklamalar formüle etmede kanıtları kullanmanın olası yolları verilir.	Öğrenciye kanıtlar ve açıklamaları formüle etmede kanıtları nasıl kullanacağı verilir.
4. Öğrenci açıklamalar ile bilimsel bilgi arasında bağlantı oluşturur.	Öğrenci bağımsız bir şekilde diğer kaynakları inceler ve açıklamalara bağlantılar oluşturur.	Öğrenci bilimsel bilginin kaynaklarına ve alanlarına yönlendirilir.	Öğrenciye olası bağlantılar verilir.	
5. Öğrenci iletişim kurar ve açıklamaları doğrular.	Öğrenci akla ve mantığa uygun açıklamalarla bağlantılı argüman oluşturur.	Öğrenciye iletişimin gelişmesinde koçluk yapılır.	Öğrenciye net bir iletişim kullanılması için geniş bir yönerge verilir.	Öğrenciye iletişim için işlem basamakları verilir.

Daha çok ← ————— Öğrencinin kendi yönlendirme miktarı ————— → Daha az
Daha az ← ————— Öğretmen veya materyalin yönlendirme miktarı ————— → Daha çok

*NRC (2000)'den alınmıştır.

2.2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamlarında Öğretmen ve Öğrenci Roller

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı bir öğrenme ortamında öğretmenler ve öğrenciler yeni rol ve sorumluluklar üstlenirler (French ve Russell, 2002). Geleneksel yaklaşımın uygulandığı sınıflarda bilgi aktarıcısı rolünde olan öğretmen, sorgulamaya dayalı ortamda motive eden, teşhis eden, rehberlik yapan, yenilikçi bakış açısına sahip, araştırma yapan, yönlendiren, işbirlik içinde bulunan roldedir (Crawford, 2000, DiBiase ve Wagner, 2002). Bu yaklaşımda öğretmen aynı zamanda öğrenci rolündedir çünkü sorgulamaya dayalı öğrenme ortamında herkes öğrenci konumundadır (Duban, 2008). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını uygulayan bir öğretmen kendisini geliştirmelidir. Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenme, yüksek düzeyde içerik bilgisi gerektirir (Crawford vd., 2001). Sorgulamaya dayalı yaklaşımda öğretmenler öğrencilerin öğrenmeleri için sorumluluk almalarını sağlar, onların kendi araştırma ve sorularını oluşturmalarına yardımcı olur, öğrenme ortamları ve sosyal çevre oluşturur, materyalleri temin eder, öğrencilere uygun ipuçları verir, önerilerde bulunur, takıldıklarında çözüm bulmaları için cesaret verir, yeniden denemeleri için motive eder, onları dikkatlice dinler, uygun sorular sorar, öğrenci sorularını direkt cevaplamaz, kendi cevaplarını bulmaya yönlendirir, öğrencilerin geçmiş bilgilerini göz önünde bulundurur, çeşitli kaynakları kullanır, zamanı yönetir, kendilerini değerlendirmelerine imkan verir (Lewellyn, 2002).

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının etkililiğinde öğretmen yönlendirmeleri büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple öğretmenlerin gerek grup gerek sınıf tartışmalarında etkili sorular sorarak öğrencileri yönlendirmeleri gerekmektedir. Öğretmenler öğrencileri konuşma, düşünme ve tartışmalara yönlendirmek, tartışmalara yön vermek, rehberlik etmek ve aydınlatmak, geçmiş bilgileri ve öğrencilerin gelişimlerini değerlendirmek, sorunlara çözüm geliştirmek gibi amaçlarla sorular sormaktadır (Lewellyn, 2002) ve bu yolla hem sorgulama sürecini ilerletir hem de öğrencinin merkezde olduğu bir öğrenme için daha çok fırsat sunarlar (Lewellyn, 2005). Sorgulama sürecini başlatmak için öğretmenler, hakkında soru sorulabilecek gözlenebilir bir fenomen, bilimsel olarak ilginç şeyler anlatan

makalelerin okunmasını sağlayarak ya da araştırmaya uygun konular önererek sorular sorabilirler (Edwards, 1997).

Sorgulamaya dayalı sınıflarda öğretmenlerin sorduğu soruların yanı sıra öğrencilerin sorduğu sorular da yaklaşımda önemli bir yere sahiptir. Fen eğitiminde öğrencilere soru sormak için fırsat tanınması yaratıcılık ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirir (Shodell, 1995). Çünkü etkili sorular sormayı öğrenmiş olan bir öğrenci dünyaya yönelik gerçeklere ilişkin ilgili basit sorular sorabilme, doğru biçimde araştırmalar planlayabilme, veriler toplama ve düzenleme, kanıtları ve sonuçları ilişkilendirme, elde ettiği sonuçları başkaları ile paylaşma gibi davranışlarda bulunur (Carin ve Bass, 2001). Bu sınıflarda öğrenciler etkili soru sormanın yanı sıra öğretmen ve öğrencilerle işbirliğinde bulunur, veri toplama, verinin sunumu ve kanıtlarına ilişkin yollar tasarlar, eksik donanımla başa çıkar ve uygulamalarının sonuçlarını değerlendirir ve bulgularına ilişkin genelleme yaparlar (Norma, 2001), soruları düşünerek araştırılabilecek parçalar haline getirme, hipotez formüle etme, araştırma tasarlama, veri toplama ve analiz etme, sonuçlarını biçimlendirerek elde ettiği verilerle ilişkilendirme gibi süreçlerden geçerler (Jarret, 1997). Ayrıca öğrenciler yürütülen etkinlikler ile geçmiş bilgilerini analiz ederler ve böylelikle hatalarını görüp düzeltme fırsatına kavuşurlar (Arslan, 2007).

2.2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Karşılaşılan Güçlükler

Sorgulamaya dayalı öğrenme pek çok olumlu etkisi olan bir yaklaşım olmasına rağmen gerek dünyada gerekse ülkemizde bu yaklaşımın uygulama aşamasında bazı güçlükler yaşanmaktadır. Heyer'e göre öğretmenler, öğretmen merkezli yaklaşımlara dönmek için bu yaklaşımı uygulamaktan kaçınmaktadır (Roehrig ve Luft, 2004; Volkmann, vd., 2005). Bu durumun nedenlerinin başında zaman yönetimi ve konu hakkındaki sorgulamaya dayalı örneklerin azlığı (Anderson, 2002; Karacaoğlu ve Acar, 2010) gelmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme doğası gereği zaman alıcıdır (Alouf ve Bentley, 2003; Jorgenson ve Vanosdall, 2002; Roehrig ve Luft, 2004), buna karşın müfredat içeriği yoğundur ve öğretmenlerde hem müfredat içeriğini tamamlamak, hem de sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamaları için yeterli zaman olmadığı algısı mevcuttur (Campbell vd., 2011, Hackling, 2005). Bunların yanında öğretmenler sorgulamaya dayalı uygulamalar için

aileler veya yöneticilerin desteğinden de yoksun olabilmektedir (Falk ve Drayton, 2000; NRC, 2000; Neill, 2003; Roehrig ve Luft, 2004).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulanmasındaki önemli eksikliklerden biri de yetersiz öğretmen eğitimidir (Jorgenson ve Vanosdall, 2002; NRC, 2000). Eğitimleri süresince bu yaklaşıma dönük yeterli eğitim almayan öğretmenler, uygulamaları yürütmekte zorluk yaşamakta ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin neleri yapılandırıldığını kavrayamamaktadır (Campbell ve diğ., 2011). Bununla beraber deneyler ve fen kavramlarının ilişkisinin tam kurulamaması (Alouf ve Bentley, 2003; Volkman, vd., 2005), öğretmenlerin alan bilgilerinin yetersiz olması ve öğrencilerin zor sorularını cevaplamada kendilerini hazırlıksız hissetmeleri, sınıf ve sorgulamaları yönetmenin zorluğu (Campbell vd., 2011; Hackling, 2005), sınıflarda öğrenci sayısının fazla olması (Yaman ve Yalçın, 2004) ve öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi öğrencilerin seviyesine göre yüksek olduğunu düşünmesi (Alouf ve Bentley, 2003, Roehrig ve Luft, 2004; Volkman vd., 2005) sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

2.3. FENDE LABORATUVAR UYGULAMALARI

Laboratuvarlar, fen eğitiminin önemli bir parçasıdır (Garnett ve Hacking, 1995) ve alan yazında pek çok çalışma, fen laboratuvarları olmadan fenin anlamlı öğrenilemeyeceğini vurgulamaktadır (Hofstein ve Lunetta, 1982, 2004; Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007; Tobin, 1990). Laboratuvarlar öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarında, bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynar (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007; Lunetta, 1998). Ayrıca laboratuvar çalışmaları muhakeme etme, eleştirel düşünme, bilimin doğasını anlama, işlemsel yetenekleri geliştirme, teorik bilgilerin uygulanması, el becerilerini geliştirme ve sonuçlardan genellemelere ulaştırmada oldukça etkilidir (Ayas vd., 1997). Laboratuvar uygulamaların temel amaçları (Bybee, 2000; Hodson, 2001; Hofstein ve Lunetta, 2004; Köse, 2008; Lunetta, 1998):

1. Fen bilimleri ile ilgili anlaşılmakta güçlük çekilen soyut konuların istenen düzeyde kavratılabilmesi için laboratuvarlarda somut ve görsel materyallerle deneyimler sağlamak,
2. Öğrencilerin derslere olan ilgi ve motivasyonlarını arttırmak,

3. Öğrencilere bilimin özünü anlayabilmeleri için gerekli olan çalışma metotları, problem çözme, araştırma, inceleme ve genelleme yapma beceri ve alışkanlığını kazandırmak,
4. Öğrencilerin kazandıkları pratik deneyimleri geniş bir sahada kullanabilecekleri özel yeteneklerin gelişmesini kolaylaştırmak,
5. Yaparak- yaşayarak öğrenmeye dayalı yapılan etkinliklerden zevk alan öğrencinin, fen bilimlerine, doğaya ve canlılara karşı ilgisini arttırmak ve olumlu tutum geliştirmek,
6. Öğrencilere verilen teorik bilgilerin günlük yaşamda kullanılabilirliğini göstermek,
7. Ezberleyerek öğrenen öğrencilere uygulama ve uygulatma yetenekleri kazandırmak,
8. Öğrencileri keşfedici düşünceye yönleltmek,
9. Öğrencilerin duyularını kullanmasını sağlayarak anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırmak,
10. Öğretimde bireyselliğe yer vererek öğrenmenin kuvvetli ve etkili olmasını, öğrenilenlerin unutulmamasını, gerektiğinde hemen uygulanabilmesini ve kullanılabilmesini sağlamak,
11. Öğrencileri bilgi elde etme sistemi içine aktif olarak katarak, problem çözüme ve bilimsel çalışmalarda yeni mesafeler kat ettirmek,
12. Bilimsel bilgilerin sıralı bir düzen halinde elde edildiği, bilinen kuram ve modellerin de zaman içerisinde değişebileceği fikrinin kazandırmak,
13. Öğrencilerin özgüvenini artırarak kritik ve analitik düşünme becerilerini geliştirmek,
14. Öğrencilerin psikomotor ve zihinsel becerilerini geliştirerek onlara keşfetme zevkini tattırmak,

15. Öğrencilerin birbirleriyle fikir alışverişinde bulunarak düşüncelerini gruplandırmalarına, düzenlemelerine ve iletişim becerileri kazanmalarına yardımcı olmak,
16. Öğrencilerin bilim insanlarının nasıl çalıştığını, düşündüğünü ve araştırmaları kullanarak yeni bilgiyi nasıl elde ettiklerini anlamalarını sağlamak,
17. Merak duygularını geliştirerek onları bilim insanı olmaya özendirme.

Fen eğitiminde laboratuvar uygulamalarının öğrenci sayısının fazla olduğu durumlarda kullanımının zor ve zaman alıcı olması, maliyetinin yüksekliği, tüm konulara ilişkin malzeme tedarik etmenin zor oluşu, sınıf yönetiminin sağlanmasının zorluğu gibi sınırlılıkları olmasına karşın, öğrencilere bir çok duyu organını kullanma imkanı sunma, eşya, olay ve varlıkları doğrudan inceleme imkanı sağlama, öğrenciyi aktif kılma, araştırma ve inceleme beceri ve alışkanlığı kazandırma, öğrenilenleri gerçek yaşamda uygulama, tekrar gözlem imkanı sağlama ve öğrenme durumlarını öğrencinin bilgi ve becerisine göre düzenleme gibi pek çok yararı vardır (Akgün 2001; Büyükkaragöz, 1994; Doğdu ve Aslan, 1993; Kemertaş, 1997; Okan, 1993; Sönmez, 2001; Aktaran Karamustafaoğlu ve Yaman, 2010).

Laboratuvar uygulamalarının bu yararları sağlama ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için uygun laboratuvar yaklaşımı ve uygun deney türünden faydalanmak gereklidir.

2.3.1. Laboratuvarın Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar

Laboratuvar uygulamalarında kullanılan yaklaşımlar, deneyleri yürütmede gerekli olan becerileri kazandıran yaklaşımlar ve laboratuvar etkinlikleri yürütme yaklaşımları olarak sınıflanabilir (Çepni ve Ayvaci, 2010).

2.3.1.1. Deneyleri Yürütmede Gerekli Olan Becerileri Kazandıran Yaklaşımlar

Bu alandaki yaklaşımlar teknik becerileri geliştirme yaklaşımı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme yaklaşımı olarak iki ana başlıkta incelenmiştir.

Teknik Becerileri Geliştirme Yaklaşımı; öğrencilerin ihtiyaç duyduğu bazı araçların tanıtılması, çalıştırılması, doğru kullanılması ve deney düzeneklerinin kurulması ile ilgili teknik becerilerin geliştirilmesi esasına dayanır (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2010). Laboratuvar uygulamaları yapılan deneyin içeriğine göre bazı düzeneklerin kurulması ve çeşitli alet ve cihazların kullanımını gerektirir. Tüm bu işlemlerin yapılması öğrencilerin çeşitli yetenek ve teknik becerilere sahip olması ile gerçekleştirilir. Mesleki eğitimin verildiği okullarda yoğunlukla kullanılan bu yaklaşım ile öğrenciler düzenek kurma, araç ve cihaz kullanımının yanı sıra bir cihazın bakım ve onarımı, ilgili aracın olmadığı zamanlarda bu aracın yerine kullanılacak başka bir başka aracı kullanabilme becerilerini de kazanır (Çepni ve Ayvacı, 2010).

Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirme Yaklaşımı; laboratuvarında çeşitli etkinlikler gerçekleştirilerek verilen bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Öğrencilerin laboratuvarında çalışırken sürecin tümünü başarıyla tamamlayabilmesi için bilimsel süreç becerilerine sahip olması gerekmektedir. Bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenme alanları kullanılarak fen öğretimi yapılacaksa, bilimsel süreç becerileri mutlaka geliştirilmelidir (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu beceriler üç ana başlıkta incelenmektedir (Çepni vd., 1997):

1. Temel süreç becerileri: Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkileri kurma.
2. Nedensel süreç becerileri: Önceden kestirme, değişkenleri belirleme, verileri yorumlama, sonuç çıkarma.
3. Deneysel süreç becerileri: Hipotez kurma, teori ya da model geliştirme, deney yapma, değişkenleri kontrol etme, karar verme.

Bu yaklaşımla bir ya da birden fazla bilimsel süreç becerisinin gelişmesi sağlanmaktadır. Ancak bunun için deneylerin amacının iyi belirlenmesi ve deneylerin doğru tasarlanması gerekmektedir (Çepni ve Çil, 2009).

2.3.1.2. Laboratuvar Etkinliklerini Yürütme Yaklaşımları

Bu alandaki yaklaşımlar tümdengelim yaklaşımı ve tümevarım yaklaşımı olarak iki ana başlıkta incelenebilir.

Tümdengelim (Doğrulama) Yaklaşımı; fen bilimlerinde en sık tercih edilen yaklaşımdır ve derslerde verilen kavram, prensip, yasalar ve konunun sınıfta düz anlatım, tartışma, soru-cevap, problem çözme gibi öğretim yöntemleriyle verilmesinden sonra, laboratuvarında somut materyallerle doğrulanması ve ispatlanması esasına dayanır (Köse, 2008). Tümdengelim yaklaşımında deneyin amacı, kullanılacak malzemeler, deneyin tüm aşamaları ve sonuçları sunulur. Öğrenci ise kendilerine verilen bilgileri takip ederek deneyi gerçekleştirir ve derste öğrendiklerini doğrularlar. Bu yaklaşımın en önemli dezavantajı, doğrulama aşamasında deneyden beklenen sonuçlar gerçekleşmezse öğrencinin öğretime ve bilime olan güveninin azalmasıdır (Ayas, 1998). Ayrıca yetenekli öğrenciler için sıkıcı olabilmesi ve keşfetme yeteneğini geliştiremeyebileceği de bir diğer dezavantajdır (Ayas vd., 1997; Çepni vd., 1997). Tüm bunlara karşın öğrencilere deney yürütmede ihtiyaç duyacağı beceri ve pratikleri kazandırması, temel yasa ve prensipleri bizzat ispatlama olanağını sağlaması, fen bilimlerine karşı pozitif tutum geliştirmesinde yardımcı olması, gözlem yapma, verileri kaydetme, karşılaştırma yapma, uzay ve sayı ilişkileri kurma gibi bilimsel süreç becerileri kazanmalarını sağlaması, zaman alıcı olmadığından çok sayıda deney yapmaya izin vermesi gibi yararları vardır (Çepni ve Ayvacı, 2010).

Tümevarım Yaklaşımında öğrenciler özelden genele ilerleyen bir düzenle kavram, prensip ve yasaları bireysel deneyimleri ile keşfetmeye çalışırlar. Bu yaklaşımın uygulandığı laboratuvarında öğrenciler hangi sonuca ulaşacağını bilememektedir. Sadece malzemeleri öğretmen tarafından tedarik edilen öğrenciler, deneye ait diğer tüm işlem basamaklarını kendileri gerçekleştirir. Bu sürecin sonunda öğrencilerin öğretmen rehberliğinde konu, kavram, prensip ya da yasalara yönelik bir genelleme yapması beklenir. Bu yaklaşım olayları izlemeye, gözlem ve deneye dayanarak gerçeği ortaya koymaya en uygun yoldur (Köse, 2008). Ayrıca tümdengelim yaklaşımına kıyasla bu yaklaşımın uygulandığı laboratuvar çalışmaları, öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarını, akılda tutma ve bilimsel düşünebilme yeteneklerini daha iyi geliştirmektedir (Çepni ve Ayvacı, 2010; Köse, 2008). Bu yaklaşımın etkili olması için, öğrenciye genel bir konu verilip deneyi düzenleme işleminin öğrenciye bırakılması, sonucu öğrenci tarafından bilinmeyen bir deney seçilmesi, öğrencinin problemi anlayıp, çözülmesinin gerekliliğine inanıp, çözümler denemeye cesaret etmesi, öğrencilerin tüm deneysel işlemler sonucunda bir sonuca ulaşması,

çözümlerini rapor halinde sunması, çözüm bulamadıysa gerekli değişiklikleri yaparak yeniden denemesi ve çözümlerini günlük yaşantısı ile ilişkilendirmesi gerekmektedir (Ayas vd., 1997). Temelde tümevarım felsefesine dayalı fakat öğretmen ve öğrencinin görevleri ve bilgiye ulaşma yolları bakımından farklı basamaklara sahip olan laboratuvar uygulamaları farklı isimlerle uygulanmaktadır. Bunlardan sıkça kullanılan üç tanesi buluş yoluna dayalı, araştırmaya dayalı ve bütünleştirici laboratuvar yaklaşımlarıdır (Çepni ve Ayvacı, 2010).

- a) *Buluş Yoluna Dayalı Laboratuvar Yaklaşımı*; Bu yaklaşımda öğretmen sorumluluğu ağırlıklı olarak öğrenciye bırakmakla beraber gerektiğinde işlemlerin bazılarını kendi gerçekleştirebilir. Bu yaklaşım ispatlama yönteminden keşif yoluna geçiş basamağı olarak düşünülebilir. Öğretmenin desteği ile keşfetmeye yönelik güven duygusu ve keşif için alt yapı oluşturacak becerileri kazanılır.
- b) *Araştırmaya Dayalı (Keşfedici) Yaklaşım*; Deney öncesi tartışma, deney yapma-verileri elde etme ve deney sonrası tartışma-öğrenci keşfi aşamalarından oluşan bu yaklaşımda, öğrenciler kendi bilgilerine dayalı tahminler yaparak, tahminlerini test ederek ve kavramlara odaklanarak öğrenmelerini gerçekleştirirler.
- c) *Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımı*; Bu yaklaşımda öğretmen derse başlarken uygun sorularla ön bilgileri açığa çıkarır. Ön bilgilerin değerlendirilmesinin ardından öğrenciler öğrenmeye odaklanır ve kafalarında beliren soruları çözmek için deney yapmaya yönlendirilirler. Verilerin toplanmasının ardından öğrenciler gerçekleşen durumları da göz önünde bulundurarak eski ve yeni kavramlarını kıyaslarlar. Son olarak öğrendikleri kavramları başka olay ve durumlarla ilişkilendirirler.

2.3.2. Laboratuvarda Kullanılan Deney Türleri

Laboratuvar uygulamalarının odak noktası deneylerdir. Deneyler bazı araç gereçlerin kullanımıyla bazı gerçekleri keşfetmek ya da çeşitli bilgi, ilke ya da varsayımların doğruluğunu ispatlamak amacıyla yapılan bir öğrenme etkinliğidir (Topsakal, 2005). Hiçbir fen bilim dalı deneylere yer verilmeksizin tam olarak

öğretilemez (Çepni ve Ayvacı, 2010). Deneyler, öğrencilerin merak duygusunu, problem çözme becerisini, zihinsel süreç becerilerini, analitik düşünme becerisini ve psikomotor becerilerini geliştirmesine, öğrenmeye güdülemesine, bilimsel kavramları anlamlandırılmasına, günlük hayat ile fen arasında ilişki kurmasına, bilim insanlarının çalışmalarını ve bilimsel teori ve modellerin doğruluğunun deneylerle kontrol edebileceklerini anlamalarına sağladığı katkı ile fen eğitiminin vazgeçilmezi olmuştur (Ayas vd., 1997; Ergin vd., 2005).

Laboratuvarında gerçekleştirilen deneyler yapılış şekillerine, yapılış amacına ve yapılış zamanına göre üç ana başlıkta incelenebilir (Çepni ve Ayvacı, 2010).

Yapılış Şekillerine Göre Deneyler; bireysel deneyler, grup deneyleri ve gösteri deneyleri olmak üzere üçe ayrılır.

a) *Bireysel Deneyler;* Öğrencilerin bireysel olarak yaptıkları, kendi kendilerine karar vererek uygulama fırsatı buldukları çoğu zaman proje çalışmaları olarak adlandırılan, yıllık ödev ve ev ödevi çalışmalarında sıklıkla tercih edilen deneysel çalışmalardır (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deneylerde öğrenciler, öğretmen tarafından kendilerine verilen malzemeler ile deneyi tasarlayıp kendi kendine yapar. Öğretmen ise öğrencileri izleyen, yol gösteren, gerekli gördüğü yerlerde onlara yardım eden bir roledir (Yenice ve Aktamış, 2004). Bireysel deneyler öğrencilerin deney becerilerini, temel kavram ve prensipleri, kritik düşünme yeteneğini, kendine güven duygusunu, pratik maharet kazanma becerisini, bireysel karar verebilme yeteneğini, psikomotor becerilerini, verileri çözümlenebilme becerilerini ve fene karşı olumlu tutum gelişmelerini sağlar (Köse, 2008). Bireysel deneyler; öğreticinin rehberliğinin yetersizliği, malzemelerin kısıtlı oluşu, her bir öğrencinin deney yapmasının yaratacağı zaman sıkıntısı ve sınıf mevcudunun fazla oluşu nedeniyle öğretim sürecinde yeterince kullanılamamaktadır (Ayas vd., 2006).

b) *Grup Deneyleri;* Birkaç öğrencinin beraber yaptığı deneylerdir. Öğrencilerin birbirleriyle dayanışma içinde gerçekleştirdikleri bu deneyler, bireysel deneyler kadar olmasa da öğrencilerin fen öğretimi sürecinde etkili öğrenmelerine katkı sağlamaktadır (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deneysel çalışmalarda grupların en fazla 3-4 kişi olması, öğrencilere deney yapmak

için gerekli teknik becerilerin daha önceden kazandırılmış olması, tartışmalara bolca yer verilmesi ve öğretmenin tüm gruplara eşit olarak yaklaşması deneyleri daha etkili kılmaktadır (Çepni ve Ayvacı, 2010). Ayrıca grup deneyleri öğrenciler arasındaki etkileşimi artırır, öğrencilere birlikte çalışma alışkanlığı ve pratik maharet kazandırır, derse karşı olumlu tutum geliştirmeye yardımcı olur, kendine güven duygusunu, arkadaşlık ilişkilerini, temel kavram ve prensipleri ve kritik düşünme yeteneğini geliştirir, kendilerini ifade edebilme, uyum ve işbirliği içinde çalışma ve düşüncelerini paylaşma olanağı sağlar (Collette ve Chiappetta, 1989; Çepni vd., 1995; Aktaran: Köse, 2008).

- c) *Gösteri Deneyleri*; öğretilecek konuların öğretmen tarafından açıklamalarının yapılması ve uygulamalı olarak gösterimine dayanan bu yöntem genellikle laboratuvar araç gereçlerinin kısıtlı olduğu yerlerde, öğrenciler tarafından yapılması uygun olmayan tehlikeli deneylerde, profesyonel beceri gerektiren uygulamalarda kullanılır (Çepni ve Ayvacı, 2010). Deney tüm sınıfın görüş alanında olacak şekilde öğretmen tarafından yapılır ve açıklanır. Bu tür deneylerde öğretmen aktif, öğrenci pasif olduğundan etkili öğrenme sağlanmayabilir. Ancak deneyin her aşamasında öğrencilere sorular sorularak, çeşitli sorumluluklar verilerek, bir veya birkaç öğrenciye öğretmen gözetiminde gösteri deneyi yaptırılarak öğrencilerin etkin olmaları sağlanabilir (Köse, 2008). Çeşitli becerileri kazandırma düzeyinin düşük olması, verilerinin sınırlı olması ve öğrencilerin bu kısıtlı veriye dayanarak yorum yapmak zorunda kalması ise gösteri deneylerinin olumsuz yanlarıdır (Ergin vd., 2005). Buna rağmen ekonomik olması, deneylerin güvenli bir şekilde yapılması, tartışmaların öğrenmeyi gerçekleştirme olasılığını arttırması, sonuçların öğretmen tarafından ortaya konulmuş olmasının güvenilirliği arttırması, gözlem yapılarak deneyin nasıl yapılacağına dair fikir edinilmesi gösteri deneylerinin etkili yönleridir (Çepni ve Ayvacı, 2010).

Yapılış Amacına Göre Deneyler; kapalı uçlu deneyler, açık uçlu deneyler ve hipotez sınama deneyleri olarak üç ana başlıkta incelenebilir.

- a) *Kapalı Uçlu Deneyler*; ispatlama mantığı ile tasarlanan deneylerin genel adı olup, planlama aşamasında verilecek kavramın veya konunun daha önceden

doğruluğunun kabul edilmesini gerektirir (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deney türünde, gerçekleştirilecek deneyin amacı, kullanılacak malzemeler, yapılaş basamakları ve deneyin sonucu öğrencilere net bir şekilde verilir (Ayas vd., 2006). Bu deney türü öğrencilerin el becerilerini ve araç-gereç kullanma yetisini geliştirir, fenle ilgili bilgileri yaparak-yaşayarak öğrenmesini sağlar, bazı bilimsel tutumlara sahip olmalarına yardımcı olur, deney ve gözlem yapma, veriler toplayıp kaydetme gibi becerileri kazanmalarına olanak sağlar, fakat keşfetme yeteneğini geliştirmez (Köse, 2008). Bu sebeple öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmez ve yetenekli öğrencilerin deneysel süreçte sıkılmasına sebep olabilir (Kaptan, 1999).

b) *Açık Uçlu Deneyler*; kapalı uçlu deneylerin aksine öğrenciye sadece kullanılacak araç-gereçlerin ve deneyin amacının verildiği, deneyin aşamaları, deney düzenine kurulması, elde edilen verilerin toplanması, yorumlanması ve ulaşılabacak sonuçların öğrenciye bırakıldığı deney türüdür (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deney türü bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlardaki becerileri, tartışma, paylaşma, iletişim, keşfetme, karar verme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerileri geliştirir, anlamlı ve kalıcı bilgiler kazanmaya, öğrencilerin kendi öğrenmelerini denetlemelerine, bilen sorgulayan, yorumlayan ve çözüm üreten bireylerin yetiştirilebilmesine, çevre ile ilişki kurmalarına, zihinsel olarak sürekli aktif olmalarına, bireysel hız ve yeteneğe göre çalışmaya olanak sağlar, öğrencilerin araştırmaya ve derse ilgilerini arttırır (Akgün, 1996; Çepni ve Ayvacı, 2010; Köse, 2008). Bu deney türü tümevarım yaklaşımına dayanmaktadır.

c) *Hipotez Test Etme Deneyleri*; deney türlerinden en bilimsel olanıdır (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2010) ve buluş yoluna dayalı laboratuvar yaklaşımına dayanmaktadır. Bu deney türünde öğrenciler bir konu hakkında kendi kurdukları veya öğretmenleri tarafından kurulan hipotezleri, kullanılacak araç-gereçler, ulaşılabacak amaç ve sonuçlar, elde edilecek verilerin toplanması, yorumlanması ve genellemesi kısaca uygulanacak tüm işlemleri kendileri belirleyerek test ederler (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu süreçlerin sonunda ortaya atılan hipotez deney ile doğrulanıyorsa kabul edilir, eğer doğrulanıyorsa, yeniden deney tasarlanır ya da hipotezin aksinin

doğruluğu kabul edilir (Akgün, 1996; Ayas vd., 2006; Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deney türü yüksek seviyeli öğrencilere uygulanmaktadır ve bu deneyler ile öğrenciler yaparak yaşayarak, bireysel ve tam öğrenirler, bilim insanlarının bilimsel tutumlarını kazanırlar, kendilerine güvenleri artar, kendi kendilerine üretme ve çalışma yetisi, düşünme, tasarlama, keşfetme ve karar verme yetenekleri gelişir, ileri bilimsel süreçlere daha kolay uyum sağlarlar (Köse, 2008).

Yapılış Zamanına Göre Deneyler; konu öncesinde yapılan deneyler, konu işlenmesi sürecinde yapılan deneyler ve konu sonrasında yapılan deneyler olmak üzere üç ana başlıkta incelenebilir (Çepni ve Ayvacı, 2010).

- a) *Konu Öncesinde Yapılan Deneyler;* dersin başında öğrencilerin ders karşı ilgilerini çekmek, derse motive etmek, öğrenme isteği uyandırmak, öğrenilecek konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak ve konuya giriş yapmak amacıyla kullanılan deneylerdir (Köse, 2008). Genellikle açık uçlu ya da hipotez test etme deneylerinden oluşan bu deneyler öğrencide kavram yanılgısı oluşturmayacak nitelikte ve öğrencilerin sonucunu tahmin edemeyecekleri derecede ilgi çekici olmalıdır (Çepni ve Ayvacı, 2010). Bu deneylerin özellikle öğrencilerin daha önceki bildikleri ile ters düşen veya çelişen bilgileri ortaya çıkaran deneyler olması anlamlı öğrenmeye katkı sağlar (Köse, 2008).
- b) *Konu İşlenmesi Sürecinde Yapılan Deneyler;* tümevarım yaklaşımının kullanıldığı sınıflarda uygulanır ve elde edilen verilerle bir ilke, yasa ya da kavramı öğretmek amacıyla ders ortasında yapılır (Köse, 2008). Bu deney türünde sorumluluk öğretmene aitken, öğrenciler öğrenme hedeflerine verileri yorumlayarak ve muhakeme yeteneklerini kullanarak ulaşırlar (Çepni ve Ayvacı, 2010).
- c) *Konu Sonrasında Yapılan Deneyler;* konu içerisinde geçen ilkenin konu sonunda deneyle doğrulanması mantığına dayanan ve bu yolla konunun pekişmesini, tekrarının yapılmasını, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi ve öğrenilen konuların deneyle ispatının yapılmasıyla anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan deneylerdir (Çepni ve Ayvacı, 2010; Köse, 2008).

2.3.3. Laboratuvarda Öğretimsel Yaklaşımlar

Genel olarak bakıldığında bütün dünyada uygulanmakta olan öğrenme biçimleri aktarmacı/edilgin (pasif), interaktif/etkileşimli (edilgin) ve dönüştürmeciler/etkin (aktif) olmak üç grupta incelenmektedir (Huber, 1997; Aktaran Açıkgöz, 2014) ve gerek edilgin gerekse etkileşimli öğretim biçimleri geleneksel olarak kullanıldığı için geleneksel öğretim olarak da adlandırılmaktadır (Açıkgöz, 2014). Bu yaklaşımda öğretmen etkin, öğrenci ise edildir. Öğretmen öğrenciye bilgiyi aktarandır (Renner vd., 1985) ve tüm öğrenme sürecini öğretmen yapılandırır. Bu yaklaşımda nasıl öğretileceğinden çok ne öğretileceği üzerinde durulur (Eltine ve Roberts, 1993).

Ülkemizde laboratuvar uygulamaları ilköğretimden yükseköğretime tüm eğitim seviyelerinde genellikle geleneksel yaklaşım temel alınarak gerçekleştirilmektedir (Köse, 2008). Geleneksel yaklaşıma dayalı laboratuvarlarda öğretmen tarafından belirlenmiş deneyler yine öğretmen tarafından belirlenmiş işlemlerle yapılır. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için genellikle yine öğretmen tarafından hazırlanmış, deneye ilişkin tüm bilgileri içeren deney föyleri hazırlanır. Öğrenciler bu föyü adım adım takip ederek deneylerini yaparlar. Ancak bu föylerde verilen gereksiz ve aşırı detaylar öğrencileri deneyin amacından uzaklaştırmakla birlikte, bilişsel düzeyleri yüksek olan öğrencilere hizmet edememektedir (Johstone ve Wham, 1982).

Geleneksel yaklaşıma dayalı laboratuvar uygulamalarında tümdengelim yaklaşımına dayalı deneyler gerçekleştirilir. Dolayısıyla öğrenciler deney föyelerine bağlı kalarak deney malzemelerini kullanır, deneyi gerçekleştirir, verileri toplar, yorumlar ve bu yolla bilimsel gerçekleri doğrularlar. Bu durum, öğrencilerin deneyin amacını derinlemesine anlamasına engel olmaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2004). Ayrıca bu yaklaşımda doğrulanan bilimsel gerçekler çok sık tartışılmaz (Roth, 1994). Oysaki öğrencilere düşünme, fikirlerine yönelik dönüt alma ve fikirlerini değiştirmeleri için sık sık fırsat verilmelidir (Gunstone, 1991). Laboratuvarda öğrencilere karşılıklı etkileşim ve fikir alışverişi için yeterli zaman verildiğinde öğrenme daha iyi gerçekleşir (Gunstone ve Champagne, 1990).

Doğası gereği, gözlem yapma, araştırma, sorgulama gibi bilimsel becerileri gerektiren fen bilimleri için, laboratuvar uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Ancak, laboratuvarlarda gerçekleştirilen her uygulama, öğrencilerin bu becerileri kazanmalarına olanak sağlayamamaktadır. Etkili laboratuvar ortamı, uygun öğrenme yöntem ve teknikleriyle desteklenerek oluşturulabilir. Geleneksel yaklaşımın temel alındığı laboratuvar uygulamalarında öğrenci zihinsel işlemler bakımından pasif konumdadır. Yapılan işlemlerin nedenlerini sorgulamaz, sadece bu işlemleri yapar. Ayrıca geleneksel yaklaşıma dayalı öğretimle gözleme dayalı bilgilerin ve psikomotor becerilerin öğretilmesi oldukça zordur (Ergün ve Özdaş, 1997). Oysaki etkili öğrenme için öğrencilerin hem fiziken hem de zihinen aktif olması gerekmektedir.

Alan yazında laboratuvar uygulamalarının pek çok yöntem ve tekniklerle desteklendiği görülmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme (Duru vd., 2001; Hofstein, 2004; Hofstein ve Lunetta, 2004; Hofstein, Shore ve Kipnis, 2004; Wolf ve Fraser, 2008), tahmin gözlem açıklama (Bilen ve Aydoğdu, 2011; Tekin, 2006), yapılandırmacı yaklaşım ve modelleri (Altun, 2004; Demirelli, 2003; Liew ve Treagust, 1998; Methembu, 2001), işbirlikli öğrenme (Aksoy, 2006; Cooper, 2005; Doymuş vd., 2006; Sandi-Urena vd., 2011; Taşdemir ve Demirbaş, 2005) bunların başlıcalarıdır.

2.4. SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARI

Bilgisayar teknolojilerinin gelişimine paralel olarak sanal gerçeklik alanında da gelişmeler meydana gelmiştir ve bu durum sanal laboratuvarların eğitim amaçlı kullanımına imkan sağlamıştır (Baki vd., 2000). Öğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına yönelik sınırlılıkları ortadan kaldırması, zamandan ve mekandan bağımsız, etkileşimli ve güvenli bir öğrenme ortamı sunmasının yanı sıra ağlarla haberleşme imkanı ile geleneksel laboratuvarlara alternatif olarak sanal laboratuvarlara olan talep artmaktadır (Akin ve Karaköse 2003, Altun, Feyzioğlu ve Demirağ, 2011; Atış vd., 2007; Dalgarno, 2004, 2015; Gorghiu vd, 2009; Harrison vd., 2009; Özden, 2005; Tüysüz, 2010; Usal vd., 2004).

Sanal laboratuvarlar, laboratuvar ortamının benzetiminin yapılarak, öğrencilerin teorik bilgilerini deney yapmak yoluyla pratiğe çevirme imkanı sağlayan

ortamlar olarak tanımlanmaktadır (Woodfield, 2005). Martin-Villalba vd., (2008) ise sanal laboratuvarı animasyon ve simülasyon araçları ile hazırlanan, matematiksel bir modelin etkileşimli simülasyonlarını gerçekleştirmek amacıyla tasarlanan ortamlar olarak tanımlamaktadır.

Sanal laboratuvarlar, uygulamalı eğitim gerektiren tüm bilim dallarında kullanılan alternatif bir öğrenme yöntemidir (Grob, 2002). Klasik simülasyon uygulamalarından farklı olarak öğrenci, sanal laboratuvarlarda deneyin her aşamasına aktif olarak katılabilir, deneyi durdurabilir ve arkadaşları ile paylaşımda bulunabilir (Dede, Salzman ve Loftin, 1994). Malloy ve Jensen'e (2001) göre etkili bir sanal laboratuvar kullanıcıya yardımcı olacak örnekler vermeli, şifreli bir girişi olmalı, kullanıcıya istediği nesneyi seçme, deney düzeneği kurma, verileri analiz etme, deneylerinin raporlarını oluşturma ve sonuçlarını görme imkanı sağlamalı, yaratıcılıklarını kullandırmalı, çeşitli özellikleri ile öğrenciyi araştırma yapmaya yönleltmelidir.

2.4.1. Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Faydaları

Sanal laboratuvarlar uygulamalarının başlıca faydaları şöyle sıralanabilir:

1. Eğitimi sınıf dışına çıkarabilmekte, uygulamalar bilgisayarın mevcut olduğu ortamlarda dinamik hale gelmektedir (Yang ve Heh, 2007).
2. Sanal laboratuvarlarda öğrenciler deneyleri istedikleri noktada durdurabilmekte, kaldığı yerden devam edebilmekte ya da deneyi dilediği kadar tekrarlayabilmektedirler (Gershenson vd., 2000). Böylelikle öğrenciler bireysel hız ve öğrenme ihtiyaçlarına göre ilerleme fırsatı bulabilmektedirler (Stieff ve Wilensky, 2003).
3. Sanal laboratuvarlarda öğrenciler gerçek bir laboratuvar ortamındaymış gibi çalışırlar ve sanal laboratuvarlar öğrencilere pek çok deneysel becerilerini geliştirme imkan tanımaktadır (Subramanian ve Marsic, 2001).
4. Sanal laboratuvarlar kimyasal olayların makroskobik ve mikroskobik özelliklerini eş zamanlı gösterimini sağlar (Tüysüz, 2010).

5. Bazı doğal olaylar oldukça karmaşık, çok yavaş ya da çok hızlı gerçekleşmektedir ve sanal laboratuvarlar öğrencilere bu olayların bilgisayar ortamında gözlemlenmesini sağlar (Singer vd., 2006).
6. Sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin kendi hayal güçlerini kullanarak, farklı tasarlanmış deneylerle farklı yollardan öğrenmelerini sağlar (Jeschke, 2001).
7. Özellikle malzemeleri pahalı olan, tehlikeli ya da uzun zamanda tamamlanan deneyler sanal laboratuvarlarda güvenli bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Dalgarno vd., 2003; Gershenson vd., 2000; Kamlaskar, 2007).
8. Öğrenciler sisteme kendi görüş ve düşüncelerin aktarabilmektedir (Tanyıldızı ve Orhan, 2005).
9. Öğrenciler sanal laboratuvarlarda kendilerini daha rahat hisseder ve araç gereç bulmada, kullanmada, deney düzeneğini kurmada zorluk yaşamaz ve zaman kaybetmezler (Dalgarno vd., 2003)
10. Sanal laboratuvarlar analiz ve hesaplamalarda kolaylık sağlar (Gershenson vd., 2000).
11. Pahalı araç gereçlerin kırılması, bozulması gibi riskleri ortadan kaldırarak maliyeti azaltır (Morozov vd., 2004).
12. Öğrencinin deney sürecine aşina olmasını sağlar (Georgiou vd., 2007).
13. Gerçek ortamda bazı imkansızlıklar nedeniyle öğretmen ve öğrenci arasında sınırlı kurulan iletişim ve etkileşimi artırır (Yang ve Heh, 2007; Lily vd., 2008).

2.4.2. Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Sınırlılıkları

Sanal laboratuvar uygulamalarının pek çok faydası bulunmasına karşın bazı sınırlılıkları vardır. Diker (2011), sanal laboratuvar uygulamalarında öğrencilerin el becerisi ve deney araç ve gereçlerini kullanma yeteneği kazanamadıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde Carnevale (2003)'e göre sanal laboratuvarlar gerçek laboratuvarların kazandırdığı el becerilerini kazandıramamaktadır, bununla birlikte

sanal laboratuvarların oluşturulması maliyetli ve zaman alıcıdır, geleneksel laboratuvarların aynısını oluşturmak zordur ve öğrencilerin tüm hatalarını önceden kestirmek mümkün olmamaktadır. Bucos vd. (2008) ise sanal laboratuvarlarda öğrencilerin araç gereçlerle etkileşiminin olmayışını önemli bir sınırlılık olarak belirtmiştir.

2.5. SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARINA YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

Kennepohl (2001), bilgisayar benzetimlerinin kimya laboratuvar uygulamalarına etkisini incelediği çalışmada, üniversite 1.sınıf kimya öğrencilerini kontrol ve deney grubu olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Deney grubundaki öğrenciler sanal kimya laboratuvarı yazılımı ile deney yaparken, kontrol grubundaki öğrenciler deneyleri kimya laboratuvarında gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları deney grubu öğrencilerinin daha yüksek başarıya sahip olduğunu, gruplar arasında performans bakımından anlamlı bir fark olmadığını, deneylerin sanal kimya laboratuvarında gerçek laboratuvar ortamına kıyasla daha kısa sürede tamamlandığını göstermiştir. Bununla beraber deney grubu öğrencilerinin oldukça önemli bir yüzdesi sanal ortamı gerçek ortama tercih ettiğini ve sanal laboratuvar yazılımı ile deney yapmanın daha kolay ve anlaşılır olduğunu belirtmiştir.

Trindade vd. (2002), çalışmalarında suyun fazlarını ve molekül hareketlerini canlandırmaya yönelik sanal laboratuvar geliştirmiştir. Portekiz'deki yirmi birinci sınıf üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada üst düzeyde uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin, sanal öğrenme ortamlarında daha fazla kavramsal öğrenme gerçekleştirdikleri belirlenmiştir.

Zacharia ve Anderson (2003) sorgulamaya dayalı deneyler olarak gerçekleştirilen interaktif bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin optik, dalgalar, mekanik ve termal fizik konularındaki anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla öğrencilerin doğru tahmin yapma, gözlemleri ile tahminleri arasında ilişki kurabilme vb. yeteneklerinin değerlendirilmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, kavramsal anlamalar ise kavram testleri değerlendirilmiştir. Uygulamalar sonunda

öğrencilerin hem yeteneklerinin hem de kavramsal anlamasının geliştiği belirlenmiştir.

Mercer-Chalmers vd. (2004), çalışmalarında 80 kimya bölümü öğrencisini deney ve kontrol grubu olmak üzere ikiye ayırmış ve deney grubundaki öğrenciler deneyleri sanal kimya laboratuvarı yazılımı ile, kontrol grubu öğrencileri ise gerçek laboratuvarda gerçekleştirmiştir. Yazılımın öğrencilerin tümüne etkisi aynı olmamakla beraber, deney grubundaki öğrencilerin tümü sanal kimya laboratuvarı yazılımının gerçek laboratuvar için kendilerini hazırladığını, bir bölümü bu yazılım ile sürece odaklanabildiklerini, sanal yazılım ile mekan zorunluluğu olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin bir kısmı ise teknoloji konusunda yetersiz olmadıklarını ve sanal laboratuvarın gerçek laboratuvar ortamındaki hisleri karşılamadığını ifade etmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla deney raporu oluşturma ve zaman yönetimi gibi konularda daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiştir.

Dalgarno (2004), üç boyutlu öğrenme ortamlarının özellikleri ve uzamsal öğrenmeye katkılarını belirlemeyi amaçladığı çalışmasında, sanal kimya laboratuvarı geliştirmiş ve kimya bölümünde öğrenim gören 70 öğrenciyi üç gruba ayırarak bu yazılımı farklı yöntemlerle uygulamıştır. İlk grup deneyleri öğrenci müdahalesine izin veren dinamik sanal ile, ikinci grup gerçek kimya laboratuvarında, son grup ise öğrencilerin etkileşiminin olmadığı, hareketsiz resimlerden oluşan statik sanal ile gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçları, sanal laboratuvarın laboratuvar ortamı ve araç-gereçlerine aşina olması için oldukça etkili bir yazılım olduğunu, statik sanalın dinamik sanal ve gerçek laboratuvar kadar etkili olmadığını, öğrencilerin yazılımı kullanma yeteneklerinin, çalışmalardan zevk almalarının bireysel farklılıklar gösterdiğini dolayısıyla sanal laboratuvarların her öğrenci için uygun olamayabileceğini göstermiştir.

Ergül ve Binici (2006), 137 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile yürüttükleri çalışmada “Gazların difüzyonu ve Graham difüzyon yasası” konusuna yönelik sanal laboratuvar geliştirmiştir. Çalışma kapsamında gözlemler yapılmış ve anket uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları sanal laboratuvarların üniversite ve lise düzeyinde uygulanabilir olduğunu, çeşitli imkansızlıkların olduğu durumlarda gerçek laboratuvarlara alternatif ve destekleyici olabileceğini göstermiştir. Ayrıca öğretmen

adayları sanal yazılımı madde israfı olmaması, görselliği ve güvenli oluşu bakımından beğendiklerini ifade etmişlerdir.

Yang ve Heh (2007) çalışmalarında sanal fizik laboratuvarının öğrenci başarısı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayara karşı tutumlarına etkisini incelemiştir. Dört sınıftan yüz elli öğrenci ile yürütülen çalışmada deney ve kontrol grupları oluşturmuş, deney grubunda sanal fizik laboratuvarı uygulaması kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar etkinlikleri yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarıları ve bilimsel süreç becerileri arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilirken, bilgisayara karşı tutumları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Bakar ve Zaman (2007) çalışmalarında bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmiş, 14 kimya öğretmeni ve 100 öğrencinin katılımıyla yazılımın etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmış, deney grubunda sanal kimya laboratuvarı yazılımı, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sanal kimya laboratuvarı yazılımı kullanan öğretmen ve öğrenciler multimedya desteği, öğretim planlamada kolaylık gibi yönleriyle yazılımın etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Georgiou vd. (2007), çalışmalarında volümetrik analiz deneyine yönelik sanal laboratuvar geliştirmiş, geliştirdikleri bu yazılımın sürekli eğitim ve uzaktan eğitime yönelik bir alternatif öğrenme ortamı oluşturduğunu, çeşitli madde ve donanım eksikliklerinin olduğu durumlarda etkili bir çözüm sunduğunu, uygulamalar için internetin yeterli olması özelliği ile yer ve zaman sınırlaması oluşturmadığını, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun olduğunu ifade etmişlerdir.

Bozkurt (2008), çalışmasında fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulaması ile yapılacak öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma Fizik öğretmen adayları ve Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü öğrencilerinden “Elektrik ve Manyetizma” dersini alan toplam 115 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında “Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans” konularına yönelik sanal laboratuvar geliştirilmiştir. Bu

amaçla konu anlatımlarının animasyonlar ve simülasyonlarla desteklendiği, bazı aşamaları öğrencilerin gerçekleştirdiği bir web sayfası tasarlanmıştır. Araştırma için sanal-geleneksel laboratuvar (SG), sanal laboratuvar (S) ve geleneksel laboratuvar (G) olmak üzere üç grup oluşturulmuş, aynı ders SG grubuna hem sanal hem de geleneksel laboratuvar uygulamasıyla, S grubunda, sadece sanal laboratuvar uygulamasıyla, G grubunda ise geleneksel laboratuvar yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmanın sonunda başarı sıralamasının en yüksekte SG, S ve G olduğu tespit edilmiştir.

Dalgarno vd. (2009), birbiriyle bağlantılı iki çalışma gerçekleştirmiştir. İlk çalışmada içerisinde laboratuvar malzeme ve ekipmanları bulunan bir sanal laboratuvarın etkililiğini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla Bilgi Teknolojileri bölümünde öğrenim gören 50 üniversite öğrencisini iki gruba ayırmıştır. Gruplardan ilki sanal laboratuvarı incelemiş, ikinci ise gerçek bir laboratuvarında bir turda bulunmuştur. Ardından öğrencilerin laboratuvar malzeme ve ekipmanlarını tanıma düzeyleri puanlanmıştır. Çalışmanın sonucunda gerçek laboratuvarında turda bulunan öğrencilerin sanal laboratuvarı inceleyen öğrencilere kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir şekilde daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar ikinci çalışmada ise sanal laboratuvarın uzaktan eğitim kimya bölümü öğrencileri için kullanılabilirliğini, öğrencilerin sanal laboratuvar kullanılarak derse hazır olma derecesini, endişelerini ve laboratuvardaki yeterliliklerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla birinci sınıf uzaktan eğitim kimya bölümü öğrencilerine içerisinde sanal laboratuvar, bu laboratuvarın kurulumu ve kullanımı hakkında bilgileri içeren bir CD-ROM gönderilmiştir. Veri toplama amacıyla anket uygulanmış ve görüşmeler yapılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin bir kısmı sanal laboratuvarı kullanışlı bulduğunu belirtmiştir. Ancak öğrencilerin endişeleri ve özgüvenleri hakkında kesin bilgiye ulaşılamamış ancak laboratuvar malzemelerine aşina olmanın öğrencilerin endişe ve düşük özgüvenlerinin başlıca kaynağı olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın bulgularının öğretmenler için yol gösterici olabileceği, öğretmenlerin sanal laboratuvarları deneye ön hazırlık olarak, ek ders olarak ya da deneylere yönelik hesaplamalar için kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Bilek ve Skalická (2010), 78 kimya öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında sanal ve gerçek kimya laboratuvarı uygulamalarının birlikte

kullanımının etkisini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında “asit-baz titrasyonları” ve “galvanik piller” konularına yönelik deneyler, gerçek ve sanal ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Gözlem ve görüşme sonuçlarına göre öğrenciler, gerçek laboratuvarında kullanılan araç ve gereçlerin kullanımlarının sanal ortamlarla karşılanmadığını, gerçek laboratuvardaki çalışmalar sonucunda kazanılan bazı beceri ve yeteneklerin sanal yazılımla kazanılamayacağını bu sebeple gerçek ortamda gerçek materyallerle deney yapmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Abdul-Kader (2010), çalışmasında üniversite öğrencilerine yönelik internet üzerinden takip edilen sanal kimya laboratuvarının etkililiğini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda makro, mikro ve sembolik düzeyde gösterimleri içeren bu sanal kimya laboratuvarının öğrencilere pek çok açıdan gözlem yapmaya fırsat tanıma, ekonomik olması, hata riskinin az olması ve uzaktan eğitime katkı sağlayacağı tespit edilmiştir.

Tüysüz (2010), çalışmasında 9. sınıf programında yer alan “karışımlar” ünitesi ile ilgili 16 sanal deneyi kapsayan bir sanal laboratuvar geliştirmeyi ve bu sanal kimya laboratuvarının öğrencilerin başarı ve tutumuna etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Yüz yetmiş dördü deney, yüz almış yedisi kontrol grubu olmak üzere üç yüz kırk bir lise öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmasında, deney grubunda dersler yapılandırmacı yaklaşıma dayalı sanal kimya laboratuvarı uygulamaları ile, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda deney grubu öğrencilerinin başarılarının daha yüksek ve tutumlarının daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Altun, Feyzioğlu ve Demirağ (2011) projelerinde ortaöğretim kimya ders programına uygun olarak tasarlanmış öğrenme etkinliklerini içeren bir sanal kimya laboratuvarı oluşturmuş, bu yazılımın öğrencilerin başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiş ve geleneksel yaklaşımla öğretimlerine devam eden öğrencilerle kıyaslamışlardır. Buna göre, sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel yaklaşıma kıyasla birinci dönemde dokuzuncu ve onuncu sınıf öğrencilerinin başarısında daha etkili olduğu, on birinci sınıfların başarılarında daha etkili olmadığı; ikinci dönemde ise dokuzuncu sınıf öğrencilerinin başarısında daha etkili olduğu, onuncu ve on birinci sınıfların başarılarında ise daha etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bilimsel süreç becerileri bakımından ise, dokuzuncu ve on birinci sınıflarda yapılan

sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu, onuncu sınıflarda hem sanal hem de geleneksel uygulamaların yapıldığı grupların bilimsel süreç becerileri puanlarında düşüş olduğu belirlenmiştir.

Tatlı (2011) çalışmasında 9. Sınıf kimya öğretim programı içerisinde yer alan kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneylere yönelik etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirme, uygulama ve değerlendirmeyi amaçlamıştır. Sanal laboratuvarın geliştirilmesinde yapılandırmacı öğrenme kuramı ve Tahmin-Gözlem-Açıklama stratejisi temel alınmıştır. Çalışma kapsamında 90 öğrenci, biri deney ve ikisi kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Deney grubunda sanal kimya laboratuvarı yazılımı uygulanırken, kontrol grubu öğrencileri deneylerini gerçek laboratuvar ortamında yapmıştır. Çalışma sonucunda geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu ve yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşmasına olumlu yönde etki yaptığı, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla başarılarının daha yüksek, kimya dersine yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin, yazılım kapsamındaki deneyleri gerçeğe çok yakın doğrulukta sonuçlandırabildikleri, bu süreçte kendilerini güvende hissettikleri, yaptıkları deney ile günlük hayat arasında ilişki kurabildikleri, üzerinde çalıştıkları deneyin makroskobik, moleküler ve sembolik boyutlarını inceleme imkânı buldukları saptanmıştır.

Ayas ve Tatlı (2011), çalışmalarında kimyasal değişimler ünitesindeki deneyleri kapsayan, yapılandırmacı yaklaşım, TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) stratejisi ve öğrenci etkileşimi temel alınarak geliştirilen sanal kimya laboratuvarı (SKL) yazılımına yönelik öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Otuz dokuzuncu sınıf öğrencisini katılımıyla altı hafta süresince gerçekleştirilen çalışma kapsamında, öğrencilerin deneyleri sanal ortamda yapmaktan zevk aldıkları, bu ortamı kullanışlı, etkili ve güvenli buldukları belirlenmiştir. Ayrıca sanal laboratuvar ortamının, öğrencileri ve gerçek laboratuvar sürecine ve laboratuvar araç-gereçlerine karşı daha aşina kıldığı görülmüştür.

Kaba (2012), çalışmasında uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak kullanılan sanal laboratuvar uygulamaları hakkında öğrenenler ve öğretim elemanlarının tutumlarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında Kimya

Teknolojileri Ön Lisans Programında kayıtlı öğrenenlerin ve programda görev alan öğretim elemanlarının, sanal laboratuvar uygulamaları hakkındaki tutumları; nitel araştırma yöntem ve teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Bu çerçevede sanal laboratuvarların öğrenen ve öğretim üyeleri üzerindeki memnuniyet düzeyleri, algılanan üstünlük ve sınırlılıkları ve etkililiği; açılımlayıcı durum çalışmasıyla derinlemesine incelenmiştir. Bu amaçla, 8 öğrenen ve 2 öğretim elemanı ile odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda sanal kimya laboratuvarında deney düzeneğinin kurulu olarak gelmesi, düzenek kurmak için zaman kaybetmeme, sınıf içinde bu amaçla gezinmek zorunda kalmama, bu sayede daha iyi konsantre olma durumu ve böylece deneylerin daha kısa sürede bitmesine imkan tanınması, zaman kaybını gidermesi ve zaman esnekliği sağlaması, deneyi tekrar imkânının bulunması, hata yapma özgürlüğü, istenilen zamanlarda ulaşılabilir olması, görselliği, deney öncesi hazırlık ve deney sonrası yapılan analiz ve hesaplamalarda kullanışlı oluşu gibi üstünlüklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Odak grup görüşmeleri sonucunda alanları kimya olan öğrenenler için uygulanmaması gerektiği, el hâkimiyetinin kaybedilebileceği, yazılımın sadece görsel özelliği bulunan deneylere uygulanabilir olması gibi sınırlılıkları olduğu tespit edilmiştir.

Erdan (2014), fen öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasında öğretmen adaylarının sanal laboratuvar uygulamasının, görsel öğelere yer verilmesi bakımından öğrenme becerilerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı, tekrarlayan uygulamalar yapabilmelerinin öğrenilenlerin pekişmesinde olumlu etkilerinin olduğu, sanal laboratuvar ya da yüz yüze laboratuvarın birbirinin yerine tercih edilmemesi gerektiği ve bunların birbirlerinin sınırlı kaldığı durumlarda eksikliklerinin tamamlayıcısı olabileceği, sanal laboratuvar uygulamasının kullanışlı olduğu, öğretmen adaylarının uygulamadan memnun kaldıklarını, öğrenmelerine katkı sağladığı ve teknik özellikler açısından da yeterli olduğu, sanal laboratuvar uygulamasının bireysel olarak gerçekleştirilmesinin sınırlılık oluşturduğu ve anında araştırmacıya ulaşılabilir türde bir uygulamanın öğrenmenin gerçekleşmesi açısından daha yararlı olacağı şeklinde düşünceleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.6. SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENMEYE YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

2.6.1. Laboratuvarda Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı

Okul programlarına 19. yüzyılın ortalarında giren laboratuvar uygulamaları, fen bilimleri ve alt dallarında günümüze değin bilimsel gelişmelere paralel olarak uygulanmıştır. Tüm bu gelişmeler fen laboratuvarlarını bir ispat yeri olmaktan çıkarıp, buluş yapma ve bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğretim ortamı haline getirmiştir. Laboratuvarlar, öğrencilerin hem fenle ilgili etkinliklere katılmalarına hem de bilimsel yöntemi tanıyarak uygulamalarına olanak sağlar. Öğrenciler laboratuvarda, düşünerek, gözlemleyerek, fikir üretmek ve verileri yorumlayarak yeni bilgilerini yapılandırır. Ayrıca sorgulamaya dayanan laboratuvarlar, öğrencileri önceden belirlenmiş bir sonuca gidecek prosedürleri adım adım izlemekten uzaklaştırır. Bu deneyimler öğrencinin hatalar yapmasına ve bu hatalar üzerinden gelişmesine imkan sağlar (Coppola ve Lawton,1995). Sorgulamaya dayalı laboratuvarlarda öğrenciler, genellikle grup içinde işbirlikli çalışırlar ve bu grup içinde bireysel sorumluluğu artırır (Coppola ve Lawton, 1995). Ayrıca bu yaklaşımın kullanıldığı laboratuvarlarda öğrenciler araştırma tasarlama ve yürütmeye aşına olurlar. Bu da öğrencilerin daha sonra karşılaştıkları yeni araştırmaları daha hızlı bir biçimde başarıyla yürütmesini sağlar (Wimmers, 2001). Alan yazında sorgulamaya dayalı laboratuvarlar önemli bir yer tutmaktadır.

Hofstein ve Walberg (1995), problem çözme, hipotez formülü bulma gibi aşamalardan oluştuğu için sorgulama tipi laboratuvarların öğrencilerin fen bilimini öğrenmesinde oldukça etkili olduğunu belirtmiştir.

Hofstein (2004) çalışmasında kimya müfredat geliştirme, uygulama ve değerlendirmeleri çatısı altında geçmişte yapılan pek çok araştırmaya değinmiş ve bu çalışmaları dört başlık altında incelemiştir: kimya laboratuvarı, kimya laboratuvarında değişik tarzda sunumların kullanımıyla öğrencilerin başarı ve performanslarının değerlendirilmesi, öğrencilerin kimya laboratuvarına karşı tutum ve ilgileri ve öğrencilerin laboratuvara bakış açıları. Ayrıca çalışmada sorgulamaya dayalı deneyler ve bu deneylerin basamakları hakkında da bilgi verilmiştir.

Hofstein ve Lunetta (2004) fen eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemini açıkladıkları çalışmalarında, laboratuvar ortamında öğrenci başarısı, tutumları, bakış açıları, sosyal etkileşimler, öğrenme stillerinin farklılığı, bilişsel yetenekleri, sorgulamayı anlamaları, öğretmenlerin amaçları, beklentileri, davranışları, laboratuvarda simülasyon uygulamaları, öğretmen eğitimi gibi konuları ele almışlardır.

Hofstein, Shore ve Kipnis (2004) çalışmalarında lise kimya müfredatına yönelik sorgulamaya dayalı deney gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında sorgulamaya dayalı deneylerin geliştirilmesi, öğrenci başarısı ve sürecin değerlendirilmesine ilişkin değerlendirme araçları ve öğretmenler için uzun dönemli mesleki gelişim programı ele alınmıştır. Çalışma, kimya konularına ilişkin bilgilerini yapılandırdıkları gerçek bir ortamda öğrencilere öğrenmeleri için fırsatlar sunmayı amaçlamıştır. Öğrenciler deneyleri yürütürken soru sorma, hipotez kurma, planladıkları deneyleri gerçekleştirerek gelecek araştırmalar için bir soru önerme gibi sorgulama becerilerini kullanmışlardır. Ayrıca, öğrencilerin laboratuvar raporları incelenmiş ve kimya laboratuvarında sorgulamaya dayalı öğrenmeye ilişkin becerilerinin geliştiği saptanmıştır. Hofstein, Shore ve Kipnis (2004), laboratuvarda sorgulamaya dayalı bir deneyin aşamalarını aşamaları gerçekleştirirken öğrencilerin deney yapma, gözlem yapma ve gözlemlerini kaydetme, soru sorma, hipotez kurma, deney tasarlama, tasarlanan deneyi gerçekleştirme, sonuçları analiz etme, ileri düzeyde sorular sorma ve sonuçlarını bilimsel yollarla sunma beceri ve yeteneklerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu aşamalar;

Ön Sorgulama Aşaması:

1. Materyaller tanımlanır ve detaylandırılır.
2. Seçilen bir deney yapılır.
3. Deneye ilişkin gözlem yapılır ve gözlemler kaydedilir.

Sorgulama Aşaması:

Hipotezin kurulması;

1. Sorular sorulur, sorulardan biri araştırma için seçilir.

2. Hipotez bu soruya bağlı olarak kurulur

Deney tasarlanması;

1. Sorunun araştırılması için deney tasarlanır.
2. Deney planı sunulur.
3. Deney yapılırken kullanılacak materyaller öğretmene sorulur.
4. Önerilen deney yapılır.
5. Gözlemler yapılır ve notlar alınır.
6. Hipotezin kabul edilip edilmeyeceğine dair grup tartışmaları yapılır.

Trowbridge, Bybee ve Powell (2004) çalışmalarında sorgulama laboratuvarlarının aşağıda verilen becerileri kazandırdığını belirtmiştir (Aktaran Parim, 2009):

1. Bilgi elde etme becerileri: Dinleme, gözlem, araştırma, sorgulama, veri toplama.
2. Organizasyon becerileri: Kaydetme, sınıflama, sıralama, karşılaştırma, organize etme, gözden geçirme, özetleme, değerlendirme, analiz etme.
3. Yaratıcı beceriler: Planlama, tasarlama, buluş, sentezleme
4. El Becerileri: Tamir etme, taşıma, araç kullanma, koruma, aletleri tanıma, ölçme, ölçümü okuma.
5. İletişim becerileri: soru sorma, tartışma, açıklama, raporlama, yazma, eleştirme, grafikleştirme, öğretme.

2.6.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğrenci Başarısı ve Kavramsal

Anlama

Fen eğitiminde etkili olan değişkenlerden biri akademik başarıdır. Başarı genel anlamıyla, istenen sonuca ulaşma, güdülen amaca erişme, isteneni elde etme;

eğitim açısından ifade edilen akademik başarı ise program hedefleriyle tutarlı davranışlar bütünü olarak tanımlanabilir (Demirtaş ve Güneş 2002). Akademik başarı genellikle derslerde edinilen bilgi ve becerilerin ölçülmesi için yapılan sınavlarla belirlenmektedir (Sünbül ve Gürsel, 2001). Diğer bir ifade ile öğrenciler, programdaki hedef davranışları sergilemesi, istenilen seviyede yeterlilik göstermesi ya da kendilerine uygulanan ölçme araçlarına olumlu tepki vermeleri halinde başarılı sayılmaktadır (Arıcı, 2007; Demirtaş ve Çınar, 2004).

Bu bakımdan akademik başarıda etkili olan etmenlerin belirlenmesi, öğrenme düzeyinin arttırılması, etkili ve verimli eğitim ortamının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Senemoğlu, 1990). Öğrencinin ailesi öğrencinin başarısında etkili olan etmenlerden ilkidir (Baltaş, 1993). Akademik başarıya yönelik çalışmalarda vurgulanan bir diğer faktör ise öğrencinin derse yönelik tutumudur (Pehlivan ve Köseoğlu, 2011). Esasında akademik başarıyı etkileyen faktörler ele alındığında pek çok değişkenden söz edilebilir. Bunların en temelleri zekâ, öğrenme becerisi, cinsiyet, başarı güdüsü, kaygı, ilgi, dikkat toplama, ders çalışma alışkanlıkları, motivasyon, eğitim-öğretim niteliklerinin yeterli- yetersiz oluşu, genel çevre özellikleri, ailenin nitelikleri, sosyo-ekonomik özellikleri, beslenme ve sağlık koşulları, spor faaliyetleri, zaman kullanma alışkanlıkları, temel demografik özellikler, içinde yer aldığı akran grubunun değer ve normları, eğitim programlarının niteliği, okul yöneticilerinin ve öğretmenlerin yeterlilikleri ve tutumları, sınıf düzeyi, dersin türü ve niteliği, eğitim araçlarının niceliği-niteliği ve benzerleridir (Arıcı, 2007).

Fen eğitiminde kavramlar önemli bir yer tutar ve öğreniliş yoluna göre üç gruba ayrılırlar. Bunlar, diş dünyadan ya da duyu organları ile izlenim sonucu edinilen "*algılanan kavramlar*", bireylerin diş dünya ile doğrudan etkileşimi ile anlamlandırılan "*betimlemeli kavramlar*" ve zihinsel işlemlerle öğrenilen "*kuramsal kavramlar*" olarak adlandırılır (Ayas vd., 2010; Gemici, 2008). Kavramsal öğrenme kalıcı izli öğrenmedir (Gemici, 2008) ve kavram düzeyinde öğretim řu gerekçelerle yapılmaktadır (Ayas vd., 2010; Gemici, 2008):

1. Günümüzdeki öğretim yaklaşımlarına göre kalıcı öğrenme işlemsel değil kavramsaldır.

2. Öğrenci bilgilerini karşılaştığı yeni durumlara uygulayabilirse kavramış ve öğrenmiş sayılır.
3. Öğrencilerin hazırbulunuşluğu sonraki öğrenmeler üzerinde önemli ölçüde etkilidir. Bu bağlamda yanlış anlamalar yeni bilgilerin öğrenilmesini olumsuz etkilemektedir.
4. Bilimsel ve teknolojik araştırmaların gelişmesi bilgi keşfini ve akışını arttırmıştır. Tüm yeni bilgileri öğrenmek mümkün olmadığına göre kavramsal olarak temel bilgileri edinmek daha önem kazanmaktadır.
5. Sınıf ortamındaki farklı zihinsel gelişme evresindeki öğrencilerden kaynaklanan bireysel farklılıklar nedeniyle aynı hızda öğrenme sağlanamayacağına göre, kavram öğretimi öne çıkarılarak öğretmenin her düzeye uygun bir öğretim planı yapması sağlanabilir.
6. Kavram öğretiminde basitten karmaşığa doğru aşamalı bir sıra vardır.

Öğrenciler sınıflara daha önce edinmiş oldukları bilgi ve kavramlarla gelirler. Bu kavramlardan bazıları bilimsel olarak yanlışlar ve doğru kavramların öğrenilmesine engel olurlar (Jonassen, 1991; Sanger ve Greenbowe, 1997). Bu yanlış kavramlar, kavram yanılgısı (Barke, 2012; Duis, 2011; Huddle ve Pillay, 1996; Nakhleh, 1992; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Ross ve Munby, 1991; Yakmacı-Güzel, 2013; Zoller, 1990) ya da alternatif kavram (Coll ve Taylor 2001; Çakmakçı vd., 2010; Gonzalez, 1997; Schoon, ve Boone, 1998; Taber ve Tan, 2011) olarak adlandırılmaktadır. Öğrenme mevcut bilgiler ile yeni bilgiler arasında bir bağ kurarak yeni bilgileri zihinde yapılandırma sürecidir ve alternatif kavramlar öğrencilerin yeni bilimsel bilgileri edinmelerini etkiler (Chin, 2001). Yapılan araştırmalar eğitimin her kademesinde kimya öğreniminde zorlanıldığını ve temel kimyasal kavramları yeterince öğrenememiş öğrencilerin bu kavramlar üzerine yapılandırılan daha ileri konuları da öğrenemediklerini göstermektedir (Nakhleh, 1992).

Alternatif kavramlar günlük hayattan edinilenler ve öğretim sürecinden edinilenler olmak üzere ikiye ayrılır (Kathleen, 1994) ve kimyadaki alternatif kavramlar günlük yaşam deneyimleri, kullanılan dil, öğretmenler, kitaplar, kimyasal terimlerin anlamlarının yanlış anlaşılması ve yorumlanması, formüller ve benzer

terimler, çok fazla bilgi oluşu, yanlış öğretim yöntemleri ve öğrencilerin bilgi eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. (Head, 1982; Hodge, 1993; Kathleen, 1994; Pedrosa ve Dias, 2000; Schmidt, 1999; Schmidt vd., 2003; Stake ve Easley, 1978). (Karlı ve Ayas, 2013)'a göre öğrencilerin bilimsel kavramlar geliştirememelerinde; öğrencilerin öğrenme ortamlarına birtakım yanlış inançlarla gelmesi, öğretimin etkili bir şekilde düzenlenmemesi, ders kitaplarında ve/veya diğer öğretim kaynaklarında yanlış anlaşılma neden olabilecek ifadelerin olması, öğretmenlerin ders anlatırken yanlış ifadeler kullanması, öğretim sürecinde tartışılan alternatif fikirlerin ve sunulan bilimsel açıklamaların öğrenci tarafından yanlış yorumlanması, laboratuvarlarda deney yapılmadığı zamanlarda öğrencilerin bilgiyi kendilerinin keşfetmesine imkân sunulmaması vb. neden gösterilebilir.

Kaynağı her ne olursa olsun öğrencilerin daha üst düzey bilgileri öğrenmelerine olumsuz yönde etki eden alternatif kavramların tespit edilmesi, bunların değiştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalarda oldukça önemli bir adımdır (Karlı ve Ayas, 2013). Literatür incelendiğinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrenci başarısına ve kavramsal öğrenmesine etkisinin incelendiği çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır. Basağa, vd. (1994), Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 85 öğrenci ile yaptıkları çalışmalarında biyokimya dersini deney grubunda sorgulamaya dayalı öğrenme, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak yürütmüşlerdir. Uygulamalar laboratuvarında gerçekleşmekle beraber sınıf aktiviteleri ile de desteklenerek 12 hafta boyunca sürdürülmüştür. Başlangıçta deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerinin biyokimya bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, çalışmanın sonunda sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının gerçekleştiği deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Zacharia ve Anderson (2003) sorgulamaya dayalı deneyler olarak gerçekleştirilen interaktif bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin optik, dalgalar, mekanik ve termal fizik konularındaki anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla öğrencilerin doğru tahminlerde bulunma, gözlemlerini tahminleri ile ilişkilendirme gibi yeteneklerinin değerlendirilmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, kavramsal anlamalar ise kavram testleri değerlendirilmiştir. Uygulamalar sonunda

öğrencilerin hem yeteneklerinin hem de kavramsal anlamasının geliştiği belirlenmiştir.

Luera ve Otto (2005), ilkökul fen öğretmen adayları için sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik çeşitli fen dersleri geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan fen içerik bilgi testi ve fen öğretimi özyeterlilik anketi kullanılarak bu derslerden birden fazlasını alan öğretmen adaylarının fen içerik bilgilerinde ve fen öğretime karşı özyeterliliklerinde almayanlara göre anlamlı olarak daha fazla gelişme olduğu belirlenmiştir.

Abdelraheem ve Asan (2006), çalışmalarında sorgulamaya dayalı teknoloji destekli işbirlikli öğrenmenin öğrencilerin öğrenme deneyimlerine etkisini araştırmıştır. Sorgulamaya dayalı öğretilerle teknoloji arasında birbirini tamamlayıcı bir ilişki bulunduğunun ve her birinin uygulamasının diğerine fayda sağladığının belirtildiği çalışmada, hem lisans hem de lisans üstü öğrencilerde teknoloji kullanımının başarıyı arttırdığı rapor edilmiştir.

Lord ve Orkwiszewski (2006) kolej öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalarında biyoloji laboratuvarlarında 2 farklı öğretim yöntemini uygulamış ve bu yöntemlerin öğrencilerin başarılarına etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuş, deney grubunda sorgulamaya dayalı, kontrol grubunda ise yönergelere bağlı şekilde deneyler yapılmıştır. Uygulamalar neticesinde deney grubu öğrencilerinin başarılarının kontrol grubuna göre daha fazla arttığı belirlenmiştir.

Ablin-Stone (2009) sorgulamaya dayalı yaklaşım ile geleneksel yaklaşımın öğrencilerin fen başarıları üzerine etkisini incelemiştir. Gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde her iki grubun biyoloji içerik bilgisi düzeylerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Blonder, Mamlok-Naaman ve Hofstein (2008) çalışmalarında lise öğrencilerine yönelik gaz kromatografisi konusunda uyguladıkları açık sorgulamaya dayalı deneyin uygulanması sürecinde öğrencilerin sordukları soruların düzeylerini ele almışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarıları ile sorularının düzeyleri arasında bir ilişki olduğu, açık sorgulamaya dayalı deneyin öğrencilerin farklı yeteneklerinin gelişmesine ve derinlemesine anlamalarına yardımcı olduğu bulunmuştur.

Küçüker (2008) yüksek lisans tezinde bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal tepkimeler konusundaki, kavramsal değişimlerine ve kimya dersine olan tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla deney grubunda 5 hafta boyunca bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kavramsal değişimlerine anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür.

Bilgin (2009) çalışmasında işbirlikli öğrenme ile birleştirilmiş rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamasının üniversite öğrencilerinin asitler bazlar konusunda başarılarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. 55 birinci sınıf üniversite öğrencisi ile yürütülen çalışmada deney ve kontrol olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında araştırmacı tarafından rehberli sorgulamaya uygun çalışma yaprakları hazırlanmış, deney grubu öğrencileri bu çalışma yaprakları ile grup halinde çalışırken kontrol grubundaki öğrenciler ise bu çalışma yaprakları ile bireysel olarak çalışmışlardır. Analizler sonucunda deney grubu öğrencilerinin asitler bazlar konusunda daha iyi anlamaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Jensen ve Lawson (2011) çalışmalarında işbirlikli çalışma gruplarının ve eğitimsel metodun öğrencilerin biyoloji dersindeki başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışma kapsamında öğrenciler muhakeme yeteneklerine göre işbirlikli gruplanmış ve gruplarda sorgulamaya dayalı öğrenme ve didaktik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleştirildiği gruplarda öğrencilerin başarılarının ve güvenlerinin arttığı belirlenmiştir.

Loverude, Gonzalez ve Nanes (2011) çalışmalarında K-8 öğretmen adayları için sorgulamaya dayalı fizik ve kimya kursu açmışlardır. Öğretmen adaylarının fen konularına ilişkin anlamalarını geliştirmeyi amaçlayan bu kursta çeşitli eğitimsel kurs materyalleri ve değerlendirme araçları kullanılmıştır. Sonuçlar öğretmen adaylarının seçilen konulardaki anlamalarının kurs uygulaması ile geliştiğini göstermiştir.

Lati, Supasorn ve Promarak (2012) çalışmalarında geçmiş yıllarda ülkelerinde lise öğrencilerinin kimyasal tepkimelerin hızları konusunda düşük başarıya sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu sebeple çalışmalarında altmış üç 11. sınıf öğrencisi ile 12 saat süren sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir.

Analizler sonucunda sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin başarılarını arttırmada etkili olduğunu bulmuşlardır.

Sarı ve Güven (2013) çalışmalarında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun etkileşimli tahta destekli modern fizik öğretiminin akademik başarıya etkisi incelemiş ve öğretmen adaylarının etkileşimli tahta destekli öğretime yönelik görüşlerini belirlemiştir. Öğretmen adayları deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, kontrol grubunda geleneksel yöntemle dersler yürütülürken deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen simülasyonlar, video görüntüleri ve animasyonlarla zenginleştirilmiş etkinlikler etkileşimli tahta ortamında sunulmuştur. Bu yolla soru sorma ve yönlendirme, problem tespiti, hipotez oluşturma, test etme ve planlama süreçlerinde teknoloji desteğinden yararlanılmıştır. Ayrıca simülasyonlar ile ölçme, grafik çizme, değişkenleri kontrol etme ve verileri yorumlama süreçleri de desteklenmiştir. Uygulamalar sonucunda deney grubunda kullanılan öğretim materyallerinin öğrencilerin akademik başarılarını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir.

2.6.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Tutumlar

Tutum, kişinin duyuşsal ve davranışsal bir bütünlük içinde, kendisine, çevresindeki nesne ve olgulara yönelik deneyim ve bilgilerini temel alarak organize etmiş olduğu ön eğilimidir (Güney, 2000). Ülgen (1994) ise tutumu öğrenme yoluyla edinilen, bireyin karar verme sürecinde yanlış karar vermesine sebebiyet veren bir olgu olarak tanımlamıştır.

Tutumlar, öğrenme sürecini doğrudan etkilemekte ve bireylerin yaşantılarını yönlendirilmektedir (Seferoğlu, 2004) ve eğitimde istenilen başarının elde edilmesi öğrenci tutumlarının göz önünde bulundurulmasıyla mümkündür (Meyveci, 1997). Bir bireyin bir alanda çalışması için öncelikle o alana karşı olumlu tutumu olmalıdır. Bu bakımdan tutumların ölçülmesi önemlidir. Çünkü bir öğrencinin fene ya da kimyaya karşı tutumu, bu dersleri çalışmaya yönelik ilgilerini de gösterir (Yara, 2009). Ayrıca tutum bir kimsede bir şeye karşı ilgi uyanmasını sağlayan merak ve değerlendirme gibi özellikleri de kapsadığı için sadece öğrenmenin olup olmamasını değil aynı zamanda kişiyi öğrenme tarzını yani bilişsel stratejileri kullanmasını da etkiler (Atasoy, 2004).

Öğrenci tutumları fen ve kimya eğitiminde büyük önem taşımaktadır (Şimşek, 2002). Bu sebeple öğrenci tutumlarının bilinmesini, öğrencilerin olumlu tutum geliştirmesini, olumsuz tutumlarını değiştirmesini sağlayacak öğrenme ortamlarının oluşturulmasının önemi her geçen gün artmaktadır. Ancak olumsuz tutumların değiştirilmesinde özellikle geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar etkili olamamaktadır (Jarvis ve Pell, 2002). Öğrencilerin olumlu tutum geliştirmesinde etkili yaklaşımlardan biri de sorgulamaya dayalı öğrenmedir ve alan yazında önemli bir yer tutmaktadır.

Gitlin vd., (1999), birçok öğretmen eğitimcinin sorgulama temelli yaklaşımları desteklediğini, ancak hizmet öncesi öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı yaklaşımın bir formu olan araştırma hakkında nasıl düşündüğünün belirlenmediğini belirtmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında öğretmen adaylarının araştırma hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla "Eğitimsel araştırmalar nedir, nasıl araştırma yürütürsün?" şeklinde sorulardan oluşan bir anket kullanmış ve görüşmeler yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler öğretmen adaylarının öğrenme ortamlarının sorgulamanın bir formu olan araştırmalarla desteklenebileceğini saptamışlardır.

Damjanovic (1999) araştırmasında ortaokul fen bilgisi öğretmen adayları ile fen bilgisi öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı fen öğrenimi ve öğretimine yönelik tutumlarını karşılaştırmıştır. Çalışmaya 73 öğretmen adayı ve 90 öğretmen katılmış ve katılımcılara 25 maddelik fen tutum ölçeği uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adayları ile öğretmenlerin tutumlarında bir farklılık olduğu ve bu farklılığın öğretmenlerin çağdaş bilim ve fen öğretim yöntemlerine bakış açılarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlerin öğretmen adaylarına göre sorgulama sürecine ve sorgulamaya dayalı öğrenmeye daha olumlu baktığı tespit edilmiştir.

Marlow ve Stevens (1999) 45 fen bilgisi öğretmenin katılımıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik tutumları incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla öğretmenler gözlenmiş, görüşmeler yapılmış, ders planları ve e-posta yazışmaları toplanmış ve bilimsel araştırmaya ve öğrenmeye karşı inanç ve tutumlarını belirlemek amacıyla anket yapılmıştır. Analizler öğretmenlerin araştırmacılar tarafından hazırlanan etkinlikleri uygulamada başarılı

olduğunu, ancak kendi etkinliklerini oluşturmada zorlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Öğretmenlerin inançlarında ise bir değişiklik olmamıştır.

Berg vd., (2003), çalışmalarında bir kimya deneyini açık sorgulamaya dayalı öğrenme ve doğrulama tipi sorgulamaya dayalı öğrenmeye göre tasarlamıştır. 190 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin tutumlarını belirlemek için bir anket kullanılmış ve görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı öğrencilerin hazırlanma zamanı, laboratuvarında harcanan süre ve deney bakış açılarının doğrulama tipi sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı öğrencilere göre daha olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Tretter ve Jones (2003) fizik dersinde dört yıl süren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın ilk iki yılında geleneksel yaklaşım sonraki iki yılında ise sorgulamaya dayalı yaklaşım uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı dönemde öğrencilerin derse daha fazla devam ettiği ve derse tutumlarının geliştiği gözlenmiştir.

Brown vd., (2006) çalışmalarında lisans fen eğitiminde görev alan öğretim üyelerinin sorgulamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi, sorgulamaya dayalı laboratuvarların tasarlanması ve öğretimindeki sınırlılıkların, zorlukların ve fırsatların tanımlanmasını amaçlamıştır. Temel ve uygulamalar bilimleri temsilen 2 yıllık meslek yüksekokulu, küçük, özel sosyal bilimler vakıf üniversiteleri, yüksek lisans eğitimi veren devlet üniversiteleri, doktora/araştırma kapsamlı devlet üniversitelerinden 19 öğretim üyesi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler sonucunda tam ve açık sorgulama görüşünde olan öğretim üyelerinin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi zaman tüketen, yapılandırılmamış ve öğrenci odaklı olarak gördüğü belirlenmiştir. Ayrıca bu öğretim üyeleri sorgulamanın üst düzey öğrencilere daha uygun olacağını, sorgulamaya dayalı öğrenmenin kısıtlı zaman, sınıfların büyüklüğü, öğrenci motivasyonu ve öğrenci yetenekleri gibi sınırlılıklara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar ek olarak bu sınırlılıkların öğretim üyelerinin görüşleri ile birleştiğinde, sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarına da kısıtlama getirdiğini belirtmiştir.

Bliss vd. (2007) yürüttükleri çalışmada, 10. Sınıf biyoloji dersinde yuvarlak solucanlar konusunda sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri gerçekleştirmiştir. Etkinliklerden sonra öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Öğrenciler sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin diğer laboratuvar etkinliklerine göre daha ilginç ve

yararlı olduğunu, deney tasarlama ve deney yapma hususunda geliştiklerini, bu etkinliklerle fen derslerinin eğlenceli ve ilginç olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler sonucunda sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesini ve konu alanına olan ilgilerini artmasını sağladığını tespit edilmiştir.

Küçüker (2008) yüksek lisans tezinde bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal tepkimeler konusundaki, kavramsal değişimlerine ve kimya dersine olan tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla deney grubunda 5 hafta boyunca bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirilirken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kimya dersine olan tutumlarına anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür.

Budak (2008) doktora tezinde Türkiye'deki fen (kimya) alanı öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi sınıflarında uygulamalarını desteklemek amacıyla hizmetiçi ve hizmet öncesi eğitime yönelik "kimya öğretmeni ve öğretmen adayları için sorgulayıcı-araştırmaya dayalı mesleki gelişim çalışma atölyesi" geliştirmiş ve bu atölyenin kimya öğretmen adaylarının kimya öğretimi özyeterlik inançları, fen öğretimi tutumları, kimya öğrenimi ve öğretimi hakkındaki anlayışları, öğretmen olarak rollerindeki değişimi algılayışları, sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik inançlarına etkisini araştırmıştır. Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda son sınıfta öğrenim gören 20 öğretmen adayı ile yapılan çalışmada geliştirilen sorgulamaya dayalı çalışma atölyesinin kimya öğretmen adayları üzerinde kimya öğretimi özyeterlik inançları, fen öğretimi tutumları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Taitelbaum vd., (2008) kimya öğretmenlerinin katılımı ile sınıf ve laboratuvar aktivitelerinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanılmasını temel alan sürekli mesleki gelişim programı çalışmayı geliştirmişlerdir. 14 deneyimli kimya öğretmeni ile gerçekleştirilen çalıştay 1 ay sürmüştür, öğretmenler sınıflarında sorgulamaya dayalı deneyler yaparken video kayıtları alınmış ve görüşmeler yapılmıştır. Sonuçlar geliştirilen programın öğretmenlerin mesleki gelişimine katkı sağladığını, öğretmenlerin daha yansıtıcı ve uygulamalar için daha yeterli olmalarını sağladığını göstermiştir. Ayrıca öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına ilişkin pedagojik ve alan bilgilerinin değiştiği ve sorgulamaya dayalı

öğrenmenin uygulanmasına ilişkin endişelerinin de anlamlı bir şekilde azaldığı belirlenmiştir.

Chatterjee vd., (2009) çalışmalarında üniversite düzeyinde genel kimya laboratuvarını rehberli ve açık sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri ile yürütmüş, öğrencilerin öğrenmeleri ve her iki laboratuvar türüne karşı tutumlarını incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvarları tercih ettikleri ve bu laboratuvarlarda daha fazla öğrendiklerini düşündükleri belirlenmiştir.

Bilgin (2009) çalışmasında üniversite öğrencilerinin rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamasına yönelik tutumlarını belirlemeyi amaçlamıştır. 55 birinci sınıf üniversite öğrencisi ile yürütülen çalışmada deney ve kontrol olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında araştırmacı tarafından asitler bazlar konusunda rehberli sorgulamaya uygun çalışma yaprakları hazırlanmış, deney grubu öğrencileri bu çalışma yaprakları ile grup halinde çalışırken kontrol grubundaki öğrenciler bireysel olarak çalışmışlardır. Analizler sonucunda deney grubu öğrencilerinin rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamasına yönelik daha pozitif tutuma sahip oldukları belirlenmiştir.

Akben (2011) doktora tezinde öğretmen adaylarına yönelik sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri geliştirmiştir. Tek grup ön test son test deseninin kullanıldığı çalışmada etkinlikler, haftada 2 saat olmak üzere toplam 23 haftada gerçekleştirilmiş ve etkinlikler sonunda öğretmen adaylarının fen öğretimi özyeterlik inançlarının, fen öğretime ve laboratuvara karşı tutumlarının geliştiği tespit edilmiştir.

Sarı ve Güven (2013) çalışmalarında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun etkileşimli tahta destekli modern fizik öğretimi gerçekleştirmişler. Öğretmen adayları deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler kontrol grubunda geleneksel yöntemle yürütülürken deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen simülasyonlar, video görüntüleri ve animasyonlarla zenginleştirilmiş etkinlikler etkileşimli tahta ortamında sunulmuştur. Bu yolla soru sorma ve yönlendirme, problem tespiti, hipotez oluşturma, test etme ve planlama süreçlerinde teknoloji desteğinden yararlanılmıştır. Ayrıca simülasyonlar ile ölçme, grafik çizme, değişkenleri kontrol etme ve verileri yorumlama süreçleri de desteklenmiştir. Uygulamalar sonucunda deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamaya yönelik; dersi eğlenceli hale getirme ve katılımı artırma, soyut

kavramları somutlaştırma, öğrenmeyi kolaylaştırma ve kalıcılık sağlama şeklinde olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir.

2.6.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Bilimsel Süreç Becerileri

İyi bir bilim insanının bilimsel çalışmalar yapabilmesi için deney tasarlama ve hipotez kurma gibi iki yeteneğe sahip olması gerekmektedir (Klahr ve Dunbar, 1988). Sorgulamanın hakim olduğu bir öğrenme ortamında da bilim insanının izlediği bilimsel süreç izleneceğinden öğrencilerin bilimsel süreç süreç becerilerini kazanmaları ve geliştirmeleri gerekmektedir.

Bilimsel süreç becerileri bilgi toplamak ve çeşitli yollarla organize etmek, fenomenlere açıklama getirmek ve problemlerin çözümü için kullanılan zihinsel ve fiziksel becerilerdir (Carin ve Bass, 2001). Bilimsel süreç becerileri temelinde gündelik hayatta karşımıza çıkan problemleri çözerken kullandığımız becerilerdir (Taşar vd., 2002). Genel olarak temel bilimsel süreç becerileri ve bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri olarak ikiye ayrılrsa da literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından (Tablo 2-3) farklı gruplandırılmaktadırlar (Kanlı ve Yağbasan, 2008).

Bilimsel süreç becerileri öğrencilerin mantıksal düşüncelerini, uygun sorular sorma ve cevaplamalarını ve gündelik hayattaki karşılaştıkları problemleri çözümlmelerine yardımcı olur (Germann, 1994). Yapılan araştırmalar bilimsel süreç becerilerinin fen bilimlerinin öğrenilmesinde de etkili olduğunu göstermektedir (Chang ve Weng, 2000; Ateş, 2004, 2005).

Basağa, vd. (1994), Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 85 öğrenci ile yaptıkları çalışmalarında biyokimya dersini deney grubunda sorgulamaya dayalı, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak yürütmüşlerdir. Uygulamalar laboratuvarında gerçekleşmekle beraber sınıf aktiviteleri ile de desteklenerek 12 hafta boyunca sürdürülmüştür. Başlangıçta deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, çalışmanın sonunda sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Tablo 2-3: Bilimsel Süreç Becerilerinin (BSB) Sınıflandırılması

<p>Gabel, D. (1992); *Gözlem *Sınıflama *Ölçme *Çıkarım ve Tahminlerde Bulunma *Değişkenleri Kontrol Etme ve Hipotez Test Etme *İşlevsel Tanımlama *Hipotez Kurma ve Deneysel Yapma *Büyük ya da Küçük *Sayıları Kullanma *Oranlama ve Grafikleme *Problem Çözme *Model ve Teorileri Kullanma</p>	<p>Rezba ve ark. (1995) Temel Beceriler *Gözlem Yapma *İletişim Kurma *Sınıflama *Ölçme *Çıkarım Yapma *Tahminlerde Bulunma Bütünleştirilmiş Beceriler *Değişkenleri Belirleme *Veri Tablosu oluşturma *Grafik Çizme *Değişkenler Arasında İlişki Kurma *Kendi Verilerini İşleme ve Yorumlama *Araştırmayı Analiz Etme *Hipotez Kurma *Değişkenleri İşlemsel Olarak Belirleme *Araştırmayı Tasarlama *Deneysel Yapma</p>	<p>Smith, K. (1995) *Gözlem *Sınıflama *Çıkarım *Tahmin *Ölçme *İletişim *Sayı Uzay İlişkileri Kurma *İşlevsel Tanımlama *Hipotez Oluşturma *Deneysel Yapma *Değişkenleri ayırt etme *Verileri Yorumlama *Model Oluşturma</p>	<p>YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, (Çepni vd., 1997) Temel süreçler *Gözlem yapma *Ölçme *Sınıflama *Verileri kaydetme *Sayı ve uzay ilişkileri kurma Nedensel süreçler *Önceden kestirme *Değişkenleri belirleme *Verileri yorumlama *Sonuç çıkarma Deneysel süreçler *Hipotez Kurma *Verileri Kullanma ve Model Oluşturma *Deneysel Yapma *Değişkenleri *Değiştirme ve Kontrol Etme *Karar Verme</p>
<p>A.A.A.S. (1998) Temel Beceriler *Gözlem *Sınıflama *Ölçme *Çıkarım *Tahmin *İletişim Kurma *Sayılar Arası İlişki Kurma Bütünleştirilmiş Beceriler *Model Oluşturma *İşlevsel Tanımlama *Veri Toplama *Verileri Yorumlama *Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme *Hipotez Kurma *Deneysel Yapma</p>	<p>Valentino, C. (2000) *Gözlem *Sınıflama *Ölçme/Sayıları Kullanma *İletişim Kurma *Çıkarım *Tahmin *Veri Toplama, kaydetme ve Yorumlama *Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme *İşlevsel Tanımlama *Hipotez Oluşturma *Deneysel Yapma *Model Oluşturma ve Kullanma</p>	<p>Lancour, (2005) Temel BSB *Gözlem Yapma *Ölçüm Yapma *Çıkarım Yapma *Sınıflama *Tahmin yürütme *İletişim kurma Bütünleştirici BSB *Hipotezler Geliştirme *Değişkenlerin Belirlenmesi *Değişkenlerin İşlevsel Olarak Belirlenmesi *Değişkenler Arasındaki İlişkilerin Tanımlanması *Araştırmayı Tasarlama *Deneysel Yapma *Verilerin Toplanması *Verilerin Tablo ve Grafik Olarak Düzenlenmesi *İncelemelerin ve Verilerinin Analiz Edilmesi *Neden ve Sonuç İlişkilerinin Anlaşılması *Model Oluşturma</p>	

Suits (2004), genel kimya laboratuvarı dersinde öğrencileri iki gruba ayırmış ve araştırma becerilerini (veri toplama, gözlem yapma, deney yürütme, sonuçlar, deney amaçlarını tartışma, sonuçları tartışma) incelemiştir. Deney grubunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Öğrencilerin altı araştırma becerisini değerlendirmek amacıyla bir rubrik geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Sonuçlar deney grubu öğrencilerinin altı beceri puanının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Ateş (2004), çalışmasında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının farklı zihinsel gelişim dönemlerindeki sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel işlem becerilerinin gelişimine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Sınıf öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 103 öğrenciye Bilimsel İşlem Becerileri Testi II (Test of Integrated Process Skills II) ve Mantıksal Düşünme Yetenek Testi ön test olarak uygulanmıştır. Ardından öğrenciler sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanmış dört etkinliği tamamlamış ve Bilimsel İşlem Becerileri Testi II son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının farklı zihinsel gelişim evrelerindeki öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinin gelişimindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir. Ayrıca soyut işlem dönemindeki öğrencilerin son-test puan ortalamalarının hem somut işlem hem de geçiş dönemindeki öğrencilerin son-test puan ortalamalarından anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Grupların testin alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarının analizleri sonucunda, soyut işlem dönemindeki öğrencilerin testin bütün alt boyutlarındaki puan ortalamalarının somut işlem dönemindeki öğrencilerin puan ortalamalarından yüksek olduğu görülmüştür.

Budak (2008) doktora tezinde Türkiye’deki fen (kimya) alanı öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi sınıflarında uygulamalarını desteklemek amacıyla hizmetiçi ve hizmet öncesi eğitime yönelik “kimya öğretmeni ve öğretmen adayları için sorgulayıcı-araştırmaya dayalı mesleki gelişim çalışma atölyesi” geliştirmiş ve bu atölyenin kimya öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini araştırmıştır. Kimya Eğitimi Anabilim Dalı’nda son sınıfta öğrenim gören 20 öğretmen adayı ile yapılan çalışmada geliştirilen sorgulamaya dayalı çalışma atölyesinin kimya öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Kask ve Rannikmäe (2006) çalışmalarında, öğretmenlerin ve öğrencilerin sorgulamaya dayalı deneysel öğretime bağlı olarak gelişimlerini incelemiştirlerdir. Bu amaçla çalışmanın başlangıcında öğretmenlere ön anket, öğrencilere ise ön test uygulanmıştır. Ardından elde edilen sonuçlara göre öğretmenler sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik bir eğitim sürecine katılmışlardır. Eğitimin sonunda son test uygulamaları yapılmış ve sonuçlar öğrencilerin başarısının öğretmenin mesleki gelişimine, öğrencinin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin ise öğretmenin sorgulamaya dayalı yaklaşıma yönelik değişimine duyarlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar öğrencilerin süreç becerilerini geliştirmede sorgulamaya dayalı deneysel aktivitelerin önemli olduğunu vurgulamıştır.

Lord ve Orkwiszewski (2006) çalışmalarında kolej öğrencilerinin biyoloji laboratuvarlarında iki farklı öğretim yönteminin öğrenme başarıları üzerine etkisini incelemiştir. İki deney grubu ve iki kontrol grubunun oluşturulduğu çalışmada deney grubunda deneyler sorgulamaya dayalı olarak ile yürütülürken, kontrol grubundaki dersler verilen yönergeler ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı deney grubu öğrencilerinin bilimsel problem çözme becerilerinin kontrol grubuna göre daha iyi geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ablin-Stone (2009) sorgulamaya dayalı öğrenme ve geleneksel yaklaşımın öğrencilerin bilimsel süreç becerileri düzeylerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucuna göre her iki grubun bilimsel süreç becerileri düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Oğuz-Ünver ve Yürümezoğlu (2009) 33 fen öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmalarında bilim eğitiminde gözlemin gücünü geliştirmek için gözlem stratejileri kullanmayı ve öğretmen adaylarının gözlem süreç becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada bilimsel sorgulama süreçleri takip edilmiştir ve çalışma sonucunda sorgulamaya dayalı yürütülen gözlem süreçlerinin, gözlemi belli alanlara yoğunlaştırdığı gibi daha detaylı, sistemli ve zengin verilerin elde edilmesini sağladığı tespit edilmiştir.

Mugaloglu ve Saribaş (2010) çalışmalarında yirmi bir fen öğretmen adayının bilimsel süreç becerilerini ve sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları tasarlamadaki yetkinliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulaması tasarlamadaki yetkinliklerini geliştirmek amacıyla 6 haftalık bir program uygulamışlardır. Uygulamalar süresince

bilimsel süreç becerileri ve sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları tasarlamaya yönelik interaktif anlatımlar, tartışmalar, mikroöğretim uygulamaları yapılmıştır. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları tasarlamaya yönelik yetkinlikleri artarken, bilimsel süreç becerilerinde bir gelişme olmamıştır.

Akben (2011) doktora tezinde öğretmen adaylarına yönelik sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri geliştirmiştir. Tek grup ön test son test deseninin kullanıldığı araştırmada uygulamalar haftada 2 saat olmak üzere toplam 23 haftada gerçekleştirilmiş ve etkinlikler sonunda öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Lati, Supasorn ve Promarak (2012) çalışmalarında geçmiş yıllarda ülkelerinde lise öğrencilerinin sorgulamaya dayalı etkinliklere yönelik deneyimlerinin az olması sebebiyle bütünleştirilmiş süreç becerilerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple çalışmalarında altmış üç 11. Sınıf öğrencisi ile 12 saat süren sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Analizler sonucunda sorgulamaya dayalı etkinliklerin bütünleştirilmiş süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu bulmuşlardır.

2.6.5. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Sorgulama Becerileri

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin önemli bileşenlerinden biri de sorgulama becerileridir. Bybee (2000), sorgulama becerilerini bilimsel soru sorma, hipotez formüle etme, bilimsel araştırma tasarlama ve yürütme, bilimsel açıklama formüle etme ve bilimsel açıklamalarını düzenleme, iletişim kurma ve bilimsel argümanları savunma olarak ifade etmiştir.

Tien ve Stacy (1996), kimyaya giriş dersinde üç farklı öğrenme ortamının üniversite öğrencilerin sorgulama becerilerine etkisini incelemiştir. Bu ortamlardan ilki geleneksel yaklaşıma dayalı, ikincisi rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar ortamı, üçüncüsü ise dersin amaçlarından bir tanesi olan, eleştirel mantıksal düşünmenin vurgulandığı ayrı bir üniversite ders uygulaması olarak belirlenmiştir. Araştırmada öğrencilerin her bir eğitimsel ortam içinde delillere nasıl baktıkları, delillere dayalı olarak nasıl sonuçlar çıkardıkları, bu delilleri eleştirel anlamda nasıl değerlendirdiklerini incelenmiştir. Çalışma sonucunda hem rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar hem de eleştirel mantıksal düşünme ortamındaki öğrencilerin

geleneksel laboratuvar ortamındaki öğrencilere göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Johnson ve Lawson (1998), 366 üniversite öğrencisi ile yaptıkları çalışmalarında iki grup oluşturmuş ve biyoloji dersini grupların birinde anlatım yöntemi ile diğerinde ise sorgulamaya dayalı öğrenme ile yürütülmüştür. 15 hafta süren uygulamaların sonunda sorgulama dayalı yaklaşımın uygulandığı grubun düşünme becerilerinin anlatım yönteminin uygulandığı sınıfa göre daha fazla geliştiği belirlenmiştir.

Hofstein, Shore ve Kipnis (2004), çalışmalarında lise kimya müfredatına yönelik bir sorgulamaya dayalı deney gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında sorgulamaya dayalı deneylerin geliştirilmesi, öğrenci başarısı ve sürecin değerlendirilmesine ilişkin değerlendirme araçları ve öğretmenler için uzun dönemli mesleki gelişim programı ele alınmıştır. Çalışma kimya konularına ilişkin bilgilerini yapılandırdıkları gerçek bir ortamda, öğrencilere öğrenmeleri için fırsatlar sunmayı amaçlamıştır. Öğrenciler, deneyleri yürütürken soru sorma, hipotez kurma, planladıkları deneyleri gerçekleştirerek gelecek araştırmalar için bir soru önerme gibi sorgulama becerilerini kullanmışlardır. Ayrıca öğrencilerin laboratuvar raporları incelenmiş ve kimya laboratuvarında sorgulamaya dayalı öğrenmeye ilişkin becerilerinin geliştiği saptanmıştır.

Hofstein vd. (2005) , sorgulamaya dayalı öğrenme ile kimya öğrenen lise öğrencilerinin anlamlı ve bilimsel soru sorma yeteneklerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, öğrencilerin sorgulamaya dayalı bir deneyde gözlemleri ve bulgularına yönelik soru sorma becerilerini ve bilimsel bir makaleyi okuduktan sonraki soru sorma becerilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmış, deney grubunda sorgulama tipi laboratuvar, kontrol grubunda ise geleneksel tip laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Her öğrencinin sorduğu soru sayısı, soruların bilişsel düzeyi ve seçilen bazı öğrencilerin sorularının doğasının incelendiği araştırmada, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha çok ve daha iyi sorular sorduğu belirlenmiştir.

Blonder, Mamlok-Naaman ve Hofstein (2008), çalışmalarında lise öğrencilerine yönelik gaz kromatografisi konusunda uyguladıkları açık sorgulamaya dayalı deney ve bu deneyin uygulanması sürecinde öğrencilerin sordukları soruların düzeylerini ele almışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarıları ile sorularının

düzeyleri arasında bir ilişki olduğu, açık sorgulamaya dayalı deneyin öğrencilerin farklı yeteneklerinin gelişmesine ve derinlemesine anlamalarına yardımcı olduğu bulunmuştur.

Brickman vd. (2009), üniversite düzeyinde biyoloji laboratuvarına giriş dersinde sorgulamaya dayalı etkinliklerin geleneksel yaklaşımla kıyaslandığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilim okur yazarlığı ve araştırma becerilerinin oldukça geliştiğini bulmuşlardır. Ayrıca sorgulamaya dayalı etkinliklere katılan öğrencilerin bilimsel yetenekleri konusunda özgüven kazandığı belirlenmiştir. Ancak araştırmacılar geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin uygulandığı öğrencilerin de bu bakımdan kazançlarını fazla olduğunu ve bunun büyük olasılıkla geleneksel müfredatın sağladığı aşırı özgüvenden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Katchevich, Hofstein ve Mamlok-Naaman (2013) çalışmalarında öğrencilerin kimya laboratuvarında çeşitli deneyler yaparken oluşturdukları argümanları incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda sorgulamaya dayalı deneylerin argüman oluşturmada etkili bir ortam olduğu, sorgulamaya dayalı deneyler süresince gerçekleşen konuşmaların argümanca zengin olduğu, doğrulama tipi deneylerde ise çok az argüman bulunduğu belirlenmiştir.

2.6.6. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Öğretim Teknolojileri

Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarında bilgisayar ve diğer öğretim teknolojilerinin yeri büyüktür. Öğretim teknolojileri ilgi ve motivasyonu arttırması, bilgiye erişimi sağlaması, aktif ve işlenebilir sunumlar oluşturması, stratejik desteği ile öğrenme ortamlarını yapılandırması, hataları teşhis etmesi ve düzeltmesi, karmaşayı yönetmesi ve üretime katkısı gibi özellikleri ile öğrenme sürecine katkı sağlar (Blumenfeld vd., 1991). Fen eğitimcileri sorgulamaya dayalı öğrenmeyi destekleyici potansiyeli nedeniyle bilgisayar teknolojilerine büyük ilgi göstermektedir (Edelson, Gordin ve Pea, 1999). Bununla beraber bilim insanları da verileri toplama ve işlemede teknolojiden yardım alır. Kullanılan yeni teknikler ve araçlar, sorgulamaya rehber olacak yeni delil ve veri toplamak için yeni yöntemler sunar, dolayısıyla fenin ilerlemesine katkı sağlar. Elde edilen verilerin kesinliği ve doğruluğu yani araştırmanın kalitesi, teknoloji kullanımına bağlıdır (Bybee, 2006). Ayrıca bilgisayar teknolojileri çok miktarda bilgiyi depolama ve bu bilgilere

müdahale edebilme, çeşitli görsel ve işitsel kaynaklar ile bilgi sunma ve bu bilgiyle etkileşime imkan tanıma, karmaşık hesaplamalar yapabilme, iletişime destek sağlama ve tüm kullanıcılara bireysel ve hızlı cevap verme olanakları ile sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarına katkı sağlar (Edelson, Gordin ve Pea, 1999).

Yapılan araştırmalar öğretimsel teknolojilerin sorgulamaya dayalı öğrenmede önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Edelson, Gordin ve Pea (1999), çalışmalarında görsel teknoloji destekli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarında yaşanan zorluklara değinmiştir. Bu amaçla jeloji dersi kapsamında sorgulamaya dayalı bir tasarım ve öğretim programı geliştirmiştir. Bu tasarımdan yola çıkarak uygulamalara yönelik beş temel zorluk belirlemiş ve bu zorlukların sınıf ortamını nasıl etkilediğini açıklamıştır.

Zacharia ve Anderson (2003) sorgulamaya dayalı olarak gerçekleştirilen interaktif bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin optik, dalgalar, mekanik ve termal fizik konularındaki anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla öğrencilerin doğru tahminde bulunmaları, gözlemleri ve tahminlerini ilişkilendirmeleri gibi yeteneklerinin değerlendirilmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, kavramsal anlamalar ise kavram testleri değerlendirilmiştir. Uygulamalar sonunda öğrencilerin hem yeteneklerinin hem de kavramsal anlamasının geliştiği belirlenmiştir.

Apedoe ve Reeves (2006) çalışmalarında üniversite düzeyinde fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulanmasına yönelik gerekçeler sunmayı ve dijital kütüphanelerin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi destekleyecek güçlü bir teknolojik araç olduğunu vurgulamayı amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında sorgulamaya dayalı öğrenmenin üniversite düzeyinde fen eğitimine sağlayacağı katkılar ve dijital kütüphanelerin sorgulamaya dayalı öğrenme ortamındaki rolü tartışılmıştır.

Abdelraheem ve Asan (2006), çalışmalarında sorgulamaya dayalı teknoloji destekli işbirlikli öğrenmenin öğrencilerin öğrenme deneyimlerine etkisini araştırmıştır. Sorgulamaya dayalı öğretiler ile teknoloji arasında birbirini tamamlayıcı bir ilişki bulunduğunun ve her birinin uygulamasının diğerine fayda sağladığının belirtildiği çalışmada, hem lisans hem de lisans üstü öğrencilerde teknoloji kullanımının başarıyı arttırdığı rapor edilmiştir.

Capobianco (2007), çalışmasında fen öğretmeni eğitimcilerinin öğretim teknolojilerini fen yöntemleri dersi ile bütünleştirmelerini ve kendi öğretimlerini nasıl modellediklerini araştırmıştır. Araştırmada öğretmen adayları çeşitli öğretim teknolojileri ile desteklenen bir dizi sorgulamaya dayalı aktiviteye katılmışlardır. Veriler, günlük düşünceleri, formatif değerlendirmeler, anketler ve sınıf değerlendirmeleri ile elde edilmiştir. Sonuçlar öğretmen eğitimcilerinin kendi düşünceleri ve sorgulama uygulamalarının, öğretmen adaylarının öğretimsel teknolojileri kullanarak bilimsel sorgulamayı nasıl öğreteceklerini öğrenmelerini etkilediğini göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar öğretmen adaylarına mesleki gelişimleri için kendi yansıtıcı deneyimleri ve modellemelerini yapmalarına izin verilmesinin, sorgulamaya dayalı fen öğretiminde teknoloji kullanımına yönelik belirsizlikleri ortaya çıkardığını vurgulamıştır.

Küçüker (2008) yüksek lisans tezinde bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal tepkimeler konusundaki, kavramsal değişimlerine ve kimya dersine olan tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla deney grubunda 5 hafta boyunca bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirilirken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kavramsal değişim ve kimya dersine olan tutumlarına anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür.

Barnea, Dori ve Hofstein (2010) çalışmalarında ülkelerindeki sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarına değinmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme ve sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretimsel teknolojilerle desteklenmesine yönelik bilgilerin verildiği çalışmada, üst bilişsel beceriler, öğrencilerin laboratuvara bakış açılarından da bahsedilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında yazarların ülkelerinde on yıl süresince uygulanan sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları ve bilgisayar destekli örnek olay yaklaşımının öğrenci, öğretmen ve öğrenme sürecine etkilerinden bahsedilmiştir.

2.7. GENEL KİMYA DÜZEYİNDE KAVRAMSAL ANLAMAYA YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde çalışma kapsamında ele alınan Genel Kimya konularında kavramsal anlamaya yönelik güncel alan yazın özetlerine yer verilmiştir.

2.7.1. Kimyasal Kinetik Konusuna İlişkin Çalışmalar

Van Driel (2002), çalışmasında lise öğrencilerinin makroskobik kimya olayları hakkındaki kavramsal anlamalarını iletirmek amacıyla çeşitli deneylerin yapıldığı ve öğrencilerin gözlemlerinin açıklamaları konusunda teşvik edildiği bir program geliştirmiştir. Program 9. Sınıf öğrencileri ile kimyasal maddeler ve kimyasal tepkimeler, 10. Sınıf öğrencileri ile kimyasal denge ve kimyasal kinetik konusunu kapsamıştır. Çalışmanın sonuçları bu yaştaki öğrencilerin tanecikli yapıyı açıklama bakımından sınırlı yeteneklere sahip olduğunu, bununla beraber öğrencilerin tanecikli modelleri kullanarak konu hakkında daha yetkin olmayı aşamalı bir şekilde öğrendiğini, öğrencilerin kimyasal denge ve kimyasal kinetik konusunda kimyasal fenomenleri açıklamak için çarpışan ve hareket eden tanecik modellemelerini kullandığını göstermiştir.

Çakmakçı, Leach ve Donnelly (2006), çalışmalarında lise öğrencileri ve kimya öğretmen adaylarının tepkime hızları konusundaki kavramsal anlamalarını ve bu anlamaların derişim ve basınçla ilişkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla katılımcılarla yazılı görevler ve görüşmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları lise öğrencilerinin parçacık ve/veya matematiksel modelleme yerine makroskobik modellemeler kullandığını, kimya öğretmen adaylarının ise teorik modellere dayalı açıklamalar yaptığını göstermiştir. Ayrıca katılımcıların farklı teorik modeller arasında geçiş yapmakta zorlandığı, tepkime hızları konusunda bilimsel olarak kabul edilebilir kavramları genellikle kullanmadığı, lise öğrencilerinde tespit edilen bazı alternatif kavramların öğretmen adaylarında da görüldüğü belirlenmiştir.

Aydın vd., (2009) çalışmalarında kavram haritaları ile desteklenen yapılandırmacı yaklaşıma dayalı Fen Eğitiminde Laboratuvar Deneyleri adlı kimya laboratuvarı dersinin kimya öğretmen adaylarının kavramsal değişimine etkisini incelemiştir. Beş kimya öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada lise düzeyinde deneyler yapılmış, veriler kavram testi ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde

edilmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının başlangıçta özellikle kaynama, tepkime hızı, asitler bazlar ve elektrokimya konularında bazı alternatif kavramlara sahip olduğunu, lise düzeyinde deneyler yapılmış olmasına rağmen öğretmen adaylarının hala aynı alternatif kavramlara sahip olduğunu ve bu durumun alternatif kavramların direnç gösterdiğinin bir kanıtı olduğunu, ayrıca kavram haritaları ile desteklenen yapılandırmacı yaklaşıma dayalı laboratuvar etkinliklerinin kavramsal anlamayı ilerlettiğini göstermiştir.

Çalık, Kolomuç ve Karagölge (2010), kavramsal değişim pedagojisinin lise öğrencilerinin tepkime hızı konusundaki anlamalarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında yetmiş iki lise öğrencisini deney ve kontrol grubuna olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Deney grubunda animasyonlar ve rehber çalışma kağıtları kullanılırken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşım kullanılmıştır. Tepkime hızı kavram testinden elde edilen sonuçlar kullanılan öğretimsel yaklaşımın öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermeye ve yeni yapılandırılan bu kavramların öğrencilerin uzun dönemli belleklerinde depolamalarına yardımcı olduğunu göstermiştir.

Taştan, Yalçınkaya ve Boz (2010) kimya öğretmen adaylarının tepkime mekanizmaları hakkındaki kavramalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla öğretmen adaylarına tepkime mekanizmaları hakkında açık uçlu sorular yönlendirilmiş ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları kimya öğretmen adaylarının tepkime hızını belirleyen basamak, tepkime mekanizmasını yazma, aktifleşmiş kompleks gibi çeşitli konularda alternatif kavramlara sahip olduğunu göstermiştir.

Sözbilir, Pınarbaşı ve Canpolat (2010) çalışmalarında kimya öğretmen adaylarının kimyasal termodinamik ve kimyasal kinetik konularındaki alternatif kavramları arasındaki farkları belirlemeyi amaçlamışlardır. Beş açık uçlu sorudan oluşan bir teşhis testi ve görüşmelerden elde edilen veriler kimya öğretmen adaylarının termodinamik verileri kullanarak çeşitli olayların kinetiğini yorumlamaya çalıştığını, öğretmen adaylarının bu iki konuya yönelik kavramlar arasındaki farkı yeterli düzeyde anlamadığını ve kimyasal kinetik ve kimyasal termodinamik kavramları arasında farklara yönelik altı temel alternatif kavrama sahip olduklarını göstermiştir.

Kaya (2011) doktora tezinde demonstrasyonlarla zenginleştirilmiş kavramsal değişim temelli eğitimin 11. sınıf öğrencilerinin tepkime hızı kavramlarına yönelik başarı ve anlamalarına etkisini incelemiştir. Bu amaçla deney ve kontrol grubuna

ayırıldığı öğrencilerden deney grubuna demonstrasyonlarla zenginleştirilmiş kavramsal değişim temelli eğitim uygularken, kontrol grubuna geleneksel yaklaşım uygulamıştır. Çalışmanın sonuçları deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla tepkime hızı konusundaki bilimsel kavramları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi edindiklerini göstermiştir. Ayrıca tüm öğrencilerin tepkime hızı konusundaki kavramsal anlamalarının cinsiyet açısından anlamlı farklılık göstermediği bulunmuştur.

Kolomuç ve Tekin (2011) çalışmalarında kimya öğretmenlerinin kimyasal tepkimelerde hız konusundaki anlama derecelerini belirlemeyi amaçlamıştır. Türkiye'de kırk farklı şehirden yetmiş kimya öğretmeni ile yapılan çalışmada, öğretmenlere kimyasal tepkimelerde hız konusuna yönelik beş açık uçlu soru yönlendirilmiş ve öğretmenlerin bu konuda alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Yalçinkaya vd., (2012) örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin lise öğrencilerinin kimyasal kinetik konusundaki alternatif kavramlarına etkisini araştırmayı amaçladıkları çalışmalarında elli üç lise öğrencisi ile çalışmışlardır. Bu amaçla deney grubunda olay temelli kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Kavram testi ve görüşmelerden elde edilen sonuçlar ile deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla kimyasal kinetik konusunda temel kavramlarda daha iyi anlamaya ve daha az alternatif kavrama sahip olduğu belirlenmiştir.

Kurt ve Ayas (2012) çalışmalarında yapılandırmacı yaklaşımın dört aşamalı modeline dayalı etkinliklerin lise öğrencilerinin tepkime hızı konusundaki anlamalarına ve gerçek yaşam problemlerini açıklamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla deney grubunda yapılandırmacı yaklaşımın dört aşamalı modeline dayalı etkinlikler gerçekleştirilirken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma dayalı öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla gerçek yaşam problemlerini bilimsel yolla daha iyi açıkladıklarını göstermiştir.

Taştan Kırık ve Boz (2012), işbirlikli öğrenme yönteminin lise öğrencilerinin kimyasal kinetik konusundaki anlamalarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, öğrencileri iki gruba ayrılmış, bir grupta işbirlikli öğrenme etkinlikleri gerçekleştirilmiş, diğer grupta ise konu geleneksel yaklaşıma dayalı olarak işlenmiştir. Tepkime hızı kavram kavram testinden elde edilen bulgular geleneksel

yaklaşımına kıyasla işbirlikli öğrenme yönteminin uygulandığı öğrencilerin daha iyi anlamaya sahip olduğunu göstermiştir.

Kıngır ve Geban (2012), çalışmalarında kavramsal değişim metinleri destekli eğitimin 10. sınıf öğrencilerinin tepkime hızı konusundaki anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla kırk beş öğrenciyi deney ve kontrol olmak üzere ikiye ayırılmış, deney grubuna kavramsal değişim metinleri destekli eğitim uygulanırken kontrol grubuna geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Sonuçlar kavramsal değişim metinleri destekli eğitimin öğrencilerin tepkime hızı kavramlarını anlamasında geleneksel yaklaşıma dayalı eğitime kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca bazı alternatif kavramların her iki grupta da hala mevcut olduğu, bu alternatif kavramların oranının kontrol grubunda daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Turányi ve Tóth (2013) çalışmalarında birinci ve ikinci sınıf kimya, çevre bilimleri, biyoloji ve eczacılık öğrencilerinin kimyasal kinetik ve termodinamik (kimyasal denge konularını da içeren) konularındaki alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamıştır. On görevden ve alternatif kavramlardan oluşan bir test şeklinde tasarlanan görev kağıtlarının veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmada, öğrencilerin benzer alternatif kavramlara sahip olduğu, üniversitede farklı düzeyde kimya çalışmaları yapan öğrencilerin alternatif kavramları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Ayrıca çalışmada belirlenen alternatif kavramların ardındaki temel nedenlerin bilimsel problemlerin çözümünde günlük yaşam analogilerinin kullanımı, makroskobik özelliklerin tanecik seviyesinde olduğu varsayılması ve termodinamik ve tepkime kinetiği kavramlarının karıştırılması olabileceği belirtilmiştir.

2.7.2. Kimyasal Denge Konusuna İlişkin Çalışmalar

Pedrosa ve Dias (2000), "Kimya ders kitaplarının kimyasal denge konusundaki yaklaşımları ve öğrencilerin alternatif kavramları" adlı çalışmasında üç adet 12. Sınıf kimya ders kitabı, bir adet üniversite kimya kitabını incelemiş ve öğrencilerin mevcut alternatif kavramları ışığında ders kitaplarında kullanılan dil tartışılmıştır.

Niaz (2001) çalışmasında öğrencilerin problem çözerken kavramsal değişimini kolaylaştırabilen stratejileri incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla öğrencilere dengede olan ve tepkime ortamına tepken ilave edilen bir denge

tepkimesi verilmiş ve öğrencilerin stratejileri üç çalışma serisi yürütülerek belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları öğrencilerden en az bir grubun kavramsal anlamalarını kolaylaştırmak için, zihinsel karmaşalarını genelleme ve çözümlenmeye dayalı çelişkili bir cevap deseni kullandığını göstermiştir.

Kousathana ve Tsapalis (2002) öğrencilerin kimyasal denge konusundaki sayısal problemleri çözerken yaptığı hataları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla 120-148 lise öğrencisi ile çalışılmıştır. Araştırmacılar kimyasal denge konusundaki hataların iki tür olduğunu belirtmişlerdir: belleğe aşırı yüklenme, dalgınlık, başka alan bilgileri ile karıştırma sonucu oluşan rastgele hatalar ve alternatif kavramların sebep olduğu sistematik hatalar. Ayrıca çalışma kapsamında belirlenen hataları beş kategoride toplamışlardır: denge sabiti, stokiyometri, heterojen denge, kimyasal denge dengesizliği, gaz dengesi ve ideal gaz yasası.

Van Driel (2002), çalışmasında lise öğrencilerinin makroskobik kimya olayları hakkındaki kavramsal anlamalarını iletme amacıyla çeşitli deneylerin yapıldığı ve öğrencilerin gözlemlerinin açıklamaları konusunda teşvik edildiği bir program geliştirmiştir. Program 9. Sınıf öğrencileri ile kimyasal maddeler ve kimyasal tepkimeler, 10. Sınıf öğrencileri ile kimyasal denge ve kimyasal kinetik konusunu kapsamıştır. Çalışmanın sonuçları bu yaştaki öğrencilerin tanecikli yapıyı açıklama bakımından sınırlı yeteneklere sahip olduğunu, bununla beraber öğrencilerin tanecikli modelleri kullanarak konu hakkında daha yetkin olmayı aşamalı bir şekilde öğrendiğini, öğrencilerin kimyasal denge ve kimyasal kinetik konusunda kimyasal fenomenleri açıklamak için çarpışan ve hareket eden tanecik modellerini kullandığını göstermiştir.

Akkuş vd., (2003), lise öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki alternatif kavramlarını belirlemeyi, öğrencilerin anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisini araştırmayı ve bu etkiyi geleneksel yaklaşımla kıyaslamayı amaçlamıştır. Bu amaçla yetmiş bir öğrenci deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla kimyasal denge konusunda daha yüksek puanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin önceki öğrenmeleri ve bilimsel süreç becerilerinin kimyasal denge kavramlarına ilişkin başarılarına anlamlı katkı sağladığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında alan yazındaki kimyasal denge

konusuna yönelik alternatif kavramlara ek olarak yeni alternatif kavramlar belirlenmiştir.

Ouilez (2004), çalışmasında lise, üniversite öğrencileri, öğretmenler ve öğretmen adaylarının kimyasal denge konusunda, derişim ve gazların kısmi basıncına yönelik sorulan iki soruya verdikleri yanıtları ve yanıtların nedenlerini incelemiştir. Yanıtlar basınç, hacim ya da kütlenin dengeyi değiştirdiği durumlarda temel kavramsal araç olarak Le Chatelier prensibinin kullanıldığını göstermiştir. Ayrıca denge yasasının tüm öğrenciler tarafından kullanılmadığı ve gaz davranışlarına yönelik alternatif kavramların katılımcıların kısmi basınç değişimine yönelik açıklamalarını engelleyen en önemli durum olduğu tespit edilmiştir.

Weerawardhana, Ferry ve Brown (2004) öğretmenlerin kimyasal denge konusunda kavramsal anlamayı geliştirmek amacıyla görsel yazılımları kullanımlarını açıkladıkları yayınlarında iki çalışma yürütmüşlerdir. İlk çalışmada beş deneyimli kimya öğretmenin görsel yazılımları kırk kimya öğrencisi ile kullanımı, ikinci çalışmada ise sekiz fen öğretmen adayının elli bir kimya öğrencisinin dersi için yazılımı adapte etmesini ele alınmıştır. Öğretmen adayları içinse iki workshop düzenlenmiş, ilkinde öğretmen adaylarının bilgileri tazelenmiş ve yazılım hakkında bilgilendirilmiş, ikincisinde ise öğretmen adayları öğretecekleri ders için yazılımı deneyler, el aktiviteleri vb. ile modifiye etmişlerdir. Ön test son test uygulamaları birinci çalışmadaki öğrencilerin anlamalarında bir ilerleme olmadığını göstermiştir. İkinci çalışmada ise öğrenciler daha fazla motive olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının ise anlamalarının geliştiği ve denge konusunu öğretirken kendilerini daha güvenli hissettikleri saptamıştır.

Piquette ve Heikkinen (2005) çalışmalarında kimya öğretim elemanlarının kimyasal denge konusundaki öğrenme zorluklarını belirleme hususundaki yeterlilikleri ve farkındalıklarını araştırmıştır. Elli gönüllü kimya öğretim elemanı ile yürütölen çalışmada interaktif veri toplama araçları ile veri toplanmıştır. Çalışmaya katılan kimya öğretim elemanları öğrencilerin kimyasal denge hakkındaki öğrenme zorluklarını belirlemiş ve öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermek amacıyla çeşitli stratejiler önermiştir.

Mathabatha (2005) çalışmasında üniversite öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki alternatif kavramlarını belirlemeyi ve laboratuvar temelli eğitimin öğrencilerin kimyasal denge kavramlarını anlamalarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla öğrencileri iki gruba ayırmış, gruplardan birine laboratuvar

temelli eğitim, diğerine ise geleneksel yaklaşıma dayalı eğitim vermiştir. Veri toplama amacıyla Alternatif Kavram Belirleme Testi (AKBT) ön ve son test olarak uygulanmıştır. AKBT ön test sonuçlarına göre öğrencilerde başlangıçta kimyasal denge konusunda bazı alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Son test sonuçları ise laboratuvar temelli eğitimin yapıldığı grubun geleneksel yaklaşıma dayalı eğitimin yapıldığı gruba kıyasla uygulama sonunda daha az alternatif kavrama sahip olduğunu göstermiştir.

Canpolat vd., (2006) üniversite öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki anlamalarına kavramsal değişim yaklaşımının etkisini araştırmış ve geleneksel yaklaşımla kıyaslamıştır. Bu amaçla kimyaya giriş dersi kapsamında seksen beş öğrenci deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, deney grubunda kavramsal değişim yaklaşımı kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha iyi performans gösterdiği, daha fazla doğru cevap verdiği ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin öğrencilerin kimyasal denge konusundaki anlamalarına anlamlı bir katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Bilgin (2006) sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının kimyasal denge konusundaki anlamalarına küçük grup tartışmalarının etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla seksen bir öğretmen adayı deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler deney grubunda kimyasal denge konularının küçük gruplarda tartışılması şeklinde kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları deney grubunun son test ortalama puanlarının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca uygulama ile deney grubu öğrencilerinin bilimsel açıdan doğru kavramlara sahip olma yüzdesinin kontrol grubuna kıyasla daha fazla arttığı belirlenmiştir.

Özmen (2007), lise öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki alternatif kavramlarını gidermede kavramsal değişim metinlerinin etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla yetmiş sekiz lise öğrencisi deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler deney grubunda kavramsal değişim metinleri ile kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Kimyasal denge hakkındaki alternatif kavramlar anketi analiz sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla kimyasal denge konusunda daha yüksek başarıya sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da sahip olunan alternatif

kavramların yüzdesinin azaldığı, ancak deney grubunda daha fazla azalış olduğu belirlenmiştir.

Özmen (2008) fen öğretmen adaylarının kimyasal denge konusundaki alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla alternatif kavramları belirlemeye yönelik bir ölçme aracı geliştirmiş ve doksan fen öğretmen adayına uygulamıştır. Analiz sonuçları öğretmen adaylarının kimyasal denge konusunda Le Chatelier prensibi, denge sabiti, heterojen denge ve katalizör etkisi başlıkları altında on yedi alternatif kavrama sahip olduğunu göstermiştir.

Atasoy, Akkuş ve Kadayıfçı (2009), lise öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki anlamalarına kavramsal değişim yaklaşımının etkisini araştırmış ve geleneksel yaklaşımla kıyaslamıştır. Bu amaçla kırk dört öğrenci deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler deney grubunda kavramsal değişim yaklaşımına, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. İki aşamalı çoktan seçmeli test analiz sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla kimyasal denge konusunda daha iyi anlamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca seçilmiş bazı öğrencilerle görüşmeler yapılmış ve bazı alternatif kavramlar belirlenmiştir.

Cheung, Ma ve Yang (2009) lise öğretmenlerinin kimyasal denge konusunda sahip olduğu alternatif kavramları incelemiştir. Alternatif kavram testinin veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmada yüz dokuz kimya öğretmeni ile çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları bazı öğretmenlerin Le Chatelier prensibine dayalı olarak yanlış yorumlar yaptığını, denge sabitini hesaplamada sınırlı kavramsal anlamaya sahip olduğunu, bazı deneylere ilişkin yanlış yorumlar yaptığını göstermiştir. Ayrıca çalışmada sonuçlara dayalı olarak öğretmen eğitimi tartışılmıştır.

Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik (2010) kimya öğretmen adaylarının çeşitli kimya konularındaki (madde ve tanecikli yapısı, gazlar, çözeltiler, buhar basıncı ve kaynama noktası, kimyasal denge, asitler bazlar, kimyasal denge, elektrokimya) anlamalarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla bire bir yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Analizler öğretmen adaylarının verilen konularda yanlış fikirleri ve alternatif kavramlarının olduğunu göstermiştir.

Turányi ve Tóth (2013) çalışmalarında birinci ve ikinci sınıf kimya, çevre bilimleri, biyoloji ve eczacılık öğrencilerinin kimyasal kinetik ve termodinamik (kimyasal denge konularını da içeren) konularındaki alternatif kavramlarını

belirlemeyi amaçlamıştır. On görevden ve alternatif kavramlardan oluşan bir test şeklinde tasarlanan görev kağıtlarının veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmada öğrencilerin benzer alternatif kavramlara sahip olduğu, üniversitede farklı düzeyde kimya çalışmaları yapan öğrencilerin alternatif kavramları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Ayrıca çalışmada belirlenen alternatif kavramların ardındaki temel nedenlerin, bilimsel problemlerin çözümünde günlük yaşam analogilerinin kullanımı, makroskobik özelliklerin tanecik seviyesinde olduğu varsayılması ve termodinamik ve tepkime kinetiği kavramlarının karıştırılması olabileceği belirtilmiştir.

Çam ve Geban (2013) örnek olay temelli öğrenme yönteminin lise öğrencilerinin çözünürlük dengesi ile ilgili kavramları anlamalarına etkisinin incelemiş ve geleneksel yöntem ile karşılaştırmıştır. Kontrol ve deney grubu olarak rastgele seçilen gruplarda, deney grubu öğrencileri; örnek olay temelli öğrenme yöntemi ile kontrol grubu öğrencileri ise geleneksel yöntemle öğrenim görmüşlerdir. Sonuçlar öğrencilerin çözünürlük dengesiyle ilgili alternatif kavramlarının olduğunu ve örnek olay temelli öğrenme yönteminin geleneksel yöntemle göre çözünürlük dengesinin anlaşılmasında daha etkili olduğunu göstermiştir.

2.7.3. Termokimya Konusuna İlişkin Çalışmalar

Ebenezer ve Fraser (2001) çalışmasında birinci sınıf kimya mühendisliği öğrencilerinin çözünme olayı esnasında gerçekleşen enerji değişimlerine ilişkin sahip oldukları kavramları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla üç farklı tuzun suda çözünmesine yönelik öğrencilerle bireysel görüşmeler yapılmış ve veriler fenomenografik yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları çözünme olayındaki enerji değişimine ilişkin dört kategori olduğunu göstermiştir: Araştırmacı enerji verir, su enerji verir, tuz enerji verir, tepkime enerji verir. Ayrıca öğrencilerin bu üç tuzun çözünmesine ilişkin yaptıkları açıklamalarda daha önceki bilgilerini kullandıkları, bazen bu üç durum için aynı kavramları kullandıkları fakat bu kavramların her zaman aynı anlamı vermediği belirlenmiştir.

Boo ve Watson (2001) çalışmalarında lise öğrencilerinin çözümlerde gerçekleşen tepkimelere ilişkin anlamalarının zaman içinde gelişimini araştırmışlar ve toplamda kırk sekiz öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerle ilk olarak 12. sınıftayken ardından da bir yıl sonra 13.

sınıftayken görüşmüştür. Görüşmeler neticesinde öğrencilerde bağ enerjileri konusunda alternatif kavramlar tespit etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin anlamalarının zaman içinde geliştiği fakat bazı temel alternatif kavramların öğrencilerin zihinlerinde kalmaya devam ettiği belirlenmiştir.

Teichert ve Stacy (2002) çalışmalarında bağ enerjisi ve kendiliğinden gerçekleşme üzerine geliştirdiği tartışma oturumlarının lise öğrencilerin ön kavramları, bilgiyi bütünleştirmeleri ve açıklamaları üzerine etkisini incelemiş ve geleneksel yaklaşımla kıyaslamıştır. Araştırmacılar öğrencilere sınav yapmış ve görüşmeler gerçekleştirmiştir. Sonuçlar uygulanan eğitimsel yaklaşımın öğrencilerin kavramsal anlamasını geliştirdiğinin göstermiştir. Ayrıca görüşmelerde eğitimsel yaklaşımın uygulandığı gruptaki öğrenciler geleneksel yaklaşımın uygulandığı öğrencilere nazaran bağ oluşum ve kırılma enerjilerini daha iyi ve kapsamlı açıklamışlardır.

Greenbowe ve Meltzer (2003) üniversite öğrencilerinin kalorimetri problemlerini detaylıca analiz etmiştir. Araştırma kapsamında iki yüz yedi öğrencinin hem yazılı sınavları hem de uzun vadeli görüşmeler serisinden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Analizler öğrencilerde bazı konularda bir dizi öğrenme gücünü olduğunu göstermiştir.

Sözbilir (2004) entalpi ve kendiliğinden gerçekleşme konusunda seçilmiş bazı çalışmaları özetlemiştir. Çalışma kapsamında bu araştırmaların önemli bulguları, tespit edilen alternatif kavramlar ve bunların muhtemel sebepleri ele alınmış ve irdelenmiştir.

Tatar ve Oktay (2007) çalışmalarında öğrencilerin enerjinin korunması prensibine (termodinamiğin ilk yasası) yönelik alternatif kavramlarının belirlendiği çalışmaları özetlemiş ve bu konu hakkında alternatif kavramların belirlenmesinin, alternatif kavramların giderilmesinin ilk basamağı olması sebebiyle bu gibi çalışmaların önemli olduğunu vurgulamıştır.

Taştan, Yalçınkaya ve Boz (2008) kavramsal değişim metnlerinin lise öğrencilerinin kimyasal tepkimelerde enerji konusundaki anlamalarına etkisini araştırmıştır. Çalışma kapsamında öğrenciler deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmış, dersler deney grubunda kavramsal değişim metinleri destekli, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçları deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine kıyasla bilimsel kavramları daha çok kazandığı ve alternatif kavramlarının daha az olduğunu göstermiştir.

Türk ve Çalık (2008) çalışmalarında endotermik ve ekzotermik tepkimeler konusunda 5E modeline dayalı kavramsal değişim metinleri, analogi ve birlikte çalışma kağıtları gibi çeşitli kavramsal değişim yöntemlerini içeren bir öğretim programı geliştirmiş ve uygulamalarını tartışmıştır.

Yalçınkaya, Taştan ve Boz (2009) lise öğrencilerinin ısı ve sıcaklık, endotermik-ekzotermik tepkimeler, yanma tepkimeleri, bağ enerjisi, entalpi, kimyasal tepkimelerde kararlılık ve kalorimetri konularına yönelik alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla beş seçenekli 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli kavram testi geliştirmiştir. Ayrıca yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Analiz sonuçları öğrencilerin kimyasal tepkimelerde enerji konusunun pek çok alt konusunda alternatif kavrama sahip olduğunu göstermiştir.

Ayyıldız ve Tarhan (2012) kimyasal tepkimeler ve enerji (Sistemler ve enerji türleri, sistemlerde enerji değişimleri, kendiliğinden gerçekleşme) konusunda temel kavramlar ve bu konuların anlamlı öğrenilebilmesi için temel oluşturan alt kavramlar arasındaki ilişkiyi ve öğrencilerin öğrenme başarısındaki etkililiğini araştırmıştır. Bu amaçla ünite ve ilişkili önceki üniteler arasında kavram ilişkilendirmeleri yapılmıştır. Ayrıca rastgele yollarla deney ve kontrol grubu oluşturulmuş, deney grubuna alternatif kavramları ve bilgi eksikliklerini giderme amacıyla hazırlık dersi yapılmıştır. Ardından öğrencilere kavram testi uygulanmış ve aynı öğretmenden aynı eğitimi alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinden, deney grubu öğrencilerinin daha yüksek puan aldığı ve daha az alternatif kavrama sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sreenivasulu ve Subramaniam (2013) çalışmalarında öğrencilerin termodinamik konusundaki alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 30 sorudan oluşan dört aşamalı diagnostik test geliştirmiş ve yüz altı öğrenciye uygulamışlardır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin entalpi, endotermik ve ekzotermik tepkimeler ve diğer bazı termodinamik konularında alternatif kavramlara sahip olduğunu göstermiştir.

Nilsson ve Niedderer (2014) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin entalpi, entalpi değişimi ve ilgili kavramlara ilişkin anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Anket uygulamaları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda öğrencilerin entalpi, entalpi değişimi ve ilgili kavramlara yönelik alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında verilen kavramlar ile bu kavramlara temel teşkil edecek alt kavram ilişkilendirilmesi yapılmıştır.

2.7.4. Asitler-Bazlar Konusuna İlişkin Çalışmalar

Ağgöl Yalçın (2001) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz konusunda sahip oldukları alternatif kavramların sınıf düzeylerine göre değişimini incelemeyi amaçlamıştır. Yüz otuz sekiz öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada veri toplama aracı olarak asit-baz alternatif kavramlarından oluşan on üç maddelik çoktan seçmeli bir test kullanılmıştır. Analiz sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini göstermiştir. Ayrıca farklı düzeydeki öğrencilerin alternatif kavram yüzdeleri arasında paralellikler olduğu ve önemli bir kısmın aynı alternatif kavramlara sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çetingöl ve Geban (2001) çalışmalarında analogi destekli kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin asit baz konularını anlamalarına etkisini incelemiştir. Ayrıca cinsiyet ve bilimsel süreç becerilerinin de anlamaya etkisi araştırılmıştır. Deney grubunda analogi destekli kavramsal değişim metinleri, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda analogi destekli kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı öğrencilerin bilimsel kavramları alternatif kavramlardan daha iyi ayırt ettiği bulunmuştur. Yapılan görüşmeler ise öğrencilerin çözeltiler ve bağlar konusundaki bilgi eksiklikleri ve yanlış yorumlamalarının asitler ve bazlar konusunda alternatif kavram oluşumuna sebebiyet verdiğini göstermiştir. Özellikle öğrencilerin derişim ve kuvvet kavramlarını asitlik, bazlık ve pH ile ilişkilendirmede problem yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin cinsiyetlerinin asitler ve bazlar konusunu anlamada etkisinin olmadığı ancak bilimsel süreç becerilerinin öğrencilerinin başarılarının güçlü bir yordayıcısı olduğu bulunmuştur.

Dhindsa (2002) çalışmasında fen öğretmen adaylarının pH, asit, baz ve nötr kavramlarına yönelik anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Kırk sekiz öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmasında öğretmen adaylarının bu kavramları yeterli düzeyde anlamadıklarını, önemli bir kısmının bu kavramların hangi koşullarda nasıl tanımlandığının farkında olmadığını, pH değerinin sınırlarını tam bilmediğini belirlemiştir.

Çetingöl ve Geban (2005) çalışmalarında onuncu sınıf öğrencilerinin asitler bazlara yönelik kavramsal değişimlerini incelemiştir. Uygulamalar deney grubunda

analoji destekli kavramsal değişim metinleri kullanılarak, kontrol grubunda ise geleneksel yönteme dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları deney grubu ğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha iyi performans gösterdiğini ve analogilerle desteklenmiş kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin asitler bazlar konusunda bilmediği ya da kavram yanılığına sahip olduğu durumlarda anlamayı sağlamada etkili bir araç olabileceğini göstermiştir.

Kousathana, Demerouti ve Tsaparlis (2005) alışmasında kimya tarihi ve felsefesi bağlamında kimyasal modelleri araştırmıştır. Ayrıca alışma kapsamında yüz on dokuz lise öğrencisine çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan bir lme aracı uygulanmış ve öğrencilerin asit baz kimyası özellikle asit baz dengesine yönelik alternatif kavramları ve bu kavramlar ile geliştirdikleri modeller arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin bazı alternatif kavramlara sahip olduğunu göstermiştir.

Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005) alışmasında asitler bazlar konusunda geliştirmiş oldukları bilişsel çatışmaya dayalı öğretimsel materyalin lise ğrencilerinin başarıları ve alternatif kavramlarına etkisini araştırmıştır. Seksen sekiz ğrenci ile yrtlen çalışmada öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmış, deney grubunda geliştirilen öğretimsel materyal uygulanmıştır. Sonuçlar deney grubu ğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha başarılı ve daha az alternatif kavrama sahip olduğunu göstermiştir.

Sheppard (2006) alışmasında lise ğrencilerinin asit baz titrasyonlarına yönelik anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Altmış lise ğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin pH, nötralleşme, asit ve bazların kuvveti gibi asit baz kavramlarını tanımlamada alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alışma kapsamında bu alternatif kavramlara sebep olabilecek kaynaklara da değinilmiştir.

Drechsler ve Van Driel (2009) alışmalarında likert tipi bir ölçek kullanarak asit ve baz modelleri hakkındaki bilgileri, öğrencilerin öğrenme güçlükleri ve asitler ve bazların ğretiminde kitapların kullanımına ilişkin bilgilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. İki yüz seksen bir öğretmenin katılımıyla gerçekleşen çalışmada öğretmenlerin genellikle Bronsted modelini kullanmayı tercih ettikleri, bu modelin öğrenciler için daha açık olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca ğretmenlerin bir kısmının Bronsted modeli ile Arrhenius modelini farklılıklarına yönelik sınırlı

bilgiye sahip olduğu, bir kısmının öğretiminde modellerin tarihçesini kullandığı, bir kısmının ise kitapların içeriklerine oldukça güvendiği tespit edilmiştir.

Boz (2009) kimya öğretmen adaylarının asitler ve bazlar konusundaki anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla açık uçlu sorulardan oluşan bir ölçme aracı ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarına göre pek çok kimya öğretmen adayının asit ve bazların makroskopik özelliklerine yönelik öğrenme gücüne sahip olmadığını, ancak nötralleşme, kuvvet ve derişim ve asitler ve bazların günlük hayatla ilişkisi bakımından alternatif kavramları olduğu belirlenmiştir.

Artdej vd., (2010) çalışmalarında öğrencilerin asit baz kimyasına yönelik anlamalarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 18 maddelik bir test geliştirmiş ve elli beş 11. sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Çalık ve Ayas'ın analiz yöntemini takip ederek yapılan analizler sonucu öğrencilerin asitler ve bazlarla ilgili pek çok konuda alternatif kavrama sahip oldukları belirlenmiştir.

Tan vd., (2010) çalışmalarında öğretmen adaylarının asit tepkimelerinin kinetiğine yönelik anlamalarını belirlemek amacıyla dört çoktan seçmeli maddeden oluşan bir test geliştirmiş ve iki yüz on yedi öğretmen adayına uygulamıştır. Geliştirilen maddeler benzer koşullar altındaki iki farklı asit tepkimesini içermiş ve öğretmen adaylarından verdikleri yanıtlarının nedenini de açıklamaları istenmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının farklı yaygın asitlerin ayrışması ve bu durumun asit tepkimelerinin hızını nasıl etkilediğini açıklamada zorlandıklarını ortaya koymuştur.

Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik (2010) kimya öğretmen adaylarının çeşitli kimya konularındaki (madde ve tanecikli yapısı, gazlar, çözeltiler, buhar basıncı ve kaynama noktası, kimyasal denge, asitler bazlar, kimyasal denge, elektrokimya) anlamalarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla bire bir yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Analizler öğretmen adaylarının verilen konularda yanlış fikirleri ve alternatif kavramlarının olduğunu göstermiştir.

Çökelez (2010), 11. ve 12. sınıfa devam eden Fransız ve Türk öğrencilerin asit-baz tepkimelerine yönelik bilgi ve yeterliliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Öncelikle iki ülkenin müfredat ve ders kitapları incelenmiş, ardından 528 öğrenciye asitler bazlar hakkında 6 soru sorulmuştur. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin öğretimden sonra bile asitler bazlar konusunda bazı öğrenme güçlüklerine sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca çalışma kapsamında öğrencilerin kavramları üç

zihinsel model altında sınıflanmış ve kavram öğretimine yönelik uygulamalar tartışılmıştır.

Yavuz ve Arslan (2010) çalışmalarında öğretmen adaylarının asit-baz konusundaki alternatif kavramlarını kavram karikatürleri ile desteklenmiş çalışma yaprakları ile gidermeyi amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarına uygulamalarından önce ve sonra olmak üzere on çoktan seçmeli test ile dokuz soruluk doğru/yanlış türü sorudan oluşan test, kavram karikatürü uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları ön testte belirlenen bazı alternatif kavramlarının son testte azaldığını, hatta ortadan kalktığını göstermiştir.

Acar-Şeşen ve Tarhan (2011) çalışmalarında aktif öğrenme uygulamalarının lise öğrencilerinin asitler bazlar konusundaki anlamalarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla kırk beş lise öğrencisi deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmış, deney grubunda aktif öğrenme uygulamaları kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Çalışma kapsamında on dördü ilk defa olmak üzere elli dört alternatif kavram belirlenmiştir. Ayrıca uygulamalar sonrasında deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha az alternatif kavrama ve daha iyi anlamaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Kariper (2011), çalışmasında öğrencilerin pH kavramındaki alternatif kavramlarını ve yanlış ya da kısıtlı bilgilerini araştırmıştır. Bu amaçla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda pek çok öğrencinin pH kavramına yönelik alternatif kavramlara sahip olduğu, öğrencilerin matematik bilgilerini kimyaya transfer edemedikleri ve analogi kullanmadıkları belirlenmiştir. Çalışma kapsamındaki öğrencilerin %19-55'inin pH konusunda alternatif kavrama sahip olduğu, bunların % 83'ünün pH'ın anlamını ve niçin kullanıldığını bilmediği, %5'inin ise pH hesaplamalarını yanlış yaptığı belirlenmiştir.

Metin (2011) çalışmasında 5E modeline dayalı öğretim materyalinin öğretmen adaylarının asitler bazlar konusundaki kavramsal değişimlerine etkisini incelemiştir. Tek grup ön test son test modelinin uygulandığı çalışmada 25 öğretmen adayıyla çalışılmıştır. Çalışma üç aşamadan oluşmuştur: ilk aşamada 10 açık uçlu soru ile öğretmen adaylarının asitler bazlar konusundaki alternatif kavramları belirlenmiş, ikinci aşamada 5E modeline dayalı bir etkinlik uygulanmış ve son aşamada alternatif kavramlar yeniden değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının asitler bazlar hakkında pek çok alternatif kavrama sahip olduğu

ve 5E modeline dayalı öğretimsel materyalin bu yanılıgıları gidermede etkili olduğu bulunmuştur.

Muchtar- Harizal (2012), altı farklı okulun 11. sınıfından seçilen 179 lise öğrencisinin asitler bazlar konusundaki alternatif kavramlarını araştırmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen Asit-Baz Alternatif Kavram Testinden elde edilen bulgulara göre öğrencilerde 15 alternatif kavram ve 11 alt alternatif kavram tespit edilmiştir. Öğrencilerin alternatif kavramları asit baz kavramı (22.07%), pH ve pOH kavramı (43.58%), iyonlaşma derecesi ve denge sabiti kavramı (8.94%), asit-baz indikatörleri kavramı (6.15%) ve asit-baz titrasyonu kavramı (9.50%) şeklinde sınıflanmıştır.

Kala, Yaman ve Ayas (2012) çalışmalarında lise öğrencilerinin asitler bazlar konusunda pH, pOH, mikroskopik düzey, kuvvet ve derişim alt başlıklarında alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla üç tahmin gözlem açıklama (TGA) etkinliği gerçekleştirilmiş ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Gerek TGA etkinlikleri gerekse görüşmeler öğrencilerin asitler bazlar konusunda çeşitli alternatif kavramlara sahip olduğunu göstermiştir.

McClary ve Bretz (2012) çalışmalarında organik kimya öğrencilerinin asitlerin kuvveti konusundaki alternatif kavramlarını belirleyecek bir diagnostik ölçme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla dokuz maddelik iki aşamalı çoktan seçmeli bir test geliştirmişlerdir. Ayrıca çalışma kapsamında asit kuvveti hakkında iki anlamlı alternatif kavram belirlemişlerdir.

Özdemir, Köse ve Bilen (2012) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının alternatif kavramlarını gidermede “Tahmin Et - Gözle - Açıkla (TGA)” stratejisinin etkisini araştırmıştır. Altmış dokuz fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada kontrol 1 grubu, kontrol 2 grubu ve deney grubu olmak üzere üç grup oluşturulmuş, deney ve kontrol 2 grubu öğrencilerine “Tahmin Et-Gözle-Açıkla” stratejisine dayalı laboratuvar yaklaşımı, kontrol 1 grubu öğrencilerine ise klasik yöntemeye dayalı laboratuvar yaklaşımı uygulanmıştır. Analiz sonuçları, TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının alternatif kavramlarını gidermede olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

2.7.5. Elektrokimya Konusuna İlişkin Çalışmalar

Niaz (2002), çalışmasında üniversite birinci sınıf öğrencilerinin elektrokimya konusuna yönelik kavramsal değişime olanak sağlayacak bir öğretim stratejisi geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla deney grubunda iki öğretimsel deney, kontrol grubunda ise deney yapmadan sadece benzer problemler çözülmüştür. Sonuçlar deney grubu öğrencilerinin performanslarının daha iyi olduğunu ve uygulamaların öğrencilerin elektrokimya konusunda kavramsal anlamalarını sağladığını göstermiştir.

Ahtee, Asunta ve Palm (2002) öğretmen adaylarının elektroliz konusunun öğretimine ilişkin kavramları ve karşılaştıkları zorlukları belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında sekiz kimya öğretmen adayından elektroliz konusunda bir ders planı yazmaları istenmiş ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler ve yazılan planlar analiz edilmiş, sadece iki öğretmen adayının elektrolizi net bir şekilde gösterebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının elektroliz konusu ile önceki öğrendiği kavramlar ile bağlantı kurmakta zorlandıkları belirlenmiştir.

Mamlok-Naaman vd., (2003) çalışmalarında bir eylem araştırmasını temel alan çalıştay düzenlemiş ve öğretmenlerden kendi öğrencilerinin metal ve iyonik materyallerin elektriksel iletkenliği hakkındaki alternatif kavramlarını belirlemelerini beklemiştir. Çalışma kapsamında öğretmenler kendi öğretim uygulamalarını araştırmış, bunlara ilaveten daha önce yapmadıkları uygulamalarda da yer almıştır. Yürütülen çalışma ile öğretmenler kendi uygulamalarını değerlendirmiş, öğrencilerinin alternatif kavramlarını değerlendirmiş ve farklı bir atmosferde bulunmuşlardır.

Talib, Matthews ve Secombe (2005), çalışmalarında bilgisayar animasyonları destekli eğitimin öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla deney grubunda animasyonlarla desteklenmiş uygulamalar, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yürütülmüştür. Çalışma kapsamında yapılan nitel analizler, deney grubu öğrencilerinin geleneksel yaklaşıma kıyasla daha iyi kavramsal anlamaya sahip oldukları göstermiştir.

Özkaya vd., (2006), çalışmalarında kavramsal değişim temelli eğitimin öğrencilerinin galvanik hücreler konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini araştırmış ve geleneksel yaklaşımla kıyaslamıştır. Bu amaçla deney grubunda

kavramsal değişim temelli eğitim, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları, deney grubu öğrencilerinin geleneksel yaklaşıma kıyasla kavramsal ve sayısal problemlerin çözümünde daha başarılı olduğu ve daha az sayıda alternatif kavrama sahip olduğunu göstermiştir.

Tarhan ve Acar (2007) çalışmalarında probleme dayalı öğrenme uygulamasının lise öğrencilerinin hücre potansiyeline etki eden faktörler konusunda anlamalarına etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, deney grubunda probleme dayalı öğrenme, kontrol grubunda ise öğretmen merkezli geleneksel yaklaşım uygulamıştır. Çalışmanın bulguları hücre potansiyeline etki eden faktörler konusundaki probleme dayalı öğrenme uygulamalarının öğrencilerin başarılarını arttırmada, alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğunu göstermiştir.

Acar ve Tarhan (2007) çalışmalarında lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarına işbirlikli öğrenme uygulamalarının etkisini araştırmıştır. Bu amaçla deney grubunda işbirlikli öğrenme uygulamaları, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yapılmıştır. Çalışma kapsamında altısı ilk defa olmak üzere yirmi dört alternatif kavram belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha başarılı oldukları ve işbirlikli öğrenme uygulamalarının alternatif kavramları gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yürük (2007), çalışmasında kavramsal değişim metinlerinin lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla deney grubunda kavramsal değişim metinleri ile desteklenmiş uygulamalar, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalar yürütülmüştür. Çalışma sonunda deney grubu öğrencilerinin geleneksel yaklaşıma kıyasla daha iyi kavramsal anlamaya sahip oldukları belirlenmiştir.

Sia (2010) doktora tezinde lise öğrencilerinin temel elektroliz konularındaki kavramsal anlamalarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla on yedi maddelik iki aşamalı diagnostik test geliştirmiş ve üç yüz otuz lise öğrencisine uygulamıştır. Analizler sonucunda elektrotların doğası ve tepkimeleri, iyonları göçü, elektroliz ürünleri, derişim değişimleri ve elektrolit renkleri hakkında yirmi dokuz alternatif kavram belirlenmiştir.

Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik (2010) kimya öğretmen adaylarının çeşitli kimya konularındaki (madde ve tanecikli yapısı, gazlar, çözeltiler, buhar basıncı ve kaynama noktası, kimyasal denge, asitler bazlar, kimyasal denge, elektrokimya)

anlamalarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla bire bir yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Analizler öğretmen adaylarının verilen konularda yanlış fikirleri ve alternatif kavramlarının olduğunu göstermiştir.

Rahayu vd., (2011) çalışmalarında Endonezya ve Japonya'daki lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla iki yüz kırk dört Endonezyalı, yüz seksen dokuz Japon öğrenciye elektrokimya konusunda beş temel başlığı içeren on sekiz çoktan seçmeli maddeden oluşan bir anket uygulamış ve sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Analiz sonuçları öğrencilerin elektrokimya konusunda kavramsal anlamalarının zayıf olduğunu, her iki ülke öğrencilerinin de yaygın öğrenme güçlükleri ve alternatif kavramlara sahip olduğunu ve belirlenen beş temel başlıkta sınırlı anlamaya sahip olduklarını göstermiştir.

Aydeniz ve Kırbulut (2011) çalışmalarında bir ölçme aracı geliştirmeyi ve bu ölçme aracıyla fen öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki pedagojik içerik bilgilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla geliştirdikleri ölçme aracını otuz bir fen öğretmen adayına uygulamışlardır. Sonuçlar öğretmen adaylarının elektrokimya konusunda sınırlı bilgiye sahip olduğunu göstermiştir.

Ekiz vd., (2011) çalışmalarında kimya öğretmen adaylarının elektrolitik hücrelere yönelik anlamalarını ve alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla otuz bir kimya öğretmen adayına yedi açık uçlu soru yönlendirmişlerdir. Sonuçlar öğretmen adaylarının elektroliz konusunu anlamada zorluk yaşadıklarını, çoğunun galvanik hücre ile elektrolitik hücreyi ayıramadığını, elektrolitik hücrelerde anot ve katodu ayırmakta zorlandığını ve elektroliz ürünlerini tahmin etmekte zorlandıklarını göstermiştir.

Sia, Treagust ve Chandrasegaran (2012) çalışmalarında iki aşamalı çoktan seçmeli diagnostik test kullanılarak lise öğrencilerinin elektroliz konusunun on dokuz başlıca prensibi hakkındaki anlamalarını belirlemeyi ve öğrencilerin bilgi ve anlamaları konusunda kendilerine güvenlerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Analiz sonuçları öğrencilerin bazı konularda sınırlı bir anlamaya sahip olduğunu, öğrencilerin içerik bilgisine sahip olduğunu ancak oldukça az bir kısmının bilimsel açıdan kabul edilebilir bir kavramsal anlamaya sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin maddelerde doğru seçenekleri seçerken kendine güvenlerinin sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Karslı ve alık (2012), çalışmalarında çeşitli kavramsal değişim yöntemleri ile desteklenmiş 5E modeline dayalı uygulamaların fen ğretmen adaylarının elektrokimyasal hücreler konusundaki anlamalarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla genel kimya laboratuvarında bu yaklaşıma dayalı uygulamalar yürütülmüş ve altı iki aşamalı sorudan oluşan bir lme aracı ön test, son test ve geciktirilmif test olarak uygulanmıştır. Sonuçlar uygulanan programın ğretmen adaylarının alternatif kavramlarını gidermekle kalmayıp, öğrenilenlerin uzun süreli bellekte depolanmasına yardımcı olduğunu göstermiştir.

Ahmad ve Lah (2013) alışmalarında lise öğrencilerine yönelik elektrokimya konusunda Leeds modeli çerçevesinde tasarlanan bir ğretim programı dizisinin etkililiğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla özellikle elektrolitik hücreler konusu ele alınmış ve programın etkileri geleneksel yaklaşımla kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonuçları programın uygulandığı öğrencilerin elektrolitik hücrelerin iletkenliğinde iyon ve elektronların rolüne ilişkin daha iyi kavramsal anlamaya sahip olduğunu göstermiştir.

Karslı ve Ayas (2013) alışmalarında Elektrokimyasal Piller” konusunda bir rehber materyal geliştirerek etkisini incelemiştir. n test-son test dizaynlı yarı deneysel yöntem kullanıldığı araştırmada deney grubunda, 5E’nin aşamalarına dayalı çalışma yaprağı, bilgisayar animasyonları, kavramsal değişim metni ve deney gibi farklı kavramsal değişim yöntem/tekniklerinin adapte edilmesiyle zenginleştirilmif laboratuvar rehber materyali; kontrol grubunda ise geleneksel ğretim yöntemi (teorik bilgi, soru-cevap ve deney) kullanılarak ğretim gerekleştirilmifdir. Çalışmanın sonuçları hem bilimsel süreç becerileri hem de kavramsal değişim bakımından deney grubu lehine anlamlı farklılıkların olduğunu göstermiştir.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, etkinliklerin gerçekleştirilme ve uygulanma süreci, veri toplama araçları ve verilerin çözümlenmesine yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ

Sunulan tez çalışmasında, ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Bu modelde, deneysel işlemler tabakalı rastgele örnekleme ile seçilmiş, üç deney ve bir kontrol grubunda gerçekleştirilmiştir (Tablo 3-1). Rehberli sorgulamaya dayalı deneysel etkinlikler Deney-1 grubunda gerçek, Deney-2 grubunda sanal laboratuvar ortamında; geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel etkinlikler ise Deney-3 grubunda sanal, Kontrol grubunda gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Tüm gruplarda veri toplama amacıyla deney öncesi ve sonrasında ölçümler yapılmıştır. Tezin bağımlı değişkenlerini; öğrencilerin kimya dersine yönelik akademik başarıları, kavramsal anlama düzeyleri, kimya dersine yönelik tutumları, kimya laboratuvarına yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri, öğrenme sürecine yönelik düşünceleri oluştururken, bağımsız değişkenini uygulanan öğrenme yöntemleri oluşturmuştur.

Tablo 3-1: Tez Çalışmasının Deneysel Deseni

Grup	Uygulama Öncesi	Deneysel Süreç	Uygulama Sonrası
Deney-1		Gerçek Laboratuvar Ortamında	
		Rehberli Sorgulamaya Dayalı	
	-GKKT	Laboratuvar Etkinlikleri	-GKKT
	-KDTÖ	Sanal Laboratuvar Ortamında Rehberli	-KDTÖ
Deney-2		Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar	
		Etkinlikleri	
	-KLTÖ		-KLTÖ
	-BSBT		-BSBT
Deney-3		Sanal Laboratuvar Ortamında	
		Geleneksel Laboratuvar Etkinlikleri	
	-SBÖ		-SBÖ
	-GÖSÖ		-YG
Kontrol		Gerçek Laboratuvar Ortamında	
		Geleneksel Laboratuvar Etkinlikleri	

GKKT: Genel Kimya Kavram Testi
KLTÖ: Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği
SBÖ: Sorgulama Becerileri
YG: Yarı yapılandırılmış görüşme

KDTÖ: Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği
BSBT: Bilimsel Süreç Becerileri Testi
GÖSÖ: Grasha-Reichmann Öğrenme Stilleri Ölçeği

3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Sunulan tez çalışmasında, farklı ortamlarda ve farklı öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarının, öğretmen adaylarının kimya dersine yönelik akademik başarılarına, kimya dersine ve kimya laboratuvarına yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine, sorgulama becerilerine etkisini araştırmak için kullanılan ölçme araçlarının değerlendirilmesinde nicel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış görüşmelerinin değerlendirilmesinde ise nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

3.3. ÇALIŞMA GRUBU

Sunulan tezin çalışma grubunu, İstanbul Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. Sınıfta öğrenim gören 68 öğretmen adayı oluşturmuştur.

Çalışmanın başlangıcında öğretmen adayları çalışmanın amaçları, yapılacak uygulamalar, çalışma kapsamında uygulanacak veri toplama araçları, elde edilecek verilerin ve kişisel bilgilerin gizliliği hakkında bilgilendirilmişlerdir. Ayrıca, çalışmanın gönüllülük esasına dayalı olduğu belirtilmiş ve tüm katılımcılardan çalışmaya katılma istekleri hakkında onay alınmıştır.

Öğretmen adaylarının onaylarının alınmasının ardından tüm katılımcılara Grasha-Riechmann Öğrenme Stilleri Ölçeği ve Genel Kimya Kavram Testi (GKKT) uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre tabakalı rastgele örneklem tekniği ile grupların oluşturulmasına karar verilmiştir. Büyüköztürk ve arkadaşlarına göre (2012) tabakalı rastgele örnekleme evrendeki alt grupların belirlenip, bunların evren büyüklüğü içindeki oranlarıyla örnekleme temsil edilmelerini sağlamayı amaçlayan bir örnekleme yöntemidir. Bu yöntemde araştırmanın problemi üzerinde etkili olabileceği düşünülen bir veya daha fazla değişkene göre evren içinde homojen tabakalar belirlenir. Daha sonra her bir tabaka için belirlenen örneklem büyüklüğü kadar birimin ayrı ayrı seçimi gerçekleştirilir. Ayrıca yöntemin etkililiği açısından grupların farklı özelliklerden oluşan öğrencilerden oluşması gerekir. Çünkü heterojen gruplar, grup içinde yeni fikirlerin gelişiminde, görev dağılımında ve sorumluluk almada kolaylık sağladığından aktif öğrenmenin etkililiği açısından önem

taşımaktadır (Acar, 2008). Buna göre, çalışma grubu ön testlerden alınan puanlar, cinsiyet, yaş ve öğrenme stilleri dikkate alınarak dört gruba bölünmüştür (Tablo 3-2).

Tablo 3-2: Gruplardaki Öğrenci Sayılarının Grup Oluşturma Kriterlerine Göre Dağılımları

		Deney-1	Deney-2	Deney-3	Kontrol
Genel Kimya Kavram Testi Sonuçları	Düşük başarılı (4-8)	6	5	6	6
	Orta başarılı (8-12)	5	6	6	6
	Yüksek Başarılı (12-16)	6	6	5	5
Öğrenme Stili	Bağımsız	5	4	4	5
	Bağımlı	5	6	6	5
	İşbirlikli	4	4	3	4
	Katılımcı	1	1	2	2
	Rekabetçi	2	2	2	1
Cinsiyet	Kız	14	14	15	14
	Erkek	3	3	2	3
Yaş	19	14	13	15	14
	19+	3	4	2	3

Oluşturulan dört grup, rastgele atama yoluyla Deney-1, Deney-2, Deney-3 ve Kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Her bir grupta, öğrenme stilleri, başarı ve cinsiyet açısından heterojen olacak şekilde dört alt grup oluşturulmuştur. Bununla birlikte Bulgular bölümünde Tablo 4-2, Tablo 4-12, Tablo 4-29, Tablo 4-46 ve Tablo 4-66'da sunulan veri toplama araçlarının ön test uygulamaları istatistiksel analiz sonuçlarına göre grupların Genel Kimya başarısı, kimya dersine ve laboratuvarına karşı tutum, bilimsel süreç becerileri ve sorgulama becerileri bakımından denk olduğu belirlenmiştir.

Rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri Deney-1 grubunda gerçek, Deney-2 grubunda sanal laboratuvar ortamında; geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel etkinlikler ise Deney-3 grubunda sanal, Kontrol grubunda gerçek laboratuvar ortamında haftada 2 saat olmak üzere toplam 8 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, tüm öğretmen adayları aynı öğretim üyesinin yürüttüğü Genel Kimya-II dersine aynı zaman diliminde katılmışlardır. Laboratuvar etkinlikleri, ders ile paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.4. ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLME VE UYGULAMA SÜRECİ

Tez kapsamında, Genel Kimya-II Dersi düzeyinde sekiz laboratuvar etkinliği geliştirilmiştir. Etkinliklerin geliştirilmesinde, başlangıçta alan yazın taranarak Genel Kimya-II dersi kapsamında laboratuvar etkinliklerinin yapılacağı alt konular ve öğrencilerin bu konulardaki öğrenme güçlükleri belirlenmiştir. Buna göre; Kimyasal Kinetik konusuna yönelik iki, Kimyasal Denge konusuna yönelik bir, Termokimya konusuna yönelik bir, Asitler ve Bazlar konusuna yönelik iki, Elektrokimya konusuna yönelik iki laboratuvar etkinliğinin geliştirilmesine karar verilmiştir. Ardından konulara ilişkin kazanımlar belirlenmiş ve yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre sınıflanmıştır (Tablo 3-3).

Kazanımların belirlenmesinin ardından, ulusal ve uluslararası Genel Kimya ve Genel Kimya Laboratuvarı kitapları, makaleler, tezler ve internet siteleri taranmıştır ve kazanımlara dayalı deneysel etkinlikler araştırılmıştır. Tablo 3-4'te sunulan konularda, belirtilen amaçlara dayalı laboratuvar etkinliklerinin geliştirilmesi planlanmıştır.

Her bir laboratuvar etkinliği deney ve kontrol gruplarında gerçek ve sanal ortamda uygulanmak üzere rehberli sorgulamaya dayalı ve geleneksel yaklaşıma dayalı olarak geliştirilmiştir.

Tablo 3-3: Laboratuvar Etkinliklerine İlişkin Kazanımlar ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı

Konular	Kazanımlar	
KİMYASAL KİNETİK	Anlama	Tepkime hızını açıklar.
	Uygulama	Kimyasal tepkimelerde etkin çarpışmaları yorumlar. Derişimin tepkime hızına etkisini yorumlar. Sıcaklığın hız sabitine etkisini yorumlar. Katalizörün tepkime hızına etkisini yorumlar.
	Analiz Etme	Sıcaklığın endotermik ve ekzotermik tepkimelerin hızına etkisini karşılaştırır. Temas yüzeyinin tepkime hızına etkisini açıklar. Birden fazla basamaklı tepkimelerde hız sabitinin değerini kıyaslar.
KİMYASAL DENGE	Anlama	Le Chatelier prensibini açıklar.
	Uygulama	Dengenin dinamik oluşunu yorumlar. Dengeye derişimin etkisini yorumlar. Dengeye sıcaklığın etkisini yorumlar.
TERMOKİMYA	Anlama	Tepkime entalpisini açıklar. Kimyasal tepkimelerde enerji korunumunu açıklar. Endotermik tepkimeleri açıklar Bir kimyasal tepkimede bağ kırılım ve oluşum enerjisini açıklar.
	Analiz Etme	Kalorimetre kabını kullanarak farklı tepkimelerin entalpilerini kıyaslar. Verilen bir tepkimenin, tepkime entalpisini hesaplar.
ASİTLER-BAZILAR	Hatırlama	Tamponları tanımlar.
	Anlama	Asitlerin ve bazların kuvvetini açıklar pH kavramını açıklar İndikatörleri ve çalışma prensibini açıklar Titrasyon olayını açıklar Titrasyonda dönüm noktasına ait özellikleri açıklar. Titrasyonda eş değerlik noktasına ait özellikleri açıklar.
	Uygulama	Nötrleşme olayını yorumlar. Titrasyona uygun indikatör seçer. Tamponların çalışma mekanizmasını yorumlar.
ELEKTROKİMYA	Analiz Etme	Eşdeğerlik noktası ve dönüm noktasını kıyaslar.
	Anlama	Metal elektrotları açıklar. Kaplama ve galvanizleme işlemlerini açıklar. Derişimin pil gerilimine etkisini açıklar.
	Uygulama	Elektrokimyasal pilde anot ve katotu çeşitli değişkenlere göre belirler.

Tablo 3-4: Geliştirilen Laboratuvar Etkinliklerinin Konulara Göre Dağılımı

Deney Numarası	Konu	Etkinliğin amacı
1	Kimyasal kinetik	Temas yüzeyi, sıcaklık, karıştırma ve madde miktarının tepkime hızına etkisinin belirlenmesi
2	Kimyasal kinetik	Katalizörün tepkime hızına etki etkisinin belirlenmesi
3	Kimyasal denge	Sıcaklık ve derişimin denge tepkimelerine etkisinin belirlenmesi
4	Termokimya	Çözünme ve nötralleşme ısılarının belirlenmesi
5	Asitler ve bazlar	Titrasyon yardımıyla asitlik derecesinin hesaplanması
6	Asitler ve bazlar	Tamponların çalışma mekanizmasının anlaşılması
7	Elektrokimya	Pil gerilimine derişimin etkisinin belirlenmesi
8	Elektrokimya	Pas giderme ve korozyonu engelleme yollarının belirlenmesi

3.4.1. Gerçek Ortamdaki Rehberli Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Deney-1 grubunda uygulanmak üzere *rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre* laboratuvar etkinlikleri tasarlanmıştır. Bu amaçla, Microsoft Office Publisher programı kullanılarak öğretmen adaylarının not almalarını sağlayacak şekilde, Hofstein, Shore ve Kipnis (2004)'in çalışmalarında belirttiği sorgulama aşamaları temel alınarak deney çalışma kağıtları hazırlanmıştır. Deney çalışma kağıtlarındaki laboratuvar etkinlikleri, ön sorgulama amacıyla öğretmen adaylarının dikkatini konuya çekmek ve beyin fırtınası yapmalarına olanak sağlayacak bir senaryo ile başlatılmıştır. Bu senaryolar, günlük hayatla ilişkili, araştırma problemini içerecek şekilde düzenlenmiştir. Etkinliklerin isimleri, öğretmen adaylarının sorgulamalarını yönlendirmemesi amacıyla bu senaryodaki konuyla ilişkili olarak verilmiştir. Çalışma kağıdının devamında öğretmen adaylarının senaryoda verilen araştırma problemine yönelik kurdukları hipotezleri, bu problemi çözmek için tasarladıkları deneysel işlemleri, deneysel işlemler neticesinde elde ettikleri verileri, elde ettikleri sonuçları ve sonuçlarının hipotezleri ile uyumu tartışmalarını not alacakları uygun boşlukların olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerden laboratuvar ortamında kendi deneylerini bizzat tasarlamaları istendiğinden, çalışma kağıdındaki deney tasarlama kısmına deneyde kullanılması istenilen deney malzemeleri, kimyasallar ve cihazların resimleri yerleştirilmiştir. Hazırlanan

laboratuvar çalışma kağıtları, bilimsellik, anlaşılabilirlik, görsellik, amaca ve öğretmen adaylarının düzeylerine uygunluk açısından değerlendirilmesi amacıyla dört kimya eğitimcisi ve beş fen bilgisi öğretmen adayının görüşüne sunulmuş, hikayelerin problemin çözümüne ilişkin yol gösterici daha fazla bilgi içermesi ve bazı deneylerin kapsamının daraltılmasına yönelik gelen dönütler ışığında çalışma kağıtlarına son hali verilmiştir. Ayrıca, rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin uygulanmasında öğretim elemanına yol göstermesi amacıyla deneye ait tüm bilgileri ve yönlendirmeleri içeren öğretim elemanı kılavuzu geliştirilmiştir.

Deney-1 grubuna, uygulamaların başlangıcında Tablo 3-1'de verilen veri toplama araçları uygulanmıştır. Bölüm 3.3'te detaylandırılan gruplandırma işlemlerinin ardından, her bir alt grubun bir grup adı belirlemeleri istenmiş ve böylece sürecin içine herkesin dahil olması gerekliliği vurgulanmıştır. Bununla birlikte grup üyelerine grup içindeki görev paylaşımlarını yapmaları istenmiş ve grup çalışmalarında görev paylaşımının önemi, grup üyelerinin birbirinden öğrenmesi, grup tartışmaları gibi konulara değinilerek grup dinamiği anlatılmıştır. Böylelikle, öğretmen adaylarına grup çalışmasının önemi ve görev bilinci aşılarmaya çalışılmıştır. Ardından, çalışma yaprakları dağıtılmış ve etkinlikler *gerçek laboratuvar ortamında* öğrenciler tarafından bizzat gerçekleştirilmiştir. Her bir etkinlik için ilk aşamada, öğretmen adayları gruplarında kendilerine verilen çalışma kağıdındaki senaryoyu okumuş, senaryodaki problem durumunu ve probleme yönelik hipotezleri belirlemek için grup tartışması yapmışlardır. Tanımlanan problem durumu ve hipotezin uygunluğu öğretim elemanı tarafından onaylandıktan sonra, gruplar hipotezlerin doğruluğunu test etmek için öğretim elemanı rehberliğinde bir deney tasarlamışlar ve bu deneyi gruplarında gerçekleştirmişlerdir. Etkinliğin son aşamasında, deneyden elde edilen veriler doğrultusunda başlangıçta belirlenen hipotezler ile deneyden elde edilen sonuçların uyumlu olup olmadığını tartışmış ve sorgulamışlardır. Gruplardaki yazıcılar, etkinliğin her aşamasını çalışma kağıdındaki ilgili yerlere not almışlardır. Örneğin, Ek-1'de ders planı verilen asitler bazlar konusuna yönelik "Salatanın Sosu" etkinliğine, marketten sızma zeytinyağı yerine riviera zeytinyağı alan bir çocuğun, riviera zeytinyağı ile yapılan salatanın daha önce yemiş olduğu sızma zeytinyağı ile yapılamaya göre daha acı olduğunu fark ederek zeytinyağlarının aynı olup olmadığını sorguladığı bir hikaye ile başlanmıştır. Bu etkinlikte, öğretmen adaylarından iki zeytinyağı türünün aynı olup olmadığını sorguladıkları problemi belirlemeleri, sızma zeytinyağının asit miktarının rivieraya

göre düşük/yüksek olduğuna ilişkin hipotez/hipotezler kurmaları, ardından asit miktarını belirlemek amacıyla bir titrasyon düzeneği kurmaları beklenmiştir. Öğretmen adayları, kendilerine verilen çalışma kağıdındaki bu senaryoyu okumuş, senaryodaki problem durumunu ve probleme yönelik hipotezleri belirlemek için öğretim elemanı rehberliğinde grup tartışması yapmışlardır. Öğretmen adaylarının belirledikleri problem durumu ve hipotezleri, öğretim elemanı tarafından onaylandıktan sonra, deney aşamasına yönlendirmeleri sağlanmıştır. Öğretim elemanı tarafından her bir gruba riviera ve sızma zeytinyağı örnekleri, bir büret, büret destek sistemi, fenolftalein, NaOH ve iki erlen verilmiştir. İstedikleri takdirde bu malzemelerin dışında başka malzemeler de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Gruplar, kendilerine verilen malzemeleri kullanarak geliştirdikleri hipotez/hipotezleri test edebilecekleri bir deney tasarlamak üzere öğretim elemanı rehberliğinde grup tartışması yapmış ve bir deney tasarlamışlardır. Deneyin, öğretim elemanı tarafından onaylanmasının ardından öğretmen adayları, titrasyon düzeneği kurarak her iki yağ numunesini NaOH ile titre etmiş ve elde edilen sarfiyatlardan yola çıkarak hangi zeytinyağının daha fazla asit miktarına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Öğretmen adayları etkinliğin son aşamasında, deneyden elde edilen veriler doğrultusunda başlangıçta belirlenen hipotezler ile deneyden elde edilen sonuçların uyumlu olup olmadığını tartışmış ve sonuçlarını yorumlamışlardır.

3.4.2. Sanal Ortamdaki Rehberli sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Tez kapsamında Deney-2 grubunda uygulanmak üzere, Bölüm 3.4.1’de detaylı olarak ele alınan rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri bilgisayar ortamına aktararak sorgulamaya dayalı sanal kimya laboratuvarı (SDSKL) geliştirilmiştir. Öğretim elemanı ve öğretmen adayları arasında etkileşimin sağlanması amacıyla öğrenci ve öğretim elemanının kullanacağı iki yazılım tasarlanmıştır.

Öğrenci yazılımının geliştirilmesinde ilk aşama olarak, Bölüm 3.4.1’de belirtilen deneyler, öğretim elemanı tarafından gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilerek video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Böylelikle, deneylerin sanal ortama aktarımında dikkat edilmesi gereken noktalar belirlenmiş, gerçek veriler elde edilmiş, olası hata kaynakları saptanmıştır. Ayrıca, yurt içi ve yurt dışındaki

ulaşılabilir sanal laboratuvarlar incelenerek ideal bir sanal laboratuvarın özellikleri tespit edilmiştir. Ardından, rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşıma göre geliştirilen deneyler, Bölüm 3.4.1'de sunulan laboratuvar çalışma yapraklarındaki aşamalar temel alınarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Araç-gereçlerin ve cihazların modellenmesinde gerçeğe uygunluğun sağlanması amacıyla, laboratuvar malzemelerine ilişkin web siteleri, kitaplar ve T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ders Aletleri Yapım Merkezi'nin web sitesi (<http://daym.meb.gov.tr/>) incelenmiş ve modellemeler belirlenmiştir. Ayrıca, tez kapsamında öğretmen adaylarının problem durumunu belirleme, hipotez geliştirme, deney tasarlama vb. aşamalarının onayı/reddi için öğretim elemanı yazılımı tasarlanmıştır. Yazılım, çevrimiçi ortamda gerçekleştirilen etkileşim sürecinde öğretmen adaylarının gönderdiklerini onaylama veya red etmenin yanı sıra, öğretim elemanının yazılı dönüt vermesine imkan sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. Böylece, öğretim elemanı ve öğretmen adayları arasında dinamik bir etkileşimin olması sağlanmıştır. Bu işlemler gerçekleştirilirken HTML5, CSS3, PHP, MySQL, Adobe Flash Action Script 3.0, jQuery program ve uygulamaları kullanılmıştır.

SDSKL yazılımının geliştirilmesi, bir öğretim tasarım modeli olan ADDIE modeli temel alınarak yürütülmüştür. Genel bir öğretim sistemi tasarım modeli olan ADDIE modeli, analiz (analysis), tasarım (design), geliştirme (development), uygulama (implementation) ve değerlendirme (evaluation) aşamalarından oluşmaktadır. Yazılımın ADDIE modelinin aşamalarına göre tasarlanma süreci Tablo 3-5'te sunulmuştur.

Tasarımın tamamlanmasının ardından, iki kimya eğitimcisi ve bir bilgisayar öğretimi ve teknolojileri öğretimi uzmanının görüşü alınmıştır. Ayrıca beş fen bilgisi öğretmen adayı ile yazılımın pilot uygulaması yapılmıştır. Yazılıma hesap makinesi, periyodik cetvel, not defterinin eklenmesi ve deney tamamlama kriterlerine yönelik görüşler doğrultusunda yazılıma son hali verilmiştir.

Tablo 3-5: SDSKL Yazılımının ADDIE Modelinin Aşamalarına Göre Tasarlanma Süreci

Modelin Aşamaları	Modelin SDSKL Yazılımına Uygulanması
Analiz	SDSKL'nin sahip olması gereken temel özelliklerin belirlenmesi ve standartların oluşturulması
Tasarım	Rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının yazılıma dahil edilmesi, öğretmen adaylarının ayrı ayrı her aşamayı ve etkinliği tamamlama kriterlerinin belirlenmesi
Geliştirme	Yazılımın rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin aşamalarına göre düzenlenmesi, yazılıma Yardım menüsü açılarak öğretmen adayları için bir kılavuzun oluşturulması
Uygulama	Yazılımın internet ortamında aktif hale getirilmesi, sisteme kullanıcı adı ve şifre kısmının oluşturulması, görüşü alınacak uzmanlar ve pilot uygulamaya katılacak öğretmen adaylarının belirlenmesi
Değerlendirme	Pilot uygulama öncesi uzman görüşlerinin alınması ve gerekli düzenlemelerin yapılması. Pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi ve görüşler doğrultusunda yazılımın yeniden düzenlenmesi. Yazılımın tekrar uzman görüşüne sunulması ve yazılıma son halinin verilmesi

Deney-2 grubuna uygulamaların başlangıcında Tablo 3-1'de verilen veri toplama araçları uygulanmıştır. Bölüm 3.3'te detaylı olarak açıklanan gruplandırma işlemlerinin ardından, her bir üyeyi öğrenme sürecine dahil edebilmek ve grup bilincini oluşturabilmek adına gruplarına bir ad vermeleri istenmiştir. Bununla birlikte, grup üyelerinden grup içi görev paylaşım yapmaları istenmiş ve grup çalışmalarında görev paylaşımının önemi, grup üyelerinin birbirinden öğrenmesi, grup tartışmaları gibi konular temel alınarak grup dinamiği anlatılmıştır.

Deney-2 grubundaki her bir alt grup, geliştirilen SDSKL öğrenci yazılımına, grup adlarıyla tanımlanmış kullanıcı adı ve bir şifre ile giriş yapmışlardır (Şekil 3-1).



Şekil 3-1: SDSKL Yazılımında Öğrenci Giriş Ekranı

Öğretmen adaylarının ilk karşılaştıkları ekranda, laboratuvarda güvenlik, hakkında, yardım ve deney menülerine ver verilmiştir. Laboratuvarda güvenlik menüsü ile öğretmen adaylarının bilmesi gereken temel laboratuvar kurallarına, hakkında menüsüyle uygulanan çalışmanın amacına yönelik bilgilere ulaşabilmeleri sağlanmıştır. Yardım menüsünde ise yazılımın her bir aşaması, öğretmen adaylarına kılavuz olması amacıyla görsellerle desteklenerek anlatılmıştır (Şekil 3-2).



Şekil 3-2: SDSKL Yazılımında Öğrenci Deney Giriş Ekranı

Deney menüsünde bulunan laboratuvar etkinlikleri, öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini kullanabilmeleri sağlamak ve ilgili konuya direkt yönlendirmelerini engellemek amacıyla 1, 2, 3... şeklinde numaralandırılmıştır. Grup üyeleri söylenen numaradaki deneyi tıkladıklarında, konuya ilişkin günlük hayattan alınmış bir hikaye ile karşılaşılacak şekilde tasarım yapılmıştır. (Şekil 3-3)

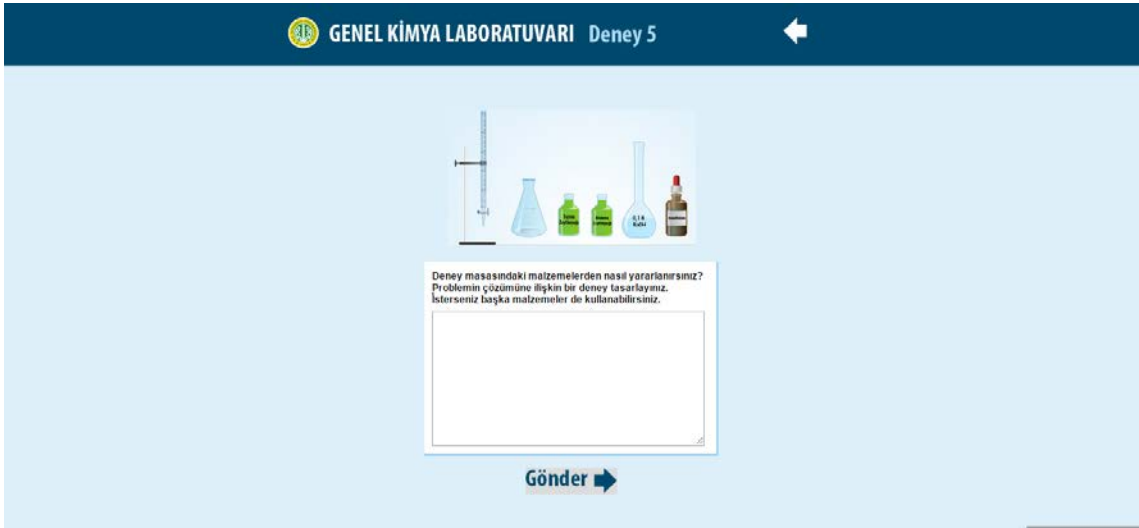


Şekil 3-3: SDSKL Yazılımında Deney-5'e Ait Hikayenin Bulunduğu Ekran

Sınıf ortamında, birbirlerinden en uzak noktalarda olacak şekilde kurulmuş olan bilgisayarlarda hikayeyi okuyan grup üyeleri, problem durumunu belirlemeye yönelik gerçekleştirdikleri tartışmalar sonrasında “Devam” butonuna basarak açılan ekrana “problem durumunu” tanımlamışlardır (Şekil 3-4). Gönder butonuna basıldıktan sonra yazılan problem durumunu, yine sınıf ortamında bulunan fakat öğretmen adayları ile sanal ortam dışında herhangi bir etkileşimde bulunmayan öğretim elemanına yönlendirmişlerdir. Sistem, problem durumu tanımlama öğretim elemanı tarafından onaylanmadığında, öğretmen adaylarının problemin reddedilme nedenlerini görebilmelerine ve yeniden problem tanımlamalarına izin verecek şekilde düzenlenmiştir.

Şekil 3-4: SDSKL Yazılımında Problem Gönderme Ekranı

Rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirilirken bir sonraki aşamaya geçiş için öğretim elemanının onayı gerekmektedir. Bu nedenle, öğretmen adayları öncelikle problem cümlesinin öğretim elemanı tarafından onaylanmasını beklemiş, problem cümlesi öğretim elemanı tarafından mümkün olan en kısa sürede onaylanmış ve ardından öğretmen adayları, problemin çözümlerine ilişkin hipotezlerini yazabilecekleri "Hipotezinizi yazınız" penceresi ile karşılaşmışlardır. Hipotezin gönderilmesi ve onaylanması aşamasının ardından, ekranda öğretmen adaylarının hipotezlerini doğrulamak için deney tasarlayarak yazmaları beklenen “deney tasarlama” penceresi açılmıştır (Şekil 3-5).



Şekil 3-5: SDSKL Yazılımında Deney Tasarlama Ekranı

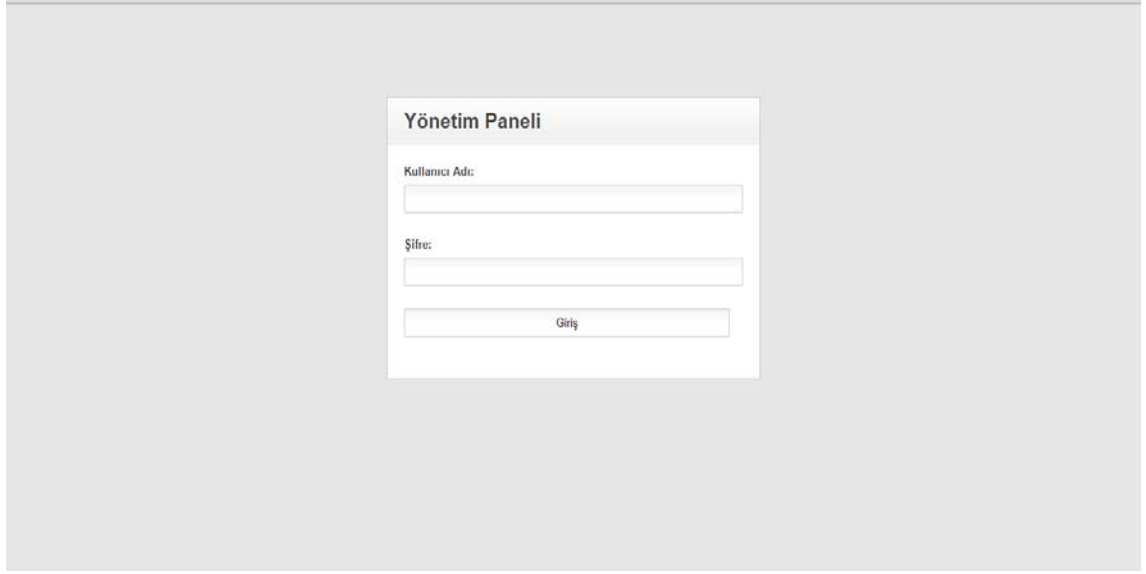
Deney tasarlama penceresinde, öğretmen adaylarına deney masasında bulunan malzemeleri ve/veya başka malzemeler de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Tasarlanan deneyin onaylanmasının ardından, deneyin yürütüleceği ekran açılmıştır (Şekil 3-6).



Şekil 3-6: SDSKL Yazılımında Deney-5'e Ait Deney Masası Ekranı

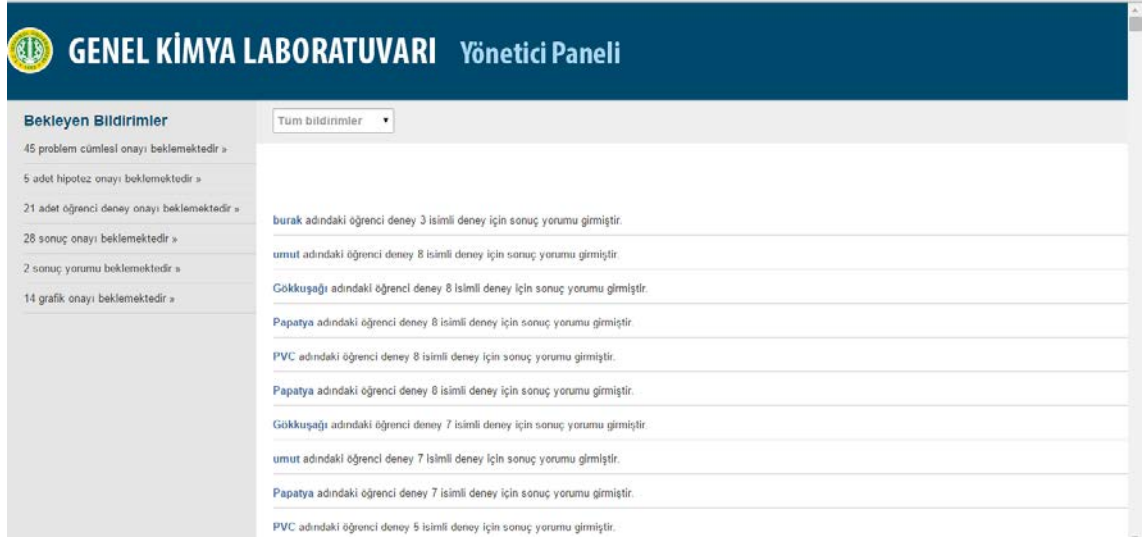
Deneyle, öğretmen adaylarının, öğrenme sürecinde aktif olmalarına olanak sağlayacak şekilde yazılıma aktarılmıştır. Ayrıca, yazılım öğrencilerin not almaları için not defteri, hesap makinesi ve periyodik cetvel içerecek şekilde düzenlenmiştir. Öğretmen adayları, deneyler tamamladıktan sonra "Sonuçlarınızı Gönderiniz" penceresi ile karşılaşmışlardır. Öğretmen adayları, sonuçlarını yazıp gönderdiğinde otomatik olarak not defterine yazmış oldukları notlar da öğretim elemanına ulaşmıştır. Gönderilen sonuçlar, öğretim elemanı tarafından reddedildiği takdirde, öğrenci panelinde öğretmen adaylarına deneyin tamamı ya da sadece hatalı sonuç elde edilen aşamanın tekrarlanmasına imkan tanınmıştır. Sonuçların onaylanmasının ardından son olarak "Sonuçlarınızı Problem ve Hipotezinizle İlişkilendirerek Nasıl Yorumlarsınız?" penceresi açılmıştır. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları yorumun onaylanmasının ardından etkinlik sonlandırılmıştır.

Geliştirilen öğretim elemanı yazılımı da, öğrenci yazılımına benzer şekilde kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3-7).



Şekil 3-7: Öğretim Elemanı Yazılımında Sistem Giriş Ekranı

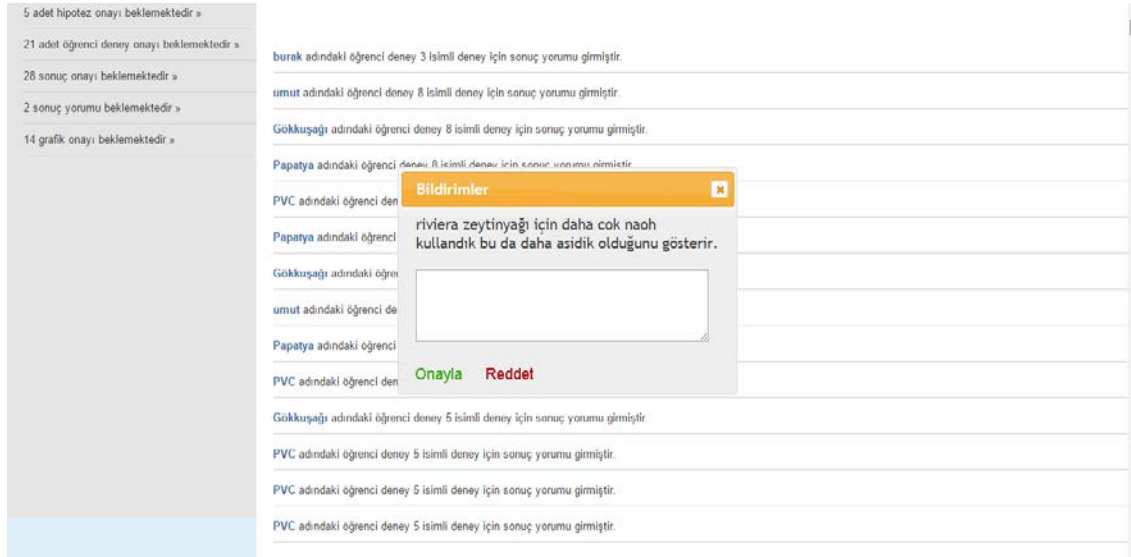
Sisteme girişin ardından açılan pencerede, öğretmen adayları tarafından gönderilen problem, hipotez vb. nin bulunduğu bildirimler kısmı yer almaktadır (Şekil 3-8).



Şekil 3-8: Öğretim Elemanı Yazılımında Bildirimler Ekranı-1

Öğretmen adayları tarafından gönderilen bildirimler, öğretim elemanı panelinde bir liste şeklinde verilmiştir. Bu listede verilen bildirimlere tıklandığından açılan pencerede öğretmen adayları tarafından gönderilen bildirim, onaylama ve

reddetme butonu ve öğretmen adayına yorum yazılabilecek bir alan tasarlanmıştır (Şekil 3-9).



Şekil 3-9: Öğretim Elemanı Yazılımında Bildirimler Ekranı-2

3.4.3. Sanal Ortamdaki Geleneksel Yaklaşımaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Sunulan tez kapsamında, Deneysel-3 grubunda uygulanmak üzere Deneysel-1 ve Deneysel-2 grubunda gerçekleştirilen deneyler geleneksel yaklaşıma dayalı olarak düzenlenmiş ve geleneksel sanal kimya laboratuvarı yazılımı (GSKL) tasarlanmıştır. GSKL yazılımının tasarlanmasında, SDSKL yazılımının tasarlanma süreci ile benzer yollar izlenmiştir. Yazılım ADDIE modeline göre tasarlanmıştır (Tablo 3-6) ve tasarımın tamamlanmasının ardından, iki kimya eğitimcisi ve bir bilgisayar öğretimi ve teknolojileri öğretimi uzmanının görüşü alınmıştır. Ayrıca, beş fen bilgisi öğretmen adayı ile yazılımın pilot uygulaması yapılmıştır. Hesap makinesi, periyodik cetvel eklenmesi ve deney tamamlama kriterlerine ilişkin görüşler doğrultusunda yazılıma son hali verilmiştir.

Tablo 3-6: GSKL Yazılımının ADDIE Modelinin Aşamalarına Göre Tasarlanma Süreci

Modelin Aşamaları	Modelin GSKL Yazılımına Uygulanması
Analiz	Deneylerin araştırmacı tarafından gerçekleştirilerek kayıt altına alınarak vurgulanacak noktaların tespiti. Yurt içi ve yurt dışındaki ulaşılabilir sanal laboratuvarlar incelenmesi Araç-gereçler ve cihazların modellenmesini gerçeğe uygunluğunun web siteleri, kitaplar ve T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ders Aletleri Yapım Merkezi'nin web sitesi (http://daym.meb.gov.tr/) aracılığıyla denetlenmesi Yazılımın tasarımında HTML5, CSS3, PHP, MySQL, Adobe Flash Action Script 3.0, jQuery program ve uygulamalarının kullanımına karar verilmesi
Tasarım	Geleneksel yaklaşımının yazılıma dahil edilmesi, etkinliği tamamlama kriterinin oluşturulması
Geliştirme	Yazılımın geleneksel yaklaşıma göre düzenlenmesi, deneyin adı, amacı ve aşamalarının yazılımda ulaşılabilir olmasının sağlanması. Yazılıma Yardım menüsü açılarak ğretmen adayları için bir kılavuzun oluşturulması
Uygulama	Yazılımın internet ortamında aktif hale getirilmesi, Görüşü alınacak uzmanlar ve pilot uygulamaya katılacak ğretmen adaylarının belirlenmesi
Değerlendirme	Pilot uygulama öncesi uzman görüşlerinin alınması ve gerekli düzenlemelerin yapılması. Pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi ve görüşler doğrultusunda yazılımın yeniden düzenlenmesi. Yazılımın tekrar uzman görüşüne sunulması ve yazılıma son halinin verilmesi

Deney-3 grubuna, uygulamaların başlangıcında Tablo 3-1'de verilen veri toplama araçları uygulanmıştır. Bölüm 3.3'te detaylı olarak açıklanan gruptandırma işlemlerinin ardından ğretmen adaylarından gruplarına bir ad vermeleri istenmiştir. Bununla birlikte grup üyelerine grup içindeki görev paylaşımlarını yapmaları istenmiş ve grup çalışmalarında görev paylaşımının önemi, grup üyelerinin birbirinden öğrenmesi, grup tartışmaları gibi konulara değinilerek grup dinamiği anlatılmıştır. Böylelikle, ğretmen adaylarına grup çalışmasının önemi ve görev bilinci aşılanmaya çalışılmıştır.

Geliştirilen GSKL öğrenci yazılımında, her bir grup sisteme girdiğinde laboratuvarda güvenlik, hakkında, yardım ve deney menülerini görebilecekleri bir ekranla karşılaşmışlardır (Şekil 3-10). SDSKL ile aynı şekilde laboratuvarda güvenlik menüsünde öğretmen adaylarının bilmesi gereken temel laboratuvar kuralları, hakkında menüsünde uygulanan çalışmanın amacına yönelik bilgiler, yardım menüsünde ise yazılımın kullanımına ilişkin açıklamalar bulunmaktadır.



Şekil 3-10: GSKL Yazılımında Deney Giriş Ekranı

Deney menüsünde ise SDSKL' den farklı olmak üzere, her bir deneyin adı konu adı verilerek yazılmıştır (Kimyasal Kinetik-1, Kimyasal Kinetik-2, Kimyasal Denge... gibi). Grup üyeleri, kendilerine söylenen deneyi tıkladığında karşlarına üzerinde deneye ilişkin malzemelerin bulunduğu deney masasıyla karşılaşmışlardır. Ayrıca, aynı ekranda deneyin adı, amacı, kullanılacak malzemeler, deneyin yapılış basamaklarını içeren bir sekme tasarlanmıştır. Öğretmen adayları bu sekmedeki yönergeleri izleyerek deneylerini tamamlamışlardır. Yazılımda, öğrencilerin deneye ilişkin her türlü verilerini kaydedebilecekleri not defteri, hesap makinesi ve periyodik cetvel de bulundurulmuştur.

GSKL' de bulunan etkinlikler, Deney-1 ve Deney-2 grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin sadece deneysel kısmından oluşturulmuştur. Örneğin, Bölüm 3.4.2'de ele alınan asitler-bazlar konusuna ilişkin "Salatanın Sosu" etkinliği GSKL yazılımında Titrasyon adıyla verilmiştir. Grup üyeleri bu sekmeyi açtıklarında doğrudan deney masası ile karşılaşmışlardır (Şekil 3-11).



Şekil 3-11: GSKL Yazılımında Deney-5'e ait Deney Masası Ekranı-1

Ayrıca, deneye ilişkin bilgilerin olduğu sekmeyi açarak deneyin adı, amacı, araç-gereçler, deneyin yapılışını gösteren yönergeye ulaşılmıştır (Şekil 3-12).



Şekil 3-12: GSKL Yazılımında Deney-5'e ait Deney Masası Ekranı-2

Öğretmen adayları, verilen yönergeyi takip ederek sanal laboratuvar ortamında titrasyon düzeneğini kurmuş ve zeytinyağı numunelerinin NaOH ile titrasyonunu gerçekleştirmişlerdir. İlgili hesaplamaları yaptıktan sonra etkinlik tamamlanmıştır.

3.4.4. Gerçek Ortamdaki Geleneksel Yaklaşım Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Tez kapsamında, kontrol grubunda uygulanmak üzere deney gruplarında ele alınan laboratuvar etkinlikleri geleneksel yaklaşıma göre düzenlenmiştir. Bu amaçla bir örneği Ek-2'de verilen deney çalışma kağıtları oluşturulmuştur.

Kontrol grubuna, uygulamaların başlangıcında Tablo 3-1'de verilen veri toplama araçları uygulanmıştır. Bölüm 3.3'te detaylı olarak açıklanan gruplandırma işlemlerinin ardından öğretmen adaylarından gruplarına bir ad vermeleri istenmiştir. Her bir gruba, deneyin adı, amacı, kullanılacak malzemeler, deneyin yapılış basamaklarının yer aldığı ve deneysel verilerini not alabilecekleri, sonuçları ve yorumlarını yazabilecekleri boşlukların bulunduğu deney çalışma kağıtları dağıtılmıştır. Öğretmen adayları, kendilerine verilen bu yönergelere bağlı kalarak deneylerini tamamlamışlardır. Örneğin, asitler ve bazlar konusuna ilişkin tasarlanan geleneksel yaklaşıma dayalı etkinlik süresinde, öğretmen adayları laboratuvarında önceden hazırlanmış deney malzemelerini kullanmış ve kendilerine verilen yönergeyi takip ederek gerekli titrasyon düzeneğini kurmuşlar, zeytinyağlarını NaOH ile titre etmiş, dönüm noktasını gözlemlemiş, harcanan NaOH miktarını belirlemiş ve her bir zeytinyağı numunesi için ilgili hesaplamaları yapmışlardır. Deney sonuçlarını yorumlamalarının ardından etkinliği tamamlamışlardır.

3.5. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

3.5.1. Genel Kimya Kavram Testi

Öğrenciler sınıflarına zihinlerinde bazı kavramlarla gelirler ve bu kavramlardan bazıları bilimsel olarak yanlış kabul edilir. Bu kavramlar alternatif kavram olarak adlandırılmaktadır (Coll ve Taylor 2001; Çakmakçı, 2010; Gonzalez, 1997; Schoon, ve Boone, 1998; Taber ve Tan, 2011).

Bir alternatif kavramın var olduğunu tespit etmenin yanında bu kavramın altında yatan temel nedenleri de teşhis etmek oldukça önemlidir. Alan yazında alternatif kavramların belirlenmesi için çoktan seçmeli testler, görüşmeler, açık uçlu sorular, boşluk doldurmalar gibi çeşitli ölçme araçları kullanılmaktadır ancak bu ölçme araçları alternatif kavramların belirlenmesi ve değerlendirilmesinde bazı sınırlılıklara sahiptir. Bu sebeple iki aşamalı diagnostik testlere yönelim

artmaktadır. Ulusal ve uluslararası alan yazında öğrencilerdeki alternatif kavramları belirlemek amacıyla iki aşamalı testler sıklıkla kullanılmaktadır (Odom, 1992; Odom ve Barrow, 1993; Odom ve Kelly, 2001; Tekkaya, 2003; Treagust, 1988).

İki aşamalı diagnostik testlerin en önemli özelliği öğrencilerin zihinlerinde var olan kavramları ve kavramlara ait nedenleri araştırma fırsatı sağlamasıdır (Treagust, 1988). Testin birinci bölümünde ağırlıklı olarak mevcut bilgi sorgulanırken, ikinci bölümünde daha çok anlamaya odaklanılmaktadır (Çalık, 2005). Yani birinci bölümde verilen maddeler ve çeldiriciler içinden öğrencinin doğru cevabı bulması, ikinci bölümde ise birinci kısımda verilen cevabın nedeninin açıklanması istenir (Treagust, 1988). Eğer, öğrencinin kendi zihnindeki cevap şıklarda yer almıyorsa o zaman kendine ait cevabı yazması için en alt tarafa boşluk bırakılır ve cevabı o boşluğa yazması istenir (Karataş vd., 2003; Treagust, 1988). Bu testlerin ikinci bölümünde, birinci bölümde işaretlenen seçeneğe yönelik olası nedenler yer alır ve bu kısımda çoğunlukla alternatif kavramlar çeldirici olarak kullanılır (Treagust, 1988). Sunulan tez çalışması kapsamında, öğretmen adaylarının Genel Kimya bilgi düzeylerini ve kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla Treagust (1988) tarafından belirtilen yöntem uyarlanarak iki aşamalı diagnostik Genel Kimya Kavram Testi (GKKT) geliştirilmiştir (Tablo 3-7).

Testin geliştirilme sürecinin ilk aşamasında, testin içerik ve kapsamı belirlenmiştir. Kapsamı "Kimyasal Kinetik, Kimyasal Denge, Termokimya, Asitler Bazlar ve Elektrokimya" konuları olan iki aşamalı diagnostik GKKT'ni geliştirmek için öncelikle kazanımlar belirlenmiştir. Ardından, her bir konu alanı için kavram haritaları oluşturulmuş ve belirlenen kazanımlar ile ilişkilendirilmiştir. Her bir kavram haritası beş kimya eğitimcisinin görüşüne sunulmuş, görüşler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır.

Ayrıca, teste ilişkin belirtke tablosu oluşturulmuştur. Bu amaçla, kazanımlar yenilenmiş Bloom taksonomisinde yer alan alt boyutlara göre sınıflandırılmıştır. Kazanımların kapsama ve taksonomiye uygunluğunu belirlemek amacıyla sadece kazanımların bulunduğu belirtke tablosu uzman görüşüne sunulmuştur.

Tablo 3-7: GKKT'nin Geliştirilme Süreci

Aşamalar	Basamaklar
Konu içeriğinin belirlenmesi	İçerik ve kapsamın belirlenmesi Kazanımların belirlenmesi Kavram haritalarının oluşturulması ve kazanımlarla ilişkilendirilmesi Belirtke tablosunun oluşturulması İçerik geçerliliği
Alternatif kavramların belirlenmesi	Alan yazın taraması Görüşmelerin yapılması İkinci aşaması açık uçlu olan testin geliştirilmesi ve uygulanması
Ölçme aracının geliştirilmesi	Testin her iki aşamasının da çoktan seçmeli hale getirilmesi Belirtke tablosunun test maddelerini içerecek şekilde düzenlenmesi Geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılması

Test geliştirme sürecinde ikinci aşamada, alternatif kavramlar belirlenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak alan yazın taranmıştır. Alan yazında, ilköğretimden yükseköğretime kadar asitler bazlar (örn. Acar, 2008; Acar-Sesen ve Tarhan, 2010, 2011; Çetin-Dindar, 2012; Demircioğlu, 2003; Demircioğlu vd., 2004; Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2001; Kousathana, Demerouti ve Tsaparlis, 2005; Sisovic ve Bojovic, 2000; Tarhan ve Acar-Şeşen, 2012, 2013), kimyasal kinetik (örn. Çakmakçı, Leach ve Donnelly, 2006; Çakmakçı, 2009; Çalık, Kolomoç ve Karagölge, 2010; Justi, 2002; Sözbilir, Pınarbaşı ve Canpolat, 2010; Van Driel, 2002), kimyasal denge (örn. Bilgin ve Geban, 2001; Chiu, Chou ve Liu, 2002; Çam ve Geban, 2013; Özmen, 2007, 2008; Pedrosa ve Dias, 2000), elektrokimya (örn. Acar ve Tarhan, 2007; Gedik, Ertepinar, ve Geban, 2002; Karşlı ve Ayas, 2013; Lin, Yang, Chiu, ve Chou, 2002; Niaz, 2002; Niaz ve Chacon, 2003; Özkaya, 2002; Tarhan ve Acar, 2007; Taşdelen, 2011; Thompson ve Soyibo, 2002; Yang, Andre ve Greenbowe, 2003; Yılmaz, Erdem ve Morgil, 2002; Yürük ve Geban, 2001) ve termokimya (örn. Ayyıldız ve Tarhan, 2012; Greenbowe ve Meltzer, 2003; Yalçınkaya, Taştan ve Boz, 2009) konularında öğrencilerin kavramsal anlamalarına odaklanılmıştır. Alan yazın taraması neticesinde belirlenen alternatif kavramlar temel alınarak 46 maddeden oluşan, birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise açık uçlu olan GKKT geliştirilmiştir. Test, beş kimya eğitimcisinin görüşüne sunulmuş ve düzenlemeler sonrasında 68 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından birinci aşamada soru köküne ait

cevabı işaretlemeleri ve ikinci aşamada birinci aşamaya verdikleri yanıtın nedenini açıklamaları istenmiştir. Uygulamaların ardından, testin açık uçlu kısmına verilen yanıtlar listelenmiş, içerik analizi yapılmış ve her bir alternatif kavram için frekans değeri hesaplanmıştır. Tablo 3-8'de, tepkime hızına yüzey alanın etkisine yönelik bir sorunun ikinci aşamasına verilen yanıtlara ilişkin analiz örneği verilmiştir.

Tablo 3-8: Testin Açık Uçlu İkinci Aşamasına Verilen Yanıtlara Yönelik Analizi Örneği

Soru	Yanıtlar	Frekans
Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren aynı miktardaki maddeler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?	Yüzey alanı büyük olursa, tepkimenin gerçekleşeceği alan daralır ve moleküller daha az hareket eder. çarpışma azalır, hız da azalır.	10
a) Yüzey alanı büyürse tepkime hızlanır.	Tanecik boyutu yani yüzey alanı büyüdükçe moleküllerin tepkimeye girme olasılığı artar ve hız da artar.	12
b) Yüzey alanı büyürse tepkime yavaşlar.		
c) Yüzey alanının büyüklüğü tepkime hızını etkilemez	Tepkimeye girecek maddenin tanecik boyutu arttıkça hacmi artar ve tepkime hızı yavaşlar.	15
	Yüzey alanı büyürse tanecik boyunun büyümesi, temas yüzünün azalması demektir, bu durumda tepkime yavaşlar.	30
	Yüzey alanı arttıkça taneciklerin çarpışma hızları azalır.	27
	Yüzey alanı arttıkça enzimlerin işlevi artar ve daha çok tanecik tepkime verir.	18
	Tepkimeye giren maddelerin tanecik boyutu azaldıkça temas yüzeyi artar.	17

İçerik analizinin ardından testin ikinci aşaması da çoktan seçmeli hale getirilmiştir. Testin ikinci aşaması, seçeneklerden biri bilimsel olarak doğru ve diğerleri çeldiriciler olmak üzere iki, üç, dört veya beş seçenekten oluşturulmuştur. Çeldiriciler, alan yazın taraması ve testin açık uçlu kısmına verilen yanıtlardan elde edilen en çok tekrar eden alternatif kavramlardan oluşturulmuştur. Testin geliştirilmesinin ardından, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik ölçme araçlarında aranan temel niteliklerden en önemli iki tanesidir ve bir ölçme aracının bu iki özelliğe sahip olması istenir. Ölçme aracının ölçmek istediği özelliği başka değişkenlerle karıştırmadan ölçebilme derecesi geçerlik olarak tanımlanmaktadır (Baykul, 2000; Turgut, 1995). Alan yazında çok sayıda geçerlik

ölçütü olmasına karşın, en sıklıkla kullanılanları içerik (kapsam) geçerliği, uygulama geçerliği ve yapı geçerliğidir (Kerlinger, 1964). İçerik geçerliliği, ölçme aracının maddelerinin ölçme aracına ve ölçülmek istenen alana uygun olup olmadığı ilgilidir ve bu uzman görüşü ile belirlenebilir (Karasar, 2008). Bu amaçla, GKKT'nin geçerliği için sadece konulara ilişkin belirlenen kazanımların bulunduğu ve ilişkilendirilecek test maddelerinin yazılacağı kısmın boş bırakıldığı bir belirtke tablosu oluşturulmuş ve beş kimya eğitimcisine sunularak kazanımları maddelerle ilişkilendirmeleri istenmiştir. Uzmanlar tarafından test, görünüş geçerliliği bakımından uygun, kapsam geçerliliği açısından ise soruları bilimsel alana ve kazanımlara uyumlu olarak belirlenmiştir. Ayrıca, uzmanlardan alınan dönütler ışığında testte gerekli düzenlemeler yapılmış ve belirtke tablosuna son hali verilmiştir (Tablo 3-9, Tablo 3-10).

Tablo 3-9: GKKT Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı

		BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU						
Kazanımlar								
Konular	Öğretmen adayı;	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	Toplam
KİMYASAL KİNETİK	Tepkime hızını açıklar.		1					1
	Birden fazla basamaklı tepkimelerde hız sabitinin değerini kıyaslar.				13			1
	Kimyasal tepkimelerde etkin çarpışmaları yorumlar.			17				1
	Derişimin tepkime hızına etkisini yorumlar.			4				1
	Sıcaklığın endotermik ve ekzotermik tepkimelerin hızına etkisini karşılaştırır.				15 19			2
	Sıcaklığın hız sabitine etkisini yorumlar.			8				1
	Temas yüzeyinin tepkime hızına etkisini açıklar.				9, 40			2
	Katalizörün tepkime hızına etkisini yorumlar.			11, 12				2
	Dengenin dinamik oluşunu yorumlar.			31				1
	Le Chatelier prensibini açıklar.			28				1
KİMYASAL DENGİ	Dengeye derişimin etkisini yorumlar.			6*, 29, 35*, 38,				4
	Dengeye sıcaklığın etkisini yorumlar.			33, 36				2
TERMOKİMYA	Tepkime entalpisini açıklar.		25					1
	Verilen bir tepkimenin, tepkime entalpisini hesaplar.				46			1
	Kimyasal tepkimelerde enerji korunumunu açıklar.		16					1
	Endotermik tepkimeleri açıklar		7					1
	Kalorimetre kabını kullanarak farklı tepkimelerin entalpilerini kıyaslar.				43			1
	Bir kimyasal tepkimede bağ kırılım ve oluşum enerjisini açıklar.		37					1

Tablo 3-9-Devamı: GKKT Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı

Kazanımlar		Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	Toplam
ASİTLER-BAZULAR	Asitlerin ve bazların kuvvetini açıklar		20,45					2
	pH kavramını açıklar		14					1
	Nötrleşme olayını yorumlar.			21 18				2
	İndikatörleri ve çalışma prensibini açıklar		24					1
	Titrasyon olayını açıklar		5, 32					2
	Titrasyona uygun indikatör seçer.			44				1
	Titrasyonda dönüm noktasına ait özellikleri açıklar.		2					1
	Titrasyonda eş değerlik noktasına ait özellikleri açıklar.		26					1
	Eşdeğerlik noktası ve dönüm noktasını kıyaslar.				30			1
	Tamponları tanımlar.	22						1
Tamponların çalışma mekanizmasını yorumlar.			10 39				2	
ELEKTROKİMYA	Elektrokimyasal pilde anot ve katodu çeşitli değişkenlere göre belirler.			41 42				2
	Metal elektrotları açıklar.		23					1
	Kaplama ve galvanizleme işlemlerini açıklar.		34, 27					2
	Derişimin pil gerilimine etkisini açıklar.		3					1
	Toplam	1	18	19	8	-	-	46

Tablo 3-10: GKKT Maddelerinin Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Dağılımı

BİLGİ BİRİKİMİ BOYUTU	BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU						
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	Toplam
OLGUSAL BİLGİ	22						1
KAVRAMSAL BİLGİ		1, 2, 3, 5, 7, 14, 16, 20, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 37, 45	4, 6*, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 21, 29, 31, 33, 35*, 36, 38, 39, 41	9, 13, 15, 19, 30, 40, 43			40
İŞLEMSEL BİLGİ		27, 34	42, 44	46			5
ÜSTBİLİŞSEL BİLGİ							
TOPLAM	1	18	19	8			46

Geliştirilen GKKT, 162 Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanmış, testin önemli bir kısmını işaretlememeleri sebebiyle 11 katılımcı analiz dışında tutulmuş ve 151 katılımcıdan elde edilen veriler doğrultusunda madde analizi yapılmıştır. Madde Analizi, bir testte yer alacak maddeleri seçme işidir ve testte yer alan maddelerin toplam puanını ve ayırt etme gücünü belirlemek amacıyla uygulanır (Hovardaoğlu, 2000). Bu amaçla, her bir maddenin ilk aşaması “a”, ikinci aşaması “b” olarak kodlanmış ve her bir aşama ayrı madde olarak değerlendirilmiştir. Testin madde analizi, LERTAP programı kullanılarak yapılmıştır. Her bir maddeye ilişkin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3-11'de sunulmuştur. Analizler neticesinde, 6. ve 35. maddelerin ikinci aşamalarının (b) ayırt edicilik indekslerinin negatif olduğu tespit edilmiştir. Sözü edilen maddelerin ait olduğu kazanımda 4 adet madde bulunduğu için maddelerin çıkarılmasının testin kapsamını daraltmayacağına karar verilmiş ve bu maddeler testten çıkarılmıştır.

Tablo 3-11: GKKT'nin Madde Analizi Sonuçları

Madde	Birinci Aşama (a)		İkinci Aşama (b)		Madde	Birinci Aşama (a)		İkinci Aşama (b)	
	Güçlük indeksi	Ayırt edicilik indeksi	Güçlük indeksi	Ayırt edicilik indeksi		Güçlük indeksi	Ayırt edicilik indeksi	Güçlük indeksi	Ayırt edicilik indeksi
1	0.63	0.28	0.62	0.29	24	0.30	0.62	0.33	0.59
2	0.60	0.24	0.60	0.27	25	0.62	0.31	0.38	0.52
3	0.72	0.27	0.62	0.27	26	0.46	0.47	0.30	0.59
4	0.60	0.23	0.60	0.29	27	0.74	0.25	0.32	0.59
5	0.59	0.35	0.62	0.26	28	0.72	0.26	0.36	0.57
6*	0.38	0.56	0.15	- 0.10	29	0.37	0.43	0.36	0.48
7	0.73	0.26	0.48	0.25	30	0.46	0.32	0.46	0.20
8	0.60	0.33	0.40	0.43	31	0.41	0.30	0.34	0.56
9	0.72	0.40	0.72	0.39	32	0.59	0.32	0.57	0.34
10	0.46	0.25	0.30	0.22	33	0.63	0.33	0.50	0.32
11	0.60	0.37	0.51	0.32	34	0.67	0.35	0.59	0.42
12	0.37	0.52	0.30	0.57	35*	0.44	0.47	0.20	- 0.13
13	0.46	0.45	0.32	0.42	36	0.59	0.39	0.31	0.59
14	0.50	0.44	0.34	0.59	37	0.36	0.45	0.41	0.37
15	0.40	0.47	0.44	0.48	38	0.42	0.21	0.32	0.56
16	0.82	0.20	0.53	0.26	39	0.32	0.56	0.31	0.57
17	0.56	0.29	0.47	0.50	40	0.75	0.20	0.66	0.23
18	0.73	0.27	0.63	0.21	41	0.47	0.22	0.63	0.22
19	0.32	0.54	0.34	0.54	42	0.77	0.29	0.66	0.40
20	0.30	0.27	0.32	0.57	43	0.62	0.41	0.58	0.47
21	0.30	0.48	0.32	0.64	44	0.45	0.42	0.32	0.54
22	0.63	0.35	0.27	0.64	45	0.55	0.34	0.41	0.46
23	0.61	0.26	0.51	0.20	46	0.30	0.64	0.56	0.21

Bir testin güvenilirlik katsayısı olarak hesaplanan korelasyon, testin güvenilirlik derecesini belirler (Büyüköztürk, 2006). Korelasyon katsayısı r ile belirlenir ve sıfır ile bir arasında değişen değerler alır. Değer bir'e yaklaştıkça güvenilirliğin yüksek olduğu kabul edilir (Karasar, 2008). Geliştirilen testin güvenilirliği, alan yazında farklı türlerine rastlanan güvenilirlik hesaplama yöntemlerinden biri olan ve testin tekrarını ya da birden fazla uygulamasını gerektirmeyen iç tutarlık güvenilirliği yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 44 maddelik teste ait 151 katılımcıdan elde edilen veriler için SPSS 16 paket programında veri dosyası oluşturulmuştur. Veri dosyası oluşturulurken, Treagust (1988) tarafından önerilen puanlama esas alınmıştır. Buna göre, testi oluşturan her bir maddenin iki aşamasında doğru seçenek işaretlenmişse 1 (bir) puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her iki aşamada yanlış seçenek işaretlenmişse 0 (sıfır) puan verilmiştir. Analizler esnasında her iki aşamanın da birlikte cevaplanması durumunda tam puanın verilmesi, öğrencilerin yüzeysel değil, aksine

anlamli öğrenmelerinin dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır (Karataş, Köse ve Coştu, 2003).

Analizler sonucunda teste ait α güvenilirliği 0.84 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik katsayısı, en az 0.70 olan bir ölçme aracı güvenilir (Özgüven, 1998) olduğundan geliştirilen GKKT yüksek oranda güvenilir bir ölçme aracıdır (Ek-3).

3.5.2. Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği

Öğretmen adaylarının kimya dersine karşı tutumlarını belirlemek amacıyla Acar (2008) tarafından geliştirilen Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği (KDTÖ) ön ve son test olarak uygulanmıştır (Ek-4). 25 maddeden oluşan ölçeğin geliştirilmesinde ulusal ve uluslararası alan yazındaki fen ve kimyaya yönelik tutum ölçekleri incelenmiştir (Berberoğlu ve Çalıkoğlu, 1992; Freedman, 1997; Hofstein ve Lunetta, 1982; Koballa, 1988; Koballa, Crawley ve Shrigley, 1990; Salta ve Tzougraki, 2004). Maddelerin geliştirilmesinde Salta ve Tzougraki'e (2004) ait ölçek temel alınmıştır. Geçerlik çalışmaları için, ölçek farklı üniversitelerde görev yapmakta olan yedi öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Görüşler doğrultusunda yapılan düzeltmelerin ardından, 191 üniversite öğrencisi ile uygulama yapılmış ve Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur. Son hali 25 maddeden oluşan ölçek 4 faktör altında toplanmıştır (Tablo 3-12).

Tablo 3-12: KDTÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları

Faktörler	Maddeler	Cronbach Alfa Güvenilirlik Katsayıları
Kimya dersine yönelik ilgi	1, 3, 8, 18, 20, 22.	0.78
Kimyayı anlama ve öğrenme	2, 5, 7, 12 - 15, 17, 21, 23	0.84
Kimyanın yaşamdaki önemi	4, 6, 11, 19, 25	0.83
Kimya ve meslek seçimi	9, 10, 16, 24	0.87

Tutum cümleleri "Tamamen Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum", "Tamamen Katılmıyorum" olmak üzere derecelenmiştir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 25, en yüksek puan ise 125

olarak hesaplanmıştır. Tez kapsamında yapılan son test uygulamalarında ölçeğe ilişkin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.91 olarak hesaplanmıştır.

3.5.3. Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği

Sunulan tez çalışmasında öğretmen adaylarının kimya laboratuvarına yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Tarhan (2008) tarafından geliştirilen beşli likert tipi Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği (KLTÖ) kullanılmıştır (Ek-5). İlk olarak alan yazın taranmış (Carlo ve Bodner, 2004; Freedman, 1997), ardından ölçek maddeleri geliştirilmiştir. Geliştirilen ölçek farklı üniversitelerde görev yapan yedi öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Düzenlemelerin ardından 283 üniversite öğrencisine uygulanmış ve Cronbach's alfa güvenilirlik katsayısı 0.87 olarak hesaplanmıştır. Son hali 27 maddeden oluşan ölçek 4 faktör altında toplanmıştır (Tablo 3-13).

Tablo 3-13: KLTÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları

Faktörler	Maddeler	Cronbach Alfa Güvenilirlik Katsayıları
Laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımı	1, 6, 9, 13	0.82
Laboratuvarda deneysel süreç	2-8, 10, 12, 23, 25	0.90
Laboratuvarda değerlendirme	11, 15-21, 26	0.85
Laboratuvarda işbirlikli öğrenme	14, 22, 24, 27	0.87

Tutum cümleleri "Tamamen Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum", "Tamamen Katılmıyorum" olmak üzere derecelenmiştir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 27, en yüksek puan ise 135 olarak belirlenmiştir. Tez kapsamında yapılan son test uygulamalarında ölçeğe ilişkin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak hesaplanmıştır.

3.5.4. Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ölçmek amacıyla Burns, Okey ve Wise (1985) tarafından geliştirilen Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT) kullanılmıştır (Ek-6). Test 36 çoktan seçmeli maddeden, her test maddesi ise 4

seçenekten oluşmaktadır. Testin cevaplama süresi 40 dakika olarak belirlenmiştir. Testten alınabilecek en düşük puan 0 iken, en yüksek puan 36 olarak hesaplanmıştır. Test maddeleri beş temel beceriyi ölçmeye yöneliktir (Tablo 3-14).

Tablo 3-14: BSBT'nde Yer Alan Soruların Becerilere Göre Dağılımı

Beceri	Sorular
Değişkenleri Tanımlayabilme (Identifying Variables)	1, 3, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 30, 31, 32, 36
İşlemsel Açıklama Getirebilme (Operationally Defining)	2, 7, 22, 23, 26, 33
Hipotez Kurma ve Tanımlama (Stating Hypothesis)	4, 6, 8, 12, 16, 17, 27, 29, 35
Grafiği ve Verileri Yorumlama (Data and Graph Interpretation)	5, 9, 11, 25, 28, 34
Araştırmayı Tasarlama (Designing Investigations)	10, 21, 24

Testin orjinal versiyonunun güvenilirlik katsayısı Burns, Okey ve Wise (1985) tarafından 0.86 olarak bulunmuştur. Türkçe'ye uyarlama çalışmaları Ateş ve Bahar (2002) tarafından yapılmıştır. 203 kişi ile yapılan uygulamada test yarılama yöntemi kullanılmış, test yarıları arasındaki korelasyon katsayısı 0.60, güvenilirlik katsayısı (Spearman-Brown) ise 0.74 olarak hesaplanmıştır. Aynı uyarlama için Demir (2007) Cronbach alfa güvenilirlik katsayısını 0.81 olarak hesaplamıştır. Tez kapsamında yapılan son test uygulamalarında teste ilişkin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.87 olarak hesaplanmıştır.

3.5.5. Sorgulama Becerileri Ölçeği

Sunulan tezde, öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini belirlemek amacıyla, Aldan-Karademir ve Saracaloğlu (2013) tarafından geliştirilen Sorgulama Becerileri Ölçeği (SBÖ) kullanılmıştır (Ek-7). Beşli likert tipi olan ölçeğin geliştirilmesinde, ilk olarak ilgili alan yazın taranmış ve öğretmen adaylarının “sorgulama” kavramı ile ilgili yazdıkları kompozisyonlar değerlendirilerek 55 maddelik bir deneme formu oluşturulmuştur. Uzman görüşünün ardından ölçek, farklı bölümlerde öğrenim gören 30 öğretmen adayına cümlelerin anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Gerekli düzenlemelerin ardından Fen Bilgisi, Sınıf ve Sosyal Bilgiler öğretmenliği lisans programlarının dördüncü sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 425 öğretmen adayı ile pilot uygulama yapılmıştır. Açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi sonucunda, ölçeğe 3 faktörden

oluşan 14 maddelik son hali verilmiştir (Tablo 3-15). Ölçeğin tamamına ilişkin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak hesaplanmıştır. Tez kapsamında yapılan son test uygulamalarında ölçeğe ilişkin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.87 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3-15: SBÖ'ndeki Faktörlere Ait Maddelerin Güvenilirlik Katsayıları

Faktörler	Maddeler	Cronbach Alfa Güvenilirlik Katsayıları
Bilgi Edinme	1, 2, 3, 4, 5, 6	0.76
Bilgiyi Kontrol Etme	7, 8, 9, 10, 11	0.66
Özgüven	12, 13, 14	0.82
Toplam	14	0.82

3.5.6. Grasha-Riechman Öğrenme Stilleri Ölçeği

Öğretmen adaylarını gerek deney ve kontrol gruplarına ayırmak, gerekse bu grupların alt gruplarını oluşturmak amacıyla orijinali Grasha ve Riechmann (1974) tarafından geliştirilen, 60 maddeden oluşan beşli likert tipi Grasha- Riechmann Öğrenme Stili Ölçeği kullanılmıştır (Ek-8). Ölçeğin Türkçe'ye uyarlama çalışmaları Süral (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkçe'ye çevrilmesinin ardından İngiliz Dili ve Edebiyatı mezunu olan dört kişiye İngilizce, dört kişiye ise Türkçe olan ölçek maddeleri verilmiş ve karşı dile çevirmeleri istenmiştir. Tercüme bakımından en doğru cümleler seçilerek ölçek Türkçe halini almıştır.

Tablo 3-16: Grasha-Riechmann Öğrenme Stili Ölçeği' nin Alt Boyutları ve Bu Boyutlara Ait Maddeler

Bağımsız Öğrenme Stili	Çekingen Öğrenme Stili	İşbirlikli Öğrenme Stili	Bağımlı Öğrenme Stili	Rekabetçi Öğrenme Stili	Katılımcı Öğrenme Stili
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60

Ardından İngilizce öğretmenliğinde öğrenim gören 60 öğrenciye dili İngilizce olan ölçek uygulanmış, 10 gün sonra da ölçeğin Türkçe hali uygulanarak iki uygulama arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bu amaçla Pearson Korelasyon testi gerçekleştirilmiş ve anlamlılık düzeyi 0.62 olarak hesaplanmıştır

Grasha-Riechmann Öğrenme Stili Ölçeği altı alt boyut ve her alt boyuta ait 10 madde olmak üzere 60 maddeden oluşmaktadır (Tablo 3-16). Beşli likert tipi ölçekte maddeler katılma derecesine göre 1-5 arasında puanlanmıştır.

Tablo 3-17: Öğrenme Stilleri ve Dereceleri

Öğrenme Stili	Öğrenme Stilinin Derecesi		
	Düşük	Orta	Yüksek
Bağımsız	1.0 - 2.7	2.8 - 3.8	3.9 - 5.0
Çekingen	1.0 - 1.8	1.9 - 3.1	3.2 - 5.0
İşbirlikli	1.0 - 2.7	2.8 - 3.4	3.5 - 5.0
Bağımlı	1.0 - 2.9	3.0 - 4.0	4.1 - 5.0
Rekabetçi	1.0 - 1.7	1.8 - 2.8	2.9 - 5.0
Paylaşımçı	1.0 - 3.0	3.1 - 4.1	4.2 - 5.0

Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için, tüm verilere SPSS 11.5 programında Alpha Cronbach güvenilirlik testi uygulanarak madde analizi yapılmış ve güvenilirlik katsayısını 0.802 olarak hesaplanmıştır.

Tez kapsamında her bir alt boyuttaki maddelere ilişkin puanlar toplanarak aritmetik ortalamaları alınmış, böylelikle her öğrenme stili için ayrı ayrı puan hesaplanmıştır. Tablo 3-17'de verilen değerlendirme çizelgesinden (Süral, 2008) faydalanılarak her bir öğrencinin baskın öğrenme stili belirlenmiştir.

3.5.7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğretmen adaylarının öğrenme sürecine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla uygulama sonrasında tüm katılımcılarla 10'ar dakikalık yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme sırasında, araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Geçerliğin sağlanması amacıyla görüşme formu üç uzmanın görüşüne sunulmuştur ve ardından dönütler ışığında forma son şekli verilmiştir (Ek-9).

Görüşmeler bireysel olarak ve dikkat dağınık unsurların bulunmadığı bir odada gerçekleştirilmiştir. Görüşme öncesinde öğretmen adayları bilgilendirilmiş ve görüşmeye katılma hususunda onayları alınmıştır.

3.6. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

Gerçekleştirilen tez çalışmasında veri toplama araçlarından elde edilen verilerin çözümlenmesi amacıyla SPSS, LERTAP ve Microsoft Excell paket programları kullanılmıştır.

Genel Kimya Kavram Testi'nin analizinde, öğretmen adaylarının akademik başarılarının değerlendirilmesi amacıyla her bir maddenin iki aşaması doğru cevaplanmışsa 1, iki aşamadan biri ya da ikisi yanlış cevaplanmış ya da boş bırakılmışsa 0 puan verilmiştir (Treagust, 1988). Testten alınacak en yüksek puan 44, en düşük puan ise 0 olarak hesaplanmıştır. Kavramsal anlama boyutunun değerlendirilmesi amacıyla, Deney ve Kontrol grupları için test maddelerinde yer alan seçeneklerin işaretlenmelerine ait frekans değerleri verilmiştir

Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği ve Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği'nin değerlendirilmesinde her bir cümle için "Tamamen Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum" ve "Tamamen Katılmıyorum" ifadeleri sırasıyla 5, 4, 3, 2 ve 1 şeklinde puanlandırılmıştır. Verilerin

analizinde ise olumlu cümlelerin puanlamaları aynen kalırken, olumsuz cümlelere ait puanlar SPSS'in Recode fonksiyonu kullanılarak ters sırada puanlanmıştır. Ayrıca ölçek maddeleri her bir alt boyut için sınıflanmış ve analiz edilmiştir.

Sorgulama Becerileri Ölçeği tümüyle olumlu cümlelerden oluşmaktadır ve değerlendirilmesinde her bir cümle için "Her zaman", "Çoğunlukla", "Ara Sıra", "Nadiren" ve "Hiçbir Zaman" ifadeleri sırasıyla 5, 4, 3, 2 ve 1 şeklinde puanlandırılmıştır. Ayrıca ölçeğin her bir alt boyutu için benzer şekilde ayrı veri dosyası oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir.

Bilimsel Süreç Becerileri testinde doğru cevaplanan her sorunun değeri 1 puan, yanlış cevaplanan ya da boş bırakılan sorunun değeri ise 0 puan olarak hesaplanmıştır. Ayrıca test maddeleri her bir beceri için sınıflanmış ve analiz edilmiştir.

Grasha-Riechmann Öğrenme Stilleri Ölçeği'nin değerlendirilmesinde her bir alt boyuttaki maddelere ilişkin puanlar toplanarak aritmetik ortalamaları alınmıştır. Her öğrenme stili için değerlendirme çizelgesinden faydalanılarak her bir öğrencinin baskın öğrenme stili belirlenmiştir.

Sunulan tez çalışmasında örneklem sayısının az olması sebebiyle nonparametrik istatistik teknikleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2012; Green ve Salkind, 2005; Pallant, 2007). Tez çalışmasında, deney ve kontrol gruplarının ön test puanları ve son test puanlarının karşılaştırılmasında, birden fazla bağımsız değişkenin bağımlı bir değişkene etkisini kıyaslamaya olanak sağlayan Kruskal Wallis H-Testi; grupların son test puanlarının ikişerli karşılaştırılmasında, iki bağımsız bağımsız değişkenin bağımlı bir değişkene etkisini kıyaslamaya imkan veren Mann Whitney U Testi ve her bir grubun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla bir bağımsız değişkene ait iki bağımlı değişkenin kıyaslanmasına olanak sunan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi gerçekleştirilmiştir.

Grupların son test puanlarının ikili karşılaştırmalarında kullanılan Mann Whitney U testi sonuçları için, I. tip hatanın kontrolü amacıyla Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Bu amaçla anlamlılık düzeyi için 0.05 olarak belirlenen α değeri, karşılaştırma sayısına bölünmüş ve Mann Whitney U testi sonuçlarının

yorumlanmasında bu düzeltilmiş α değeri kullanılmıştır (Green ve Salkind, 2005). Grupların son testlerinin Mann Whitney U testi ile yapılan altı karşılaştırması için düzeltilmiş α değeri $0.05/6=0.0083$ olarak hesaplanmıştır.

Dört grubun puanlarının karşılaştırıldığı Kruskal Wallis H testi sonuçları için etki büyüklüğü bir sonraki aşamada yapılan ve grupların ikişerli kıyaslandığı Mann Whitney U testi sonuçlarına göre raporlaştırılmıştır. Mann Whitney U testi sonuçlarının ($N= 1. \text{ gruptaki kişi sayısı} + 2. \text{ gruptaki kişi sayısı}$) ve Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçlarının ($N= \text{ön testteki kişi sayısı} + \text{son testteki kişi sayısı}$) etki büyüklüğü $r = z\sqrt{N}$ formülü ile hesaplanmıştır (Pallant, 2007).

Tez çalışmasının nitel verilerinin elde edildiği yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu amaçla ilk olarak elde edilen veriler incelenerek, anlamlı bölümlere ayrılmış ve bölümlerin ne anlam ifade ettiği belirlenmiştir. Bu yolla veriler kodlanmış ve bu kodları belli kategoriler altında toplayan temalar belirlenmiştir. Son aşamada veriler, kodlar ve temalara göre düzenlenerek tanımlanmış, yorumlanmış ve her bir koda ilişkin frekans değerleri raporlaştırılmıştır.

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde, araştırmada ele alınan alt problemler doğrultusunda yapılan istatistik analizler sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının Genel Kimya dersindeki akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeki birinci alt problemi çözümlenmek amacıyla, öğretim öncesi ve sonrası deney grupları ve kontrol grubuna iki aşamalı GKKT uygulanmıştır. Tüm grupların GKKT’den ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-1’de sunulmuştur.

Tablo 4-1: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT’ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Deney-1	Ön Test	8.76	3.73	5.00	16.00
	Son Test	15.29	4.36	7.00	27.00
Deney-2	Ön Test	8.82	3.49	5.00	15.00
	Son Test	15.06	2.70	12.00	22.00
Deney-3	Ön Test	8.71	2.73	4.00	12.00
	Son Test	12.65	3.24	8.00	20.00
Kontrol	Ön Test	7.94	2.51	4.00	12.00
	Son Test	9.59	2.94	6.00	16.00

Tablo 4-1 'de görüldüğü üzere, GKKT ortalama puanları ön ve son test uygulamasında sırasıyla Deney-1 grubunda 8.76 ve 15.29, Deney-2 grubunda 8.82 ve 15.06, Deney-3 grubunda 8.71 ve 12.65, kontrol grubunda ise 7.94 ve 9.59 olarak hesaplanmıştır. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur. Tablo 4-2’ de görüldüğü gibi, analiz sonuçlarına göre deney gruplarının ve kontrol grubunun ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 0.618, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak, uygulama öncesinde tüm grupların genel kimya bilgi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-2: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	34.53	3	0.618	0.892
	Deney-2	17	35.59			
	Deney-3	17	36.41			
	Kontrol	17	31.47			
Son test	Deney-1	17	44.65	3	24.382	0.000
	Deney-2	17	45.47			
	Deney-3	17	31.35			
	Kontrol	17	16.53			

Öğretim sonrasında son test olarak uygulanan GKKT'den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir, [$\chi^2(sd=3, n=17) = 24.382, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla Mann Whitney U testi kullanılmış ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; Deney-1 ve Kontrol (U=35.000, z=-3.787, p<0.0083, r=0.65), Deney-2 ve Kontrol (U=24.500, z=-4.153, p<0.0083, r=0.71) gruplarının son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır (Tablo 4-3). Deney-1 ve Deney-2 (U=142.500, p>0.0083). Deney-1 ve Deney-3 (U=83.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=76.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=68.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4-3: Grupların Uygulama Sonrası GKKT'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	17.62	299.50	142.500	0.945
Deney-2	17	17.38	295.50		
Deney-1	17	21.09	358.50	83.500	0.034
Deney-3	17	13.91	236.50		
Deney-1	17	23.94	407.00	35.000	0.000
Kontrol	17	11.06	188.00		
Deney-2	17	21.53	366.00	76.000	0.017
Deney-3	17	13.47	229.00		
Deney-2	17	24.56	417.50	24.500	0.000
Kontrol	17	10.44	177.50		
Deney-3	17	21.97	373.50	68.500	0.009
Kontrol	17	13.03	221.50		

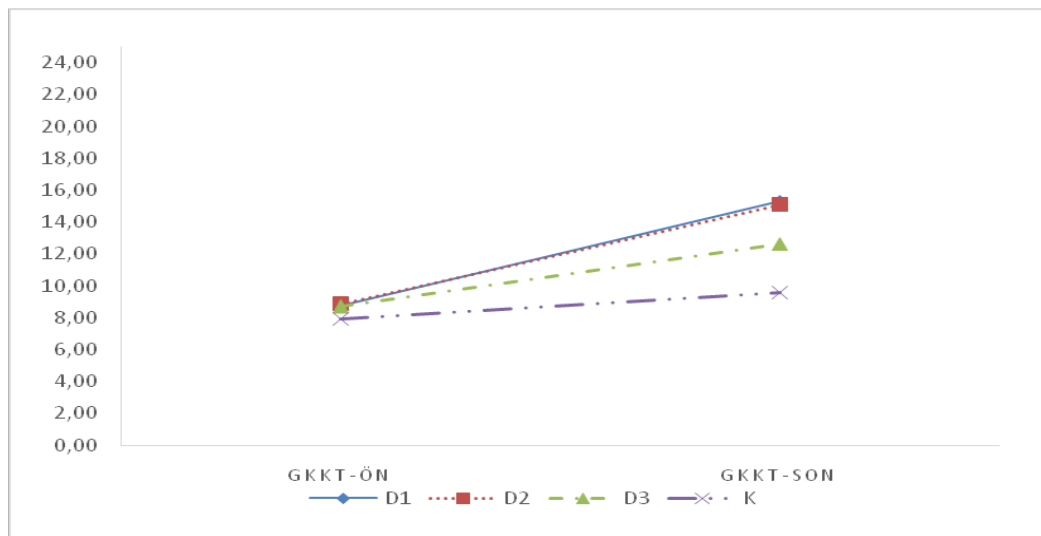
Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan GKKT'inden elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı

bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Tablo 4-4'te ve Grafik 4-1'de sunulan sonuçlardan da görüldüğü gibi; gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.628$, $p<0.05$, $r=0.62$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.625$, $p<0.05$, $r=0.62$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=3.634$, $p<0.05$, $r=0.62$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=2.062$, $p<0.05$, $r=0.35$) uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Tablo 4-4: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif sıra	0	0.00	0.00	-3.628*	0.000
	Pozitif sıra	17	9	153.00		
	Eşit	0	-			
Deney-2	Negatif sıra	0	0.00	0.00	-3.625*	0.000
	Pozitif sıra	17	9	153.00		
	Eşit	0	-			
Deney-3	Negatif sıra	0	0.00	0.00	-3.634*	0.000
	Pozitif sıra	17	9	153.00		
	Eşit	0	-			
Kontrol	Negatif sıra	3	8.00	24.00	-2.062*	0.039
	Pozitif sıra	12	8.00	96.00		
	Eşit	2	-			

*Negatif sıralar temeline dayalı



Grafik 4-1: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası GKKT Ortalama Puanlarındaki Değişimler

4.2. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMSAL ANLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının genel kimya konularındaki kavramsal anlamaları arasında farklılık var mıdır?” alt problemini çözümlenmek amacıyla her grubun sorulara vermiş oldukları yanıtlar LERTAP ve Microsoft Excel programları kullanılarak analiz edilmiştir. Konu bazında sınıflanan sorulara verilen cevapların frekansları hesaplanarak konu ile ilgili alternatif kavramlar belirlenmiştir.

İki aşamalı GKKT'nin 1., 4., 7., 8., 10., 11., 12., 14., 16., 18., ve 38. maddeleri olmak üzere toplam on bir maddesi öğretmen adaylarının "Kimyasal Kinetik" konusuna yönelik kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında, öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri yanıtlar, her bir seçenek ele alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kimyasal kinetik konusuna ilişkin belirlenen alternatif kavramlar ve bu kavramların ön ve son testteki frekansları Tablo 4-5'te sunulmuştur.

Tablo 4-5: Grupların Kimyasal Kinetik Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları

		Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol	
Alternatif Kavram		Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)
Tepkime Hızı	Tepkime hızı, tepkimeye giren maddelerin ürüne dönüşme sürecidir.	10	9	6	4	4	5	2	2
	Tepkime hızı, tepkimenin ne kadar sürede gerçekleştiğini gösterir.	2	3	5	6	4	6	5	6
Tepkime hızına derişimin etkisi	Tepkimeye giren maddelerin derişimi azaldıkça tepkime hızı artar.	8	5	5	3	3	5	1	6
	Derişim arttıkça birim hacme düşen tanecik sayısı artacağından taneciklerin hareket alanı azalır ve çarpışmaları zorlaşır	7	7	4	4	8	7	9	2
Hız Sabiti	Tepkimenin hız sabiti, tepkimeye giren maddelerin derişimine bağlıdır.	4	5	7	7	7	4	10	7
	Derişimin artması etkin çarpışma sayısının, dolayısıyla hız sabitinin artmasını sağlar.	4	5	7	6	7	4	10	8

Tepkime hızına yüzey alanının etkisi	Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren aynı miktardaki maddeler için yüzey alanı büyürse tepkime yavaşlar.	9	8	11	7	10	8	14	6
	Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren aynı miktardaki maddeler için tepkimeye girecek maddelerin yüzey alanı büyürse, tepkime ortamının hacmi azalacağından moleküllerin kinetik enerjisi azalır.	5	6	4	3	4	2	5	4
Tepkime hızına katalizör etkisi	Katalizörler tepkime hızını etkilemez.	11	11	9	6	13	12	11	8
	Katalizörler tepkimeden harcanmadan çıktığından tepkime hızında değişiklik yapmaz.	10	9	9	7	7	9	11	7
	Katalizörler tepkimeyi eşdeğerlik noktasına hızla getirmektedir.	2	2	4	5	6	5	5	1
	Katalizörler tepkimenin daha verimli gerçekleşmesini sağlar.	9	8	4	3	6	5	5	11
Tepkime Mekanizması	İki basamakta gerçekleşen bir tepkimede yavaş basamağın hız sabiti, hızlı basamağın hız sabitinden büyüktür.	10	9	10	8	13	13	13	9
	İki basamakta gerçekleşen bir tepkimede tepkime hızı yavaş basamağa bağlı olduğu için, yavaş basamağın hız sabiti büyüktür.	8	10	7	6	11	10	14	8
Tepkime hızına sıcaklığın etkisi	Sıcaklık arttıkça endotermik tepkimelerin hızı artar, ekzotermik tepkimelerin hızı azalır.	12	14	9	10	14	12	15	8
	Sıcaklığın tepkime hızına etkisi, endotermik tepkimelerde arttırıcı yönde, ekzotermik tepkimelerde ise azaltıcı yöndedir.	10	13	10	13	15	14	13	9
	Endotermik tepkimelerde hız artışı çok fazla olurken, ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artışı ilk anda hızı arttırırken sonra yavaşlatır.	8	10	6	6	9	10	9	6
Çarpışma Teorisi	NO ile O ₃ arasında gerçekleşen bir tepkimede etkin çarpışmanın olabilmesi için NO molekülündeki azot ile O ₃ molekülündeki herhangi bir O atomu doğrultusunda çarpışması gerekir.	7	5	9	9	11	11	7	8

GKKT ön test sonuçlarına göre; “*Kimyasal Kinetik*” konusuna ilişkin tüm gruplarda toplamda on sekiz alternatif kavram tespit edilmiştir. Bu alternatif kavramlar tepkime hızı, tepkime hızına derişimin etkisi, hız sabiti, tepkime hızına yüzey alanının etkisi, tepkime hızına katalizör etkisi, tepkime mekanizması, tepkime hızına sıcaklığın etkisi ve çarpışma teorisi olmak üzere sekiz alt başlıkta toplanmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde; Deney-1 grubunda ön testte belirlenen on sekiz alternatif kavramın yedisinin frekansının azaldığı, üçünün frekansının değişmediği,

sekizinin ise arttığı belirlenmiştir. Deney-2 grubunda ise, ön testte belirlenen alternatif kavramların onunun frekansının azaldığı, dördünün frekansının değişmediği ve dördünün frekansının arttığı saptanmıştır. Deney-3 grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramların on birinin frekansının azaldığı, ikisinin frekansının değişmediği, beşinin ise arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramlardan on dördünün frekansının son testte düştüğü, birinin frekansının değişmediği, ikisinin ise arttığı belirlenmiştir.

GKKT'nin 27., 30., 32., 34. ve 36. maddeleri olmak üzere toplam 5 maddesi öğretmen adaylarının "*Kimyasal Denge*" konusuna yönelik kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında, öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri yanıtlar her bir seçenek ele alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kimyasal denge konusuna ilişkin belirlenen alternatif kavramlar ve bu kavramların ön ve son testteki frekansları Tablo 4-6' da sunulmuştur.

Tablo 4-6: Grupların Kimyasal Denge Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları

Alternatif Kavram		Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol	
		Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)
Le Chatelier Prensibi	Dengedeki bir tepkimeye sabit sıcaklıkta dengeyi etkileyecek bir etki yapıldığında bozulan denge, giren ve ürünlerin derişimleri eşitlenerek yeniden kurulur.	7	8	4	3	6	7	4	4
	Dengedeki bir tepkimeye sabit sıcaklıkta dengeyi etkileyecek bir etki yapıldığında, bazı maddeler tükeneceğinden, denge bağıntısı yeniden düzenlenir.	5	2	5	3	4	3	1	8
Dengeye sıcaklığın etkisi	Ekzotermik denge tepkimelerinde sıcaklık artışı tepkimenin ürünler yönünde ilerlemesini sağlar.	7	3	7	1	4	0	4	3
Denge sabiti	Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı ile denge sabitinin değeri azalır.	4	1	6	6	4	4	4	3
	Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı denge sabitini etkilemez.	8	4	6	7	8	6	5	8
	Denge sabiti sadece endotermik tepkimelerde sıcaklık arttıkça artar.	8	2	8	1	7	2	3	5
	Denge sabiti sadece endotermik tepkimelerde sıcaklık azaldıkça artar.	2	5	3	4	5	4	8	0

Analizler sonucunda ön testte “*Kimyasal Denge*” konusuna ilişkin tüm gruplarda yedi alternatif kavram belirlenmiş ve Le Chatelier Prensibi, dengeye sıcaklığın etkisi ve denge sabiti olmak üzere üç başlıkta toplanmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde; Deney-1 grubunda ön testte belirlenen yedi alternatif kavramın beşinin frekansının azaldığı, ikisinin ise arttığı belirlenmiştir. Deney-2 grubunda ise, ön testte belirlenen alternatif kavramların üçünün frekansının azaldığı, birinin frekansının değişmediği ve üçünün frekansının arttığı saptanmıştır. Deney-3 grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramların beşinin frekansının azaldığı, birinin frekansının değişmediği, birinin ise arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramlardan üçünün frekansının son testte düştüğü, birinin frekansının değişmediği, üçünün ise arttığı belirlenmiştir.

GKKT'nin 6., 15., 24., 35., 41. ve 44. maddeleri olmak üzere toplam altı maddesi öğretmen adaylarının “*Termokimya*” konusuna yönelik kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında, öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri yanıtlar her bir seçenek ele alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda “*Termokimya*” konusuna ilişkin belirlenen alternatif kavramlar ve bu kavramların ön ve son testteki frekansları Tablo 4-7’de sunulmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde, ön testte “*Termokimya*” konusuna ilişkin dokuz alternatif kavram belirlenmiş ve endotermik tepkimeler, tepkime entalpi, bağ enerjisi, ekzotermik tepkimeler ve nötralleşme ısısı olmak üzere beş alt başlıkta toplanmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde; Deney-1 grubunda ön testte belirlenen dokuz alternatif kavramın altısının frekansının azaldığı, üçünün ise arttığı belirlenmiştir. Deney-2 grubunda ise, ön testte belirlenen alternatif kavramların altısının frekansının azaldığı, ikisinin frekansının değişmediği ve birinin frekansının arttığı saptanmıştır. Deney-3 grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramların beşinin frekansının azaldığı, dördünün ise arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramlardan beşinin frekansının son testte düştüğü, birinin frekansının değişmediği, üçünün ise arttığı belirlenmiştir.

Tablo 4-7: Grupların Termokimya Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları

Alternatif Kavram	Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol			
	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)		
Endotermik tepkimeler	Endotermik bir denge tepkimesinde ileri yöndeki aktivasyon enerjisi geri yöndeki aktivasyon enerjisinden küçüktür.		8	9	8	3	5	6	8	7
	Endotermik bir denge tepkimesi dışarıdan enerji aldığı için daha çabuk aktivasyon enerjisine ulaşır.		4	3	5	3	4	3	4	3
Tepkime Entalpisi	Bir tepkimenin entalpisi sistem ve çevre arasındaki sıcaklık farkıdır.		7	4	5	3	6	3	6	6
	Tepkime entalpisi tepkime sonrası ve öncesindeki sıcaklık farkıdır.		7	4	8	5	3	5	8	1
	Bir tepkimenin entalpisi bir kimyasal tepkimede ürünler ve girenlerin bağlarında depolanan sıcaklık farkıdır.		6	5	7	3	10	7	6	10
Bağ enerjisi	Ekzotermik tepkimelerde giren moleküllerindeki bağların kırılması için gereken enerji, ürün moleküllerindeki bağların oluşumu için gerekli olan enerjiden büyüktür.		5	7	7	7	3	10	8	9
	Kimyasal bağlar kırıldığında depoladığı enerjiyi çevreye salar.		3	2	5	2	6	2	8	0
Ekzotermik Tepkimeler	Ekzotermik tepkimelerde ürünlerin bağlarında depoladığı enerji, tepkimeye giren maddelerin bağlarında depoladıkları enerjiden küçüktür.		2	6	4	9	5	8	3	5
Nötralleşme ısısı	Bir asit ve bir baz çözeltisi ile gerçekleşen tepkime, bazın katı, asidin çözelti hali ile gerçekleşene göre daha fazla nötralleşme ısısına sahiptir.		7	3	4	4	6	2	6	5

GKKT'nin 2, 5., 9., 13., 17., 19., 20., 21., 23., 25., 28., 29., 31., 37., 42. ve 43. maddeleri olmak üzere toplam on altı maddesi öğretmen adaylarının "*Asitler-Bazlar*" konusuna yönelik kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında, her bir gruptaki öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri yanıtlar her bir seçenek ele alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kimyasal kinetik konusuna ilişkin belirlenen alternatif kavramlar ve bu kavramların ön ve son testteki frekansları Tablo 4-8 ve 4-9'da sunulmuştur.

Analizler sonucunda ön testte "*Asitler ve Bazlar*" konusuna ilişkin tüm gruplarda otuz altı alternatif kavram saptanmıştır. Belirlenen bu alternatif kavramlar titrasyon, tampon çözeltiler, asit ve bazların kuvveti, nötralleşme, indikatörler, asit-baz dengesi ve eşdeğerlik noktası olmak üzere yedi alt başlıkta toplanmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde; Deney-1 grubunda ön testte belirlenen otuz altı alternatif kavramın yirmi yedisinin frekansının azaldığı, üçünün frekansının değişmediği, altısının ise arttığı belirlenmiştir. Deney-2 grubunda ise, ön testte belirlenen alternatif kavramların yirmi dokuzunun frekansının azaldığı, üçünün frekansının değişmediği ve dördünün frekansının arttığı saptanmıştır. Deney-3 grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramların yirmi yedisinin frekansının azaldığı, üçünün frekansının değişmediği, altısının ise arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramlardan yirmi altısının frekansının son testte düştüğü, birinin frekansının değişmediği, dokuzunun ise arttığı belirlenmiştir.

Tablo 4-8: Grupların Asitler - Bazlar Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları-1

	Alternatif Kavram	Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol	
		Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)
Titrasyon	Kuvvetli baz ve zayıf bir asidin titrasyonunda eşdeğerlik noktasında çözelti pH'ı 7'dir.	7	6	9	5	6	4	7	6
	Zayıf bazlar, zayıf asitlerle titre edilemez.	6	8	6	7	8	10	5	7
	Analitin zayıf bir asit, titrantın kuvvetli bir baz olduğu bir titrasyonda her zaman eşdeğerlik noktasında pH 7 dir.	6	5	7	5	6	3	5	9
	Analitin zayıf bir asit, titrantın kuvvetli bir baz olduğu bir titrasyonda her zaman eşdeğerlik noktası pH'ı 3-7 arasında bir değerdedir.	5	5	5	4	5	8	9	8
	Zayıf asit ve bazlar titre edilemez.	4	2	6	3	9	4	8	7
	Gerçekleştirilen bir titrasyonda, kullanılacak herhangi bir indikatör dönüm noktasında renk değiştirir.	4	2	4	2	8	3	7	2
	Titrasyon asit ve bazın nötralleşmesine dayalıdır ve indikatörün önemi yoktur.	8	0	4	0	3	0	3	1
	Titrasyon işleminin yapılabilmesi için asit ve baz aynı hacimde olmalıdır.	3	1	5	2	5	0	5	2
Asit ve bazların kuvveti	pH asitlik kuvvetinin bir ölçüsüdür.	11	4	15	6	14	6	14	5
	Asitlerin kuvveti pH metre ile belirlenir.	8	7	14	7	9	7	8	8
	Asitlerin kuvveti sulu çözeltilerindeki derişim ile belirlenir.	4	3	0	0	2	0	5	2
	pH düştükçe asidin kuvveti artar.	8	5	12	5	7	7	7	9
	Kuvvetli bazın pH'ı 14e yakındır.	8	1	6	2	11	6	8	7
	pH 1'e yaklaştıkça asidin kuvveti artar.	12	7	12	4	12	6	11	6
İndikatörler	İndikatörler tepkime hızını arttıran maddelerdir.	2	2	6	6	5	3	9	6
	İndikatörler tepkime hızını azaltan maddelerdir.	11	1	10	0	11	3	6	2
	İndikatörler tepkimenin, daha düşük aktivasyon enerjili yoldan gitmesini sağlarlar.	6	3	9	3	7	1	11	3

Nötralleşme	Bir asit çözeltisine herhangi bir miktarda baz çözeltisi ilave edildiğinde çözelti pH'ı 7 olur.	6	3	6	6	5	7	7	12
	Zayıf baz, zayıf asit ile nötralleşme tepkimesi vermez.	4	5	4	2	3	8	8	5
	Bir baz çözeltisine eşit derişim ve hacimde asit çözeltisi ilave edildiğinde her zaman tuz ve su oluşur.	7	4	11	5	9	8	11	6
	Aynı miktarda asit ve baz tepkimeye girdiğinde çözelti pH'ı her zaman 7 olur.	10	1	5	6	4	3	1	4
	Bir baz çözeltisine eşit derişim ve hacimde asit çözeltisi ilave edildiğinde, asit, her zaman yapısındaki hidrojeni bazdaki OH ⁻ grubuna vererek, suyu oluşturur.	6	5	4	3	7	7	11	8
	Nötralleşme sadece kuvvetli asit ve kuvvetli baz arasında olur.	1	1	4	0	4	1	4	2
	Bir asit çözeltisine herhangi bir miktarda baz çözeltisi ilave edildiğinde çözelti ortamındaki H ₃ O ⁺ iyon derişimi OH ⁻ iyonlarının derişiminden büyük olur.	6	13	3	0	5	11	4	8
	Bir asit çözeltisine herhangi bir miktarda baz çözeltisi ilave edildiğinde ortamdaki H ₃ O ⁺ iyon derişimi ve OH ⁻ iyonlarının derişimi eşit olur.	5	1	4	3	2	5	0	2
	Eşdeğerlik noktası	Eşdeğerlik noktasında pH her zaman 7'dir.	11	2	14	7	13	1	14
Eşdeğerlik noktasında çözelti her zaman nötrdür.	10	2	11	7	8	1	10	5	
Eşdeğerlik noktasında tam nötralleşme gerçekleştiğinden pH her zaman 7 olur.	6	6	8	5	6	3	4	3	

Tablo 4-9: Grupların Asitler - Bazlar Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları-2

	Alternatif Kavram	Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol	
		Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)
Asit-baz dengesi	Dengede olan bir aside aynı sıcaklıkta kuvvetli baz ilave edilirse tepkime ürünlere doğru kayar.	6	7	5	4	8	6	13	7
	Dengede olan bir aside aynı sıcaklıkta kuvvetli baz ilave edilirse tepkime dengesinde herhangi bir değişim olmaz.	4	5	7	6	1	6	1	8
Tampon çözeltiler	Tampon çözeltilere asit/baz ilave edildiğinde çözeltinin pH'ı 7'de sabit kalır.	7	2	6	3	9	0	10	3
	Tampon çözeltilerde asit ve konjuge bazı birbirini nötralleştirmelidir.	9	8	5	10	11	10	10	11
	Tamponun bileşeni olan asit kuvvetli değilse, pH değişimine direnç gösteremez.	4	3	5	1	3	1	1	1
	Bir tampon çözeltiye az miktarda baz ilave edilirse tamponun baz bileşeni ile birleşerek pH 14'e yaklaşır.	13	1	8	2	12	6	9	8
	Bir tampon çözeltiye az miktarda baz ilave edilirse bazik kısmı H ⁺ alıcı olarak davranır.	4	2	4	7	3	5	6	3
	Bir tampon çözeltiye az miktarda baz ilave edilirse bazik kısım, asidik kısımdan proton alarak [eşlenik baz]/ [eşlenik asit] oranını sabit tutar.	3	4	5	9	4	4	8	6
	Tampon çözeltilere asit/baz ilave edildiğinde, tampon çözelti ortamdaki asit ve bazları nötralleştirdiğinden pH 7'de kalır.	9	2	7	4	9	1	11	6

İki aşamalı GKKT'nin 3., 22., 26., 33., 39. ve 40. maddeleri olmak üzere toplam altı maddesi öğretmen adaylarının “Elektrokimya” konusuna yönelik kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında, öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri yanıtlar her bir seçenek ele alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda “Elektrokimya” konusuna ilişkin belirlenen alternatif kavramlar ve bu kavramların ön ve son testteki frekansları Tablo 4-10'da sunulmuştur.

Tablo 4-10: Grupların Elektrokimya Konusuna İlişkin GKKT Ön ve Son Testlerinde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları

	Alternatif Kavram	Deney 1		Deney 2		Deney 3		Kontrol	
		Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)	Ön Test (f)	Son Test (f)
Pil potansiyeli	Bir elektrokimyasal pilin potansiyeli yarı hücrelerdeki elektrolitlerin derişimlerinden bağımsızdır.	8	1	9	2	6	2	8	3
	Elektrolit derişimi arttıkça çözeltideki iyon derişimi artar, elektronların hareketi hızlanır, dolayısıyla pil potansiyeli artar.	5	6	6	10	8	8	4	10
Metal elektrotlar	Aktifliğı yüksek olan metal indirgenirken, aktifliğı düşük olan metal yükseltgenir.	10	9	10	9	11	7	12	7
	Aktifliğı yüksek olan metallerin indirgenme potansiyeli yüksek, yükseltgenme potansiyeli düşüktür.	2	5	6	5	7	4	11	4
Galvanizleme ve kaplama	Galvanizleme elektroliz prensibine dayanır.	3	4	5	3	4	8	9	4
	Demirin çinko ile kaplandığı bir galvanizleme işleminde anot olan demir elektrodun indirgenmesi ve katot olan çinko elektrodun yükseltgenebilmesi için dışarıdan enerji verilmesi gerekir.	8	3	5	2	7	0	6	10
	Demirin çinko ile kaplandığı bir galvanizleme işleminde anot olan çinko elektrodun yükseltgenmesi ve katot olan demirin indirgenmesi sırasında enerji açığa çıkar.	5	6	6	9	6	4	1	2
	Bakır bir kabın yükseltgenme eğilimi daha yüksek olan kalay ile kaplanması işleminde, bakır negatif kutup, kalay pozitif kutuptur.	11	4	12	4	9	3	7	9

	Bakır bir kabın yükseltgenme eğilimi daha yüksek olan kalay ile kaplanması işleminde, anot olan kalayın yükseltgenmesi sonucu açığa çıkan elektronlar katot olan bakıra doğru hareket ederek indirgenmesini sağlar.	6	9	8	12	6	11	10	7
	Bakır bir kabın yükseltgenme eğilimi daha yüksek olan kalay ile kaplanması işleminde, katot olan kalayın yükseltgenmesi sonucu açığa çıkan elektronlar anot olan bakıra doğru hareket ederek indirgenmesini sağlar.	4	2	8	12	5	1	3	4
Anot ve katot	Madde miktarı arttıkça indirgenme potansiyeli artar.	4	0	5	0	3	1	6	2
	Elektrokimyasal pillerde anot pozitif, katot negatif yüklüdür.	4	0	4	1	2	0	2	0

Tablo 4-10’da görüldüğü üzere, ön testte “*Elektrokimya*” konusuna ilişkin tüm gruplarda on iki alternatif kavram tespit edilmiş ve pil potansiyeli, metal elektrotlar, galvanizleme ve kaplama, anot ve katot olmak üzere dört alt başlıkta toplanmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde; Deney-1 grubunda ön testte belirlenen on iki alternatif kavramın yedisinin frekansının azaldığı, beşinin ise arttığı belirlenmiştir. Deney-2 grubunda ise, ön testte belirlenen alternatif kavramların sekizinin frekansının azaldığı ve dördünün frekansının arttığı saptanmıştır. Deney-3 grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramların dokuzunun frekansının azaldığı, birinin frekansının değişmediği, ikisinin ise arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ön testte belirlenen alternatif kavramlardan yedisinin frekansının son testte düştüğü, beşinin ise arttığı belirlenmiştir.

4.3. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KİMYA DERSİNE KARŞI TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya dersine karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var

midir?” şeklindeki üçüncü alt problemi çözümlmek amacıyla, uygulamalardan önce ve sonra tüm gruplara Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği (KDTÖ) uygulanmıştır. Tüm grupların KDTÖ’den ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-11’de sunulmuştur.

Tablo 4-11: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ' ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Deney-1	Ön Test	85.06	12.13	49.00	104.00
	Son Test	115.88	7.29	92.00	123.00
Deney-2	Ön Test	84.65	8.67	68.00	98.00
	Son Test	102.06	12.71	83.00	121.00
Deney-3	Ön Test	91.88	11.97	71.00	110.00
	Son Test	96.59	14.11	70.00	121.00
Kontrol	Ön Test	86.06	6.53	78.00	101.00
	Son Test	87.94	10.45	65.00	109.00

Tablo 4-11'de görüldüğü gibi, KDTÖ ortalama puanları ön ve son test uygulamasında sırasıyla Deney-1 grubunda 85.06 ve 115.88, Deney-2 grubunda 84.65 ve 102.06, Deney-3 grubunda 91.88 ve 96.59, kontrol grubunda ise 86.06 ve 87.94 olarak belirlenmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının KDTÖ ön ve son-test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-12).

Tablo 4-12: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	33.00	3	4.930	0.177
	Deney-2	17	30.06			
	Deney-3	17	43.53			
	Kontrol	17	31.41			
Son test	Deney-1	17	54.38	3	31.367	0.000
	Deney-2	17	36.56			
	Deney-3	17	29.85			
	Kontrol	17	17.21			

Tablo 4-12’de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney ve kontrol grupları ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı saptanmıştır, [χ^2 (sd=3, n=17)=4.930, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların kimya dersine karşı tutumları açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KDTÖ’ den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir, [χ^2 (sd=3, n=17)= 31.367, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla Mann Whitney U testi kullanılmış ve Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-13).

Tablo 4-13: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	22.38	380.50	61.500	0.004
Deney-2	17	12.62	214.50		
Deney-1	17	24.26	412.50	29.500	0.000
Deney-3	17	10.74	182.50		
Deney-1	17	25.74	437.50	4.500	0.000
Kontrol	17	9.26	157.50		
Deney-2	17	19.00	323.00	119.000	0.379
Deney-3	17	16.00	272.00		
Deney-2	17	22.94	390.00	52.000	0.001
Kontrol	17	12.06	205.00		
Deney-3	17	21.12	359.00	83.000	0.034
Kontrol	17	13.88	236.00		

Analizler neticesinde Deney-1 ve Deney-2 (U=61.500, z=-2.866, p<0.0083, r=0.49), Deney-1 ve Deney-3 (U=29.500, z=-3.965, p<0.0083, r=0.68), Deney-1 ve Kontrol (U=4.500, z=-4.831, p<0.0083, r=0.83), Deney-2 ve Kontrol (U=52.000, z=-3.191, p<0.0083, r=0.55) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-2 ve Deney-3 (U=119.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=83.000, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

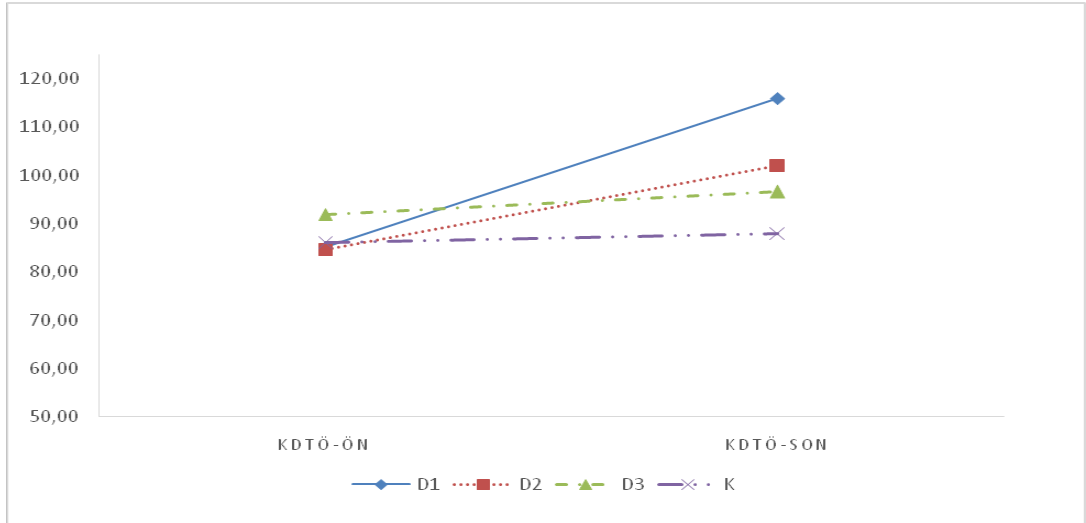
Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan KDTÖ’den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır (Tablo 4-14).

Tablo 4-14: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.623*	0.000
	Pozitif Sıra	17	9.00	153.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	1	1.00	1.00	-3.577*	0.000
	Pozitif Sıra	16	9.50	152.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	5	4.80	24.00	-2.494*	0.013
	Pozitif Sıra	12	10.75	129.00		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	3	14.17	42.50	-1.321*	0.186
	Pozitif Sıra	13	7.19	93.50		
	Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.623$, $p<0.05$, $r=0.62$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.577$, $p<0.05$, $r=0.61$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.494$, $p<0.05$, $r=0.43$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.321$, $p>0.05$) kimya dersine karşı tutum ortalama puanlarında ise uygulama öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Tüm grupların ön ve son testte KDTÖ'ne ilişkin ortalama puanlarındaki değişim Grafik 4-2'de görülmektedir.



Grafik 4-2: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim

25 maddeden oluşan KDTÖ, ölçeğin tümünden alınan puanın yanı sıra her bir alt boyut açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. KDTÖ'nde yer alan 25 maddenin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, kimya dersine yönelik ilgi, kimyayı anlama ve öğrenme, kimyanın yaşamdaki önemi ve kimya ve meslek seçimi olmak üzere dört alt boyut olarak ele alınmıştır. Tüm grupların KDTÖ'nin her bir alt boyutundan ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-15'de sunulmuştur.

Tablo 4-15: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Alt Beceri	Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Kimya dersine yönelik ilgi	Deney 1	Ön Test	20.23	3.17	14.00	25.00
		Son Test	27.29	1.61	24.00	30.00
	Deney 2	Ön Test	19.65	3.52	13.00	28.00
		Son Test	23.23	3.89	16.00	30.00
	Deney 3	Ön Test	21.76	3.63	15.00	28.00
		Son Test	23.00	3.82	15.00	29.00
	Kontrol	Ön Test	21.18	3.32	15.00	30.00
		Son Test	22.12	3.74	17.00	30.00
Kimyayı anlama ve öğrenme	Deney 1	Ön Test	32.12	5.71	18.00	41.00
		Son Test	46.00	4.03	34.00	50.00
	Deney 2	Ön Test	33.29	4.65	24.00	43.00
		Son Test	41.41	5.66	32.00	49.00
	Deney 3	Ön Test	35.65	5.62	29.00	44.00
		Son Test	38.76	6.63	27.00	48.00
	Kontrol	Ön Test	33.71	3.44	26.00	40.00
		Son Test	33.47	5.36	23.00	43.00
Kimyanın yaşamdaki önemi	Deney 1	Ön Test	19.82	2.94	13.00	24.00
		Son Test	24.29	1.31	21.00	25.00
	Deney 2	Ön Test	19.35	2.78	13.00	23.00
		Son Test	21.94	1.31	18.00	25.00
	Deney 3	Ön Test	19.88	2.37	15.00	23.00
		Son Test	20.18	3.24	15.00	25.00
	Kontrol	Ön Test	17.00	3.77	11.00	25.00
		Son Test	18.65	3.41	13.00	25.00
Kimya ve meslek seçimi	Deney 1	Ön Test	12.88	3.33	4.00	18.00
		Son Test	18.29	2.02	13.00	20.00
	Deney 2	Ön Test	12.35	2.34	8.00	18.00
		Son Test	15.53	3.20	11.00	20.00
	Deney 3	Ön Test	14.59	3.04	8.00	19.00
		Son Test	14.59	2.94	9.00	19.00
	Kontrol	Ön Test	14.18	1.78	12.00	18.00
		Son Test	13.71	2.52	8.00	18.00

4.3.1. Kimya Dersine Yönelik İlgil Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KDTÖ'nde yer alan 1, 3, 8, 18, 20 ve 22 nolu maddeler “*Kimya dersine yönelik ilgi*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının kimya dersine yönelik ilgi alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-16).

Tablo 4-16: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgil Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	33.44	3	3.162	0.367
	Deney-2	17	28.41			
	Deney-3	17	40.09			
	Kontrol	17	36.06			
Son test	Deney-1	17	53.38	3	21.680	0.000
	Deney-2	17	30.44			
	Deney-3	17	29.38			
	Kontrol	17	24.79			

Tablo 4-16’ da görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 3.162, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların kimya dersine yönelik ilgi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KDTÖ’nden elde edilen verilere göre grupların kimya dersine yönelik ilgi alt boyutu son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 21.680, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-17).

Tablo 4-17: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgil Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	22.79	387.50	54.500	0.002
Deney-2	17	12.21	207.50		
Deney-1	17	24.35	414.00	28.000	0.000
Deney-3	17	10.65	181.00		
Deney-1	17	24.24	412.00	30.000	0.000
Kontrol	17	10.76	183.00		
Deney-2	17	17.32	294.50	141.500	0.917
Deney-3	17	17.68	300.50		
Deney-2	17	18.91	321.50	120.500	0.405
Kontrol	17	16.09	273.50		
Deney-3	17	19.06	324.00	118.000	0.358
Kontrol	17	15.94	271.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-2 ($U=54.500$, $z=-3.148$, $p<0.0083$, $r=0.54$), Deney-1 ve Deney-3 ($U=28.000$, $z=-4.048$, $p<0.0083$, $r=0.69$), Deney-1 ve Kontrol ($U=30.000$, $z=-3.978$, $p<0.0083$, $r=0.68$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-2 ve Deney-3 ($U=141.500$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Kontrol ($U=120.500$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=118.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KDTÖ'nin kimya dersine yönelik ilgi alt boyutundan elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-18).

Tablo 4-18: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya Dersine Yönelik İlgil Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.628*	0.000
	Pozitif Sıra	17	9.00	153.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	4	4.75	19.00	-2.732*	0.006
	Pozitif Sıra	13	10.31	134.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	8	6.56	52.50	-1.141*	0.254
	Pozitif Sıra	9	11.17	100.50		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	3	5.00	15.00	-1.279*	0.201
	Pozitif Sıra	7	5.71	40.00		
	Eşit	7	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.628$, $p<0.05$, $r=0.62$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.732$, $p<0.05$, $r=0.47$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.141$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.279$, $p>0.05$) ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.3.2. Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KDTÖ'nde yer alan 2, 5, 7, 12-15, 17, 21 ve 23 nolu maddeler “*Kimyayı anlama ve öğrenme*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının kimyayı anlama ve öğrenme alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-19).

Tablo 4-19: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	30.26	3	2.078	0.556
	Deney-2	17	33.09			
	Deney-3	17	39.74			
	Kontrol	17	34.91			
Son test	Deney-1	17	52.38	3	28.239	0.000
	Deney-2	17	38.00			
	Deney-3	17	30.35			
	Kontrol	17	17.26			

Tablo 4-19’ da görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 2.078$, $p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların kimyayı anlama ve öğrenme tutumları düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan

KDTÖ'nden elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 28.239, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 4-20).

Tablo 4-20: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.50	365.50	76.500	0.018
Deney-2	17	13.50	229.50		
Deney-1	17	23.56	400.50	41.500	0.000
Deney-3	17	11.44	194.50		
Deney-1	17	25.32	430.50	11.500	0.000
Kontrol	17	9.68	164.50		
Deney-2	17	19.32	328.50	113.500	0.284
Deney-3	17	15.68	266.50		
Deney-2	17	23.18	394.00	48.000	0.001
Kontrol	17	11.82	201.00		
Deney-3	17	21.24	361.00	81.000	0.028
Kontrol	17	13.76	234.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-3 (U=41.500, z=-3.564, p<0.0083, r=0.61), Deney-1 ve Kontrol (U=11.500, z=-4.596, p<0.0083, r=0.79), Deney-2 ve Kontrol (U=48.000, z=-3.334, p<0.0083, r=0.57) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=76.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=113.500, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=81.000, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KDTÖ'nden elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-21).

Tablo 4-21: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyayı Anlama ve Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.622*	0.000
	Pozitif Sıra	17	9.00	153.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	3	4.50	13.50	-2.990*	0.003
	Pozitif Sıra	14	9.96	139.50		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	2	3.25	6.50	-2.893*	0.004
	Pozitif Sıra	12	8.21	98.50		
	Eşit	3	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	5	8.50	42.50	-0.211*	0.833
	Pozitif Sıra	8	6.06	48.50		
	Eşit	4	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.622$ $p<0.05$, $r=0.62$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.990$, $p<0.05$, $r=0.51$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.893$, $p<0.05$, $r=0.50$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ise ($z=0.211$, $p>0.05$) kimyayı anlama ve öğrenme alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.3.3. Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KDTÖ'nde yer alan 4, 6, 11, 19 ve 25 nolu maddeler “*Kimyanın yaşamdaki önemi*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının kimyanın yaşamdaki önemi alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-22).

Tablo 4-22: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	39.03	3	7.818	0.050
	Deney-2	17	36.59			
	Deney-3	17	39.26			
	Kontrol	17	23.12			
Son test	Deney-1	17	53.71	3	28.174	0.000
	Deney-2	17	36.74			
	Deney-3	17	27.56			
	Kontrol	17	20.00			

Tablo 4-22’ de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 7.818, p=0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların kimyanın yaşamdaki önemine ilişkin tutum düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KDTÖ’nden elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 28.174, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-23).

Tablo 4-23: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	23.18	394.000	48.000	0.001
Deney-2	17	11.82	201.00		
Deney-1	17	24.00	408.00	34.000	0.000
Deney-3	17	11.00	187.00		
Deney-1	17	24.53	417.00	25.000	0.000
Kontrol	17	10.47	178.00		
Deney-2	17	20.35	346.00	96.000	0.092
Deney-3	17	14.65	249.00		
Deney-2	17	22.56	383.50	58.500	0.003
Kontrol	17	12.44	211.50		
Deney-3	17	19.91	338.50	103.500	0.154
Kontrol	17	15.09	256.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-2 (U=48.000, z=-3.474, p<0.0083, r=0.60), Deney-1 ve Deney-3 (U=34.000, z=-3.968, p<0.0083, r=0.68), Deney-1 ve Kontrol (U=25.000, z=-4.276, p<0.0083, r=0.73), Deney-2 ve Kontrol (U=58.500, z=-2.987, p<0.0083, r=0.51) gruplarının son test ortalama puanları arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-2 ve Deney-3 (U=96.000, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol (U=103.500, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KDTÖ kimyanın yaşamdaki önemi alt boyutundan elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-24).

Tablo 4-24: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimyanın Yaşamdaki Önemi Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	3.50	3.50	-3.344*	0.001
	Pozitif Sıra	15	8.83	132.50		
	Eşit	1	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	4	3.25	13.00	-2.857*	0.004
	Pozitif Sıra	12	10.25	123.00		
	Eşit	1	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	6	6.25	37.50	-0.569*	0.569
	Pozitif Sıra	7	7.64	53.50		
	Eşit	4	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	2	6.75	13.50	-1.740*	0.082
	Pozitif Sıra	9	5.83	52.50		
	Eşit	6	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.344$, $p<0.05$, $r=0.57$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.587$, $p<0.05$, $r=0.44$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=0.569$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.740$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.3.4. Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KDTÖ'nde yer alan 9, 10, 16 ve 24 nolu maddeler “Kimya ve meslek seçimi” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen

adaylarının kimya ve meslek seçimi alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-25).

Tablo 4-25: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	30.88	3	8.923	0.030
	Deney-2	17	24.88			
	Deney-3	17	43.21			
	Kontrol	17	39.03			
Son test	Deney-1	17	52.21	3	21.057	0.000
	Deney-2	17	33.50			
	Deney-3	17	29.56			
	Kontrol	17	22.74			

Tablo 4-25’ de görüldüğü gibi, analiz sonucunda deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 8.923, p<0.05$]. Uygulama sonrasında uygulanan KDTÖ’den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 21.057, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-26).

Tablo 4-26: Grupların Uygulama Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.74	369.50	72.500	0.011
Deney-2	17	13.26	225.50		
Deney-1	17	23.79	404.50	37.500	0.000
Deney-3	17	11.21	190.50		
Deney-1	17	24.68	419.50	22.500	0.000
Kontrol	17	10.32	175.50		
Deney-2	17	18.26	310.50	131.500	0.652
Deney-3	17	16.74	284.50		
Deney-2	17	19.97	339.50	102.500	0.144
Kontrol	17	15.03	255.50		
Deney-3	17	19.62	333.50	108.500	0.210
Kontrol	17	15.38	261.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-3 ($U=102.00$, $z=-3.722$, $p<0.0083$, $r=0.64$), Deney-1 ve Kontrol ($U=34.000$, $z=-4.249$, $p<0.0083$, $r=0.73$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 ($U=93.500$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=142.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Kontrol ($U=86.500$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=86.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KDTÖ'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-27).

Tablo 4-27: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KDTÖ Kimya ve Meslek Seçimi Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	4.50	4.50	-3.419*	0.001
	Pozitif Sıra	16	9.28	148.50		
	Eşit	0	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	2	4.25	8.50	-3.085*	0.002
	Pozitif Sıra	14	9.11	127.50		
	Eşit	1	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	4	11.00	44.00	-0.107*	0.915
	Pozitif Sıra	9	5.22	47.00		
	Eşit	4	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	6	6.83	13.50	-0.720*	0.472
	Pozitif Sıra	5	5.00	52.50		
	Eşit	6	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.419$, $p<0.05$, $r=0.59$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.085$, $p<0.05$, $r=0.52$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=0.107$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.720$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.4. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KİMYA LABORATUVARINA KARŞI TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya laboratuvarına karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeki dördüncü alt problemi çözümlmek amacıyla, uygulamalardan önce ve sonra deney grupları ve kontrol grubuna Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği (KLTÖ) uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının KLTÖ’den ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-28’de sunulmuştur.

Tablo 4-28: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ’ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Deney-1	Ön Test	96.82	13.24	70.00	114.00
	Son Test	116.76	8.68	102.00	130.00
Deney-2	Ön Test	96.41	15.03	73.00	123.00
	Son Test	109.53	9.07	89.00	130.00
Deney-3	Ön Test	96.53	11.89	75.00	116.00
	Son Test	106.18	13.55	85.00	128.00
Kontrol	Ön Test	95.41	12.17	73.00	116.00
	Son Test	96.23	10.08	80.00	115.00

Tablo 4-28’de görüldüğü üzere, KLTÖ ortalama puanları ön ve son test uygulamasında sırasıyla Deney-1 grubunda 96.82 ve 116.76, Deney-2 grubunda 96.41 ve 109.53, Deney-3 grubunda 96.53 ve 106.18, kontrol grubunda ise 95.41 ve 96.23 olarak belirlenmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının KLTÖ ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Kruskal Wallis H-Testi sonuçları (Tablo 4-29), deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir, [χ^2 (sd=3, n=17)= 0.246, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların kimya laboratuvarına tutumları açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-29: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	35.91	3	0.246	0.970
	Deney-2	17	34.74			
	Deney-3	17	34.74			
	Kontrol	17	32.62			
Son test	Deney-1	17	49.50	3	28.008	0.000
	Deney-2	17	38.47			
	Deney-3	17	32.35			
	Kontrol	17	17.68			

Uygulama sonrasında uygulanan KLTÖ'den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir, [χ^2 (sd=3, n=17)= 28.008, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla kullanılan Mann Whitney U testi kullanılarak Bonferroni düzeltmesi yapılmış; analiz sonuçları, Deney-1 ve Kontrol (U=18.500, z=-4.343, p<0.0083, r=0.74), Deney-2 ve Kontrol (U=45.500, z=-3.415, p<0.0083, r=0.54) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4-30). Deney-1 ve Deney-2 (U=84.000, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=76.000, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=115.500, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=83.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Tablo 4-30: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.06	358.00	84.000	0.037
Deney-2	17	13.94	237.00		
Deney-1	17	21.53	366.00	76.000	0.018
Deney-3	17	13.47	229.00		
Deney-1	17	24.91	423.50	18.500	0.000
Kontrol	17	10.09	171.50		
Deney-2	17	19.21	326.50	115.500	0.317
Deney-3	17	15.79	268.50		
Deney-2	17	23.32	396.50	45.500	0.001
Kontrol	17	11.68	198.50		
Deney-3	17	21.09	358.50	83.500	0.035
Kontrol	17	13.91	236.50		

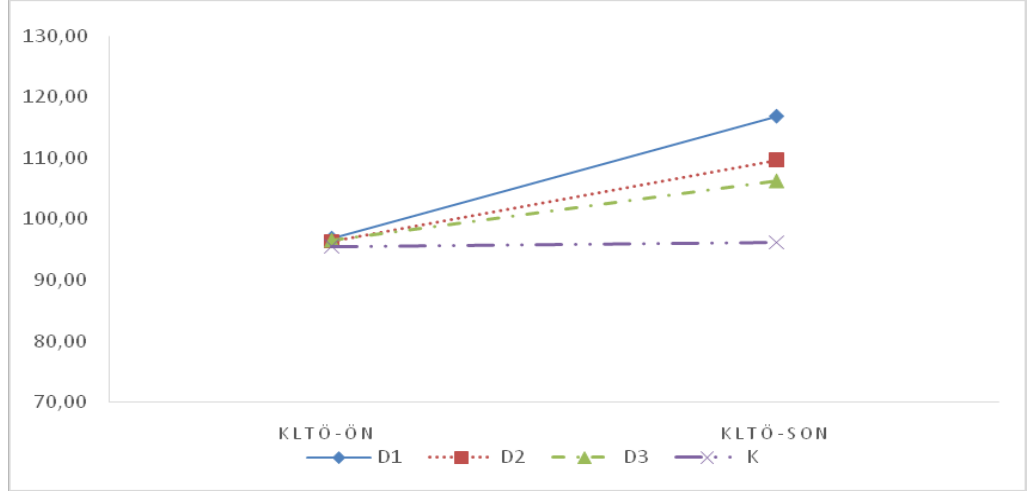
Öğretim öncesinde ve sonrasında uygulanan KLTÖ'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-31).

Tablo 4-31: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	1.50	1.50	-3.554*	0.000
	Pozitif Sıra	16	9.47	151.50		
	Eşit	0				
Deney-2	Negatif Sıra	4	5.38	21.50	-2.407*	0.016
	Pozitif Sıra	12	9.54	114.50		
	Eşit	1				
Deney-3	Negatif Sıra	4	6.00	24.00	-2.486*	0.013
	Pozitif Sıra	13	9.92	129.00		
	Eşit	0				
Kontrol	Negatif Sıra	8	8.56	68.50	-0.380*	0.704
	Pozitif Sıra	9	9.39	9.39		
	Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.554$, $p<0.05$, $r=0.61$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.407$, $p<0.05$, $r=0.41$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.486$, $p<0.05$, $r=0.43$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermiştir. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun KLTÖ ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($z= 0.380$, $p>0.05$). Tüm grupların KLTÖ ön ve son test uygulamalarına ait ortalama puanlarındaki değişimler, Grafik 4-3'te sunulmuştur.



Grafik 4-3: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim

Tablo 4-32: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Alt Beceri	Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan	
Laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımı	Deney 1	Ön Test	14.53	2.34	11.00	19.00	
		Son Test	17.59	2.12	14.00	20.00	
	Deney 2	Ön Test	14.71	3.02	11.00	20.00	
		Son Test	16.53	2.29	11.00	20.00	
	Deney 3	Ön Test	13.94	3.09	8.00	19.00	
		Son Test	15.23	2.38	11.00	20.00	
	Kontrol	Ön Test	13.53	2.58	11.00	20.00	
		Son Test	14.59	3.26	9.00	20.00	
	Laboratuvarda deneysel süreç	Deney 1	Ön Test	39.35	5.49	27.00	49.00
			Son Test	46.35	5.15	35.00	54.00
Deney 2		Ön Test	39.29	7.25	29.00	50.00	
		Son Test	45.17	4.64	37.00	55.00	
Deney 3		Ön Test	37.71	4.19	30.00	44.00	
		Son Test	43.00	6.80	31.00	52.00	
Kontrol		Ön Test	36.76	4.64	28.00	44.00	
		Son Test	38.00	3.50	33.00	46.00	
Laboratuvarda değerlendirme		Deney 1	Ön Test	32.12	6.09	22.00	43.00
			Son Test	38.88	4.06	30.00	45.00
	Deney 2	Ön Test	31.18	5.14	24.00	45.00	
		Son Test	35.53	3.50	30.00	42.00	
	Deney 3	Ön Test	33.59	4.86	25.00	43.00	
		Son Test	35.29	4.47	29.00	45.00	
	Kontrol	Ön Test	32.82	5.26	21.00	43.00	
		Son Test	31.94	4.34	26.00	40.00	
	Laboratuvarda işbirlikli öğrenme	Deney 1	Ön Test	14.94	2.49	11.00	19.00
			Son Test	18.82	1.07	17.00	20.00
Deney 2		Ön Test	15.24	2.66	10.00	20.00	
		Son Test	17.06	2.41	13.00	20.00	
Deney 3		Ön Test	15.41	3.29	8.00	20.00	
		Son Test	16.94	2.46	12.00	20.00	
Kontrol		Ön Test	16.29	2.93	11.00	19.00	
		Son Test	15.65	2.06	11.00	19.00	

27 maddeden oluşan KLTÖ, ölçeğin tümünden alınan puanın yanı sıra her bir alt boyut açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. KLTÖ'nde yer alan 27 maddenin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımı, laboratuvarda deneysel süreç, laboratuvarda değerlendirme ve laboratuvarda işbirlikli öğrenme olmak üzere dört alt boyut olarak ele alınmıştır. Tüm grupların KLTÖ'nin her bir alt boyutundan ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-32'de sunulmuştur.

4.4.1. Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KLTÖ'nde yer alan 1, 6, 9 ve 13 nolu maddeler “*Laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımı*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımı alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-33).

Tablo 4-33: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	37.79	3	2.200	0.532
	Deney-2	17	37.59			
	Deney-3	17	33.41			
	Kontrol	17	29.21			
Son test	Deney-1	17	46.00	3	11.138	0.011
	Deney-2	17	37.68			
	Deney-3	17	27.53			
	Kontrol	17	26.79			

Tablo 4-33' de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 2.200, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların laboratuvar ortamı ve laboratuvar materyallerinin kullanımına yönelik tutum düzeyleri açısından denk oldukları kabul

edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KLTÖ'nden elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 11.138, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-34).

Tablo 4-34: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	19.74	335.50	106.500	0.185
Deney-2	17	15.26	259.50		
Deney-1	17	22.09	375.50	66.500	0.006
Deney-3	17	12.91	219.50		
Deney-1	17	22.18	377.00	65.000	0.006
Kontrol	17	12.82	218.00		
Deney-2	17	20.35	346.00	96.000	0.090
Deney-3	17	14.65	249.00		
Deney-2	17	20.06	341.00	101.000	0.128
Kontrol	17	14.94	254.00		
Deney-3	17	17.97	305.50	136.500	0.778
Kontrol	17	17.03	289.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-3 (U=66.500, z=-2.722, p<0.0083, r=0.47), Deney-1 ve Kontrol (U=65.000, z=-2.767, p<0.0083, r=0.47) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=106.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=96.000, p>0.0083), Deney-2 ve Kontrol (U=101.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=136.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KLTÖ'nden elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-35).

Tablo 4-35: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvar Ortamı ve Laboratuvar Materyallerinin Kullanımı Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	2	3.25	6.50	-3.045*	0.002
	Pozitif Sıra	13	8.73	113.50		
	Eşit	2	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	5	6.20	31.00	-1.661*	0.097
	Pozitif Sıra	10	8.90	89.00		
	Eşit	2	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	5	8.20	41.00	-1.406*	0.160
	Pozitif Sıra	11	8.64	95.00		
	Eşit	1	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	7	6.71	47.00	-1.092*	0.275
	Pozitif Sıra	9	9.89	89.00		
	Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.045$, $p<0.05$, $r=0.52$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=1.661$, $p>0.05$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.406$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.092$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.4.2. Laboratuvarda Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KLTÖ'nde yer alan 2-8, 10, 12, 23 ve 25 nolu maddeler “*Laboratuvarda deneysel süreç*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının laboratuvarda deneysel süreç alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-36).

Tablo 4-36: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	38.88	3	3.249	0.355
	Deney-2	17	38.38			
	Deney-3	17	32.09			
	Kontrol	17	28.65			
Son test	Deney-1	17	45.09	3	19.372	0.000
	Deney-2	17	40.82			
	Deney-3	17	34.65			
	Kontrol	17	17.44			

Tablo 4-36' da görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 3.249, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların laboratuvarında deneysel süreç tutum düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KLTÖ'den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 19.372, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-37).

Tablo 4-37: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	18.85	320.50	121.500	0.433
Deney-2	17	16.15	274.50		
Deney-1	17	20.00	340.00	102.000	0.143
Deney-3	17	15.00	255.00		
Deney-1	17	24.24	412.00	30.000	0.000
Kontrol	17	10.76	183.00		
Deney-2	17	18.65	317.00	125.000	0.501
Deney-3	17	16.35	278.00		
Deney-2	17	24.03	408.50	33.500	0.000
Kontrol	17	10.97	186.50		
Deney-3	17	21.29	362.00	80.000	0.025
Kontrol	17	13.71	233.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol (U=30.000, z=-3.696, p<0.0083, r=0.63), Deney-2 ve Kontrol (U=33.500, z=-3.854, p<0.0083, r=0.66) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=121.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3

($U=102.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=125.000$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=80.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KLTÖ'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-38).

Tablo 4-38: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Deneysel Süreç Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	2	5.25	10.50	-3.129*	0.002
	Pozitif Sıra	15	9.50	142.50		
	Eşit	0	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	7	6.36	44.50	-1.520*	0.129
	Pozitif Sıra	10	10.85	108.50		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	4	4.50	18.00	-2.772*	0.006
	Pozitif Sıra	13	10.38	135.00		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	3	5.67	17.00	-1.733*	0.083
	Pozitif Sıra	9	6.78	61.00		
	Eşit	5	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.129$, $p<0.05$, $r=0.54$) ve sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.772$, $p<0.05$, $r=0.48$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=1.520$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.733$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.4.3. Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KLTÖ'nde yer alan 11, 15-21 ve 26 nolu maddeler “*Laboratuvarında değerlendirme*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının laboratuvarında değerlendirme alt boyutu ortalama

puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-39).

Tablo 4-39: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	34.00	3	3.215	0.360
	Deney-2	17	27.74			
	Deney-3	17	38.85			
	Kontrol	17	37.41			
Son test	Deney-1	17	49.09	3	17.845	0.000
	Deney-2	17	35.32			
	Deney-3	17	32.97			
	Kontrol	17	20.62			

Tablo 4-39’da görüldüğü gibi, deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 3.215, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların laboratuvarında değerlendirme tutum düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KLTÖ’den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 17.845, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-40).

Tablo 4-40: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.53	366.00	76.000	0.018
Deney-2	17	13.47	229.00		
Deney-1	17	21.65	368.00	102.000	0.143
Deney-3	17	13.35	227.00		
Deney-1	17	23.91	406.50	35.500	0.000
Kontrol	17	11.09	188.50		
Deney-2	17	18.41	313.00	129.000	0.592
Deney-3	17	16.59	282.00		
Deney-2	17	21.44	364.50	77.500	0.021
Kontrol	17	13.56	230.50		
Deney-3	17	21.03	357.50	139.000	0.848
Kontrol	17	13.97	237.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol ($U=35.500$, $z=-3.764$, $p<0.0083$, $r=0.65$), gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 ($U=76.000$, $p>0.0083$), Deney-1 ve Deney-3 ($U=102.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=129.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Kontrol ($U=77.500$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=139.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. KLTÖ'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-41).

Tablo 4-41: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında Değerlendirme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	4	3.25	13.00	-2.847*	0.004
	Pozitif Sıra	12	10.25	123.00		
	Eşit	1	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	2	11.50	23.00	-2.537*	0.011
	Pozitif Sıra	15	8.67	130.00		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	6	9.25	55.50	-0.997*	0.319
	Pozitif Sıra	11	8.86	95.50		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	9	10.22	92.00	-0.737*	0.461
	Pozitif Sıra	8	7.63	61.00		
	Eşit	0	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=2.847$, $p<0.05$, $r=0.49$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.537$, $p<0.05$, $r=0.43$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=0.997$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.737$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.4.4. Laboratuvarada İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

KLTÖ'nde yer alan 14, 22, 24 ve 27 nolu maddeler “*Laboratuvarada işbirlikli öğrenme*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının laboratuvarada işbirlikli öğrenme alt boyutu ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-42).

Tablo 4-42: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarada İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	29.97	3	3.143	0.370
	Deney-2	17	32.00			
	Deney-3	17	34.88			
	Kontrol	17	41.15			
Son test	Deney-1	17	49.44	3	17.445	0.001
	Deney-2	17	33.88			
	Deney-3	17	33.06			
	Kontrol	17	21.62			

Tablo 4-42’ de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 3.143, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların laboratuvarada işbirlikli öğrenme tutum düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan KLTÖ’nden elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 17.445, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-43).

Tablo 4-43: Grupların Uygulama Sonrası KLTÖ Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.09	358.50	83.500	0.032
Deney-2	17	13.91	236.50		
Deney-1	17	21.47	365.00	77.000	0.018
Deney-3	17	13.53	230.00		
Deney-1	17	24.88	423.00	19.000	0.000
Kontrol	17	10.12	172.00		
Deney-2	17	17.62	299.50	142.500	0.944
Deney-3	17	17.38	295.50		
Deney-2	17	20.35	346.00	96.000	0.089
Kontrol	17	14.65	249.00		
Deney-3	17	20.15	342.50	99.500	0.112
Kontrol	17	14.85	252.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol (U=19.000, z=-4.390, p<0.0083, r=0.75) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=83.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=77.000, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=142.500, p>0.0083), Deney-2 ve Kontrol (U=96.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=99.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-44).

Tablo 4-44: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası KLTÖ Laboratuvarında İşbirlikli Öğrenme Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.415*	0.001
	Pozitif Sıra	15	8.00	120.00		
	Eşit	2	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	4	6.25	25.00	-2.241*	0.025
	Pozitif Sıra	12	9.25	111.00		
	Eşit	1	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	5	6.10	30.50	-1.682*	0.093
	Pozitif Sıra	10	8.95	89.50		
	Eşit	2	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	8	8.06	64.50	-1.366*	0.172
	Pozitif Sıra	5	5.30	26.50		
	Eşit	4	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.247$ $p<0.05$, $r=0.56$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=1.112$, $p<0.05$, $r=0.19$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.244$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.683$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.5. ÖĞRETİMSSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeki beşinci alt problemi çözümlmek amacıyla, öğretimden önce ve sonra deney grupları ve kontrol grubuna Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT) uygulanmıştır. Tüm grupların BSBT’den ön ve son test uygulamalarına ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-45’de sunulmuştur.

Tablo 4-45: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT’ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Deney-1	Ön Test	18.65	3.26	14.00	26.00
	Son Test	28.41	3.97	18.00	35.00
Deney-2	Ön Test	19.29	5.20	10.00	27.00
	Son Test	24.65	5.30	14.00	32.00
Deney-3	Ön Test	19.65	4.64	10.00	29.00
	Son Test	24.35	5.84	10.00	32.00
Kontrol	Ön Test	19.12	4.55	10.00	29.00
	Son Test	19.41	5.45	10.00	28.00

Tablo 4-45 ' de görüldüğü üzere, BSBT ortalama puanları ön ve son test uygulamasında sırasıyla Deney-1 grubunda 18.65 ve 28.41, Deney-2 grubunda 19.29

ve 24.65, Deney-3 grubunda 19.65 ve 24.35, kontrol grubunda ise 19.12 ve 19.41 olarak belirlenmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının BSBT ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur. Tablo 4-46’ da görüldüğü gibi, analiz sonuçlarına göre deney grupları ve kontrol grubu BSBT ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır [$\chi^2(sd=3, n=17)= 0.477, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların bilimsel süreç becerileri düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-46: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	32.15	3	0.477	0.924
	Deney-2	17	35.26			
	Deney-3	17	36.62			
	Kontrol	17	33.97			
Son test	Deney-1	17	48.91	3	19.703	0.000
	Deney-2	17	35.59			
	Deney-3	17	34.56			
	Kontrol	17	18.94			

Tablo 4-19’da sunulan BSBT son-test Kruskal Wallis H-Testi sonuçlarına göre grupların ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 19.703, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-46).

Tablo 4-47: Grupların Uygulama Sonrası BSBT'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	21.06	358.00	84.000	0.036
Deney-2	17	13.94	237.00		
Deney-1	17	21.32	362.50	79.500	0.024
Deney-3	17	13.68	232.50		
Deney-1	17	24.53	417.00	25.000	0.000
Kontrol	17	10.47	178.00		
Deney-2	17	17.65	300.00	142.000	0.931
Deney-3	17	17.35	295.00		
Deney-2	17	22.00	374.00	68.000	0.008
Kontrol	17	13.00	221.00		
Deney-3	17	21.53	366.00	76.000	0.018
Kontrol	17	13.47	229.00		

Analizler sonucunda, Deney-1 ve Kontrol (U=25.000, z=-4.136, p<0.0083, r=0.71), Deney-2 ve Kontrol (U=68.000, z=-2.644, p<0.0083, r=0.45), grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-1 ve Deney-2 (U=84.000, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=79.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=142.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=76.000, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan BSBT'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-48).

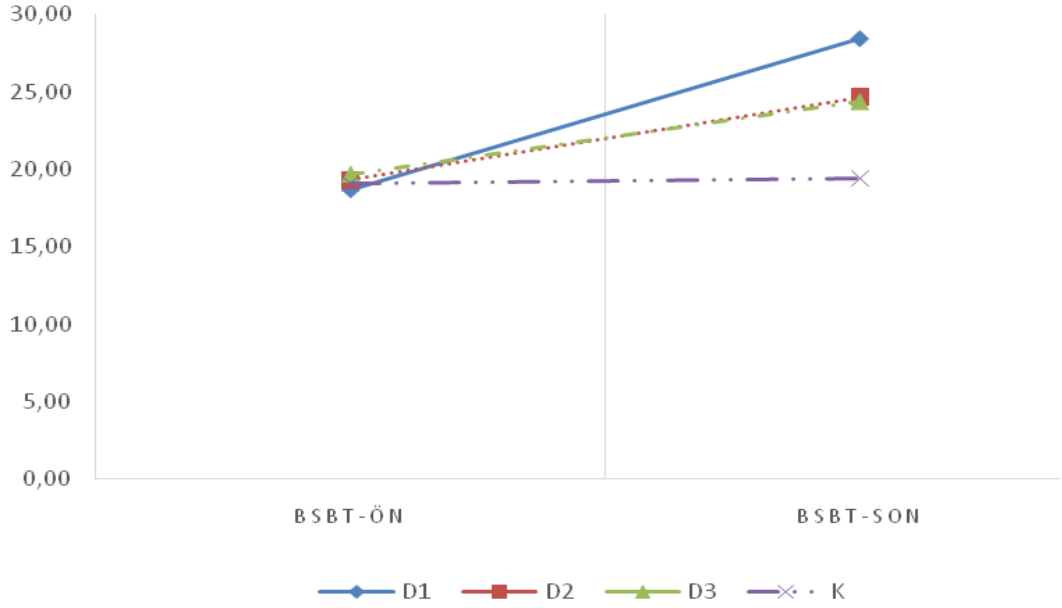
Tablo 4-48: Grupların BSBT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.625*	0.000
	Pozitif Sıra	17	9.00	153.00		
	Eşit	0				
Deney-2	Negatif Sıra	1	12.50	12.50	-3.036*	0.002
	Pozitif Sıra	16	8.78	140.50		
	Eşit	0				
Deney-3	Negatif Sıra	3	9.00	27.00	-2.122*	0.034
	Pozitif Sıra	13	8.38	109.00		
	Eşit	1				
Kontrol	Negatif Sıra	6	10.33	62.00	-0.311*	0.755
	Pozitif Sıra	10	7.40	74.00		
	Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun (z=3.625, p<0.05, r=0.62), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun (z=3.036, p<0.05, r=0.52), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun (z=2.122, p<0.05, r=0.36) uygulama öncesi ve sonrası BSBT ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği

Kontrol grubunun ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($z=0.311$, $p>0.05$). Grafik 4-4'te grupların BSBT ön ve son test ortalama puanlarına yönelik değişim görülmektedir.



Grafik 4-4: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Ortalama Puanlarındaki Değişim

36 maddeden oluşan BSBT, testin tümünden alınan puanın yanı sıra ölçmüş olduğu her bir beceri açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 36 maddenin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, araştırmayı tasarlama, hipotez kurma ve tanımlama, değişkenleri tanımlayabilme, grafiği ve veriler yorumlama, işlemsel açıklama getirebilme olmak üzere beş alt beceri olarak ele alınmıştır. Tüm grupların BSBT'nin herbir alt becerisinden ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-49'da sunulmuştur.

Tablo 4-49: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Alt Becerilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Alt Beceri	Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan	
Araştırmayı tasarlama	Deney 1	Ön Test	1.76	0.97	0	3.00	
		Son Test	3.00	0.00	3.00	3.00	
	Deney 2	Ön Test	2.12	0.86	0	3.00	
		Son Test	2.47	0.79	1.00	3.00	
	Deney 3	Ön Test	1.94	1.09	0	3.00	
		Son Test	2.35	1.17	0	3.00	
	Kontrol	Ön Test	1.53	1.28	0	3.00	
		Son Test	1.76	1.09	0	3.00	
	Hipotez kurma ve tanımlama	Deney 1	Ön Test	4.35	1.99	0	8.00
			Son Test	7.47	1.28	5.00	9.00
Deney 2		Ön Test	4.88	2.39	0	9.00	
		Son Test	6.65	1.77	4.00	9.00	
Deney 3		Ön Test	5.76	1.52	2.00	8.00	
		Son Test	6.18	1.55	4.00	9.00	
Kontrol		Ön Test	5.23	2.17	0	8.00	
		Son Test	4.53	1.62	2.00	8.00	
Değişkenleri Tanımlayabilme		Deney 1	Ön Test	5.18	1.51	2.00	8.00
			Son Test	7.76	2.17	1.00	12.00
	Deney 2	Ön Test	5.53	1.50	3.00	8.00	
		Son Test	7.41	1.73	2.00	9.00	
	Deney 3	Ön Test	5.23	1.95	3.00	9.00	
		Son Test	6.53	3.28	1.00	12.00	
	Kontrol	Ön Test	5.00	1.66	2.00	9.00	
		Son Test	5.76	2.61	2.00	12.00	
	Grafiği ve Veriler Yorumlama	Deney 1	Ön Test	4.12	0.99	2.00	6.00
			Son Test	5.29	0.59	4.00	6.00
Deney 2		Ön Test	3.94	1.03	2.00	6.00	
		Son Test	4.71	1.16	2.00	6.00	
Deney 3		Ön Test	4.00	1.17	2.00	6.00	
		Son Test	5.00	1.27	1.00	6.00	
Kontrol		Ön Test	4.18	1.18	2.00	6.00	
		Son Test	4.06	1.64	1.00	6.00	
İşlemsel Açıklama Getirebilme		Deney 1	Ön Test	3.18	1.38	1.00	6.00
			Son Test	4.88	1.36	3.00	6.00
	Deney 2	Ön Test	3.18	1.19	1.00	5.00	
		Son Test	4.23	1.35	1.00	6.00	
	Deney 3	Ön Test	3.06	1.19	0	5.00	
		Son Test	4.29	1.72	1.00	6.00	
	Kontrol	Ön Test	3.12	1.49	1.00	6.00	
		Son Test	3.00	2.00	0	6.00	

4.5.1. Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Bulgular

Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 10, 21 ve 24 nolu maddeler “Araştırmayı tasarlama” becerisi olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının araştırmayı tasarlama becerisi ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla

SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-50).

Tablo 4-50: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	32.74	3	2.331	0.507
	Deney-2	17	39.06			
	Deney-3	17	36.38			
	Kontrol	17	29.82			
Son test	Deney-1	17	46.50	3	19.556	0.000
	Deney-2	17	34.76			
	Deney-3	17	35.59			
	Kontrol	17	21.15			

Tablo 4-50' de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 2.331, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların araştırmayı tasarlama becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan BSBT'den elde edilen verilere göre grupların araştırmayı tasarlama becerisi son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 19.556, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-51).

Tablo 4-51: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	20.50	348.50	93.500	0.008
Deney-2	17	14.50	246.50		
Deney-1	17	20.00	340.00	102.000	0.017
Deney-3	17	15.00	255.00		
Deney-1	17	24.00	408.00	34.000	0.000
Kontrol	17	11.00	187.00		
Deney-2	17	17.30	295.00	142.000	0.917
Deney-3	17	17.65	300.00		
Deney-2	17	20.91	355.50	86.500	0.032
Kontrol	17	14.09	239.50		
Deney-3	17	20.94	356.00	86.000	0.029
Kontrol	17	14.06	239.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Deney-2 ($U=93.500$, $z=-2.647$, $p<0.0083$, $r=0.45$), Deney-1 ve Kontrol ($U=34.000$, $z=-4.410$, $p<0.0083$, $r=0.76$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-3 ($U=102.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=142.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Kontrol ($U=86.500$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=86.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bilimsel süreç becerileri testinin araştırmayı tasarlama becerisinden elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-52).

Tablo 4-52: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Araştırmayı Tasarlama Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.247*	0.001
	Pozitif Sıra	13	7.00	91.00		
	Eşit	4				
Deney-2	Negatif Sıra	4	6.38	25.50	-1.112*	0.266
	Pozitif Sıra	8	6.56	52.50		
	Eşit	5				
Deney-3	Negatif Sıra	3	5.17	15.50	-1.244*	0.214
	Pozitif Sıra	7	5.64	39.50		
	Eşit	7				
Kontrol	Negatif Sıra	5	7.20	36.00	-0.683*	0.495
	Pozitif Sıra	8	6.88	55.00		
	Eşit	4				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Sonuçlar, sadece gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.247$, $p<0.05$, $r=0.56$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=1.112$, $p>0.05$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.244$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.683$, $p>0.05$) araştırmayı tasarlama becerileri ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

4.5.2. Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Bulgular

Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 4, 6, 8, 12, 16, 17, 27, 29 ve 35 nolu maddeler “Hipotez kurma ve tanımlama” becerisi olarak değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol grupları öğretmen adaylarının bu beceri ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur (Tablo 4-53).

Tablo 4-53: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	26.79	3	5.048	0.168
	Deney-2	17	33.15			
	Deney-3	17	41.29			
	Kontrol	17	36.76			
Son test	Deney-1	17	47.68	3	21.302	0.000
	Deney-2	17	38.97			
	Deney-3	17	33.71			
	Kontrol	17	17.65			

Tablo 4-53’de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur [χ^2 (sd=3, n=17)= 5.048, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların hipotez kurma ve tanımlama becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Grupların son test ortalama puanları karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 21.302, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-54).

Tablo 4-54: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	19.71	335.00	107.000	0.187
Deney-2	17	15.29	260.00		
Deney-1	17	21.47	365.00	77.000	0.020
Deney-3	17	13.53	230.00		
Deney-1	17	24.50	416.50	25.500	0.000
Kontrol	17	10.50	178.50		
Deney-2	17	18.91	321.50	120.500	0.401
Deney-3	17	16.09	273.50		
Deney-2	17	22.76	387.00	55.000	0.002
Kontrol	17	12.24	208.00		
Deney-3	17	22.09	375.50	66.500	0.006
Kontrol	17	12.91	219.50		

Analizler neticesinde Deney-1 ve Kontrol ($U=25.500$, $z=-4.141$, $p<0.0083$, $r=0.71$), Deney-2 ve Kontrol ($U=55.000$, $z=-3.121$, $p<0.0083$, $r=0.54$), Deney-3 ve Kontrol ($U=66.500$, $z=-2.726$, $p<0.0083$, $r=0.47$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-1 ve Deney-2 ($U=107.000$, $p>0.0083$), Deney-1 ve Deney-3 ($U=77.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=120.500$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan BSBT'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-55).

Tablo 4-55: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Hipotez Kurma ve Tanımlama Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	2	2.00	-3.556*	0.000
	Pozitif Sıra	16	9.44	151.00		
	Eşit	0				
Deney-2	Negatif Sıra	5	3.50	17.50	-2.437*	0.015
	Pozitif Sıra	10	10.25	102.50		
	Eşit	2				
Deney-3	Negatif Sıra	7	8.21	57.50	-0.555*	0.579
	Pozitif Sıra	9	8.72	78.50		
	Eşit	1				
Kontrol	Negatif Sıra	11	7.50	82.50	-1.295*	0.195
	Pozitif Sıra	4	9.38	37.50		
	Eşit	2				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.556$, $p<0.05$, $r=0.61$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.437$, $p<0.05$, $r=0.42$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=0.555$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.295$, $p>0.05$) ise ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

4.5.3. Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Bulgular

Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 1, 3, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 30, 31, 32 ve 36 nolu maddeler “*Değişkenleri tanımlayabilme*” becerisi olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-56’ da görüldüğü üzere, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 0.907$, $p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların değişkenleri tanımlayabilme beceri düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-56: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	34.62	3	0.907	0.824
	Deney-2	17	38.03			
	Deney-3	17	33.35			
	Kontrol	17	32.00			
Son test	Deney-1	17	42.44	3	9.263	0.026
	Deney-2	17	39.56			
	Deney-3	17	32.06			
	Kontrol	17	23.94			

Uygulama sonrasında uygulanan BSBT'nin değişkenleri tanımlayabilme alt boyutundan elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 9.263, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-57).

Tablo 4-57: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	18.41	313.00	129.000	0.570
Deney-2	17	16.59	282.00		
Deney-1	17	19.85	337.50	104.500	0.155
Deney-3	17	15.15	257.50		
Deney-1	17	22.18	377.00	65.000	0.005
Kontrol	17	12.82	218.00		
Deney-2	17	19.29	328.00	114.000	0.284
Deney-3	17	15.71	267.00		
Deney-2	17	21.68	368.50	73.500	0.013
Kontrol	17	13.32	226.50		
Deney-3	17	19.21	326.50	115.500	0.312
Kontrol	17	15.79	268.50		

Analizler, Deney-1 ve Kontrol (U=65.000, z=- 2.789, p<0.0083, r=0.48) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu ortaya koymuştur. Deney-1 ve Deney-2 (U=129.000, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=104.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=114.000, p>0.0083), Deney-2 ve Kontrol (U=73.500, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=115.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Değişkenleri tanımlayabilme becerisi ortalama puanlarından elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-58).

Tablo 4-58: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Değişkenleri Tanımlayabilme Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	11.00	11.00	-3.116*	0.002
	Pozitif Sıra	16	8.88	142.00		
	Eşit	0				
Deney-2	Negatif Sıra	1	11.00	11.00	-2.432*	0.015
	Pozitif Sıra	12	6.67	80.00		
	Eşit	4				
Deney-3	Negatif Sıra	4	11.50	46.00	-1.149*	0.251
	Pozitif Sıra	12	7.50	90.00		
	Eşit	1				
Kontrol	Negatif Sıra	6	7.42	44.50	-0.887*	0.375
	Pozitif Sıra	9	8.39	75.50		
	Eşit	2				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.116$, $p<0.05$, $r=0.53$) ve sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.432$, $p<0.05$, $r=0.42$), uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.149$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.887$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

4.5.4. Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Bulgular

Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 5, 9, 11, 25, 28 ve 34 nolu maddeler “*Grafiği ve verileri yorumlama*” becerisi olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-59: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	35.85	3	0.579	0.901
	Deney-2	17	32.41			
	Deney-3	17	33.15			
	Kontrol	17	36.59			
Son test	Deney-1	17	41.76	3	7.938	0.047
	Deney-2	17	32.15			
	Deney-3	17	38.88			
	Kontrol	17	25.21			

Tablo 4-59’ da görüldüğü gibi, analiz sonuçlarına göre deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı saptanmıştır, [χ^2 (sd=3, n=17)= 0.579, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların grafiği ve verileri yorumlama becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan BSBT'den elde edilen verilere göre grupların grafiği ve verileri yorumlama becerisi son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir, [χ^2 (sd=3, n=17)= 7.938, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-60).

Tablo 4-60: Grupların Uygulama Sonrası BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	19.97	339.50	102.500	0.122
Deney-2	17	15.03	255.50		
Deney-1	17	18.03	306.50	135.500	0.735
Deney-3	17	16.67	288.50		
Deney-1	17	21.76	370.00	72.000	0.007
Kontrol	17	13.24	225.00		
Deney-2	17	15.88	270.00	117.000	0.321
Deney-3	17	19.12	325.00		
Deney-2	17	19.24	327.00	115.000	0.292
Kontrol	17	15.76	268.00		
Deney-3	17	20.79	353.50	88.500	0.044
Kontrol	17	14.21	241.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol (U=72.000, z=-2.695, p<0.0083, r=0.46) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-1 ve Deney-2 (U=102.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=135.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=117.000, p>0.0083),

Deney-2 ve Kontrol (U=115.000, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol (U=88.500, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-61).

Tablo 4-61: Grupların BSBT Grafiği ve Verileri Yorumlama Becerisi Ön ve Son Test Puanlarını İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	1	4.00	4.00	-3.115*	0.002
	Pozitif Sıra	13	7.77	101.00		
	Eşit	3				
Deney-2	Negatif Sıra	3	6.33	19.00	-1.904*	0.057
	Pozitif Sıra	10	7.20	72.00		
	Eşit	4				
Deney-3	Negatif Sıra	3	8.50	25.50	-1.983*	0.047
	Pozitif Sıra	12	7.88	94.50		
	Eşit	2				
Kontrol	Negatif Sıra	6	9.50	57.00	-0.288*	0.773
	Pozitif Sıra	8	6.00	48.00		
	Eşit	3				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.115$, $p<0.05$, $r=0.53$) ve sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.983$, $p<0.05$, $r=0.34$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=1.904$, $p>0.05$), ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.288$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

4.5.5. İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Bulgular

Bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 2, 7, 22, 23, 26 ve 33 nolu maddeler “İşlemsel açıklama getirebilme” becerisi olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-62: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	34.62	3	0.129	0.988
	Deney-2	17	35.65			
	Deney-3	17	34.44			
	Kontrol	17	33.29			
Son test	Deney-1	17	42.97	3	9.082	0.028
	Deney-2	17	34.88			
	Deney-3	17	36.62			
	Kontrol	17	23.53			

Tablo 4-62’ de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 0.129, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların işlemsel açıklama getirebilme becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Grupların son test ortalama puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 9.082, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-63).

Tablo 4-63: Grupların Uygulama Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	19.85	337.50	104.500	0.152
Deney-2	17	15.15	257.50		
Deney-1	17	19.12	325.00	117.000	0.316
Deney-3	17	15.88	270.00		
Deney-1	17	22.00	374.00	68.000	0.006
Kontrol	17	13.00	221.00		
Deney-2	17	16.91	287.50	134.500	0.724
Deney-3	17	18.09	307.50		
Deney-2	17	20.82	354.00	88.000	0.047
Kontrol	17	14.18	241.00		
Deney-3	17	20.65	351.00	91.000	0.059
Kontrol	17	14.35	244.00		

Analizler neticesinde Deney-1 ve Kontrol (U=68.000, z=-2.751, p<0.0083, r=0.47) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=104.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=117.000, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=134.500, p>0.0083), Deney-2 ve Kontrol (U=88.000, p>0.0083), Deney-3 ve Kontrol (U=91.000, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan BSBT'den elde edilen verilere göre grupların işlemsel açıklama getirebilme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-64).

Tablo 4-64: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası BSBT İşlemsel Açıklama Getirebilme Becerisine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	2	2.50	5.00	-2.847*	0.004
	Pozitif Sıra	11	7.82	86.00		
	Eşit	4				
Deney-2	Negatif Sıra	4	5.50	22.00	-2.650*	0.008
	Pozitif Sıra	13	10.08	131.00		
	Eşit	0				
Deney-3	Negatif Sıra	2	3.50	7.00	-2.738*	0.006
	Pozitif Sıra	11	7.64	84.00		
	Eşit	4				
Kontrol	Negatif Sıra	7	8.43	59.00	-0.417*	0.676
	Pozitif Sıra	7	6.57	46.00		
	Eşit	3				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçlarına dayalı olarak gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun (z=2.847, p<0.05, r=0.49), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun (z=2.650, p<0.05, r=0.45), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun (z=2.738, p<0.05, r=0.47) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu saptanmıştır. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun (z=0.417, p>0.05) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

4.6. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ SORGULAMA BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

“Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının sorgulama becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeki altıncı alt problemi çözümlmek amacıyla, öğretim yöntemlerinden önce ve sonra olmak üzere deney grupları ve kontrol grubuna Sorgulama Becerileri Ölçeği (SBÖ) uygulanmıştır. Tüm grupların SBÖ’den ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-65’de sunulmuştur.

Tablo 4-65: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Deney 1	Ön Test	47.29	4.71	40.00	56.00
	Son Test	60.94	4.07	54.00	67.00
Deney 2	Ön Test	47.35	6.33	40.00	58.00
	Son Test	60.59	5.34	53.00	68.00
Deney 3	Ön Test	47.23	6.66	39.00	60.00
	Son Test	55.47	7.31	43.00	68.00
Kontrol	Ön Test	47.41	6.02	40.00	58.00
	Son Test	47.76	7.49	40.00	65.00

Tablo 4-65'de görüldüğü üzere, SBÖ ortalama puanları ön ve son test uygulamasında sırasıyla Deney-1 grubunda 47.29 ve 60.94, Deney-2 grubunda 47.35 ve 60.59, Deney-3 grubunda 47.23 ve 55.47, kontrol grubunda ise 47.41 ve 47.76 olarak hesaplanmıştır. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-66’da görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 0.112, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların sorgulama becerileri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-66: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	35.29	3	0.112	0.990
	Deney-2	17	34.26			
	Deney-3	17	33.29			
	Kontrol	17	35.15			
Son test	Deney-1	17	45.50	3	25.554	0.000
	Deney-2	17	45.06			
	Deney-3	17	31.47			
	Kontrol	17	15.97			

Uygulama sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 25.554, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-67).

Tablo 4-67: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ'ne İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	17.44	296.50	143.500	0.972
Deney-2	17	17.56	298.50		
Deney-1	17	21.56	366.50	75.500	0.017
Deney-3	17	13.44	228.50		
Deney-1	17	24.50	416.50	25.500	0.000
Kontrol	17	10.50	178.50		
Deney-2	17	21.15	359.50	82.500	0.032
Deney-3	17	13.85	235.50		
Deney-2	17	24.35	414.00	28.000	0.000
Kontrol	17	10.65	181.00		
Deney-3	17	22.18	377.00	65.000	0.006
Kontrol	17	12.82	218.00		

Analizler, Deney-1 ve Kontrol (U=25.500, z=-4.109, p<0.0083, r=0.70), Deney-2 ve Kontrol (U=28.000, z=-4.023, p<0.0083, r=0.69), Deney-3 ve Kontrol (U=65.000, z=-2.742, p<0.0083, r=0.47) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın varlığını işaret etmektedir. Deney-1 ve Deney-2 (U=143.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3 (U=75.500, p>0.0083), Deney-2 ve Deney-3 (U=82.500, p>0.0083) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak

anlamli bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-68).

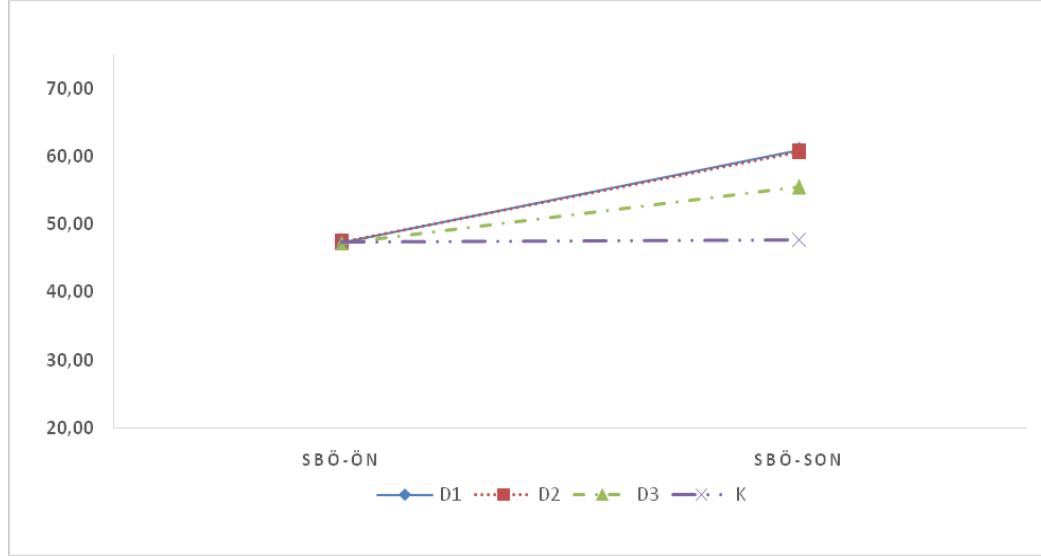
Tablo 4-68: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ'ne İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.521*	0.000
	Pozitif Sıra	16	8.50	136.00		
	Eşit	1	-	-		
Deney-2	Negatif Sıra	1	3.50	3.50	-3.458*	0.001
	Pozitif Sıra	16	9.34	149.50		
	Eşit	0	-	-		
Deney-3	Negatif Sıra	7	4.50	31.50	-2.136*	0.033
	Pozitif Sıra	10	12.15	121.50		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol	Negatif Sıra	7	10.50	73.50	-0.142*	0.887
	Pozitif Sıra	10	7.95	79.50		
	Eşit	0	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekteştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.521$, $p<0.05$, $r=0.60$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekteştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.458$, $p<0.05$, $r=0.59$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekteştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.136$, $p<0.05$, $r=0.37$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekteştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.142$, $p>0.05$) ise ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Tüm grupların SBÖ ön ve son test ortalama puanlarındaki değişim Grafik 4-5'te sunulmuştur.

14 maddeden oluşan SBÖ, ölçeğin tümünden alınan puanın yanı sıra ölçmüş olduğu herbir beceri açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. SBÖ'de yer alan 14 maddenin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, bilgi edinme, bilgiyi kontrol etme ve özgüven olmak üzere üç alt boyut olarak ele alınmıştır.



Grafik 4-5: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Ortalama Puanlarındaki Değişim

Tüm grupların SBÖ'nin herbir alt boyutundan ön ve son testte almış oldukları puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4-69'da sunulmuştur.

Tablo 4-69: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Alt Boyutlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Alt Boyut	Grup	Test	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük Puan	En Yüksek Puan
Bilgi Edinme	Deney 1	Ön Test	22.70	3.98	17.00	27.00
		Son Test	27.00	2.21	23.00	30.00
	Deney 2	Ön Test	22.65	2.85	18.00	27.00
		Son Test	26.29	2.05	23.00	30.00
	Deney 3	Ön Test	21.94	4.83	14.00	28.00
		Son Test	25.71	2.76	21.00	30.00
Kontrol	Ön Test	21.71	3.99	16.00	28.00	
	Son Test	20.94	4.29	15.00	30.00	
Bilgiyi Kontrol Etme	Deney 1	Ön Test	15.47	1.74	12.00	19.00
		Son Test	20.88	2.62	17.00	25.00
	Deney 2	Ön Test	14.94	3.15	11.00	21.00
		Son Test	21.35	3.20	17.00	25.00
	Deney 3	Ön Test	15.53	3.26	11.00	23.00
		Son Test	19.23	4.16	9.00	25.00
Kontrol	Ön Test	16.29	2.62	12.00	21.00	
	Son Test	17.59	3.45	12.00	23.00	
Özgüven	Deney 1	Ön Test	9.12	2.85	4.00	15.00
		Son Test	13.06	2.01	9.00	15.00
	Deney 2	Ön Test	9.76	1.75	6.00	14.00
		Son Test	12.94	2.04	9.00	15.00
	Deney 3	Ön Test	9.76	2.17	4.00	13.00
		Son Test	10.53	3.26	3.00	15.00
Kontrol	Ön Test	9.88	0.85	8.00	11.00	
	Son Test	9.23	2.33	6.00	15.00	

4.6.1. Bilgi Edinme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Sorgulama becerileri ölçeğinde yer alan 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu maddeler “*Bilgi edinme*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur. Tablo 4-70’ de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)=0.706, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların bilgi edinme becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-70: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	37.21	3	0.706	0.872
	Deney-2	17	35.09			
	Deney-3	17	34.06			
	Kontrol	17	31.65			
Son test	Deney-1	17	44.91	3	17.799	0.000
	Deney-2	17	39.74			
	Deney-3	17	36.50			
	Kontrol	17	16.85			

Uygulama sonrasında uygulanan SBÖ’den elde edilen verilere göre grupların bilgi edinme boyutu son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)=17.799, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-71).

Tablo 4-71: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	19.18	326.00	116.000	0.321
Deney-2	17	15.82	269.00		
Deney-1	17	19.88	338.00	104.000	0.160
Deney-3	17	15.12	257.00		
Deney-1	17	23.85	405.50	36.500	0.000
Kontrol	17	11.15	189.50		
Deney-2	17	18.47	314.00	128.000	0.567
Deney-3	17	16.53	281.00		
Deney-2	17	23.44	398.50	43.500	0.000
Kontrol	17	11.56	196.50		
Deney-3	17	22.85	388.50	53.500	0.002
Kontrol	17	12.15	206.50		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol ($U=36.500$, $z=-3.734$, $p<0.0083$, $r=0.64$), Deney-2 ve Kontrol ($U=43.500$, $z=-3.492$, $p<0.0083$, $r=0.60$), Deney-3 ve Kontrol ($U=53.500$, $z=-3.146$, $p<0.0083$, $r=0.54$) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-1 ve Deney-2 ($U=116.000$, $p>0.0083$), Deney-1 ve Deney-3 ($U=104.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=128.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların bilgi edinme boyutu ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-72).

Tablo 4-72: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgi Edinme Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	3	3.33	10.00	-3.007*	0.003
	Pozitif Sıra	13	9.69	126.00		
	Eşit	1				
Deney-2	Negatif Sıra	2	6.75	13.50	-2.992*	0.003
	Pozitif Sıra	15	9.30	139.50		
	Eşit	0				
Deney-3	Negatif Sıra	4	3.25	13.00	-2.273*	0.023
	Pozitif Sıra	9	8.67	78.00		
	Eşit	4				
Kontrol	Negatif Sıra	6	7.83	47.00	-0.630*	0.528
	Pozitif Sıra	6	5.17	31.00		
	Eşit	5				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.007$, $p<0.05$, $r=0.52$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=2.992$, $p<0.05$, $r=0.51$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.273$, $p<0.05$, $r=0.39$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.630$, $p>0.05$) ise bilgi edinme boyutuna ilişkin ön ve son testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

4.6.2. Bilgiyi Kontrol Etme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Sorgulama becerileri ölçeğinde yer alan 7, 8, 9, 10 ve 11 nolu maddeler “*Bilgiyi kontrol etme*” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-73: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	34.21	3	2.335	0.506
	Deney-2	17	30.06			
	Deney-3	17	33.56			
	Kontrol	17	40.18			
Son test	Deney-1	17	40.09	3	11.205	0.011
	Deney-2	17	42.94			
	Deney-3	17	32.71			
	Kontrol	17	22.26			

Tablo 4-73' de görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur [χ^2 (sd=3, n=17)= 2.335, p>0.05]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların bilgiyi kontrol etme becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların bilgiyi kontrol etme boyutu son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [χ^2 (sd=3, n=17)= 11.205, p<0.05]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-74).

Tablo 4-74: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	16.56	281.50	128.500	0.578
Deney-2	17	18.44	313.50		
Deney-1	17	19.29	328.00	114.000	0.291
Deney-3	17	15.71	267.00		
Deney-1	17	22.24	378.00	64.000	0.005
Kontrol	17	12.76	217.00		
Deney-2	17	20.00	340.00	102.000	0.140
Deney-3	17	15.00	255.00		
Deney-2	17	22.50	382.50	59.500	0.003
Kontrol	17	12.50	212.50		
Deney-3	17	20.00	340.00	102.000	0.141
Kontrol	17	15.00	255.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol (U=64.000, z=-2.787, p<0.0083, r=0.48), Deney-2 ve Kontrol (U=59.500, z=-2.948, p<0.0083, r=0.51) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Deney-1 ve Deney-2 (U=128.500, p>0.0083), Deney-1 ve Deney-3

($U=114.000$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=102.000$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=102.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların bilgiyi kontrol etme boyutu ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-75).

Tablo 4-75: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Bilgiyi Kontrol Etme Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.521*	0.000
	Pozitif Sıra	16	8.50	136.00		
	Eşit	1				
Deney-2	Negatif Sıra	2	2.50	5.00	-3.266*	0.001
	Pozitif Sıra	14	9.36	131.00		
	Eşit	1				
Deney-3	Negatif Sıra	5	4.00	20.00	-2.487*	0.013
	Pozitif Sıra	11	10.55	116.00		
	Eşit	1				
Kontrol	Negatif Sıra	5	3.60	18.00	-0.971*	0.331
	Pozitif Sıra	5	7.40	37.00		
	Eşit	7				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.521$, $p<0.05$, $r=0.60$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.266$, $p<0.05$, $r=0.56$), sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=2.487$, $p<0.05$, $r=0.43$) uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=0.971$, $p>0.05$) ise ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

4.6.3. Özgüven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Sorgulama becerileri ölçeğinde yer alan 12, 13 ve 14 nolu maddeler “Özgüven” alt boyutu olarak değerlendirilmiştir. Deney grupları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın

olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Kruskal Wallis H-Testi işe koşulmuştur.

Tablo 4-76’ da görüldüğü gibi, analiz sonuçları deney grupları ve kontrol grubu ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 2.048, p>0.05$]. Elde edilen bu verilere dayanarak uygulama öncesinde tüm grupların özgüven becerisi düzeyleri açısından denk oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4-76: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Kruskal Wallis H-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalamaları	sd	χ^2	p
Ön test	Deney-1	17	29.09	3	2.048	0.563
	Deney-2	17	34.35			
	Deney-3	17	37.53			
	Kontrol	17	37.03			
Son test	Deney-1	17	45.53	3	21.793	0.000
	Deney-2	17	44.18			
	Deney-3	17	29.65			
	Kontrol	17	18.65			

Uygulama sonrasında uygulanan SBÖ’den elde edilen verilere göre grupların son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$\chi^2(sd=3, n=17)= 21.793, p<0.05$]. Bu farkın kaynağını saptamak amacıyla grupların son test ortalama puanları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiş ve Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4-77).

Tablo 4-77: Grupların Uygulama Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	U	p
Deney-1	17	17.94	305.00	137.000	0.789
Deney-2	17	17.06	290.00		
Deney-1	17	21.50	365.50	76.500	0.017
Deney-3	17	13.50	229.50		
Deney-1	17	24.09	409.50	32.500	0.000
Kontrol	17	10.91	185.50		
Deney-2	17	21.21	360.50	81.500	0.028
Deney-3	17	13.79	234.50		
Deney-2	17	23.91	406.50	35.500	0.000
Kontrol	17	11.09	188.50		
Deney-3	17	20.35	346.00	96.000	0.092
Kontrol	17	14.65	249.00		

Analizler sonucunda Deney-1 ve Kontrol ($U=32.500$, $z=-3.898$, $p<0.0083$, $r=0.67$), Deney-2 ve Kontrol ($U=35.500$, $z=-3.791$, $p<0.0083$, $r=0.65$) grupları son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Deney-1 ve Deney-2 ($U=137.000$, $p>0.0083$), Deney-1 ve Deney-3 ($U=76.500$, $p>0.0083$), Deney-2 ve Deney-3 ($U=81.500$, $p>0.0083$), Deney-3 ve Kontrol ($U=96.000$, $p>0.0083$) gruplarının son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan SBÖ'den elde edilen verilere göre grupların özgüven boyutu ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır (Tablo 4-78).

Tablo 4-78: Grupların Uygulama Öncesi ve Sonrası SBÖ Özgüven Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Deney-1	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.316*	0.001
	Pozitif Sıra	14	7.50	105.00		
	Eşit	3				
Deney-2	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-3.420*	0.001
	Pozitif Sıra	15	8.00	120.00		
	Eşit	2				
Deney-3	Negatif Sıra	5	6.40	32.00	-1.303*	0.193
	Pozitif Sıra	9	8.11	73.00		
	Eşit	3				
Kontrol	Negatif Sıra	8	6.06	48.50	-1.393*	0.164
	Pozitif Sıra	3	5.83	17.50		
	Eşit	6				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analizler gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 grubunun ($z=3.316$, $p<0.05$, $r=0.57$), sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2 grubunun ($z=3.420$, $p<0.05$, $r=0.59$), uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur. Sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun ($z=1.303$, $p>0.05$) ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubunun ($z=1.393$, $p>0.05$) ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

4.7. ÖĞRETİMSEL YAKLAŞIMLARIN ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRENME SÜRECİNE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE İLİŞKİN BULGULAR

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının öğrenme sürecine yönelik düşünceleri nasıldır?" şeklindeki yedinci alt problemi çözmek amacıyla uygulama sonrasında tüm öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarına Ek-9'da verilen sorular yöneltilmiş ve öğretmen adaylarının yanıtlarına yönelik içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öğretmen adaylarının yanıtları uygun şekilde kodlanmış, her bir koda ilişkin frekans değerleri belirlenmiş ve kodlar uygun temalar altında toplanmıştır.

Öğretmen adaylarının yanıtlarına ait içerik analizi ve frekansları Tablo 4-79'da sunulmuştur. Yapılan içerik analizi neticesinde, kırk dört kod belirlenmiş ve bu kodlar öğretmen adaylarının öğrenme sürecine ilişkin görüşleri uygulamaların öğretmen adaylarının gelişimine katkısı, uygulamaların kimya dersine katkısı, uygulamaların kimya laboratuvarına katkısı, bilgisayar ortamında deney yapma ve geçmiş yapılan ve gelecekte yapılacak uygulamalar olmak üzere beş temada toplanmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtları incelendiğinde, Deney-1 grubundaki öğretmen adayları, genel olarak olumlu düşünceler belirttiği tespit edilmiştir. Deney-2 grubundaki öğretmen adayları, çoğunlukla olumlu görüş bildirmiş, ancak ortamın gerçek laboratuvar ortamını karşılamaması ve teknolojik sorunlardan dolayı memnun olmadıklarını bildirmiştir. Deney-3 grubundaki öğretmen adayları, uygulamaların bilgisayar ortamında yapılmasının ilginç olmasının yanısıra uygulamaların gerçek laboratuvar ortamındaki gibi olmadığı ve bu gibi uygulamaların sadece laboratuvar imkanı olmayan yerlerde yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise yapılan uygulamaların daha önce yaptıklarından pek farklı olmadığını, yönergeyi takip ederek deney yaptıklarını, deneyle ilgili fikir yürütmeye ve düşünmeye yönelmediklerini, ancak deney yapmanın genel açıdan fayda sağladığını bildirmiştir.

Tablo 4-79: Grupların Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerdeki Yanıtlarının İçerik Analizi ve Frekansları

Temalar	Kodlar	Deney-1 (f)	Deney-2 (f)	Deney-3 (f)	Kontrol (f)	
Uygulamaların öğretmen adaylarının gelişimine katkısı	El becerisi geliştirici	17	-	-	4	
	Hipotez kurma becerisi geliştirici	17	17	-	-	
	Ufuk geliştirici	13	13	-	-	
	Sosyal becerileri geliştirici	15	15	-	-	
	Geliştirici tartışmalar	17	10	-	-	
	Dönütlerin geliştirici olması	15	17	-	-	
	Daha derinlemesine düşünmeyi sağlayıcı	15	15	-	-	
	Özgüven artırıcı	10	9	3	2	
	Mantık yürütücü	16	13	-	-	
	Daha az düşündürücü	-	-	8	8	
	Düşünmeden, sadece yönergeyi takip etme	-	-	17	17	
Uygulamaların kimya dersine katkısı	İş bölümü	2	2	1	2	
	Çalışma isteği artırıcı	17	17	10	8	
	Öğretici	17	16	13	9	
	Faydalı	17	17	9	4	
	Zevkli	17	17	10	4	
	Konuları somutlaştırıcı	12	10	7	6	
	Bilgi verici	17	14	14	8	
	Daha fazla katılım sağlayıcı	8	7	2	-	
	Yaparak yaşayarak öğretici	17	-	-	5	
	Ders ve sınava yardımcı	15	10	4	3	
	Hikayelerin düşündürücü ve merak uyandırıcı oluşu	15	14	-	-	
	Uygulamanın merak uyandırıcılığı	15	15	-	-	
	Eğlenceli	17	16	-	-	
	Diğer derslere katkı sağlayıcı	17	14	-	-	
	Günlük yaşamla ilişkili oluşu	15	14	-	-	
	İlgi artırıcı	17	15	9	7	
	Öğrenmeye pek katkısı olmayışı	-	-	4	-	
	Grup çalışmalarının öğretici olması	13	12	10	-	
	Uygulamaların kimya laboratuvarına katkısı	Gerçek laboratuvar ortamının daha faydalı olması	-	10	17	-
		Laboratuvar güvenliğini öğretici	17	-	-	2
Bilgisayar ortamında deney yapma	Laboratuvar hatalarını çözmeyi öğretici	12	-	-	-	
	Bilgisayar ortamında zamandan tasarruf	-	17	17	-	
	Bilgisayar ortamının kimyasal korkusunu azaltması	-	17	17	-	
	Bilgisayar ortamının kimyasal korkusunu azaltması	-	17	17	-	
	Teknolojik problemlerin olumsuz etkisi	-	17	17	-	
	Bilgisayar ortamında laboratuvar güvenliğini araştırmaya ihtiyaç duymama	-	17	17	-	
	Bilgisayarda deneyin sadece imkan yokluğunda kullanımı	-	-	17	-	
	Bilgisayarda deneyin ilginç olması	-	12	10	-	
	Bilgisayarda deneyin gerçek laboratuvar kadar zevkli olmayışı	-	5	6	-	
	Aynı çalışmaları gerçek laboratuvar da yapma isteği	-	17	17	-	
Bilgisayarda deneyin gerçek laboratuvar hissi vermeyişi	-	-	10	-		

Geçmişte yapılan ve gelecekte yapılacak uygulamalar	Uygulamaların daha önceki deneylerden çok farklı olmayışı	-	-	-	17
	Uygulamalar gelecekte kesinlikle uygulanması gerekliliği	17	17	-	-

Deney-1 grubunda yer alan öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur;

"Deneyleri bizzat yaptığımızdan el becerisini geliştirdi."

"Daha önce laboratuvar uygulamalarımız oldukça azdı ve bu gibi uygulamaları hiç yapmadık. Ve şuan öğretmenlik aşamasına adım atmış bireylerin bunları üniversitede de yapmadığı düşünülürse, bu gibi deneyleri öğrencilerine gösterirken kesinlikle başarısız olurlar."

"Hipotez kurmayı lisede çok basitçe görmüştük. Ancak, ben hipotez kurmayı gerçek manada bu uygulamalarla öğrendim. Zaten başlangıçta kurduğumuz hipotezler çok kötüydü ama zamanla daha güzel hipotezler kurduk."

"Deneyde malzemelerin kullanım sırası verilmediğinden, biz hangi malzemeyi ne zaman kullanacağımızı düşünmek zorunda kaldık. Bunun da ufkumuzu genişlettiğini düşünüyorum."

"Hikayeleri ilk okuduğumuzda basit gibi görünüyordu, oysaki içerisinde düşünmemiz gereken çok şey vardı."

"Deneyde yaşadığımız bazı aksilikler oldu. Ancak, bu daha farklı düşünmemizi sağladı. Hatalarımızı gördük, bazen tekrarladık deneyi. Hata kaynaklarını görmüş olduk."

"Deneyleri topluluk içerisinde grup şeklinde yaptığımızdan sosyal becerilerimizi de geliştirdi."

"Daha önce yaptığımız uygulamalarda olduğu gibi sadece senden isteneni yaptığında bu sana hiçbir şey katmıyor. Sınavlarda aklında hiçbir şey kalmıyor. Sadece bazı şeyleri ezberlemiş oluyoruz."

Deney-2 grubunda yer alan öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur;

"Diğer derslerimizdeki başarımızı da etkiledi. Diğer derslerde neyi nasıl yapabileceğimizi düşünmemizi sağladı ve bakış açımızı geliştirdi."

"Daha önceki derslerde hipotez kurma şudur deniliyordu sadece. Ama nasıl hipotez kurulacağı, deneylerin nasıl yapılacağı söylenmiyordu. Biz bunları anlamayamazsak öğrencilerimize de aktaramayız."

"Değişen bakış açımı daha önce yapamadığım dersler için bile artık yapabiliyorum."

"Her ne kadar gerçek ortamda olmasa da problem belirledik, hipotez kurduk, malzemeler sıralı değildi ve nasıl kullanacağımızı düşündük. Deneyleri zihinsel olarak yaptık."

"Daha önceden zeytinyağlarından neden riviera acı diye merak ediyordum, bu deneyle günlük yaşamda merak ettiğim bu olayı öğrenmiş oldum."

"Grup çalışmalarını sevmezdim, ama bu çalışmayla sevdim çünkü bilmediklerim arkadaşlarımdan öğrendim."

"Dönütler almamız bizi sorgulamaya yöneltti."

"Daha önce problemleri ezberleyip çözüyorduk. Burada mantığını anladık. Artık ezberlemiyor, mantık yürütüyorum."

"Bilgisayar ortamında olmamız kimyasal korkumuz olmamasını sağladı."

"Laboratuvar güvenliği kısmını hiç okumadım. Çünkü ihtiyaç duymadım, laboratuvar kazası ihtimali yoktu."

Deney-3 grubunda yer alan öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur;

"Bence bu uygulama deney yapacak imkanlar yoksa en azından öğrenciler görsün diye yapılmalı."

"Daha önceki deneylerde malzemelere dokunuyordum, ama bunda o imkan olmadı."

"Bu uygulamaya hiç laboratuvar gözüyle bakamadım."

"Deney için malzemeyi okla tutup koyuyorduk, gerçek ortamdaki kadar zevkli gelmedi. İnternette oynanan oyunlar gibiydi."

"Daha önce elimizle yaptığımız deneyler daha faydalıydı."

"Düşünme gibi amacımız yoktu. Sadece verileri kaydettik."

Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur;

"Uygulamalar sırasıyla nasıl olacağı yazıldığından neyi nasıl yaparım diye düşünmedim."

"Daha önce yaptığımız deneyler gibi herşeyin yapılış sırası belliydi, biz de onu takip ederek deneylerimizi yaptık."

"Alışkın olduğumuz deney yapma şeklinden çok farklı değildi, sadece konular farklıydı."

BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, tez kapsamında elde edilen bulgular tezin alt problemleri temel alınarak tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının Genel Kimya dersindeki akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki alt problemi çözümlenmek amacıyla tez kapsamında geliştirilen iki aşamalı Genel Kimya Kavram Testi öğretim öncesi ve sonrasında tüm gruplara uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının son test ve ön test-son test ortalama puanlarının istatistiksel analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda başarı sıralamasının; gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubu şeklinde olduğu saptanmıştır.

Sonuçlar, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenimin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 grubunun en başarılı iki grup olduğunu göstermiştir. Bu durum, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınarak gerçekleştirilen laboratuvar etkinliklerinin, belirli bir yönergenin izlendiği geleneksel laboratuvar etkinliklerine kıyasla öğrenme başarısının artmasında daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Her bir gruptaki öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler de kavram testi bulgularını destekler niteliktedir. Görüşmeler analiz edildiğinde, rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 gruplarındaki öğretmen adayları, daha yüksek oranlarda yaptıkları çalışmaları öğretici, faydalı, bilgi verici, derslerde ve sınavlarda yardımcı, konuları somutlaştırıcı, daha derinlemesine düşünmeyi sağlayan nitelikte olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber Deney-3 ve Kontrol grubundaki öğretmen adayları, uygulamalarını öğretici, faydalı, bilgi verici, derslerde ve sınavlarda yardımcı bulmakla birlikte, daha az düşündüklerini ve daha az analiz yaptıklarını ifade etmişlerdir. Sorgulamaya dayalı etkinliklerin geleneksel yaklaşımların uygulandığı gruplara kıyasla öğrenci başarısını arttırdığı alan yazında pek çok çalışma ile de vurgulanmıştır. Basağa, vd. (1994), sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının

geleneksel yaklaşıma kıyasla fen bilgisi öğretmen adaylarının biyokimya bilgilerini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Hofstein ve Walberg (1995), problem çözme, hipotez formülü bulma gibi aşamalardan oluştuğu için sorgulama tipi laboratuvarların öğrencilerin fen bilimini öğrenmelerinde oldukça etkili olduğunu belirtmiştir. Luera ve Otto (2005), fen öğretmen adayları için sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik çeşitli fen dersleri geliştirmiş ve bu derslerden birden fazlasını alan öğretmen adaylarının fen içerik bilgilerinde, bu dersleri almayanlara kıyasla anlamlı olarak daha fazla gelişme olduğu belirlemiştir. Lord ve Orkwiszewski (2006), kolej öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalarında biyoloji laboratuvarlarında sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının, yönergelere bağlı şekilde yürütülen klasik deneylere kıyasla başarıyı daha fazla arttırdığı sonucuna varmıştır. Jensen ve Lawson (2011) sorgulamaya dayalı öğrenmenin didaktik uygulamalara kıyasla başarıyı daha fazla arttırdığı sonucuna varmıştır. Lati, Supasorn ve Promarak (2012), kimyasal tepkimelerin hızları konusunda sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin başarılarını arttırmada etkili olduğunu bulmuşlardır. Abdelraheem ve Asan (2006) ise sorgulamaya dayalı öğretiler ile teknoloji arasında birbirini tamamlayıcı bir ilişki bulunduğunu ve her birinin uygulamasının diğerine fayda sağladığını, hem lisans hem de lisans üstü öğrencilerde teknoloji kullanımının başarıyı arttırdığını belirtmiştir.

Bunlara ek olarak rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin uygulandığı Deney-1 ve Deney-2 gruplarında diğer gruplardan farklı olmak üzere, etkinliklerdeki problem durumu bir günlük yaşam hikayesinin içinde verilmiştir. Böylelikle öğretmen adaylarının yapacakları etkinlikler ile günlük yaşam problemlerine çözüm bulmaları sağlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de öğretmen adayları etkinlik başında verilen ve problem durumu içeren günlük yaşam hikayeleri ile günlük hayatta merak ettikleri olayları öğrenmiş olduklarını, hikayelerin düşünmelerini sağladığını ve merak uyandırdığını belirtmişlerdir. Alan yazında da belirtildiği gibi bu tür günlük hayattan seçilmiş, bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesine imkan tanıyan problemler, öğrenciler için daha anlamlı ve ilgi çekici olmaktadır (Jonassen, 1997). İki grubun diğer gruplara kıyasla daha başarılı olmasında yapılan bu uygulamanın da etkili olduğu düşünülmektedir. Fen öğretiminde bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin eğitime pek çok açıdan katkı sağladığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu katkılardan başlıcası öğrenme

başarıdır ve eğitim öğretim sürecinde kazanılan bilgiler günlük yaşamla ilişkilendirildiği oranda kalıcı olmakta ve karşılaşılan yeni durumlara uygulanabilmektedir (Coştu, Ünal ve Ayas, 2007).

Her ikisinde de rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşımın gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 gruplarının son test sonuçları ele alındığında, anlamlı düzeyde olmamakla birlikte Deney-1 grubunun daha yüksek ortalama puana sahip olduğu belirlenmiştir. Deney-1 grubunun daha yüksek ortalama puana sahip olmasında, rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçek ortamda uygulanmış olması etkili olmuştur. Deney-1 grubundaki öğretmen adayları, rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin sanal ortamda gerçekleştirildiği Deney-2 grubundan farklı olarak gerçek yaşam problemlerine gerçek ortamda çözüm bulmuş, deneyleri alet ve malzemeleri kullanarak bizzat yapmış, gözlemlemiş, hata yapmış, bu hataların kaynaklarını kendileri belirlemiş ve hatalardan kaynaklanan riskleri yine kendileri ortadan kaldırmıştır. Dolayısıyla, Deney-1 grubundaki öğretmen adayları, Deney-2 grubuna kıyasla, deney sürecini doğrudan deneyimlemişlerdir. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler de bu sonuçları desteklemiştir. Deney-2 grubuna kıyasla Deney-1 grubunda daha fazla sayıda öğretmen adayı deneye daha fazla katıldıklarını, sadece Deney-1 grubundaki öğretmen adayları yaparak yaşayarak öğrendiklerini, hataları nasıl çözümleneceklerini keşfettiklerini belirtmişlerdir. Deney-2 grubundaki öğretmen adayları ise zihinsel becerilerini problemi çözmek için kullanmış, yazılımın izin verdiği ölçüde deney aşamalarını gerçekleştirmişlerdir. Örneğin, titrasyon deneyini gerçek laboratuvar ortamında yapan Deney-1 grubundaki öğretmen adayları, bürete koydukları titrantın hacmini doğru okumak, analitin ve indikatörün bulunduğu erleni karıştırmak ve dönüm noktasını doğru belirlemek zorunda olduklarından daha dikkatli olarak deneyi gerçekleştirmişlerdir. Deney-2 grubundaki öğretmen adayları ise titrant hacmi önceden belirlenmiş, analiti erlene doldurulmuş, analitin titrant ile otomatik olarak karıştırıldığı ve indikatör renk değişiminin net olarak saptanabileceği bir yazılımla deneylerini gerçekleştirdiklerinden zihinsel becerilerini daha az kullanmışlardır. Ayrıca, Deney-2 grubu öğretmen adayları bu deneyleri gerçek ortamda yapmış olsalardı, uygulamanın kendileri için daha faydalı olabileceğini, gerçek ortamda yapılan deneylerin bilgisayar ortamına kıyasla daha faydalı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Deney-2 ve Deney-3 gruplarının son test puanları kıyaslandığında, rehberli sorgulamaya dayalı sanal yazılımın kullanıldığı Deney-2 grubunun, geleneksel yaklaşıma dayalı sanal yazılımın kullanıldığı Deney-3 grubuna kıyasla anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olduğu tespit edilmiştir. İki grup arasındaki başarıda rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin rolü aşıkardır. Bununla beraber, kullanılan sanal yazılımlarda, Deney-2 grubundaki öğretmen adayları problem tanımlama, hipotez kurma, deney tasarlama, sonuçlarını paylaşma ve yorumlama aşamalarında araştırmacıyla etkileşim halinde bulunmuş ve bu durum onları daha da aktif hale getirmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları da bu durumu desteklemiştir. Deney-2 grubundaki öğretmen adayları aldıkları dönütlerin hatalarını düzeltmede etkili olduğunu ve daha iyi öğrenmelerini sağladığını belirtmiştir. Oysa ki Deney-3 grubundaki öğretmen adayları, yazılımda sadece deneylerini gerçekleştirmiş ve sadece grup arkadaşları ile bir etkileşimde bulunmuşlardır. Bu durum, öğretmen adaylarının başarılarını da etkilemiştir.

Deney-3 ve Kontrol gruplarının başarı düzeyleri incelendiğinde, son testte Deney-3 grubu anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olmuştur. Bu durum, her iki grupta da gerçekleştirilen etkinliklerin geleneksel yaklaşıma dayalı olmasına rağmen, Deney-3 grubundaki etkinliklerin sanal ortamda gerçekleştirilmesinden kaynaklanmıştır. Öğretmen adayları, öğrenim hayatları boyunca öğretim sistemimizi biçimlendiren geleneksel yaklaşıma ve geleneksel yaklaşıma dayalı etkinlikleri laboratuvar ortamında gerçekleştirmeye alışkınlardır. Dolayısıyla, Kontrol grubundaki öğretmen adayları alışık oldukları sisteme devam ederken, Deney-3 grubundaki öğretmen adayları her ne kadar geleneksel yaklaşıma dayalı da olsa deneyleri sanal ortamda yaparak farklı bir öğrenme ortamında yer almışlardır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de Kontrol grubundaki öğretmen adayları yapılan uygulamaların, daha önce yaptıkları deneylerden sistem olarak pek farklı olmadığını belirtirken, Deney-3 grubundaki öğretmen adayları bilgisayarda deney yapmanın ilgilerini çektiğini belirtmiştir. Dolayısıyla öğrenme merakları ve ilgilerinin artmasıyla birlikte Kontrol grubuna kıyasla daha yüksek puana sahip olmuşlardır.

Alan yazında öğrencilerin laboratuvar ortamında aktifliği arttıkça öğrenme başarılarının artacağı ve öğrenmelerinin kalıcı olacağı vurgulanmaktadır (Orbay vd.,

2003). Benzer şekilde, Ayar-Kayalı ve Tarhan (2004) yüksek verimlilikte öğrenmenin öğrencinin süreçte bizzat rol almasıyla gerçekleşeceğini belirtmiştir. Rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleştirildiği gruplar ile geleneksel yaklaşımın gerçekleştirildiği grupların akademik başarıları arasındaki fark, alan yazınla uyumlu olarak süreçte aktif rol almanın önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

Alan yazında etkileşimli ortamlar olacak şekilde düzenlenmiş sanal laboratuvarların, etkili bir etki-tepki süreci yaratacağı ve böylelikle öğrenmelerin daha anlamlı olacağı vurgulanmaktadır (Trindade vd., 2002). Benzer şekilde Tatlı (2011), doktora tezinde kimyasal değişimler ünitesi kapsamında geliştirdiği etkileşimli TGA destekli sanal kimya laboratuvarının uygulamalarının yapıldığı öğrencilerin geleneksel laboratuvar uygulamalarına katılan öğrencilere kıyasla başarılarının daha yüksek olduğunu saptamıştır. Özdener (2005), sanal laboratuvarların öğrencileri daha aktif kılacak uygulamalar içermesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durum, her ikisinde de sanal laboratuvar uygulamaları yapılmış olsa da bire bir öğrenci-öğretim elemanı etkileşimine imkan veren ve rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme aşamalarını gerçekleştiren Deney-2 grubunun, geleneksel olarak, sadece yönergeleri izleyerek deneyleri gerçekleştiren Deney-3 grubuna kıyasla genel kimya başarısının yüksek olmasının nedenlerini ortaya koymaktadır.

Sanal laboratuvar uygulamaları, içeriğinin ilgi ve dikkat çekici olması, farklı bir öğrenme ortamı deneyimi sunmasıyla başarıya katkı sağlamaktadır. Ancak, alan yazında sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar ortamı ile kıyaslandığı çalışmaların sonuçları değişkenlik göstermektedir. Kennepohl (2001), sanal kimya laboratuvarı yazılımının uygulandığı öğrencilerin, geleneksel kimya laboratuvarında deney yapan öğrencilere kıyasla daha yüksek başarıya sahip olduğunu belirlemiştir. Bakar ve Zaman (2007), geliştirdikleri sanal kimya laboratuvarının, geleneksel yaklaşıma dayalı uygulamalara kıyasla öğrenci başarısını daha fazla arttırdığını belirlemiştir. Bozkurt (2008), alternatif akım devreleri ve seri rlc devresinde rezonans konularına yönelik sanal laboratuvar geliştirmiş ve geleneksel laboratuvar uygulamalarına kıyasla öğrenci başarısını arttırmada daha etkili olduğunu saptamıştır. Tüysüz (2010), karışımlar ünitesi ile ilgili 16 sanal deneyi kapsayan bir

sanal laboratuvar geliştirmiş ve bu yazılımın geleneksel yaklaşıma kıyasla öğrencilerin başarılarını daha fazla arttırdığını tespit etmiştir. Bununla beraber, alan yazında sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvarların sağladığı cihazlar ve laboratuvar malzemeleri ile etkileşim (Bucos vd., 2008) ve bu yolla el becerilerini geliştirme (Carnevale, 2003; Diker, 2011) gibi imkanları sağlayamadığı da belirtilmektedir. Bernard vd., (2004) ve Cavanaugh vd., (2004), çalışmalarında gerçek laboratuvar ortamı ile sanal ortamının öğrenci başarisına katkıları arasında fark olmadığını tespit etmiştir. Ayrıca Erdan (2014), sanal laboratuvar ya da gerçek laboratuvarın birbirinin yerine tercih edilmemesi gerektiği ve bunların birbirlerinin sınırlı kaldığı durumlarda eksikliklerinin tamamlayıcısı olabileceğini belirtmiştir. Bilek ve Skalická (2010), çalışmalarında öğrencilerin gerçek laboratuvarda kullanılan araç ve gereçlerin kullanımlarının sanal ortamlarla karşılanmadığını, gerçek laboratuvardaki çalışmalar sonucunda kazanılan bazı beceri ve yeteneklerin sanal yazılımla kazanılamayacağını, bu sebeple gerçek ortamda gerçek materyallerle deney yapmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Dalgarno vd. (2009) gerçek laboratuvarı inceleyen öğrencilerin sanal laboratuvarı inceleyen öğrencilere kıyasla laboratuvar malzeme ve ekipmanlarını tanımada istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir şekilde daha yüksek puan aldığını belirlemiştir.

Tez bulguları, alan yazınla uyumlu olarak, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme gibi farklı öğrenme yaklaşımına dayalı deneysel uygulamaların öğrenci başarisını arttırmada etkisinin en fazla olduğunu ortaya koymuştur. Geleneksel yaklaşıma dayalı deneysel uygulamaların sanal ortamda gerçekleştirilmesi ise öğrencileri, alışkın oldukları öğrenme ortamdan çıkararak onların derse olan tutum ve ilgilerini arttırmış ve bu durum akademik başarılarının artmasına sebep olmuştur.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının Genel Kimya konularına yönelik kavramsal anlamaları arasında bir fark var mıdır?" şeklindeki ikinci alt problemi çözümlenmek amacıyla tüm grupların iki aşamalı Genel Kimya Kavram Testi'ne verdikleri yanıtlar analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının Genel Kimya Dersi'nde ele alınan tüm konulara yönelik alternatif kavramlara sahip oldukları saptanmıştır. Bu bölümde, her bir konuya yönelik alternatif kavramlar nedenleriyle tartışılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, “*Kimyasal Kinetik*” konusuna ilişkin dört grupta da ön testte belirlenen bazı alternatif kavramların frekanslarının azaldığı belirlenmiştir. Ön testte belirlenen alternatif kavramların frekanslarındaki azalma sırası en fazladan en aza olmak üzere; Kontrol, Deney-3, Deney-2 ve Deney-1 şeklinde olmuştur. *Kimyasal Kinetik* konusu, çalışma kapsamında ele alınan ilk konudur. Bu nedenle, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 grubundaki öğretmen adayları uygulanan öğretimsel yöntemle ilk defa karşılaşmışlardır. Alternatif kavramların istenilen düzeyde giderilememesinin nedeni olarak, öğretmen adaylarının alışkın oldukları öğrenme sürecinden farklı bir öğrenme sürecine henüz uyum sağlayamamaları düşünülmektedir. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise öğrenim hayatları boyunca alışkın oldukları yönteme devam ederken, diğer gruplar alışkın olmadıkları yepyeni bir yöntemle etkinliklerini gerçekleştirmişlerdir. Bu durum, her ne kadar uygulama öncesinde süreç hakkında bilgilendirilme yapılmış olsa da Deney-1, Deney-2 ve Deney-3’te yer alan öğretmen adaylarının konudan ziyade süreci anlamaya ve uygulamaya odaklanmalarına sebep olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Özellikle, Deney-1 ve Deney-2 grubundaki öğrenciler, problemi tanımlama, hipotez kurma, deney tasarlama gibi üst düzey becerilerini kullanmayı gerektiren bir uygulamayla daha önce karşılaşmamış olduklarından ilgilerinin daha çok bu alanlarda olduğu saptanmıştır.

Ön testte belirlenen alternatif kavramlar; tepkime hızı, tepkime hızına derişimin etkisi, hız sabiti, tepkime hızına yüzey alanının etkisi, tepkime hızına katalizör etkisi, tepkime mekanizması, tepkime hızına sıcaklığın etkisi ve çarpışma teorisi olmak üzere sekiz alt başlıkta toplanmıştır. Her bir başlık ele alındığında en fazla alternatif kavramın tepkime hızına katalizörün etkisi ve tepkime hızına sıcaklığın etkisi konularında olduğu saptanmıştır. Tepkime hızına katalizör etkisi konusunda ön testte dört alternatif kavram belirlenmiştir. Deney-1 grubunda bunlardan ikisinin frekansı azalırken ikisinin frekansının değişmediği, Deney-2 grubunda üçünün frekansı azalırken birinin arttığı, Deney-3 grubunda üçünün frekansı azalırken birinin arttığı ve Kontrol grubunda ise tümünün azaldığı belirlenmiştir. Tepkime hızına sıcaklığın etkisi konusunda ise ön testte üç alternatif kavram belirlenmiştir. Deney-1 grubunda bunlardan üçünün frekansının arttığı, Deney-2 grubunda ikisinin frekansı artarken birinin değişmediği, Deney-3 grubunda birinin frekansı azalırken ikisinin arttığı ve Kontrol grubunda tümünün azaldığı

saptanmıştır. Deney-1 grubunda frekansı değişmeyen, Deney-2 grubunda artan, Deney-3 grubunda ise ciddi bir değişim göstermeyen *katalizörün tepkimeyi eşdeğerlik noktasına hızlı getirdiğine* yönelik bir alternatif kavram belirlenmiştir. Bu alternatif kavramın nedeni alan yazınında çalışmalarıyla uyumlu olarak öğretmen adaylarının indikatör ve katalizör kavramlarını karıştırmalarıdır. Ancak, tez kapsamında bu konuda ele alınan deneysel uygulama katalizör ve indikatörün farklarını ortaya koymaya yönelik olmayıp, katalizörlerin tepkime hızına etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının sahip olduğu sözü edilen alternatif kavramın giderilemediği düşünülmektedir. Deneysel uygulamalar, öğretmen adaylarının derişim, sıcaklık, yüzey alanı ve katalizörün tepkime hızına etkisini gözlemleyebilecekleri, sonuçlarını hız sabiti ve çarpışma kuramına dayalı olarak yorumlayabilecekleri şekilde kurgulanmıştır. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi çalışma kapsamında gerçekleştirilen ilk etkinliklerin kimyasal kinetik konusuna yönelik olması nedeniyle öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımına alışma sürecinde oldukları gözlemlenmiş, dolayısıyla bu durum Deney-1, Deney-2 ve Deney-3 gruplarının bazı alterntif kavramlarının giderilememesine neden olmuştur.

Konularının hem karmaşık olması hem de nitel ve nicel veriler içermesi nedeniyle kimyasal kinetik öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler için hem anlaşılması hem de öğretilmesi zor olan konulardan biridir (Justi, 2003). Bu durum kimyasal kinetik konusunda alternatif kavramların oluşmasına zemin hazırlamakla birlikte, zaten doğası gereği değişime direnç gösteren alternatif kavramların (Aydın vd., 2009; Niaz vd., 2002) giderilmesini zorlaştırmaktadır. Bu sebeple, alan yazında pek çok çalışma kimyasal kinetik konularına yönelik alternatif kavramların belirlenmesi (Çakmakçı, Leach ve Donnelly, 2006; Kolomuç ve Tekin, 2011; Sözbilir, Pınarbaşı ve Canpolat, 2010; Taştan, Yalçınkaya ve Boz, 2010; Turányi ve Tóth, 2013) üzerine yoğunlaşmıştır. Alan yazında kimyasal kinetik konusundaki alternatif kavramların belirlendiği bu çalışmaların bulguları gerçekleştirilen tezde tespit edilen alternatif kavramlarla uyumludur. Bununla beraber, alan yazında pek çok çalışma çeşitli deneylerle desteklenen programlar (Van Driel, 2002), animasyonlar ve rehber çalışma kağıtları (Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010), kavram haritaları destekli yapılandırmacı yaklaşım (Aydın vd., 2009), yapılandırmacı yaklaşımın dört aşamalı modeli (Kurt ve Ayas, 2012), demonstrasyonlarla zenginleştirilmiş kavramsal değişim temelli eğitim (Kaya, 2011), örnek olay yöntemi

(Yalçinkaya vd., 2012), işbirlikli öğrenme yöntemi (Taştan Kırık ve Boz, 2012) ve kavramsal değişim metinleri (Kıngır ve Geban, 2012) gibi öğretimsel yaklaşımlar kullanılarak kimyasal kinetik konusundaki alternatif kavramların giderilmesini amaçlamıştır. Tüm bu araştırmalarda, tez sonuçlarına da yansıdığı gibi, alternatif kavramların azalmakla birlikte tamamen giderilemediği belirlenmiştir.

Genel Kimya Kavram Testinde *kimyasal denge* konusuna ilişkin yanıtların analizi sonucunda, ön testte yedi alternatif kavram belirlenmiş ve Le Chatelier Prensibi, dengeye sıcaklığın etkisi ve denge sabiti olmak üzere üç başlığa ayrılmıştır. Son test sonuçlarına göre, dengeye sıcaklığın etkisine ilişkin alternatif kavramın frekansının tüm gruplarda azaldığı saptanmıştır. Tez kapsamında gerçekleştirilen etkinlik dengeye etki eden faktörlere yönelik olup, elde edilen bu sonuçlar etkinliğin bu konudaki alternatif kavramları gidermede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Dengeye etki eden diğer faktörlere yönelik alternatif kavram tespit edilmemesi, uygulama sonrasında da bu konuda alternatif kavramın ortaya çıkmaması bu sonuçları doğrular niteliktedir. Bununla birlikte Deney-1, Deney-2 ve Deney-3 gruplarında, son testte Le Chatelier Prensibi'ne yönelik iki alternatif kavramdan birinin frekansı azalırken birinin arttığı, Kontrol grubunda ise birinin frekansı artarken diğerinin değişmediği belirlenmiştir. Benzer şekilde denge sabitine ilişkin alternatif kavramların son testteki frekansları her grupta farklı derecede azalmış, artmış ya da değişmemiştir. Bu durum geliştirilen etkinliğin doğrudan Le Chatelier Prensibi ve denge sabitine yönelik olmayışı ile açıklanabilir. Bu iki konu etkinliğin amacıyla yer almayan ancak, öğretmen adaylarının etkili bir sorgulama ve tartışma süreci sonunda hakkında bilgiye ulaşılabilecek konulardır. Özellikle Deney-1 ve Deney-2 gruplarında gerçekleşen sorgulama ve tartışma, Deney-3 ve Kontrol gruplarında gerçekleşen tartışma aktiviteleri, alternatif kavramların frekanslarında azalmanın gerçekleşmesinde etkili olmuştur.

Kimyasal denge kimyanın diğer konularını öğrenme ve anlamada önemli bir role sahip olan bir konudur (Voska ve Heikkinen, 2000) ve kimyasal denge konusundaki alternatif kavramların belirlenmesi ve giderilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple alan yazında kimyasal denge konusuna yönelik alternatif kavramların belirlenmesi ve giderilmesine ilişkin çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır. Alternatif kavramların belirlenmesi (Cheung, Ma ve Yang, 2009; Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik, 2010; Kousathana ve Tsaparlis, 2002; Niaz, 2001; Özmen, 2008; Pedrosa ve Dias, 2000; Piquette ve Heikkinen, 2005; Ouilez, 2004; Turányi ve

Tóth, 2013; Van Driel, 2002) ve uygun öğrenme ortamları oluşturulduğunda alternatif kavramların giderilebileceğine (Akkuş vd., 2003; Atasoy, Akkuş ve Kadayıfçı, 2009; Bilgin, 2006; Canpolat vd., 2006; Çam ve Geban, 2013; Mathabatha, 2005; Özmen, 2007, Weerawardhana, Ferry ve Brown, 2004) yönelik çalışmaların sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Tez kapsamında ele alınan konulardan bir diğeri olan *Termokimya* konusunda ön testte dokuz alternatif kavram belirlenmiş ve endotermik tepkimeler, tepkime entalpisi, bağ enerjisi, ekzotermik tepkimeler ve nötralleşme ısısı olarak başlıklara ayrılmıştır. Bu başlıklardan nötralleşme ısısı ele alındığında, bu konudaki alternatif kavramın frekansı son testte Deney-1 ve Deney-3 grubunda azalmış, Kontrol grubunda ciddi bir değişim göstermemiş, Deney-2 grubunda ise değişmeden kalmıştır. Tez kapsamında geliştirilen etkinlik kalorimetri ve Hess Yasası'na dolayısıyla nötralleşme ısısına yönelik olup, sonuçlar etkinliğin önemli derecede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Deney-1 ve Deney-2 grupları kıyaslandığında, etkinliğin rehberli sorgulamaya dayalı olarak gerçek ortamda psikomotor beceriler kullanılarak gerçekleştirilmesinin, bu alternatif kavramın giderilmesinde daha etkili olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber Deney-3 ve Kontrol grubu kıyaslandığında ise, zengin içerik ve görsele sahip olması sebebiyle ilgi ve merak uyandıran sanal laboratuvar uygulamasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde endotermik tepkimeler, tepkime entalpisi, bağ enerjisi ve ekzotermik tepkimeler konularına ilişkin alternatif kavramların son testteki frekansları her grupta farklı derecede azalmış, artmış ya da değişmemiştir. Geliştirilen etkinlikler doğrudan bu konulara yönelik olmadığından ve bu konulara ilişkin bilgiler sorgulama ve tartışma süreçleri ile edinilebileceğinden, her grupta alternatif kavramlar farklı düzeyde değişim göstermiştir.

Alan yazın incelendiğinde termokimya konusunda yürütülen alternatif kavram belirleme ve giderme çalışmalarının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar, genellikle termodinamik konusu altında termokimyaya ilişkin bazı konuların alt başlıklar şeklinde incelenmesi ya da termokimya konularından sadece biri seçilip ele alınması ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar kimyasal tepkimelerde enerji (Ayyıldız ve Tarhan, 2012; Ebenezer ve Fraser, 2001; Taştan, Yalçinkaya ve Boz, 2008), bağ enerjileri (Boo ve Watson, 2001; Teichert ve Stacy, 2002; Yalçinkaya, Taştan ve Boz, 2009), kalorimetri (Greenbowe ve Meltzer, 2003; Yalçinkaya, Taştan ve Boz, 2009), tepkime entalpisi (Nilsson ve Niedderer, 2014;

Sözbilir, 2004; Sreenivasulu ve Subramaniam, 2013), enerjinin korunması (Tatar ve Oktay, 2007), endotermik ve ekzotermik tepkimeler (Sreenivasulu ve Subramaniam, 2013; Türk ve Çalık, 2008; Yalçinkaya, Taştan ve Boz, 2009) konularına yönelik alternatif kavramların belirlenmesi ve giderilmesini ele almış olup, sonuçları tez kapsamında elde edilen bulgularla uyum göstermiştir.

Öğretmen adaylarının *asitler bazlar* konusuna yönelik sorulara verdiği yanıtların analizi sonucunda ön testte otuz altı alternatif kavram belirlenmiş ve titrasyon, tampon çözeltiler, asit ve bazların kuvveti, nötralleşme, indikatörler, asit-baz dengesi ve eşdeğerlik noktası olmak üzere yedi alt başlıkta incelenmiştir. Bu alt başlıklardan titrasyona ilişkin son test sonuçları incelendiğinde, ön testte belirlenen sekiz alternatif kavramdan, titrasyonda indikatörün önemine ilişkin olan alternatif kavramın önemli derecede giderildiği belirlenmiştir. Deney-1, Deney-2 ve Deney-3 gruplarında bu alternatif kavram tamamıyla giderilirken, Kontrol grubunda frekansı azalmıştır. Tez kapsamında asitler bazlar konusunda geliştirilen etkinliklerden "Salatanın Sosu" etkinliği titrasyon konusuna yönelik geliştirilmiştir. Özellikle Deney-1 grubunda on yedi kişiden sekizinin sahip olduğu titrasyonda indikatörün önemine ilişkin alternatif kavramın tamamıyla giderilmiş olması, etkinliğin titrasyonda indikatörün rolünü ifade etmede oldukça etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlara paralel olarak indikatörler konusundaki alternatif kavramların da önemli ölçüde giderildiği belirlenmiştir. Tüm gruplarda indikatör konusunda ön testte belirlenen üç alternatif kavramdan ikisinin son testte frekansının önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Bununla birlikte, titrasyon konusundaki zayıf asitlerin zayıf bazlarla titre edilemeyeceğine ilişkin alternatif kavramın frekansının son testte tüm gruplarda arttığı belirlenmiştir. Bu durumun uygulanan etkinlikte kullanılan kimyasallardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Salatanın sosu etkinliğinde zayıf asit içeren zeytinyağı kuvvetli bir asit olan NaOH ile titre edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının zihninde zayıf asitlerin kuvvetli bazlarla titre edilmesi gerektiği düşüncesinin oluşmasına, dolayısıyla alternatif kavramın frekansının artmasına sebep olmuş olabilir.

Tampon çözeltiler başlığı ele alındığında, bu konuda belirlenmiş yedi alternatif kavramın frekanslarının tüm gruplarda son testte önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Özellikle tamponlara asit/baz ilave edildiğinde çözeltinin pH'ının yedide sabit kalacağına yönelik alternatif kavram tüm gruplarda önemli düzeyde giderilmiştir. Ayrıca tampon çözeltiye az miktarda baz ilave edildiğinde çözeltinin

pH'ının on dörde yaklaşacağına dair alternatif kavram Deney-1'de en fazla olmak üzere Deney-1, Deney-2 ve Deney-3 gruplarında önemli oranda giderilmiş, Kontrol grubunda ise önemli bir değişim göstermemiştir. Tüm bu sonuçlar geliştirilen etkinliğin tampon çözeltiler konusundaki alternatif kavramların giderilmesinde oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Tamponlara baz ilavesi sonucu eşlenik baz/eşlenik asit oranındaki değişme yönelik alternatif kavramın frekansı Deney-1 ve Deney-2 gruplarında artarken, Deney-3'te değişmemiş, Kontrol grubunda ise önemli düzeyde azalma göstermemiştir. Bu durum geliştirilen etkinliğin doğrudan bu alternatif kavrama yönelik olmayışı ile açıklanabilir.

Asitler bazlar soyut ve öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan kimya konularından biridir (Demircioğlu, Ayas, ve Demircioğlu, 2005; Sisovic ve Bejovic, 2000). Bununla birlikte ve kimyada maddenin doğası, sitokiyometri, çözeltiler, kimyasal tepkimeler, kimyasal denge ve elektrokimya gibi pek çok konunun anlaşılmasında önemli bir role sahiptir (Acar Şeşen ve Tarhan, 2011). Bu sebeple alan yazında asitler bazlar konusu ilköğretimden üniversiteye kadar eğitimin her kademesinde ele alınmaktadır. Gerçekleştirilen tezde asitler bazlar konusuna yönelik elde edilen sonuçlar alan yazında yer alan asitler bazlar konusundaki alternatif kavramların belirlenmesi (Ağgöl Yalçın, 2001; Artdej vd., 2010; Boz, 2009; Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik, 2010; Çökelez, 2010; Dhindsa, 2002; Drechsler ve Van Driel, 2009; Kariper, 2011; Kousathana, Demerouti ve Tsaparlis, 2005; McClary ve Bretz, 2012; Muchtar- Harizal, 2012; Sheppard, 2006; Tana vd., 2010) ve analoji destekli kavramsal değişim metinleri (Çetingöl ve Geban, 2001, 2005), bilişsel çatışma (Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005), kavram karikatürleri (Yavuz ve Arslan, 2010), çeşitli aktif öğrenme tekniklerinden oluşan öğrenme ortamı (Acar-Şeşen ve Tarhan, 2011), 5E modeli (Metin, 2011), tahmin-gözlem-açıklama (Kala, Yaman ve Ayas, 2012; Özdemir, Köse ve Bilen, 2012) gibi çeşitli öğrenme ortamları oluşturularak giderilmesine yönelik olan araştırmaların bulguları ile uyum göstermiştir.

Elektrokimya konusuna ilişkin yanıtlar incelendiğinde, öğretmen adaylarının ön testte on iki alternatif kavrama sahip olduğu belirlenmiştir. Bu alternatif kavramlar pil potansiyeli, metal elektrotlar, galvanizleme ve kaplama, anot ve katot başlıkları altında ele alınmıştır. Son test sonuçları incelendiğinde, Deney-1 ve Deney-2 gruplarında en fazla olmak üzere, tüm gruplarda pil potansiyelinin derişimden bağımsız oluşuna yönelik alternatif kavramın önemli derece giderildiği

tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen etkinliklerden ilki pil potansiyelinin derişime etkisine yönelik olup, elde edilen bu sonuç etkinliğin bu alternatif kavramı gidermede etkili olduğunu göstermiştir. Pil potansiyeli konusunun altında yer alan diğer bir alternatif kavram olan derişim arttıkça elektronların hareketinin hızlandığı ve pil potansiyelinin arttığına ilişkin alternatif kavramın frekansı ise Deney-3 grubunda değişmemiş, diğer gruplarda ise artmıştır. Bu durum gerçek laboratuvar ortamında elektronların hareketinin gözlenememesi ve sanal ortamdaki etkinlikte de elektronların hareketinin canlandırılmamasından kaynaklanmaktadır.

Elektrokimya konusunda gerçekleştirilen etkinliklerden ikincisi paslanmanın giderilmesi ve kaplama işleme yönelik tasarlanmıştır. Galvanizleme ve kaplama başlığı altında yer alan alternatif kavramlar incelendiğinde, işlemin temel özelliklerini ifade eden enerji verilmesi ve pozitif-negatif kutuplara yönelik alternatif kavramların frekanslarının Kontrol grubu dışında tüm gruplarda azaldığı belirlenmiştir. Geliştirilen etkinlikte bu özelliklerin gözlenebilir ve sorgulanabilir olması bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Yine bu başlık altında da elektronların hareketini içeren alternatif kavramların frekansları artmıştır. Bu durum da yine etkinlikte elektron hareketlerinin gösterilmeyişi ile açıklanabilir. Ayrıca anot ve katoda yönelik iki alternatif kavramın frekansının tüm gruplarda düştüğü, Deney-1 grubunda ise bu iki alternatif kavramın tamamen giderildiği belirlenmiştir. Her ne kadar etkinliğin doğrudan amacında yer almasa da, öğretmen adayları deney düzeneklerinin kurulumu aşamasında anot ve katoda ilişkin bilgi edinebilmişlerdir. Deney-1 grubunda tamamen giderilmesi ise öğretmen adaylarının hem durumu sorgulaması hem de düzenekleri psikomotor becerilerini kullanarak kurmalarından kaynaklanmıştır.

Elektrokimya kimyanın en temel konularındandır ve bu konudaki alternatif kavramların belirlenmesi ve giderilmesi büyük önem arz etmektedir. Alan yazında elektrokimyaya ilişkin çeşitli düzeylerde gerçekleştirilmiş pek çok araştırma elektrokimya konularındaki alternatif kavramları belirleme (Ahtee, Asunta ve Palm, 2002; Aydeniz ve Kırbulut, 2011; Çetin-Dindar, Bektaş ve Çelik, 2010; Ekiz vd., 2011; Mamlok-Naaman vd., 2003; Rahayu vd., 2011; Sia, 2010; Sia, Tragust ve Chandrasegaran, 2012) ve gidermeye (Acar ve Tarhan, 2007; Ahmad ve Lah, 2013; Karşlı ve Ayas, 2013; Karşlı ve Çalık, 2012; Niaz, 2002; Özkaya vd., 2006; Talib, Matthews ve Secombe, 2005; Tarhan ve Acar, 2007; Yürük, 2007) odaklanmış olup, tezin sonuçlarını desteklemektedirler.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya dersine yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" ve "Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının kimya laboratuvarına yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki üçüncü ve dördüncü alt problemi çözmek amacıyla tüm gruplara öğretimsel işlemde önce ve sonra olmak üzere Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği (KDTÖ) ve Kimya Laboratuvarına Karşı Tutum Ölçeği (KLTÖ) uygulanmış, son test ortalama puanları ve ön test-son testlerin ortalama puanları arasındaki farklar dikkate alındığında, grupların kimya dersine ve kimya laboratuvarına karşı tutumlarının Genel Kimya başarıları ile uyumlu şekilde en yüksekten en düşüğe sıralamasının; gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubu şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Yürütülen tezde, öğretimsel süreç sonunda rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının temel alındığı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 gruplarının, geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 ve Kontrol gruplarına göre kimya dersine ve laboratuvarına yönelik daha yüksek olumlu tutuma sahip oldukları tespit edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmeyi gerçekleştiren öğretmen adaylarının, geleneksel yaklaşıma devam eden öğretmen adaylarına kıyasla derse daha fazla çalışma isteği duyduklarını, daha zevk alarak çalıştıklarını, mutlu olduklarını, eğlendiklerini, deneylerden sonra derse olan ilgilerinin arttığını ve bu uygulamaların daha sonra da yapılmasını istediklerini vurgulamaları da tutumlardaki olumlu artışı destekler niteliktedir.

Ulusal ve uluslararası araştırmalar da tez kapsamında elde edilen bu sonuçlara paralellik göstermekte ve rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin tutumların olumlu yönde geliştirmede etkisini vurgulamaktadır. Berg vd. (2003), çalışmalarında bir kimya deneyini açık sorgulamaya dayalı öğrenme ve doğrulama tipi sorgulamaya dayalı öğrenmeye göre tasarlamış ve açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı üniversite öğrencilerinin deneye bakış açılarının doğrulama tipi sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı öğrencilere göre daha olumlu

olduğu tespit edilmiştir. Tretter ve Jones (2003), fizik dersinde iki yıl geleneksel yaklaşım sonraki iki yıl ise sorgulamaya dayalı yaklaşım uygulamış ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulandığı dönemde öğrencilerin derse tutumlarının geliştiği gözlenmiştir. Bliss vd. (2007), 10. sınıf öğrencilerinin biyoloji dersinde sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri gerçekleştirmiş ve öğrencilerin, sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerini diğer laboratuvar etkinliklerine göre daha ilginç ve yararlı olduğunu, bu etkinliklerle fen derslerinin eğlenceli ve ilginç olabileceğini düşündüklerini belirlemiştir. Küçüker (2008), bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin lise öğrencilerinin kimya dersine olan tutumlarına etkisini incelemiş ve bilgisayar destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kimya dersine olan tutumlarına anlamlı bir katkı sağladığını belirlemiştir. Akben (2011), öğretmen adaylarına yönelik sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri geliştirmiş ve etkinlikler sonunda öğretmen adaylarının fen öğretimine ve laboratuvara karşı tutumlarının arttığını tespit etmiştir.

Ayrıca rehberli sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 gruplarının, diğer gruplara kıyasla daha olumlu tutuma sahip olmalarında, etkinliklerin günlük yaşamdan alınan hikâyelerle başlaması da etkili olmuştur. Deney-1 ve Deney-2 gruplarındaki öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış görüşmelerde de belirttiği üzere, günlük yaşamdan alınan ve problem durumu içeren hikâyeler öğretmen adaylarının meraklarını uyandırmış ve günlük yaşamda merak ettiği bazı konulara ilişkin bilgi edinmelerini sağlamıştır. Alan yazında da belirtildiği üzere laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerini bilimsel gerçekler ve sosyal problemlerle ilişkilendiremezse, bu durum öğrencilerin tutum ve ilgilerini etkilemekte (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2011) ve öğrenciler olumsuz tutuma sahip olabilmektedirler (Ramsden, 1998). Öğrencilerin günlük yaşamları ile öğretilen konunun örtüşmesi, öğrencinin öğretilen konuyu kendi yaşamında bulması, derse daha merakla, daha ilgiyle ve daha olumlu tutumla yaklaşmasını sağlamaktadır.

Deney-1 ve Deney-2 grubunun son test tutum puanları kıyaslandığında ise Deney-1 grubunun kimya dersine karşı istatistiksel açıdan anlamlı ve kimya laboratuvarına karşı ise anlamlı olmayan düzeyde daha olumlu tutuma sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Deney-1 grubundaki öğretmen adaylarının gerçek laboratuvar ortamında yaparak ve yaşayarak, malzemeler ve cihazlarla etkileşim kurarak sürece birebir katılmalarının tutumlarını olumlu yönde etkilemiş olmasıyla

açıklanabilir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de Deney-2 grubundaki öğretmen adayları uygulamaların gerçek ortamda yapılmasının daha iyi olacağını, gerçek ortamda yapılan deneylerin daha faydalı olduğunu düşündüklerini ve bilgisayar ortamının gerçek ortam kadar zevk vermediğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Mercer-Chalmers vd. (2004), çalışmalarında sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanmış ve öğrencilerin bir kısmının sanal laboratuvarın gerçek laboratuvar ortamındaki hisleri karşılamadığını ifade ettiklerini saptamıştır. Bilek ve Skalická (2010), kimya öğretmen adaylarının sanal ortamın gerçek laboratuvar ortamının imkanlarını sağlamadığını düşündüğünü, bu sebeple gerçek ortamda gerçek materyallerle deney yapmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Tez kapsamında elde edilen sonuçlar uygulamalar sonunda, her ikisi de geleneksel yaklaşıma dayalı olsa da sanal laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği Deney-3 grubunun, Kontrol grubuna kıyasla anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek olumlu tutuma sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum, yarı yapılandırılmış görüşmelerde de dile getirildiği gibi Deney-3 grubundaki öğretmen adaylarının normal laboratuvardan farklı olarak ilk defa bilgisayar ortamında deneyleri gerçekleştirmeleri ve bu deneyleri ilginç bulmaları ile açıklanabilir. Bu sonuçlarla uyumlu olarak alan yazında sanal laboratuvar çalışmalarına yönelik gerçekleştirilen çalışmalar, sanal laboratuvarın, geleneksel laboratuvara kıyasla olumlu tutum geliştirmede daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Tüysüz (2010) ve Tatlı (2011), kimya dersinde sanal kimya laboratuvar uygulamalarının, geleneksel yaklaşıma kıyasla, öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiklerini tespit etmişlerdir.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki beşinci alt problemi çözümlenmek amacıyla uygulamalardan önce ve sonra tüm gruplara Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT) uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının son test ve ön test-son test ortalama puanlarının istatistiksel analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda bilimsel süreç becerileri sıralamasının; başarı ve tutum sıralaması ile uyumlu şekilde, gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2, sanal

laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubu şeklinde olduğu saptanmıştır. Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına yönelik sonuçlar incelendiğinde ise, gerek son test gerekse ön test-son test kıyaslamalarına göre, hipotez kurma ve tanımlama, araştırmayı tasarlama ve değişkenleri tanımlayabilme becerileri sıralamasının Deney-1, Deney-2, Deney-3 ve Kontrol grubu şeklinde; grafiği ve veriler yorumlama ve işlemsel açıklama getirebilme becerileri bakımından ise Deney-1, Deney-3, Deney-2 ve Kontrol grubu şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşımın temel alındığı Deney-1 ve Deney-2 grubunun en yüksek bilimsel süreç becerisine sahip iki grup olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Deney-2 grubu hipotez kurma ve tanımlama, araştırmayı tasarlama ve değişkenleri tanımlayabilme becerileri bakımından, Deney-1 grubu ise tüm beceriler bakımından geleneksel yaklaşımın esas alındığı gruplara kıyasla daha yüksek ortalama puana sahip olmuştur. Bu durum, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin, geleneksel yaklaşıma kıyasla bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme hipotez kurma, değişkenleri tanımlayarak araştırma tasarlama gibi aşamalardan oluştuğundan, hipotez kurma ve tanımlama, araştırmayı tasarlama ve değişkenleri tanımlayabilme becerilerinin gelişiminde de etkili olmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları da bulguları destekler niteliktedir. Deney-1 ve Deney-2 grubundaki öğretmen adayları hipotez kurma becerisinin geliştiğini ifade ederken, Deney-3 ve Kontrol grubundaki öğretmen adayları böyle bir düşünce belirtmemişlerdir.

Alan yazında da belirtildiği gibi sorgulamaya dayalı öğrenmenin dayanak noktalarından biri bilimsel süreç becerileridir. Basağa, vd. (1994), biyokimya dersinde sorgulamaya dayalı laboratuvar ve sınıf aktiviteleri yürütmüş, bu etkinliklerin geleneksel uygulamalara kıyasla fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemiştir. Suits (2004), genel kimya laboratuvarı dersinde sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirmiş ve geleneksel yaklaşıma kıyasla veri toplama, gözlem yapma, deney yürütme, sonuçlar, deney amaçlarını tartışma, sonuçları tartışma gibi becerileri

geliştirmede daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Ateş (2004), çalışmasında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının farklı zihinsel gelişim dönemlerindeki sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel işlem becerilerinin gelişimine etkilerini belirlemeyi amaçlamış ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanmış dört etkinlik gerçekleştirmiştir. Uygulamalar sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının farklı zihinsel gelişim evrelerindeki öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinin gelişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Budak (2008), kimya öğretmeni ve öğretmen adayları için sorgulayıcı-araştırmaya dayalı mesleki gelişim çalışma atölyesi geliştirmiş ve sorgulamaya dayalı çalışma atölyesinin kimya öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisinin olduğunu belirlemiştir. Kask ve Rannikmäe (2006), öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin, öğretmenin sorgulamaya dayalı yaklaşıma yönelik değişimine duyarlı olduğunu ve öğrencilerin süreç becerilerini geliştirmede sorgulamaya dayalı deneysel aktivitelerin önemli olduğunu vurgulamıştır. Lord ve Orkwiszewski (2006), biyoloji laboratuvarlarında sorgulamaya dayalı deneylerin, geleneksel yaklaşıma dayalı deneylere kıyasla öğrencilerin bilimsel problem çözme becerilerini daha iyi geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Oğuz-Ünver ve Yürümezoğlu (2009) çalışmalarında, sorgulamaya dayalı yürütülen gözlem süreçlerinin, gözlemi belli alanlara yoğunlaştırdığı gibi daha detaylı, sistemli ve zengin verilerin elde edilmesini sağladığını belirlemiştir. Akben (2011), doktora tezinde öğretmen adaylarına yönelik sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri geliştirmiş ve bu etkinliklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştirdiği sonucuna varmıştır. Lati, Supasorn ve Promarak (2012), çalışmalarında ülkelerinde geçmiş yıllarda lise öğrencilerinin sorgulamaya dayalı etkinliklere yönelik deneyimlerinin az olması sebebiyle bütünleştirilmiş süreç becerilerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak çalışma kapsamında sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri gerçekleştirmiş ve bu etkinliklerin bütünleştirilmiş süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu bulmuşlardır.

Her ikisinde de rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1 ve Deney-2 gruplarının son test sonuçları ele alındığında, Deney-1 grubunun, anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, tüm alt beceriler açısından da Deney-1 grubunun, Deney-2 grubundan daha yüksek ortalama puana sahip olduğu saptanmıştır. Bu durum,

rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçek ortamda uygulanmış olmasının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde daha fazla etkili olduğunu ortaya koymuştur. Deney-1 grubundaki öğretmen adayları, kurdukları hipotezi doğrulamak amacıyla gerçek ortamda araştırma tasarlamış, tasarladıkları bu araştırmayı düzeneklerini kendileri kurarak, kimyasal ve aletler ile etkileşim içinde yürütmüş, gerçek malzemeleri kullanarak değişkenlerini tespit etmiş ve bu yolla gerçek olayları gözlemleyerek araştırmalarına işlemsel açıklama getirebilmişlerdir. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşmelerde Deney-1 grubundaki öğretmen adayları uygulamalar süresince yaparak yaşarak öğrendiklerini ve bu yolla uygulamalar süresince deney yapmaya yönelik el becerilerinin geliştiğini, Deney-2 grubu ise sanal uygulamayla malzemelere dokunma imkanlarının olmadığını ve aynı uygulamaların gerçek ortamda yapılmasının daha faydalı olacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Tüm bu veriler, Deney-1 grubunun Deney-2 grubuna kıyasla bilimsel süreç becerilerinin daha fazla gelişmesinde, rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilmesinin etkili bir rol oynadığını göstermektedir.

Her ikisi de sanal ortamda gerçekleştirilen ancak, temel alınan yöntemin farklı olduğu Deney-2 ve Deney-3 grupları kıyaslandığında, rehberli sorgulamaya dayalı sanal yazılımın kullanıldığı Deney-2 grubunun bilimsel süreç becerileri testi ortalama puanının, geleneksel sanal yazılımın kullanıldığı Deney-3 grubuna kıyasla anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının etkisini ortaya koymaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, rehberli sorgulamaya dayalı yazılım, öğretim elemanı ve öğretmen adayının etkileşim kurabileceği şekilde tasarlanmıştır. Yazılımın bu özelliği, Deney-2 grubundaki öğretmen adaylarının kurdukları hipotez, tasarladıkları araştırma, değişkenlerine ilişkin çalışmalar vb. durumlara öğretim elemanından anında dönüt almasını sağlamıştır. Oysa ki Deney-3 grubunda böyle bir dönüt söz konusu olmamış, dolayısıyla iki grubun bilimsel süreç becerilerinin gelişimi farklılaşmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de Deney-2 grubundaki öğretmen adayları öğretim elemanı tarafından verilen dönütlerin kendilerini geliştirmede etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Deney-3 ve Kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri düzeyleri incelendiğinde, her iki grupta da gerçekleştirilen etkinlikler geleneksel yaklaşıma

dayalı olmasına rağmen, Deney-3 grubunun anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek düzeyde bilimsel süreç becerisine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Deney-3 grubu tüm alt beceriler bakımından Kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ortalama puana sahip olmuştur. Bu durumun, öğretmen adaylarının farklı bir öğrenme ortamı olan sanal laboratuvardaki zengin görsel içerik sayesinde deneyleri daha ilgi çekici bulmaları ile açıklanabilir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de belirtildiği üzere, Deney-3 grubundaki öğretmen adayları Kontrol grubuna kıyasla deneye daha fazla katılmışlar ve ortamı ilgi çekici bulmuşlardır.

Alan yazında da vurgulandığı üzere, uygun tasarlanmış sanal yazılımlar bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkili olmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, sonuçları tezin bulguları ile uyumludur. Altun, Feyzioğlu ve Demirağ (2011), geliştirdikleri yüksek etkileşimli sanal kimya laboratuvarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelediği çalışmada, sanal yazılımın geleneksel yaklaşıma kıyasla, dokuzuncu ve on birinci sınıflara devam eden öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yang ve Heh (2007) ise fizik dersinde sanal fizik laboratuvarı ile uygulamalarını gerçekleştiren öğrencilerin, geleneksel laboratuvar uygulamalarına katılan öğrencilere kıyasla daha yüksek bilimsel süreç becerilerine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının sorgulama becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki altıncı alt problemi çözümlenmek amacıyla uygulamalardan önce ve sonra tüm gruplara Sorgulama Becerileri Ölçeği (SBÖ) uygulanmıştır. Son test ve ön test-son test ortalama puanlarının istatistiksel analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda başarı, tutum ve bilimsel süreç becerileri sonuçları ile uyumlu olarak, öğretmen adaylarının sorgulama becerileri sıralamasının; gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-1, sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-2, sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Deney-3 ve gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği Kontrol grubu şeklinde olduğu saptanmıştır. Öğretmen adaylarının sorgulama becerileri alt boyutları bakımından incelendiğinde

ise, gerek son test gerekse ön test-son test kıyaslamalarına göre, bilgi edinme ve özgüven becerileri sıralamasının Deney-1, Deney-2, Deney-3 ve Kontrol grubu şeklinde; bilgiyi kontrol etme becerisi sıralamasının ise Deney-2, Deney-1, Deney-3 ve Kontrol grubu şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşımın temel alındığı Deney-1 ve Deney-2 gruplarının, geleneksel yaklaşımın uygulandığı Deney-3 ve Kontrol gruplarına kıyasla son testte daha yüksek ortalama puana sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşmelerde Deney- 1 ve Deney-2 grubundaki öğretmen adayları uygulamalardan sonra laboratuvardaki hatalarını nasıl çözümlenebileceklerini, önceye kıyasla daha derinlemesine düşündüklerini ve problem çözerken artık ezber yollar yerine mantık yürütmeyi tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Gelişen bu özellikleri sorgulama becerilerini de geliştirmiştir. Bununla beraber Deney-3 ve Kontrol grupları yönergeleri takip ederek olay hakkında daha az düşündüklerini ve daha az analiz yaptıklarını ifade etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar sorgulamaya dayalı etkinliklerin sorgulama becerilerine etkisinin araştırıldığı alan yazınla uyumludur. Tien ve Stacy, (1996), kimyaya giriş dersinde geleneksel yaklaşıma dayalı öğrenme ortamı, sorgulamaya dayalı laboratuvar ortamı, eleştirel mantıksal düşünmenin vurgulandığı ders uygulaması olmak üzere üç farklı öğrenme ortamının üniversite öğrencilerin sorgulama becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda hem sorgulamaya dayalı laboratuvar hem de eleştirel mantıksal düşünme ortamındaki öğrencilerin geleneksel laboratuvar ortamındaki öğrencilere göre daha iyi becerilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Johnson ve Lawson (1998) biyoloji dersinde gerçekleştirilen sorgulama dayalı yaklaşımının, anlatım yöntemine kıyasla düşünme becerilerini daha fazla geliştirdiğini belirlemiştir. Hofstein, Shore ve Kipnis(2004) çalışmalarında lise kimya müfredatına yönelik bir sorgulamaya dayalı deney gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında öğrenciler, deneyleri yürütürken soru sorma, hipotez kurma, planladıkları deneyleri gerçekleştirerek gelecek araştırmalar için bir soru önerme gibi sorgulama becerilerini kullanmışlardır. Ayrıca, öğrencilerin laboratuvar raporları incelenmiş ve kimya laboratuvarında sorgulamaya dayalı öğrenmeye ilişkin becerilerinin geliştiği saptanmıştır. Hofstein vd., (2005) sorgulamaya dayalı öğrenme ile kimya öğrenen lise öğrencilerinin anlamlı ve bilimsel soru sorma yeteneklerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, öğrencilerin sorgulamaya dayalı bir

deneyde öğrencilerin gözlemleri ve bulgularına yönelik soru sorma becerilerini ve bilimsel bir makaleyi okuduktan sonraki soru sorma becerilerini incelemişler ve sorgulama tipi laboratuvarın uygulandığı grubun, geleneksel tip laboratuvarda çalışan gruba kıyasla daha çok ve daha iyi sorular sorduğu belirlenmiştir. Blonder, Mamlok-Naaman ve Hofstein (2008) çalışmalarında lise öğrencilerine yönelik gaz kromotografisi konusunda uyguladıkları bir açık sorgulamaya dayalı deney ve bu deneyin uygulanması sürecinde öğrencilerin sordukları soruların düzeylerini ele almışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarıları ile sorularının düzeyleri arasında bir ilişki olduğu ve açık sorgulamaya dayalı deneyin öğrencilerin farklı yeteneklerinin gelişmesine ve derinlemesine anlamalarına yardımcı olduğu bulunmuştur. Brickman vd., (2009) üniversite düzeyinde biyoloji laboratuvarına giriş dersinde sorgulamaya dayalı etkinliklerin geleneksel yaklaşımla kıyaslandığı çalışmalarında sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilim okur yazarlığı ve araştırma becerilerinin oldukça geliştiğini, sorgulamaya dayalı etkinliklere katılan öğrencilerin bilimsel yetenekleri konusunda özgüven kazandığı belirlenmiştir. Katchevich, Hofstein ve Mamlok-Naaman (2013) çalışmalarında sorgulamaya dayalı deneylerin argüman oluşturmada etkili bir ortam olduğunu, sorgulamaya dayalı deneyler süresince gerçekleşen konuşmaların argümanca zengin olduğu, doğrulama tipi deneylerde ise çok az argüman bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Deney-1 ve Deney-2 grupları kendi aralarında kıyaslandığında, son testte Deney-1 grubunun Deney-2 grubuna kıyasla anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek sorgulama becerisine sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, Deney-1 grubu bilgi edinme ve özgüven becerileri bakımından da anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olmuştur. Her ikisi de rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikleri gerçekleştirmelerine karşın gruplar arasında belirlenen bu fark, etkinliklerin gerçekleştirildiği ortamların farklı olmasıyla açıklanabilir. Deney-1 grubu etkinliklerini gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirmiş, dolayısıyla gerçek laboratuvar ortamında yaptığı deneyler ve tartışmalarla bilgi edinmiş, edindiği bilgilerin uygulamasını yine gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirmiş, kimyasal ve laboratuvar ekipmanları ile etkileşim halinde deneylerini yapmış, bu durum da özgüvenlerinin gelişimine katkıda bulunmuştur. Sonuçlarla uyumlu bir şekilde, yarı yapılandırılmış görüşme sonuçlarına göre, Deney-1 grubunda Deney-2 grubuna

kıyasla daha fazla öğretmen adayı arkadaşlarından bilgi edindiğini, tartışmaların büyük katkı sağladığını, ve kendine özgüvenlerinin arttığını belirtmişlerdir.

Deney-2 ve Deney-3 grubu kıyaslandığında, son testte Deney-2 grubu anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olmuştur. Ayrıca Deney-2 grubunun, Deney-3 grubuna kıyasla özgüven, bilgi edinme ve bilgiyi kontrol etme becerileri bakımından anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olduğu saptanmıştır. Bu farklılıklar, Deney-2 grubunda rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirilmesinin yanı sıra, her ikisi de sanal ortamda gerçekleştirilmesine karşın Deney-2 grubunun daha etkileşimli sanal ortamda çalışması ile açıklanmaktadır. Deney-2 grubunda öğretim elemanı ile kurulan etkileşim, öğretmen adaylarını bilgiyi nasıl edinecekleri, edindikleri bilgiyi nasıl kullanacakları, problemleri, hipotezleri ve tasarladıkları deneylerin öğretim elemanı tarafından reddedilmesi ile bilgilerini kontrol etmeleri hususunda geliştirmiş ve tüm bunlara bağlı olarak da özgüvenlerinin artmasını sağlamıştır. Ayrıca, yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları da bu durumu destekler niteliktedir. Deney-2 grubundaki öğretmen adayları öğretim elemanından almış oldukları dönütlerin gelişimlerine katkı sağladığını ve sorgulamaya yönelttiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Deney-2 grubunda Deney-3 grubuna kıyasla daha fazla öğretmen adayı özgüvenlerinin arttığını belirtmiştir.

Deney-3 ve Kontrol grubu ele alındığında, son testte Deney-3 grubunun Kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek ortalama puana sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Deney-3 grubu, Kontrol grubuna kıyasla bilgi edinme becerisi bakımından anlamlı düzeyde, bilgiyi kontrol etme ve özgüven becerileri bakımından ise anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek ortalama puana sahiptir. Her ikisi de geleneksel yaklaşıma dayalı olarak etkinlik gerçekleştiren bu gruplar arasındaki fark, Deney-3 grubunun yeni ve farklı bir öğrenme ortamını deneyimlemeleri ile açıklanmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adayları, alışık oldukları öğrenme ortamına devam ederken, Deney-3 grubu farklı bir öğrenme ortamında deney yapmış, bu durum ilgilerinin artmasına ve yaptıkları deneyleri daha ilgiyle takip etmelerine, dolayısıyla sorgulama becerilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır.

Alan yazında lise ve lisans düzeyinde geliştirilen sanal laboratuvarların, kavramsal anlama, tutum, bilimsel süreç becerileri gibi değişkenlere etkisinin ele

alındığı çalışmalar mevcutken, sanal laboratuvarların sorgulama becerilerine etkisine ilişkin bir çalışma tespit edilmemiştir. Bu durum, tez çalışması sonuçlarının alan yazındaki önemli bir boşluğu dolduracağına göstergesidir.

"Uygulanan öğretimsel yaklaşıma dayalı olarak deney ve kontrol gruplarının öğrenme sürecine yönelik düşünceleri nasıldır?" şeklindeki yedinci alt problemi çözümlenmek amacıyla uygulamalar sonrasında tüm öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin içerik analizi sonucunda, görüşler ve frekans değerleri dikkate alındığında, öğrenme sürecine ilişkin en olumlu görüşe gerçek ortamda rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirildiği Deney-1 grubunun sahip olduğu belirlenmiştir. Deney-1 grubundaki öğretmen adayları gerçekleştirdikleri etkinlikleri çalışma isteğini arttırıcı, öğretici, faydalı, bilgi verici, derslere ve sınavlara yardımcı, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlayan, hikayeleri ile merak uyandıran, konuları somutlaştıran, öğretim elemanının rehberliği ile gelişimini ilerletici bulmuşlardır. Rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçekleştirildiği diğer bir grup olan Deney-2 grubu, sanal ortamda yapmış oldukları uygulamaların Deney-1 grubuna benzer fakat daha düşük oranda çalışma isteğini arttırıcı, öğretici, faydalı, bilgi verici, derslere ve sınavlara yardımcı, hikayeleri ile merak uyandıran, konuları somutlaştıran, öğretim elemanının dönütleriyle gelişimini ilerletici olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının ifade ettikleri ve başarılarında etkili olan bu özellikler, alan yazında sorgulamaya dayalı etkinliklerin başarıyı arttırdığını vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Abdelraheem ve Asan, 2006; Basağa vd., 1994; Jensen ve Lawson, 2011; Lati, Supasorn ve Promarak, 2012; Luera ve Otto, 2005; Lord ve Orkwiszewski, 2006; Hofstein ve Walberg, 1995). Ayrıca bu gruplar, etkinliklerle mutlu olduklarını, etkinliklerden zevk aldıklarını, merak ettiği konulara cevap bulduklarını ve derse ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Bu bulgular alan yazınla uyumlu şekilde sorgulamaya dayalı etkinliklerin olumlu tutum geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur (Akben, 2011; Berg vd., 2003; Bliss vd., 2007; Küçükler, 2008; Tretter ve Jones, 2003). Bununla birlikte her iki grupta da mantık kurma, derinlemesine düşünme gibi becerilerin geliştiği belirtilmiştir.

Geleneksel yaklaşımın temel alındığı Deney-3 ve Kontrol grupları ise, Deney-1 ve Deney-2 gruplarına kıyasla daha az olumlu görüş bildirmişlerdir. Deney-1 ve Deney-2 gruplarına kıyasla daha düşük frekansa sahip olmakla birlikte, Deney-3

ve Kontrol grubu da uygulamaları çalışma isteğini arttırıcı, faydalı, zevkli ve bilgi verici bulmuşlardır. Ancak bu gruplar özellikle hazır bilgilerle düşünmeyerek ve analiz yeteneğini kullanmayarak deney yapmaktan hoşnut olmadıklarını belirtmişlerdir.

Sanal ortamda deney yapan Deney-2 ve Deney-3 gruplarında yer alan öğretmen adaylarının görüşlerinin içerik analizi sonuçlarına göre, her iki grubun da uygulamaları çalışma isteğini arttırıcı, faydalı, zevkli ve bilgi verici bulunduğu belirlenmiştir. Bununla beraber Deney-2 grubundaki öğretmen adaylarının, kullanılan yöntemden memnun olduğu fakat deney yapılan ortama ilişkin bazı olumsuz düşüncelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Deney-3 grubundaki öğretmen adayları ise hem yöntem hem de deney yapılan ortamın sanal olmasına ilişkin memnuniyetsizlik duymuştur. Her iki gruptaki öğretmen adayları görüşmelerinde, malzemelere dokunmayışlarının bir dezavantaj olduğunu, sanal ortamın gerçek laboratuvar ortamını hissi vermediği, deneyleri gerçek laboratuvar ortamında yapmanın daha güzel olacağını ve laboratuvar imkanı olmayan okullarda sanal uygulamaların yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Alan yazında da öğrencilerin sanal ortamın bazı özellikler bakımından gerçek laboratuvarın karşılayamadığı ve uygulamalarda gerçek laboratuvarı tercih ettikleri görüşüne sahip olduğu belirtilmektedir (Bilek ve Skalická, 2010; Mercer-Chalmers vd., 2004).

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, Deney-1 ve Deney-2 gruplarında gerçekleştirilen etkinliklerin diğer gruplara kıyasla öğrenme sürecine daha fazla katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte rehberli sorgulamaya dayalı sanal kimya laboratuvarı, hem sorgulamaya dayalı öğrenmenin aşamalarını temel alması hem de öğretim elemanı ile anında etkileşim kurmaya olanak sağlamasıyla öğrenme sürecinde oldukça etkili olmuştur. Geleneksel yaklaşıma dayalı sanal kimya laboratuvarının uygulandığı Deney-3 grubu ise öğrenme sürecine ilişkin değişkenlerde (sorgulama becerileri hariç), gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinliklerin uygulandığı Kontrol grubuna kıyasla anlamlı olmayan düzeyde daha yüksek puana sahip olmuştur.

Tezden elde edilen bulgulara dayalı olarak, rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel alındığı laboratuvar etkinliklerinin öğrenme sürecine katkısının büyük olduğu ve öğrenme sürecinde en etkili uygulamanın gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikler olduğu sonucuna

varılmıştır. Rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin gerçek ortamda daha etkili olması, laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar ortamında yapılmasının, sanal laboratuvarların ise laboratuvar imkanlarının kısıtlı olduğu ortamlarda laboratuvar süreci için ön bilgi oluşturma, laboratuvar ortamına alıştırmaya, gözlenilmesi zor olan deneylerin gösterilebilmesi ve deney sonrası hesaplamaların kolaylaştırılması gibi amaçlarla gerçek laboratuvara alternatif olarak ya da gerçek laboratuvarla birlikte kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca geliştirilen sanal yazılımlardan rehberli sorgulamaya dayalı öğrenme ile desteklenen yazılımın öğrenme sürecinde daha etkili olması kullanılacak sanal uygulamaların aktif öğrenme yöntemleri ile desteklenmesinin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur.

Gerçekleştirilen tez kapsamında elde edilen bulgulara dayalı olarak;

1. Tez kapsamında geliştirilen etkinliklerin ele alınan değişkenler dışında, sorgulamaya dayalı öğrenme ile ilişkili olabilecek üst bilişsel beceriler, motivasyon, eleştirel düşünme, öz yeterlilik, öz değerlendirme, akran değerlendirmesi gibi değişkenlere de etkisinin incelenmesi,
2. Tez kapsamında geliştirilen etkinliklerin, diğer aktif öğrenme yöntem ve tekniklerine göre düzenlenip etkisinin incelenmesi,
3. Örneklem sayısı artırılarak daha geniş katılımcı gruba ulaşılması ve böylece uygulamaların belirlenen değişkenlere etkisinin daha net ortaya konulması,
4. Özellikle sorgulamaya dayalı öğrenme ortamında, öğrenci grupları ile öğretim elemanı arasındaki etkili iletişim, uygulamaların daha sağlıklı yürütülmesinde kilit noktadır. Bu nedenle, uygulamaların daha fazla öğretim elemanı tarafından yürütülerek sürecin daha etkin ilerlemesinin sağlanması,
5. Uygulamalara başlamadan önce, tüm gruplarla veri analizine katılmayacak; fakat grupları sürece alıştırarak bir ön etkinliğin yapılması,
6. Teknolojik aksaklıkların önüne geçebilmek adına, sanal laboratuvar çalışmalarının bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmesi,

7. Geleneksel yaklaşıma dayalı sanal laboratuvarların, yalnızca laboratuvar imkanı olmayan ortamlarda uygulanması,
8. Genel Kimya dersinin diğer konuları için de sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılarak uygulanması,
9. Uygulamaların, Genel Kimya Laboratuvarı dersi olan diğer fakülte ve bölümlerde de gerçekleştirilerek etkisinin saptanması,
10. Sanal laboratuvar uygulamalarının uzaktan eğitim veren bölümlerde de gerçekleştirilerek etkisinin saptanması,
11. Gerek sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları, gerekse sorgulamaya dayalı sanal laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirilmesi için üniversitelerin kimya laboratuvarı ve bilgisayar laboratuvarına yönelik alt yapılarının geliştirilmesi ve uygun öğrenme ortamlarının sağlanması

önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelraheem, A. ve Asan, A. (2006). The effectiveness of inquiry-based technology enhanced collaborative learning environment. *International journal of technology in teaching and learning*, 2(2), 65-87.
- Abdul-Kader, H. M. (2010). E-learning systems in virtual environment, *The International Arab Journal of Information Technology*, 8(1), 60-66.
- Ablin-Stone, K. (2009). *The effect of two different approaches to teaching life science on student achievement*. PreQuest.
- Acar, B. (2008). *Lise kimya asitler ve bazlar konusunda yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması*. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- 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(2), 349-373.
- Acar-Sesen, B. ve Tarhan, L. (2010). Promoting active learning in high school chemistry: learning achievement and attitude. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2625-2630.
- Acar Sesen, B. A. ve Tarhan, L. (2011). Active-learning versus teacher-centered instruction for learning acids and bases. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 205-226.
- Açıkgöz, K. Ü. (2014). *Aktif öğrenme*. İzmir: Biliş Özel Eğitim, Danışmalık, Araştırma Hizmetleri ve Yayın.
- Ağgül-Yalçın, F. A. (2011). Fen bilgisi öğretmen adayların asit-baz konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının sınıf düzeylerine göre değişiminin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 161-172.
- Ahmad, N. J. ve Lah, Y. C. (2013). A designed teaching sequence as a tool to improve students' conceptual understanding of the conductivity in the electrolytic cell. *Asian Social Science*, 9(2), 298.

- Akben, N. (2011). *Öğretmen adayları için bilimsel sorgulama destekli laboratuvar dersi geliştirilmesi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Akgün, Ş. (1996). *Fen bilgisi öğretimi*. Zirve Ofset: Giresun.
- Akgün, Ş. (1998). *Okullarımızda fen bilimlerine olan ilginin azalma sebepleri*, III. National Science Education Congress, Trabzon.
- Akın E. ve Karaköse M. (2003). Elektrik ve bilgisayar mühendisliği eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı. *Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu*, Ankara.
- Akkuş, H. S., Kadayıfçı, H., Atasoy, B. ve Geban, O. M. (2003). Effectiveness of instruction based on the constructivist approach on understanding chemical equilibrium concepts. *Research in Science & Technological Education*, 21(2), 209-227.
- Aksoy, G. (2006). *İşbirlikçi öğrenme yönteminin genel kimya laboratuvarı dersinde akademik başarıya, laboratuvar malzemesi tanıma ve kullanma becerisine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aldan-Karademir, Ç. ve Saracaloğlu, S. (2013). Sorgulama becerileri ölçeği'nin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Asya Öğretim Dergisi*, 1(2), 56-65.
- Alouf, L. J. ve Bentley, M. L. (2003). *Assessing the impact of inquiry-based science teaching in professional development activities, PK-12*. Annual Meeting of the Association of Teacher Educators, Jacksonville.
- Altun, Y. (2004). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan laboratuvar aktivitesi üniversite öğrencilerine suyun otoprotoliz sabiti tayininin öğretilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 125-134.
- Altun, E., Demirdağ, B., Feyzioğlu, B., Ateş, A. ve Çobanoğlu, İ. (2009). Developing an interactive virtual chemistry laboratory enriched with constructivist learning activities for secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1895-1898.

- Altun, E. H., Feyzioğlu, B. ve Demirağ, B. (2011). *Liseler için yapılandırmacı renme etkinlikleri ile zenginleştirilmiş etkileşimli sanal kimya laboratuvarı geliştirilmesi*. Tbitak 108K293 nolu proje.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R. (2002). Inquiry as an organizing theme for science curricula, S.K Abell ve N.G Lederman (Ed.) *Handbook of Research of Science Education*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Apedoe, X. S. ve Reeves, T. C. (2006). Inquiry-based learning and digital libraries in undergraduate science education. *Journal of science education and technology*, 15(5-6), 321-330.
- Arslan, A. (2007). *Fen eğitiminde araştırmaya dayalı ğretim yönteminin kavramsal öğrenmeye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Arıcı, İ. (2007). İlköğretim din kültürü ve ahlak bilgisi dersinde ğrenci başarısını etkileyen faktörler (Ankara rneği). *Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi*.
- Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. K. ve Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 167-183.
- Atasoy, B. (2004). *Fen ğrenimi ve ğretimi*. Ankara: Asil Yayın ve Dağıtım Ltd. şti.
- Atasoy, B., Akkus, H. ve Kadayıfci, H. (2009). The effect of a conceptual change approach on understanding of students' chemical equilibrium concepts. *Research in Science & Technological Education*, 27(3), 267-282.
- Ateş, S. (2004). The effects of inquiry-based instruction in developing integrated science process skills of pre-service elementary teaching majors having different piagetian developmental levels. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 275-290.

- Ateş, S. (2005). Öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme yeteneklerinin geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 21-39.
- Ateş, S. ve Bahar, M. (2002). *Araştırmacı fen öğretimi yaklaşımıyla sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin bilimsel yöntem yeteneklerinin geliştirilmesi*. V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ayar-Kayalı, H. ve Tarhan, L. (2004). İyonik bağlar konusunda kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla yapılandırmacı-aktif öğrenmeye dayalı bir rehber materyal uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 145-154.
- Ayas, A. (1998). Ş. Yaşar (ed.) *Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.
- Ayas, A. (2010). Kavram öğrenimi. S. Çepni (ed.) *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A. R. (1993). Development of the Turkish secondary science curriculum. *Science Education*, 77(4), 433-440.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997). *Kimya öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2002). Genel kimya laboratuvar uygulamalarının öğrenci ve öğretim elemanı gözüyle değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23, 50-56.
- Ayas, A. ve Tatlı, Z. (2011). *Öğrenci gözüyle sanal kimya laboratuvarının değerlendirilmesi*. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium proceedings.
- Aydeniz, M. ve Kırbulut, Z. D. (2011). *Assessing pre-service science teachers' topic specific pedagogical content knowledge (pck): Pre-service science teachers' pck of electrochemistry*. ESERA proceeding.

- Aydin, S., Aydemir, N., Boz, Y., Cetin-Dindar, A. ve Bektas, 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(6), 518-534.
- Aydoğdu, M. ve Kesercioğlu, T. (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Ayyıldız, Y. ve Tarhan, L. (2012). The effective concepts on students' understanding of chemical reactions and energy. *H. U. Journal of Education*, 42, 72-83.
- Bağcı-Kılıç, G.(2002). *Dünyada ve Türkiye'de fen öğretimi*. V. National Science and Mathematics Education Congress proceedings, Ankara.
- Bakar H. N. B. ve Zaman, H. H. B. (2007). *Development of Vlab-chem for chemistry subject based on constructivism-cognitivism-contextual approach*. The International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Endonezya.
- Baki, H., Alpdemir, N. ve Söylemez, M. T. (2000). *Sanal laboratuvar ortamında modelleme ve kontrol*. TOK'2000 Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Ankara.
- Baltaş, A. (1993). *Öğrenme ve sınavlarda üstün başarı*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Barke, H. D. (2012). Two ideas of the redox reaction: Misconceptions and their challenge in chemistry education. *African Journal of Chemical Education*, 2(2), 32-50.
- Barnea, N., Dori, Y. J. ve Hofstein, A. (2010). Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 218-228.
- Barth, J. L. ve Demirtaş, A. (1997). *İlköğretim sosyal bilgiler öğretimi*. Ankara, YÖK-Dünya Bankası Yayınları.

- Basağa, H., Geban, Ö., ve Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.
- Baykul, Y. (2000). Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Berberoğlu, G. ve Çalıkoğlu, G. (1992). The construction of a Turkish computer attitude scale. *Studies in Educational Evaluation*, 24, 841–845.
- Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B. ve Tibell, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.
- Bianchini, J. A. ve Colburn, A. (2000). Teaching the nature of science through inquiry to prospective elementary teachers: a tale of two researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 177–209.
- Bilek, M. ve Skalická , P. (2010). *Combination of real and virtual environment in early chemistry experimental activities*. XIV IOSTE Symposium, Slovenia.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2011). TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisi. *Gaziantep University-Journal of Social Sciences*, 11(1).
- Bilgin, İ. (2006). Promoting pre-service elementary students' understanding of chemical equilibrium through discussions in small groups. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(3), 467-484.
- Bilgin, İ. (2009). The effects of guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction. *Scientific Research and Essay*, 4(10), 1038-1046.

- Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001). The use of analogy to remove 10th grade students' misconception related to chemical equilibrium concepts. *Hacettepe University Journal of Education*, 20, 26 - 32.
- Bliss, T. J., Dillman, A., Russell, R., Anderson, M., Yourick, D., Jett, M. ve Adams, B. J. (2007). Nematodes: Model organism in high school biology: an inquiry-based laboratory involving insecticidal nematodes teaches students about experimental design. *The Science Teacher*, 34.
- Blonder, R., Mamlock-Naaman, R. ve Hofstein, A. (2008). Analyzing inquiry questions of high-school students in a gas chromatography open-ended laboratory experiment. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 250-258.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. ve Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Bradley J. D. (2001). UNESCO/IUPAC-CTC global program in microchemistry. *Pure Appl. Chem.*, 73, 1215-1219.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N. ve Hallar, B. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), 1-22.
- Brown, R. (2000). Social identity theory: Past achievements, current problems and future challenges. *European Journal of Social Psychology*, 30(6), 745-778.
- Brown, P. L., Abell, S. K., Demir, A. ve Schmidt, F. J. (2006). College science teachers' views of classroom inquiry. *Science education*, 90(5), 784-802.
- Boo, H. K. ve Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16–18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85(5), 568-585.
- Boz, Y. (2009). Turkish prospective chemistry teachers' alternative conceptions about acids and bases. *School Science and Mathematics*, 109(4), 212-222.

- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Budak, E. (2008). *Fen müfredatlarındaki yeni yönelimle ışığında öğretmen eğitimi: sorgulayıcı-araştırma odaklı kimya eğitimi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bucos, M. C., Dragulescu, B. ve Ternauciuc, A. (2008). *Developing virtual labs at "Politehnica" University of Timisoara*. Interactive Conference on Computer Aided Learning.
- Burns, J. C., Okey, J. C. ve Wise, K. (1985). Development of an integrated process skills test:TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. J. Minstrel ve E. H. Van Zee (Ed.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Wasington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. L. B. Flick ve N. G. Lederman (ed.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherlands: Springer.
- Campbell, T., Zhang, D. ve Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the high school physics classroom: an explanatory study of implementations and outcomes. *Journal Science Education Technology*, 20, 258-269.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, O. (2006). The conceptual change approach to teaching chemical equilibrium. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 217-235.
- Capobianco, B. M. (2007). A self-study of the role of technology in promoting reflection and inquiry-based science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 271-295.

- Chang, C. ve Weng, Y. (2000). Exploring interrelationship between problem- solving ability and science-process skills of tenth-grade earth science students in Taiwan. *Chinese Journal of Science Education*, 8(1), 35-56.
- Chatterjee, S., Williamson, V. M., McCann, K. ve Peck, M. L. (2009). Surveying students' attitudes and perceptions toward guided-inquiry and open-inquiry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1427.
- Cheung, D. (2008). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 107-130.
- Cheung, D., Ma, H. J. ve Yang, J. (2009). Teachers' misconceptions about the effects of addition of more reactants or products on chemical equilibrium. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(6), 1111-1133.
- Carin, A. A. ve Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry*. Upper Saddle River, NJ Columbus, Ohio: Merrill Prentice Hall.
- Carlo, D. I. ve Bodner, G. M. (2004). Students' perceptions of academic dishonesty in the chemistry classroom laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 47-64.
- Carnevale, D. (2003). The virtual lab experiment. *The Chronicle of Higher Education*, 49 (21).
- Chiappetta, E., L. ve Adams, A., D. (2004). Inquiry-based instruction. *The Science Teacher*, 71(2), 46-50.
- Chiappetta, E. L. ve Koballa, T. R. (2002). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Upper Saddle River, N.J: Merrill Prentice Hall.
- Chin, C. (2001). Eliciting students' ideas and understanding in science: diagnostic assessment strategies for teachers. *Teach. Learn.*, 21(2), 72-85.

- Chiu, M., Chou, C. ve Liu, C (2002). Dynamic processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Education*, 39(8), 688-712.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Coll, R. K. ve Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 171-191.
- Cooper, M. M. (2005). *Cooperative chemistry lab manual*. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.
- Coppola, B. P. ve Lawton, R. G. (1995). Who has the same substance that I have? A blueprint for collaborative learning activities. *Journal of Chemical Education*, 72, 1120-1122.
- Coştu, B., Ünal, S. ve Ayas, A. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 197-207.
- Crawford, B. A., Zembal-Saul, C., Munford, D. ve Friedrichsen, P. (2001). *Using technology-rich tasks as the context for learning to teach the nature of science and evolution*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle.
- Crowther, D.T. (1999). Here we grow again: Applications of research and model inquiry lessons. *Electronic Journal of Science Education*, 3(3), 1-4.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. ve Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357.
- Çakmakci, G. (2009). Emerging issues from textbook analysis in the area of chemical kinetics. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 70, 31-38.

- Çakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of chemical education*, 87(4), 449-455.
- Çakmakçı, 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.
- 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.
- Çalik, 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.
- Çam, A. ve GEBAN, Ö. (2013). Effectiveness of case-based learning instruction on students' understanding of solubility equilibrium concepts. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 97-108.
- Çepni, S. (2010). Bilim, fen, teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansımaları. *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çepni, S. ve Ayvacı, H. Ş. (2010). Laboratuvar destekli fen ve teknoloji öğretimi, Laboratuvar destekli fen öğretimi yaklaşımları. S. Çepni (ed.). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayınları.

- Çetin-Dindar, A. (2012). The effect of 5E learning cycle model on eleventh grade students' conceptual understanding of acids and bases concepts and motivation to learn chemistry. Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Çetin-Dindar, A. Ç., Bektaş, O. ve Çelik, A. Y. (2010). what are the pre-service chemistry teachers' explanations on chemistry topics? *The International Journal of Research in Teacher Education*, 1(3), 32-41.
- Çetingül, P. İ. ve Geban, Ö. (2005). Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach *Hacettepe University Journal of Education*, 29, 69-74.
- Çökelez, A. (2010). A comparative study of French and Turkish students' ideas on acid-base reactions. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 102-106.
- Dalgarno, B. (2004). *Characteristics of 3D environments and potential contributions to spatial learning*. Doktora tezi, University of Wollongong, Australia.
- Dalgarno, B. (2015). *A VRML virtual chemistry laboratory incorporating reusable prototypes for object manipulation*. Erişim tarihi: 26.04.2015. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.125.3691&rep=rep1&type=pdf>
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W. ve Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853-865.
- Dalgarno, B., Bishop, A., G. ve Bedgood J., D., R. (2003). *The potential of VL for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory*. Uniserve Science Improving Learning Outcomes Symposium, Sydney.
- Damnjanovic, A. (1999). Attitudes toward inquiry-based teaching: differences between preservice and in-service teachers. *School Science and Mathematics*, 99(2), 71-76.

- Darling-Hammond, L. (1999). Target time toward teachers. *Journal of Staff Development*, 20(2), 31-36.
- Dede, C. J., Salzman, M. ve Loftin R. B. (1994). *The development of a virtual world for learning newtonian mechanics*. Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality-Models, Systems, and Application First International Conference, Moscow-Russia.
- Demir, M. (2007). *Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileriyle ilgili yeterliklerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı.
- Demircioğlu, G. (2003). *Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal hazırlanması ve uygulanması*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- 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*, 6(1), 36-51.
- Demircioğlu, G., Ozmen, H. ve Ayas, A. (2001). *Kimya öğretmen adaylarının asitler ve bazlarla ilgili yanlış anlamalarının belirlenmesi*. Yeni Binyılın Başında Türkiyede Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, İstanbul.
- Demircioğlu, G., Ozmen, H. ve Ayas, A. (2004). Asit ve baz kavramları üzerine bir araştırma çerçevesinde kimyada karşılaşılan kavram yanlışları. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 4(1), 73-80.
- Demirelli, H. (2003). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı bir laboratuvar aktivitesi elektrot kalibrasyonu ve gran metodu. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 161-170.
- Demirtaş, H. ve Güneş, H. (2002). *Eğitim yönetimi ve denetimi sözlüğü*. Anı Yayıncılık.
- Demirtaş, H. ve Çınar, İ. (2004). *Yönetici, Öğretmen, Veli ve Öğrencilerin Başarı Algısı ve Eğitime İlişkin Görüşleri (Malatya İli Örneği)*. XIII.Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı. Malatya.

- DiBiase, W. J. ve Wagner, E. P. (2002). Aligning general chemistry laboratory with lecture at a large university. *School Science and Mathematics*, 102(4), 158-171.
- Dhindsa, H. S. (2002). Pre-service science teachers' conceptions of pH. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 60, 19-24.
- Diker, M. (2011). *Programlama temelleri dersi için sanal laboratuvar uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü.
- Doymuş, K., Aksoy, G., Daşdemir, İ., Şimşek, Ü. ve Karaçöp, A. (2006). Fen bilgisi laboratuvari uygulamalarında işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 157-166.
- Drechsler, M. ve Van Driel, J. (2009). Teachers' perceptions of the teaching of acids and bases in Swedish upper secondary schools. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 86-96.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması*. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Duru, M. K., Demir, S., Önen, F. ve Benzer, E. (2011). Sorgulamaya dayali laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının laboratuvar algısına tutumuna ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33,25-44.
- Duis, J. M. (2011). Organic chemistry educators' perspectives on fundamental concepts and misconceptions: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 346-350.
- Ebenezer, J. V. ve Fraser, D. M. (2001). First year chemical engineering students' conceptions of energy in solution processes: Phenomenographic categories for common knowledge construction. *Science Education*, 85(5), 509-535.

- Edelson, D. C., Gordin, D. N. ve Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the learning sciences*, 8(3-4), 391-450.
- Edwards, C. H. (1997). Promoting student inquiry. *The Science Teacher*, 64(7), 18-21.
- Eick, C., Meadows, L. ve Balkcom, R. (2005). Breaking into Inquiry. *The Science Teacher*, 72(79), 49-53.
- Ekiz, B., Kutucu, E. S. ve Boz, H. A. Y. (2011). Pre-service chemistry teachers' understanding of electrolytic cells. ESERA proceedings.
- Eltine, M.E. ve Roberts, C.W. (1993). Linguistic content analysis: A method to measure science as inquiry in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (1), 65-83.
- Erdan, S. (2014). *Sanal laboratuvarın öğrenenlerin akademik başarılarına ve algılanan öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ergin, Ö., Şahin-Pekmez, E. ve Öngel-Erdal, S. (2005). *Kuramdan Uygulamaya Deney Yoluyla Fen Öğretimi*. İzmir: Dinazor Kitabevi.
- Ergül, S. ve Binici, U. (2006). *Bir sanal laboratuvar örneği" gazların difüzyonu ve Graham difüzyon yasası'nın bilgisayar destekli öğretimi*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Ergün, M. ve Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Kaya Matbaacılık.
- Falk, J. ve Drayton, B. (2000). Cultivating a culture of inquiry. *Hands On*, 23(2), 1-7.
- Fensham, P. J. (1992). Jackson, P. W. (ed). *Handbook of research on curriculum: A project of the American Educational Research Association*. New York: Macmillan.

- Feyzioğlu, B., Demirdağ, B., Ateş, A., Çobanoğlu, İ. ve Altun, E. (2011). Kimya öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarına yönelik algıları: izmir ili örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 1005-1029.
- Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- French, D. ve Russell, C. (2002). Do graduate teaching assistans benefit from teaching inquiry-based laboratories? *Bioscience*, 52(11), 1036-1041.
- Garnett, P. J. ve Hacking, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Gedik, E., Ertepinar, H. ve Geban, Ö. (2002). *Lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımına dayalı gösteri yönteminin etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara. Erişim tarihi: 13 June, 2014, http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t162.pdf
- Gemici, Ö. (2008). Fen ve teknoloji eğitiminde kavram öğretimi. Ö. Taşkın (ed). *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar*. Ankara: Pegem Akademi
- Gerçek, C. ve Soran, H. (2005). Öğretmenlerin biyoloji öğretiminde deneysel yöntem kullanma durumlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 95-102.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K. ve Manitsaris, A. (2007). A virtual reality laboratory for distance education in chemistry. *International Journal of Social Sciences*, 2(1), 34-41.
- Germann, P. J. (1994). Testing a model of science process skills acquisition: an interaction with parents' education, preferred language, gender, science attitude, cognitive development, academic ability, and biology knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(7), 749-783.

- Gershenson, C., Gonzalez, P. P. ve Negrete, J. (2000). *Thinking adaptive: towards a behaviours virtual laboratory*. 6. International Conference on the Simulation of Adaptive. Paris.
- Gitlin, A., Barlow, L., Burbank, M.D., Kauchak, D. ve Stevens, T. (1999). Pre-service teachers' thinking on research: Implications for inquiry oriented teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 15 (7), p753-769.
- Glaserfeld, E.V. (1995). A constructivist approach to teaching. L. P. Steffe ve J. E. Gale (eds) *Constructivism in education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- González, F. M. (1997). Diagnosis of Spanish primary school students' common alternative science conceptions. *School Science and Mathematics*, 97(2), 68-74.
- Gorghiu, L., M., Gorghiu, G., Alexandrescu, T. ve Borcea, L. (2009). *Exploring chemistry using virtual instrumentation—challenges and successes*. Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education, Lisbon.
- Grasha, A. F. ve Riechmann, S.W. (1974). A rational to developing and assessing the construct validity of a student learning styles scale instrument. *Journal of Psychology*. 87, 213-223.
- Green, S. B. ve Salkind, N. J. (2005). *Using SPSS for windows and macintosh: analyzing and understanding data*. New Jersey: Prentice Hall Press.
- Greenbowe, T. ve Meltzer, D. (2003). Student learning of thermochemical concepts in the context of solution calorimetry. *International Journal of Science Education*, 25(7), 779-800.
- Grob, A. (2002). The virtual chemistry lab for reactions at surfaces: is it possible? will it be usefull. *Surface Science*, 500, 347-367.
- Gunstone, R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience, B. E. Woolnough (Ed.), *Practical science* Milton Keynes: Open University Press.

- Gunstone, R. F. ve Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*, London: Routledge.
- Güney, S. (2000). *Davranış bilimleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Güngör Seyhan, H. (2008). *Kimya eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenci deneylerinin geliştirilmesi ve sonuçlarının tartışılması*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Hackling, M.W (2005). Working scientifically: implementing and assessing open investigation work in science. *Edith Cowan University Department of Education and Training Publications*, 2-14.
- Harrison, T. G., Shallcross, D. E., Heslop, W. J., Eastman J. R. ve Baldwin, A. J. (2009). Transferring best practice from undergraduate practical teaching to secondary schools: the dynamic laboratory manual. *Acta Didactica Napocensia*, 2(1), 1-8.
- Haury, D.L. (1993). Teaching science through inquiry. ERIC Document No. ED 359048.
- Head, J. (1982). What can psychology contribute to science education? *School Science Review*, 63(225), 631-642.
- Henige, K. A. (2005). *Students' attitude-related responses to inquiry learning in undergraduate kinesiology laboratory instruction*. Doktora Tezi, Faculty of The Rossier School of Education University of Southern California.
- Hinrichsen, J. ve Jarrett, D. (1999). *Science inquiry for the classroom a literature review*. Northwest Regional Educational Laboratory
- Hodge, B. (1993). *Teaching as communication*. London: Longman.
- Hodson, D. (2001). *Research on practical work in school and universities: In pursuit of better questions and better methods*. 6th European Conference on Research in Chemical Education, Portugal.

- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of educational research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein, A. ve Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry education research and practice*, 8(2), 105-107.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. ve Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Researches in Science Teaching*, 26(7), 791-806.
- Hofstein, A., Shore, R. ve Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: a case study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47-62.
- Hofstein, A. ve Walberg, H.J. (1995). Instructional strategies. B.J. Fraser ve H.J. Walberg (Ed.), *Improving science education*. Chicago: National Society for the Study of Education.
- Hovardaoğlu, S. (2000). *Davranış bilimleri için araştırma teknikleri*. Ankara: VE-GA Yayınları.
- Huddle, P. A. ve Pillay, A. E. (1996). An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African university. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 65-77.
- Hughes, C. ve Winnie, W. (1993). *Primary science in the national curriculum*. Oxford: Oxford University Pres.

- Jarrett, D. (1997). *Inquiry strategies for science and mathematics learning, it's just good teaching*. Northwest Regional Educational Laboratory.
- Jarvis, T. ve Pell, A. (2002), Effect of the challenger experience on elementary children's attitudes to science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 979–1000.
- Jennings, T. (1993). *Inspirations for investigations in science*. Warwick Schre: Scholastic Publications Lmtd.
- Jensen, J. L. ve Lawson, A. (2011). Effects of collaborative group composition and inquiry instruction on reasoning gains and achievement in undergraduate biology. *CBE-Life Sciences Education*, 10(1), 64-73.
- Jeschke, S., Richer, T. ve Zorn, E. (2001). *Virtual Lab*. TU Berlin: DFG Research Center Matheon.
- Johnson, M. A. ve Lawson, A. E. (1998). What are the relative effects of reasoning ability and prior knowledge on biology achievement in expository and inquiry classes? *Journal of research in science teaching*, 35(1), 89-103.
- Johnstone, J.M. (1989). Teacher Perceptions of Changes in Teaching When They Have a Small Class or an Aide, *Peabody Journal of Education*, 67 (1), 106-122.
- Johnstone, A. H. ve Wham, A. J. B. (1982). The demands of practical work. *Education in Chemistry*, 71-73.
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educ. Technol. Res. Dev.*, 39(3), 5–14.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45(1).
- Jorgenson, O. ve Vanosdall, R. (2002). The death of science? What we risk in our rush toward standardized testing and testing and the three R's. *Phi Delta Kapan*, 83(8), 601-605.

- Justi, R. (2002). Teaching and learning chemical kinetics. J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, ve J. H. Van Driel (Ed.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kaba, A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kabapınar, F. (2005). Yapılandırmacı öğrenme sürecine katkıları açısından fen derslerinde kullanılabilecek bir öğretim yöntemi olarak kavram karikatürleri. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5(1), 103-146.
- Kala, N., Yaman, F. ve Ayas, A. (2013). The effectiveness of predict–observe–explain technique in probing students’ understanding about acid–base chemistry: a case for the concepts of pH, pOH, and strength. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 555-574.
- Kamlaskar, C. H. (2007). Development and evaluation of an interactive multimedia simulation on electronics lab activity: Wien Bridge Oscillator. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 4 (3), 13-30.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2008). 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmedeki yeterliliği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1) 91-125.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Karacaoğlu, C. ve Acar, E. (2010). Yenilenen programların uygulanmasında öğretmenlerin karşılaştığı sorunlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1),45-58.
- Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2010). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınları.

- Karataş, F. Ö., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrencilerin yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kariper, İ. A. (2011). An investigation into the misconceptions, erroneous ideas and limited conception of the pH concept in pre-service science teacher education. *The Chemical Education Journal*, 14 (1).
- Karslı, F. ve Ayas, A. (2013). Farklı kavramsal değişim yöntemleri ile alternatif kavramları gidermek ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmek mümkün müdür? Elektrokimyasal piller örneği. *Journal of Computer and Education Research*, 1(1), 1-26.
- Karsli, F. Ve Ayas, A. (2013). Prospective science teachers' alternative conceptions about the chemistry issues. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 284-313.
- Karsli, F. ve Çalik, M. (2012). Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished. *Asian Journal of Chemistry*, 24(2), 485-491.
- Kask, K. ve Rannikmäe, M. (2006). Estonian teachers' readiness to promote inquiry skills among students. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 5-16.
- Katchevich, D., Hofstein, A. ve Mamlok-Naaman, R. (2013). Argumentation in the chemistry laboratory: Inquiry and confirmatory experiments. *Research in Science Education*, 43(1), 317-345.
- Kathleen, M. S. (1994). *The development and validation of a categorization of misconceptions in the learning of chemistry*. Doktora Tezi, University of Massachusetts Lowell, USA.
- Kaya, E. (2011). *The effect of conceptual change based instruction on students' understanding of rate of reaction concepts*. Doktora Tezi, Ota Doğu Teknik Üniversitesi.

- Keeves, J. P. (1998). Methods and processes in research in science education. *International handbook of science education*, 1127-1153.
- Kennepohl, D. (2001). Using computer simulations to supplement teaching lab. in chemistry for distance delivery. *The Journal of Distance Education*, 16(2), 58-65.
- Kerlinger, F. N. (1964). *Foundation of behavioral research*. Newyork: Holt, Rinehart and Winston,
- Klahr, D. ve Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kıngır, S. ve Geban, Ö. (2012). Effect of conceptual change approach on students' understanding of reaction rate concepts. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 306-317.
- Koballa, T. R. Jr. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72,115– 126.
- Koballa, T. R., Jr., Crawley, F. E. ve Shrigley, R. L. (1990). A summary of science education-1988. *Science Education*, 74, 369–381.
- 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.
- Koştur, İ., Koğar, H. ve Eyidoğan, F. (2012). *Fen ve teknoloji laboratuvar etkinlikleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kousathana, M., Demerouti, M. ve Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconceptions in acid-base equilibria: An analysis from a history and philosophy of science perspective. *Science & Education*, 14(2), 173-193.
- Kousathana, M. ve Tsaparlis, G. (2002). Students'errors in solving numerical chemical-equilibrium problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(1), 5-17.

- Köse, S. (2008). Laboratuvara dayalı fen öğretimi. Ö. Taşkın (ed). *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar*. Ankara: Pegem Akademi.
- Krajcik, J., Mamlok, R. ve Hug, B. (2001). Modern content and the enterprise of science: Science education in the 20th century. L. Corno (Ed.). *Education Across A Century*. Chicago, Illinois: National Society for the Study of Education (NSSE).
- 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.
- Kurt, S. ve Ayas, A. (2012). Improving student's understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 979-992.
- Küçüker, S. (2008). *Bilgisayar destekli sorgulayıcı-araştırma (inquiry) yönteminin öğrencilerin kimyasal reaksiyonlar konusundaki kavramsal değişimlerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Gaz, Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Lang, Q. C., Wong, A. F. ve Fraser, B. J. (2005). Student perceptions of chemistry laboratory learning environments, student–teacher interactions and attitudes in secondary school gifted education classes in singapore. *Research in Science Education* (35), 299-321.
- Lati, W., Supasorn, S. ve Promarak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction rates. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471-4475.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth publishing company.
- Liew, C. W. ve Treagust, D. F. (1998). The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement. ERIC Document No: ED 420 715

- Lily, Q., Gang, Z., Yong, P., Tingfu, M. ve Ming, G. (2008). *Three-dimensional virtual chemical laboratory based on virtual reality modeling language*. IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education, Xiamen.
- Lim, B.R. (2001). *Guidelines for designing inquiry-based learning on the web: Online professional development of educators*. Doktora tezi, Indiana University, Department of Instructional Systems Technology.
- Lin, H., Yang, T. C., Chiu, H. ve Chou, C. (2002). Students' difficulties in learning electrochemistry. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China - Part D: Mathematics, Science and Technology Education*, 12 (3), 100-105.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within implementing inquiry-based science standards*. USA: Corwin Press.
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry-a case study approach*. USA: Corwin Press-NSTA Press.
- Lord, T.R. (1997). A comparison between traditional and constructivist teaching in college biology. *Innovative Higher Education*, 21(3), 197-216.
- Lord, T. ve Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a sciencelaboratory. *The American Biology Teacher*, 68, 342-345.
- Loucks-Horsley, S. ve Matsumoto, C. (1999). Research on Professional Development for Teachers of Mathematics and Science: The State of the Scene. *School Science and Mathematics*, 99(5), 258-271.
- Loverude, M. E., Gonzalez, B. L. ve Nanes, R. (2011). Inquiry-based course in physics and chemistry for preservice K-8 teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(1), 010106.
- Luera, G. R. ve Otto, C. A. (2005). Development and evaluation of an inquiry-based elementary science teacher education program reflecting current reform movements. *Journal of Science Teacher Education*, 16(3), 241-258.

- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and centers for contemporary teaching. B. J. Fraser ve K. G. Tobin (Ed.), *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. ve Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, 393-441.
- Malloy, T. E. ve Jensen, G. C. (2001). Utah virtual lab: java interactivity for teaching science and statistics on line. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 33(2), 282-286.
- Marlow, M. P. ve Stevens, E. (1999). Science teachers attitudes about inquiry-based science. ERIC Document No: ED 466 350
- Martin, L. (2001). *Coupled-inquiry diagram. The changes in open inquiry understandings and teaching among preservice secondary science teachers during their preservice school practica and student teaching*. Doktora Tezi, The University of Iowa.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34–37.
- Martin-Villalba, C., Urquia, A. ve Dormido, S. (2008). Object-oriented modelling of virtual-labs for education in chemical process control. *Computers and Chemical Engineering Journal*, (32), 3176-3186.
- MEB (2013). *İlköğretim fen ve teknoloji programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- Mercer-Chalmers, J., D., Goodfellow C., L. ve Price, G., J. (2004). Using a vle to enhance a foundation chemistry laboratory module. *CAL-Laborate*, 12, 14-18.
- Methembu, Z. (2001). *Using the predict-observe-explain technique to enhance the students' understanding of chemical reactions (Short Report on pilot study)*. Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education.

- Metin, M. (2011). Effects of teaching material based on 5E model removed pre-service teachers' misconceptions about acids-bases. *Bulgarian Journal of Science & Education Policy*, 5(2).
- Meyveci, N. (1997). *Bilgisayar destekli fizik öğretiminin öğrenci başarısına ve öğrencinin bilgisayara yönelik tutumuna etkisi*, Yüksek lisans tezi, A.Ü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Mathabatha, S. S. (2007). *The effect of laboratory based teaching and traditional based teaching on students' conceptual understanding of chemical equilibrium*. Yüksek lisans tezi, University of Pretoria.
- Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge-New York.
- McClary, L. M. ve Bretz, S. L. (2012). Development and assessment of a diagnostic tool to identify organic chemistry students' alternative conceptions related to acid strength. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2317-2341.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Morozov, M., Tanakov, A., Gerasimov, A., Bystrov, D. ve Cvirco, E. (2004). *Virtual chemistry laboratory for school education*. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Muchtar- Harizal, Z. M. (2012). Analyzing of students' misconceptions on acid-base chemistry at senior high schools in Medan. *Journal of Education and Practice*, 3(15), 65-74.
- Mugaloglu, E. ve Sarıbas, D. (2010). Pre-service science teachers' competence to design an inquiry based lab lesson. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4255-4259.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.

- Nakhleh, M. B. ve Krajcik, J. S. (1994). Influence on levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1077-1096.
- National Academy of Sciences. (1998) *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science educational standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and national science educational standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2006). *Cleaner and NSF's Environmental Observatories*. Washington, D. C: Natl. Acad.
- Neill, M. (2003). The dangers of testing. *Educational Leadership*, 60(5), 43-46.
- Niaz, M. (2001). Response to contradiction: Conflict resolution strategies used by students in solving problems of chemical equilibrium. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 205-211.
- Niaz, M. (2002). Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 24(4), 425-439.
- Niaz, M. ve Chacón, 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.
- Nilsson, T. ve Niedderer, H. (2014). Undergraduate students' conceptions of enthalpy, enthalpy change and related concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 336-353.
- Norma, E. (2001). Inquiry-based professional development: letting questions direct teachers' learning. *ERIC Document No. ED461518*.
- Novak, J. D. (1998). The pursuit of a dream: Education can be improved. *Teaching science for understanding: A human constructivist view*, 3, 95-131.

- Novak, A. M. ve Krajcik, J. S. (2006). L. B. Flick ve N. G. Lederman (ed.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherlands: Springer.
- Ocak, G., Kıvrak, E. ve Özay, E. (2005). Biyoloji laboratuvarlarının önemi ve laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan problemlerin öğretmen görüşlerine dayanılarak tespiti (Erzurum il örneği). *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 65-75.
- Odom, A.L. (1992). *The development and validation of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis*, Doktora Tezi, Missouri-Columbia Üniversitesi, Kolombiya.
- Odom, A. L. ve Barrow, L. H. (1995). Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion Osmosis After a Course of Instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 45-61.
- Odom, A. L. ve Kelly, P.V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students, *Science Education*, 85, 615-635.
- Odubunmi, O. ve Balogun, T. A. (1991). The effect of laboratory and lecture teaching methods on cognitive achievement in integrated science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 213-224.
- Oğuz-Ünver, A. ve Yürümezoğlu, K. (2009). Bilim eğitiminde gözlemin gücünü geliştirmek için bir öğretim stratejisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 105-119.
- Orbay, M., Özdoğan, T., Öner, F., Kara, M. ve Gümüş, S. (2003). Fen bilgisi laboratuvar uygulamaları I-II dersinde karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 157.
- Orcutt, J. C. B. (1997). *A case study on inquiry-based science education and students' feelings of success*. Doktora tezi, San Jose State University.

- Ornstein, A. C. ve Lasley T. J. (2004). *Strategies for effective teaching*. New York: The McGraw- Hill Companies, Inc.
- Özdemir, H., Köse, S. ve Bilen, K. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını gidermede tahmin etgözle-açıkla stratejisinin etkisi: asit-baz örneği*. 10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim kullanımı. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4, 4-13.
- Özgüven, İ. E. (1998). *Psikolojik testler*. Ankara: PDREM Yayınları.
- 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 conceptual change-oriented teaching strategy to improve students' understanding of galvanic cells. *Journal of chemical education*, 83(11), 1719.
- Özmen, H. (2007). The effectiveness of conceptual change texts in remediating high school students' alternative conceptions concerning chemical equilibrium. *Asia Pacific Education Review*, 8(3), 413-425.
- Özmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 225-233.
- Pallant, J. (2007). *SPSS Survival manual, a step by step a guide to data analysis using SPSS for Windows*. England: McGraw-Hill Education.
- Parim, G. (2009). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri. *Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.

- Pedrosa, M. A. ve Dias, M. H. (2000). Chemistry textbook approaches to chemical equilibrium and student alternative conceptions. *Chemistry Education: Research and Practise in Europe*, 1(2), 227-236.
- Perry, V. R. ve Richardson, C. P. (2001). *The new mexico tech master of science teaching program: An exemplary model of inquiry-based learning*. 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno.
- Piquette, J. S. ve Heikkinen, H. W. (2005). Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1112-1134.
- Quilez, J. (2004). Changes in concentration and in partial pressure in chemical equilibria: students' and teachers' misunderstandings. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 281-300.
- Rahayu, S., Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Kita, M. ve Ibnu, S. (2011). Assessment of electrochemical concepts: a comparative study involving senior high-school students in Indonesia and Japan. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 169-188.
- Renner, W.J., Abraham, M.R. ve Howard, B.H. (1985). The importance of the form of student acquisition of data in physics learning cycles. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(4), 303-325.
- Roehrig, G. H. ve Luft, J. A. (2004). Constarints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.
- Ross, B. ve Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 197-223.

- Salta, K. ve Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535–547.
- Sandi-Urena, S., Cooper, M. M., Gatlin, T. A. ve Bhattacharyya, G. (2011). Students' experience in a general chemistry cooperative problem based laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(4), 434-442.
- Sanger, M. J. ve Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.
- Sarı, U. ve Güven, G. B. (2013). Etkileşimli tahta destekli sorgulamaya dayalı fizik öğretiminin başarı ve motivasyona etkisi ve öğretmen adaylarının öğretime yönelik görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 110-143.
- Schibeci, R. A. ve Riley, J. P. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science teaching*, 23(3), 177-187.
- Schmidt, H. J. (1991). A label as a hidden persuader: Chemists neutralization concept. *International Journal of Science Education*, 13, 459-471.
- Schmidt, H. J., Baumgartner, T. ve Eybe, H. (2003). Changing ideas about the periodic table of elements and students alternative concepts of isotopes and allotropes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 621-637.
- Schoon, K. J. ve Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of pre-service elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568.
- Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as inquiry. J.J. Schwab ve P.F.Brandwein (ed.), *The teaching of science*. Cambridge: Harvard University Pres.
- Seferoğlu, S. S. (2004). *Öğretmen adaylarının öğretmenliğe yönelik tutumları*. XII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Ankara.

- Senemoğlu, N. (1990). Öğrenci giriş nitelikleri ile öğretme-öğrenme süreci özelliklerinin matematik derslerindeki öğrenme düzeyini yordama gücü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 259-273.
- Serin, G. (2002). *Fen eğitiminde laboratuvar*. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.
- Shodell, M. (1995). The question-driven classroom: student questions as course curriculum on biology. *The American Teacher*, 57, 278-281.
- Sia, D. T. (2010). *Development and application of a diagnostic instrument to evaluate secondary school students conceptions of electrolysis*. Doktora tezi. Curtin University of Technology.
- Sia, D. T., Treagust, D. F. ve Chandrasegaran, A. L. (2012). High school students' proficiency and confidence levels in displaying their understanding of basic electrolysis concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(6), 1325-1345.
- Singer, S. R., Hilton, M. L. ve Schweingruber, H. A. (2006). *America's lab report: investigations in high school science. committee on high school science laboratories: role and vision*. Washington D.C.: National Research Council, National Academies Press.
- Sisovic D. ve Bojovic S. (2000). Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 263-275.
- Sorgulama için Araştırma Enstitüsü. (1998). A description of inquiry, Erişim Tarihi: 26.04.2015, <http://www.exploratorium.edu/IFI/about/inquiry.html>

- Sözbilir, M. (2004). Students' ideas and misunderstanding of enthalpy and spontaneity: a review of selected researches. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 155-159.
- Sözbilir, M. ve Canpolat N. (2006). Fen eğitiminde son otuz yıldaki uluslararası değişimler. M. Bahar (ed.). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Sözbilir, M., Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N. (2010). Prospective chemistry teachers' conceptions of chemical thermodynamics and kinetics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 111-120.
- Sreenivasulu, B. ve Subramaniam, R. (2013). University students' understanding of chemical thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 35(4), 601-635.
- Stake R. E. ve Easley J. A. (1978). *Case studies in science education*. Urbana, IL: University of Illinois, Center for Instruction Research and Curricular Evaluation.
- Steffe, L. P. ve Gale, J. E. (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Stepenuck, S. (2002). Material safety data sheets. *NEACT Journal*, 21 (1), 28-32.
- Stieff, M. ve Wilensky, U. (2003). Connected chemistry-incorporating interactive simulations into the chemistry classroom, *Journal of Science Education and Technology*, 12.
- Subramanian, R. ve Marsic, I. (2001). VIBE: Virtual biology experiments. Erişim tarihi: 26.04.2015. <http://www10.org/cdrom/papers/513/>
- Suits, P. J. (2004). Assessing investigate skill development in inquiry-based and traditional college science laboratory courses. *School Science and Mathematics*, 104(6), 248-256.
- Sünbül, M., Afyon, A., Yağız, D. ve Aslan, O. (2004). *İlköğretim 2. kademe fen bilgisi derslerinde akademik başarıyı yordamada öğrencilerin öğrenme*

strateji, stil ve tutumlarının etkisi. XII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi. Ankara.

Sünbül, A. M. ve Gürsel, M. (2001). Başarılı ve başarısız lise 1. sınıf öğrencilerin öğrenilmiş çaresizlik ve problem çözme becerilerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 352-362.

Süral, S. (2008). *Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının öğrenme stilleri ile fen ve teknoloji öğretimi dersindeki akademik başarıları arasındaki ilişki*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şimşek, N. (2002). *Kimya eğitimine yönelik bir tutum ölçeği hazırlanması ve buna yönelik değerlendirmelerin yapılması*. Bilim uzmanlığı tezi, H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü.

Taber, K. S. ve Tan, K. C. D. (2011). The insidious nature of 'hard-core' alternative conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high school students' and pre-service teachers' thinking about ionisation energy. *International Journal of Science Education*, 33(2), 259-297.

Tafoya, E. (1976). Assessing inquiry potential: a tool for curriculum decision makers. *Journal of School Science and Mathematics*, 80, 43-48.

Taitelbaum, D., Mamlok-Naaman, R., Carmeli, M. ve Hofstein, A. (2008). Evidence for teachers' change while participating in a continuous professional development programme and implementing the inquiry approach in the chemistry laboratory. *International Journal of Science Education*, 30(5), 593-617.

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.

Tan, K. C. D., Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L. ve Mocerino, M. (2010). Kinetics of acid reactions: Making sense of associated concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 267-280.

- Tanyıldızı, E. ve Orhan, A. (2005). *Sanal öğrenme ve uzaktan eğitim*. Bilgisayar Mühendislikleri 2. Ulusal Sempozyumu.
- Tarhan, L. (2008). *Development of a material supported with active learning methods based on constructivism to prevent formation and remediation of misconceptions in the subject of acids and bases in the level of high school and university*. TÜBİTAK TUB-105K058 nolu proje.
- Tarhan, L. ve Acar, B. (2007). Problem-based learning in an eleventh grade chemistry class: 'factors affecting cell potential'. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 351-369.
- Tarhan, L. ve Acar-Sesen, B. (2012). Jigsaw cooperative learning: acid-base theories. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 307-313.
- Tarhan, L. ve Acar-Sesen, B. (2013). Problem based learning in acids and bases: learning achievements and students' beliefs. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 565-578.
- Taşar, M. F., Temiz, B. K. ve Tan, M. (2002). *İlköğretim fen öğretim programında hedeflenen öğrenci kazanımlarının bilimsel süreç becerilerine göre sınıflandırılması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Taşdelen, U. (2011). *The effects of computer-based interactive conceptual change texts on 11th grade students' understanding of electrochemistry concepts and attitude toward chemistry*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Taşdemir, A., Demirbaş, M. ve Bozdoğan, A. E. (2005). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin grafik yorumlama becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2).
- Taşkın Ekici, F., Ekici, E. ve Taşkın, S. (2002). *Fen laboratuvarlarının içinde bulunduğu durum*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.

- Taştan, Ö., Yalçinkaya, E. ve Boz, Y. (2008). Effectiveness of conceptual change text-oriented instruction on students' understanding of energy in chemical reactions. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 444-453.
- 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.
- Taştan-Kırık, Ö. T. ve Boz, Y. (2012). Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 221-236.
- 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.
- Tatar, E. ve Oktay, M. (2007). Students' misunderstandings about the energy conservation principle: a general view to studies in literature. *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(3), 79-81.
- Tatlı, Z. (2007). *Ortaöğretim 9. sınıf kimyasal değişimler ünitesine yönelik sanal kimya laboratuvarı deneylerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Teichert, M. A. ve Stacy, A. M. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496.
- Tekin, S. (2006). Tahmin-gözlem-açıklama stratejisine dayalı fen bilgisi laboratuvar deneyleri tasarlanması ve bunların öğrenci kazanımlarına katkılarının irdelenmesi. *VII. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 07-09.
- Tekin, S. (2008). Kimya laboratuvarının etkililiğinin aksiyon araştırması yaklaşımıyla geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (2), 567-576.

- Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change. *Research in Science & Technological Education, 1*, 5-16.
- Thompson, J. ve Soyibo, K. (2002). Effects of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th graders' attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science & Technological Education, 20*(1), 25-37.
- Tien, L. T. ve Stacy, A. M. (1996). The effects of instruction on undergraduate students' inquiry skills. ERIC Document No: ED 398 268.
- Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities. In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics, 90*, 403-418.
- Topsakal, S. (2005). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Nobel yayın dağıtım.
- 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., Duit, R. ve Fraser, B. J. (1996). Overview: Research on students' preinstructional conceptions—the driving force for improving teaching and learning in science and mathematics. *Improving teaching and learning in science and mathematics*, 1-14.
- Tretter, T. R. ve Jones, M. G. (2003). Relationships between inquiry-based teaching and physical science standardized test scores. *School Science and Mathematics, 103*(7), 345-350.
- Trindade, J., Fiolhais, C. ve Almedia, L. (2002). Science learning in virtual environments: a descriptive study. *British Journal of Educational Technology, 33*(4), 471-488.

- Turányi, T. ve Tóth, Z. (2013). Hungarian university students' misunderstandings in thermodynamics and chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(1), 105-116.
- Turgut, M.,F. (1995). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metodları* (10. Baskı). Ankara: Yargıcı Matbaası.
- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R. ve Piburn, M. (1997). *İlköğretim fen öğretimi*. Yök/Dünya Bankası, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Türk, F. ve Çalık, M. (2008, June). Using different conceptual change methods embedded within 5E model: A sample teaching of endothermic–exothermic reactions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-10.
- Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
- Usal, M., R., Albayrak, M. ve Usal, M. (2004). *İnteraktif web tabanlı işbirliği yapan sanal laboratuvarların eğitimde rolü ve önemi*. IV. International Educational Technology Semposium, Sakarya.
- Ülgen, G. (1994). *Eğitim psikolojisi: Kavramlar, ilkeler, yöntemler, kuramlar ve uygulamalar*. Ankara: BilimYayınları
- Van Driel, J. H. (2002). Students' corpuscular conceptions in the context of chemical equilibrium and chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(2), 201-213.
- Volkman, M.J., Abell, S.K. ve Zgagacz, M. (2005). The challenges of teaching physics to pre-service elementary teachers: Orientations of the professor, teaching assistant and students. *Science Education*, 89 (5), 847-869.
- Voska, K.W. ve Heikkinen, H.W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 160-176.

- Vural, B. (2004). *Eğitim ğretimde planlama lme ve stratejiler*. İstanbul: Hayat Yayınları.
- Walton, P., H. (2002). On the use of chemical demonstrations in lectures. *The Royal Society Of Chemistry Journal*, 6(1), 22-27.
- Weerawandhana, A., Ferry, B. ve Brown, C. (2004). *Developing conceptual understanding of chemical equilibrium through the use of computer-based visualization software*. International Conference for Computers in Education.
- Wimmers, L. E. (2001). Practicing real science in the laboratory. *Journ. Coll Sci Teach*, 31, 167-171.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry project in science teacher education: what can investigate experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Teacher Education, Science Education*, 87, 112-143.
- Wolf, S. J. ve Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in life sciences at large research universities: A perspective on the boyer commission report. *Cell Biology Education*, 2, 112-116.
- Woodfield, B. (2005). *Virtual chemlab getting started, pearson education*. Erişim Tarihi:26.04.2015
http://www.mypearsontraining.com/pdfs/VCL_getting_started.pdf
- Yakmaci-Guzel, B. (2013). Preservice chemistry teachers in action: an evaluation of attempts for changing high school students' chemistry misconceptions into more scientific conceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(1), 95-104.
- Yalnkaya, E., Taştan, . ve Boz, Y. (2009). High school students' conceptions about energy in chemical reactions. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakultesi Dergisi*, 26, 1-11.

- Yalçinkaya, E., Taştan-Kırık, Ö., Boz, Y. ve Yıldırım, D. (2012). Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics? *Research in Science & Technological Education*, 30(2), 151-172.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2004). Fen bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *İlköğretim Online*, 4(1), 42-52.
- Yang, E., Andre, T. ve Greenbowe, T. J. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International 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 and Technology*, 16, 451-461.
- Yara, P. O. (2009). Students' attitude towards mathematics and academic achievement in some selected Secondary Schools in South Western Nigeria. *European Junior of Scientific Research*, 36 (3), 336-341.
- Yavuz, S. ve Arslan, N. (2010). *Asit-baz konusundaki kavram yanlışlarının kavram karikatürü tekniği ile giderilmesi*. 24. Ulusal Kimya Kongresi, Zonguldak.
- Yenice, N. ve Aktamış, H. (2004). *Eğitim fakülteleri ve sınıf öğretmenleri için fen bilgisi laboratuvar deneyleri*. Anı Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, N., Er Nas, S. ve Ayas, A. (2009). Kimya öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerini kullanabilme durumlarına işbirlikçi öğrenmenin etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 99-116.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Yılmaz, A. (2005). Lise 1 Kimya ders kitabındaki bazı deneylerde kullanılan kimyasalların tehlikeli özelliklerine yönelik öğrencilerin bilgi düzeyleri ve öneriler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 226-235.
- Yılmaz, A., Erdem, E. ve Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242.
- Yürük, N. (2007). The effect of supplementing instruction with conceptual change texts on students' conceptions of electrochemical cells. *Journal of science education and technology*, 16(6), 515-523.
- Yürük, N. ve Geban, O. (2001). *Conceptual change text: A supplementary material to facilitate conceptual change in electrochemical cell concept*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis.
- Zacharia, Z. ve Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 71(6), 618-629.
- Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.

ÖZGEÇMİŞ

23.09.1987 tarihinde Kırşehir'de doğdu. İlk ve ortaöğrenimini tamamlamasının ardından 2004 yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programına kaydoldu. 2008 yılında bu programdan mezun oldu ve aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Kimya Öğretmenliği programında yüksek lisans eğitimine başladı. 2010 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl İstanbul Üniversitesi Eğitimi Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi programında doktora eğitimine başladı.