

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

**ORTAÖĞRETİM 9. SINIF KİMYASAL DEĞİŞİMLER ÜNİTESİNE
YÖNELİK SANAL KİMYA LABORATUVARI DENEYLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Zeynep TATLI

**Trabzon
Şubat, 2011**

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

**ORTAÖĞRETİM 9. SINIF KİMYASAL DEĞİŞİMLER ÜNİTESİNE
YÖNELİK SANAL KİMYA LABORATUVARI DENEYLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zeynep TATLI

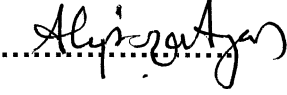
**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde
Doktora Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

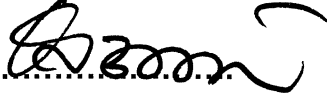
**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Alipaşa AYAS**


**Trabzon
Şubat, 2011**

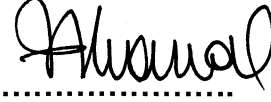
KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

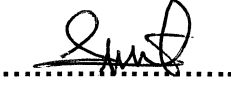
Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 11/02/2011

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Alipaşa AYAS 

Üye : Prof.Dr. Adnan BAKİ 

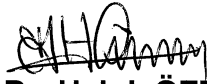
Üye : Prof.Dr. Petek AŞKAR 

Üye : Doç.Dr. Hasan KARAL 

Üye : Doç.Dr. Suat ÜNAL 

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.


Doç.Dr. Haluk ÖZMEN
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

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



Zeynep TATLI

11/02/2011

ÖNSÖZ

Günümüz eğitim sisteminde yaparak-yaşayarak öğrenme temeli üzerine kurulu olan yapılandırmacı yaklaşımın ve bu paralelde kimya eğitiminde laboratuvar çalışmalarının öğrenme üzerindeki olumlu etkisi bilinmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda farklı gerekçelerle derslerde laboratuvar çalışmalarının yapılamadığı ve yapılandırmacı yaklaşımın ise çok zaman aldığı görülmüştür. Sanal laboratuvarlara ait çalışmaların çoğalması ve eğitim alanına dâhil olması bu alanda yapılan çalışmalara farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Düşük maliyet, zamanı etkin kullanma, esnek ve etkili öğrenme ortamı ile kullanıcı etkileşimini temel alan yapılandırmacı anlayışı destekleyen yapısı ile sanal laboratuvarlar çalışmanın ana temasını oluşturmuştur.

Bu noktadan hareket eden, her aşaması ayrı bir çaba gerektiren bu çalışma süresince, ihtiyaç hissettiğim anda güler yüzü ve engin tecrübesi ile yolumu aydınlatan saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Alipaşa AYAS'a,

Beni bu alanda araştırma yapmak için cesaretlendiren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Adnan BAKI'ye, sağladığı rahat ortam ve çalışmama kattığı değer için saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hasan KARAL'a, değerli görüşlerini benimle paylaşan saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Suat ÜNAL, Doç. Dr. Bayram COŞTU ve Yrd. Doç. Dr. Esra KELEŞ'e,

Bu süreçte desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Sakine ÖNGÖZ, Öğr. Gör. Emine TİMUÇİN, Melih TİMUÇİN, Öğr. Gör. Şebnem ERTAŞ, Yrd. Doç. Dr. Nagihan YILDIRIM, Dr. Çiğdem ŞAHİN, Arş. Gör. Hava AKBULUT, Arş. Gör. Mehmet KOKOÇ, Zeliha CENG, Arş. Gör. Ayşenur ÖZLÜ, Bilgisayar öğretmenleri Yeşim AKÇAY, Sevilay ABANOZ, Yasemin KARAHASANOĞLU ve görüşleriyle çalışmaya katkıda bulunan kıymetli kimya öğretmenlerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Akademik hayatım boyunca her an desteklerini ve sıcaklıklarını hissettiğim, öğrendiğim her güzel şeyde payları olan dünyanın en güzel anne-babası, Kebire-Ahmet HALİLOĞLU'na, canlarım Elif ile Esra'ya, yoğun çalışma temposunun arasında bana ve çalışmama gösterdiği destek için sevgili eşim Özgür TATLI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ve teşekkürlerin en büyüğünü ona ayıracağım zamanın ve enerjinin büyük kısmını tezime verdiğim canım yavrum Orhun Ata'ya ediyorum. Artık oynayabiliriz anneciğim.

Şubat 2011

Zeynep TATLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLOLARDİZİNİ	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ	XVII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	5
1.3. Araştırmanın Amacı.....	9
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	9
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	12
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	13
1.7. Konu ile ilgili Alanyazın Taraması.....	13
1.7.1. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı.....	13
1.7.1.1. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamları ve Bu Ortamlardaki Öğrenci- Öğretmen Rolü	16
1.7.1.2. Kimya Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşımına Dayalı Olarak Yapılan Bazı Çalışmalar	19
1.7.2. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ve Tahmin-Gözlem-Açıklama.....	22
1.7.2.1. Kimya Eğitimde TGA Stratejisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	24
1.8. Kimya Eğitiminde Laboratuvar Uygulamaları.....	28
1.8.1. Kimya Eğitiminde Laboratuvar Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	32
1.9. Sanal Laboratuvarlar.....	36
1.9.1. Sanal Laboratuvarların Amaçları ve Faydaları	39
1.9.2. Sanal Laboratuvar İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	42
2. YÖNTEM	50
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	50

2.2.	Araştırmanın Yöntemi.....	52
2.3.	Araştırmanın Evreni.....	54
2.4.	Araştırmanın Örneklemi.....	54
2.4.1.	Pilot Çalışma.....	55
2.4.1.1.	Pilot Çalışmayı Yürüten Öğretmenlerin Özellikleri	55
2.4.1.2.	Pilot Çalışmaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri.....	56
2.4.1.3.	Pilot Çalışmanın Yürütüldüğü Okulun Kimya Laboratuvarının Özellikleri	56
2.4.1.4.	Pilot Çalışmanın Yürütüldüğü Okulun Bilgi Teknolojileri Sınıfının ve Bilgisayarların Özellikleri.....	56
2.4.2.	Asıl Uygulama.....	57
2.4.2.1.	Asıl Uygulamayı Yürüten Öğretmenlerin Özellikleri.....	57
2.4.2.2.	Asıl Uygulamaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri.....	57
2.4.2.3.	Asıl Uygulamanın Yürütüldüğü Okulun Kimya Laboratuvarının Özellikleri.....	58
2.4.2.4.	Asıl Uygulamanın Yürütüldüğü Okulun Bilgi Teknolojileri Sınıfının ve Bilgisayarların Özellikleri	59
2.5.	Sanal Kimya Laboratuvarı (SKL) ve Deneylerinin Tasarlanması ve Geliştirilmesi	60
2.5.1.	SKL yazılımının Geliştirilmesinde Etkili Olan Unsurlar	61
2.5.1.1.	Kimya Öğretmenlerinin İhtiyaçları	61
2.5.1.2.	Hedef Kitlenin ve Ünitenin Belirlenmesi.....	62
2.5.1.3.	SKL Yazılımının İçeriğinin Belirlenmesi	63
2.5.1.4.	SKL Yazılım Senaryolarını Oluşturacak Ekibin Belirlenmesi.....	64
2.5.1.5.	SKL Yazılım Senaryoların Yapılandırmacı Öğrenme Teorisine Uygunluğu.....	65
2.5.1.6.	SKL Yazılımı Dâhilinde Kullanılan Laboratuvar Ortamının, Malzeme Dolaplarının ve Deney Araç-Gereçlerinin Gerçeğe Uygunluğu.....	65
2.5.1.7.	SKL Ortamını Tasarlanması.....	65
2.5.2.	SKL Kapsamındaki Deneylerin Tasarlanması.....	66
2.5.2.1.	SKL Yazılımının Tasarlanmasında Etkili Olan İlke ve Stratejiler.....	66
2.5.3.	SKL Yazılımında Kullanılan Bilgisayar Programları.....	69
2.5.4.	SKL Yazılımının Ön Değerlendirilmesi.....	70
2.5.4.1.	SKL Yazılımının Kimya Alan Uzmanları Tarafından-Değerlendirilmesi.....	71

2.5.4.2.	SKL Yazılımının BDE Alan Uzmanları Tarafından Değerlendirilmesi.....	72
2.5.4.3.	SKL Yazılımını Pilot Uygulaması	72
2.6.	SKL Yazılımının Tanıtılması.....	74
2.7.	Asıl Uygulama.....	88
2.8.	Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları.....	90
2.8.1.	Öğretim Felsefesi Anketi (ÖFA).....	91
2.8.2.	Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi (KİDÜBAT).....	92
2.8.2.1.	KİDÜBAT'ın Geliştirilme Aşaması.....	93
2.8.3.	Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi (KIDEYTUT).....	96
2.8.3.1.	KİDEYTUT'un Geliştirilme Aşaması.....	96
2.8.4.	Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma Testi (LAGTAT).....	98
2.8.4.1.	LAGTAT'ın Geliştirilme Aşaması.....	98
2.8.5.	Deney Raporları.....	99
2.8.6.	Gözlemler	100
2.8.6.1.	Laboratuvar Gözlem Formu	101
2.8.6.1.1.	Laboratuvar Gözlem Formunun Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması....	101
2.8.7.	Mülakatlar.....	102
2.9.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi.....	103
2.9.1.	Öğretim Felsefesi Anketinin Analizi	103
2.9.2.	KİDÜBAT'ın Analizi.....	104
2.9.3.	KIDEYTUT'un Analizi.....	105
2.9.4.	LAGTAT'ın Analizi.....	106
2.9.5.	Deney Raporlarının Analizi.....	108
2.9.6.	Gözlem Verilerinin Analizi.....	110
2.9.7.	Mülakat Verilerinin Analizi.....	111
2.9.7.1.	Öğrencilerle Gerçekleştirilen Mülakatların Analizi.....	112
2.9.7.2.	Öğretmenlerle Gerçekleştirilen Mülakatların Analizi	112
3.	BULGULAR	113
3.1.	KİDÜBAT'tan Elde Edilen Bulgular.....	113
3.1.1.	Öğrencilerin KİDÜBAT'a Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Bulgular	115
3.1.1.1.	Grup İçi Karşılaştırmalardan Elde Edilen Bulgular	115

3.1.1.2.	Gruplar Arası Karşılaştırmalardan Elde Edilen Bulgular.....	116
3.2.	KİDEYTUT'tan Elde Edilen Bulgular	117
3.3.	LAGTAT'tan Elde Edilen Bulgular.....	125
3.4.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Öğrenme- Öğretme Süreçlerine Etkisine Dair Elde Edilen Bulgular.....	130
3.4.1.	Öğretim Felsefesi Anketinden Elde Edilen Bulgular.....	130
3.4.2.	Deney Raporlarından Elde Edilen Bulgular	132
3.4.3.	Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular.....	133
3.4.4.	Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	138
3.4.4.1.	Kontrol ve Deney Grubu Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Laboratuvar Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Yapılan Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	138
3.4.4.2.	Geliştirilen SKL Yazılımını Değerlendirmeye Yönelik Deney Grubu Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	149
3.4.4.3.	SKL Yazılımını Değerlendirmeye Yönelik D Öğretmeni ile Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Mülakata Dair Bulgular.....	156
4.	TARTIŞMA.....	159
4.1.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Başarılarına İlişkin Tartışma.....	159
4.2.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimya Dersine Yönelik Tutumlarına İlişkin Tartışma.....	164
4.3.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin “Laboratuvar Araç-Gereçlerini” Tanıma Başarılarına İlişkin Tartışma	170
4.4.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Öğrenme- Öğretme Süreçlerine Etkisi İle İlgili Tartışma.....	172
4.4.1.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarının Yapılandırmacı Öğrenme Ortamlarının Oluşmasındaki Etkisine İlişkin Tartışma.....	173
4.4.2.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamlarındaki Deneylerin Gerçekleştirilme Süreçlerine İlişkin Tartışma.....	179
4.4.3.	Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğrenci Görüşleri ile İlgili Tartışma.....	188
4.4.4.	Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğretmen Görüşleri ile İlgili Tartışma.....	192
5.	SONUÇLAR.....	198

5.1.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Başarılarına İlişkin Sonuçlar.....	198
5.2.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimya Dersine Yönelik Tutumlarına İlişkin Sonuçlar.....	200
5.3.	Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin “Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma” Başarılarına İlişkin Sonuçlar.....	201
5.4.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Öğrenme-Öğretme Süreçlerine Etkisi İle İlgili Sonuçlar.....	202
5.4.1.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarının Yapılandırmacı Öğrenme Ortamlarının Oluşmasındaki Etkisine İlişkin Sonuçlar.....	203
5.4.2.	Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamlarındaki Deneylerin Gerçekleştirilme Süreçlerine İlişkin Sonuçlar.....	204
5.4.3.	Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğrenci Görüşlerinden Elde Edilen Sonuçlar	207
5.4.4	Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğretmen Görüşlerinden Elde Edilen Sonuçlar.....	209
6.	ÖNERİLER.....	212
6.1.	SKL Yazılımının Geliştirilmesine Yönelik Öneriler.....	212
6.2.	SKL Yazılımının Uygulanmasına Yönelik Öneriler.....	213
6.3.	SKL Yazılımının Değerlendirilmesine Yönelik Öneriler.....	215
	KAYNAKLAR.....	216
	EKLER.....	247
	ÖZGEÇMİŞ.....	283

ÖZET

Bu araştırmanın temel amacı, 9. Sınıf kimya öğretim programı içerisinde yer alan kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneyleri konu alan etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmektir. Sanal laboratuvarın geliştirilmesinde yapılandırmacı öğrenme kuramı ve Tahmin-Gözlem-Açıklama stratejisi temel alınmıştır. Yarı deneysel yöntem ile gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini Trabzon il merkezindeki bir Anadolu Lisesinin 9. sınıflardan seçilen üç farklı şubesindeki toplam 90 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenci gruplarının biri deney ve ikisi kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Çalışmanın verileri ön ve son test olarak uygulanan Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi, Kimya Dersine Yönelik Tutum Anketi, Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi, Öğretim Felsefesi Anketi, yarı yapılandırılmış mülakat, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemlerden elde edilmiştir.

Çalışmanın verileri sosyal bilimler için istatistik paketi (SPSS 16.0) kullanılarak değerlendirilmiş grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır. 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 görülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin, yazılım kapsamındaki deneyleri gerçeğe çok yakın doğrulukta sonuçlandırabildikleri, bu süreçte kendilerini güvende hissettikleri, yaptıkları deney ile günlük hayat arasındaki ilişkiyi kurabildikleri, üzerinde çalıştıkları deneyin makroskobik, moleküler ve sembolik boyutlarını inceleme imkânı buldukları belirlenmiştir. Gelecekte sanal kimya laboratuvarlarının eğitim ve öğretimde tamamlayıcı ve destekleyici bir unsur olarak kullanılmasının hem ülke ekonomisi açısından hem de öğrenmenin kalıcılığı açısından vazgeçilemez bir öğretim materyali olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapılandırmacı Yaklaşım, Tahmin-Gözlem-Açıklama, Kimya Laboratuvarı, Sanal Laboratuvar

SUMMARY

The main aim of this study is to develop, implement and assess an interactive virtual chemistry laboratory sampling the experiments in the chemical changes unit in 9th grade chemistry curriculum. The virtual laboratory was developed based on constructivist learning theory and Prediction-Observation-Explanation strategy. The sample of this quasi-experimental study was 90 students from three different 9th grade classrooms of an Anatolian Secondary school located in the city center of Trabzon. The student groups were randomly attained as one experimental and two control groups. The data collection tools of the study were; Chemical Changes Unit Achievement Test, Laboratory Equipments Test, Attitude Scale towards Chemistry Course, Education Philosophy Questionnaire, Semi-structured interviews, structured and unstructured observations.

The data of the study were evaluated and comparisons within and between groups were made, by using Statistical Package for Social Sciences (SPSS 16.0). The results showed that virtual chemistry laboratory software was just as effective as real chemistry laboratory and it positively affected the facilitating of constructivist learning environment. It was determined that the students in experimental group conducted the experiments as precise as the real ones; they felt themselves safe during the experiments; they could relate the experiments with daily life; they had the opportunity to investigate macroscopic, molecular and symbolic dimensions of the experiments. It was speculated that using virtual chemistry laboratories as a supportive complement in education will become an indispensable instructional material in terms of both national economy and the persistency of the learning.

Key Words: Constructivist Approach, Prediction-Observation-Explanation, Chemistry Laboratory, Virtual Laboratory

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Laboratuvar çalışmaları ile kazandırılması hedeflenen bilgi ve beceriler.....	31
Şekil 2. Sanal Laboratuvarın mimari yapısı	37
Şekil 3. Asıl uygulamanın yapıldığı kimya laboratuvarına ait kroki	58
Şekil 4. Asıl uygulamanın yapıldığı bilgi teknolojileri sınıfına ait krokisi.....	59
Şekil 5. SKL ve deneylerinin tasarlanma aşamaları.....	60
Şekil 6. SKL arayüz ekranı.....	75
Şekil 7. SKL yazılımın “deneyler” alt seçeneğine ait ekran görüntüsü.....	76
Şekil 8. SKL yazılımındaki deney araç-gereçlerinin seçiminin yer aldığı ekran görüntüsü	77
Şekil 9. Kimyasal malzemeler dolabına ait örnek ekran görüntüsü	78
Şekil 10. Deney araç-gereçleri dolabına ait örnek ekran görüntüsü.....	79
Şekil 11. Laboratuvara giriş ekranına ait görüntü	79
Şekil 12. Örnek güvenlik önlemleri ekran görüntüsü	80
Şekil 13. Örnek deney düzeneği ekran görüntüsü	81
Şekil 14. Örnek “moleküler düzeyde gösterim” ekran görüntüsü.....	82
Şekil 15. “Bilgi” ekranına ait örnek görüntü.....	83
Şekil 16. “Günlük hayatla ilişkilendir” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü.....	84
Şekil 17. “Laboratuvarda güvenlik” bölümüne ait ekran görüntüsü.....	85
Şekil 18. “Sanal Sözlük” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü	85
Şekil 19. “Sanal TV” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü.....	86
Şekil 20. “Laboratuvar Malzemeleri” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü	87
Şekil 21. “Yardım” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü	87
Şekil 22. “Hakkında” bölümüne ait ekran görüntüsü	88
Şekil 23. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KİDÜBAT puanlarındaki değişim	114
Şekil 24. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KİDEYTUT puanlarındaki değişim.....	119
Şekil 25. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin LAGTAT puanlarındaki değişim.....	127
Şekil 26. Çökme-çözünme deneyine ait deney rapor örneği.....	137

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kimya derslerinde karşılaşılan problemler ve sanal laboratuvarın sunduğu çözüm önerileri	7
Tablo 2. Geleneksel ve yapılandırmacı yaklaşım karşılaştırılması	15
Tablo 3. Geleneksel ve yapılandırmacı sınıf ortamlarının karşılaştırılması...	17
Tablo 4. Sanal laboratuvarların sağladığı faydalar.....	41
Tablo 5. Çalışmanın Yürütülme Süreci.....	53
Tablo 6. Pilot ve asıl uygulamanın yapıldığı okulların sahip oldukları genel özellikler	55
Tablo 7. SKL yazılımının ADDIE tasarım modeli aşamalarına göre gerçekleştirilme süreci.....	67
Tablo 8. SKL yazılımında benimsenen ilke ve stratejilerin yazılıma yansımaları	68
Tablo 9. Araştırmanın alt problemlerine yönelik kullanılan veri toplama araçları	91
Tablo 10. KİDÜBAT'ta yer alan soruların ünitenin kazanımlarına göre dağılımı.....	92
Tablo 11. KIDEYTUT testinin alt faktörleri ve içerdikleri soru sayıları.....	98
Tablo 12. Öğretmenlerin kullandıkları öğrenme ortamlarını ve ayırdıkları ders saatleri.....	104
Tablo 13. KIDEYTUT 'u oluşturan alt faktörler ve alt faktörlere ait puan aralıkları.....	106
Tablo 14. LAGTAT testinin verilerinin analizinde kullanılan kategoriler ve karşılık gelen puanlar	107
Tablo 15. Deney raporu puanlama kategorileri.....	108
Tablo 16. Deney raporları değerlendirilmesinde kullanılan puan aralıkları ve karşılık gelen kategoriler.....	109
Tablo 17. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin gerçekleştirdikleri deney adları, toplam deney sayısı ve deney yapmaya ayırdıkları süre.....	109
Tablo 18. Laboratuvar gözlem formu alt boyutları ve puan aralıkları.....	111
Tablo 19. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön-son test puanları.....	113
Tablo 20. KG-I grubu öğrencilerinin KİDÜBAT'tan aldıkları ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	115
Tablo 21. KG-II grubu öğrencilerinin KİDÜBAT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	115

Tablo 22.	DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	116
Tablo 23.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön test ANOVA sonuçları.....	116
Tablo 24.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT son test ANOVA sonuçları	117
Tablo 25.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanları.....	118
Tablo 26.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT ön test ANOVA sonuçları	119
Tablo 27.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT son test ANOVA sonuçları.....	120
Tablo 28.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersine yönelik ilgi alt faktör boyutunda) son test ANOVA sonuçları.....	120
Tablo 29.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya laboratuvarına yönelik tutum alt faktörü) son test ANOVA sonuçları.....	121
Tablo 30.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersine yönelik düşünce boyutunda) son test puanlarının ANOVA sonuçları	121
Tablo 31.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce) son test puanlarının ANOVA sonuçları.....	122
Tablo 32.	KG-I öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	122
Tablo 33.	KG-I grubu öğrencilerinin alt faktör tutum puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	123
Tablo 34.	KG-II grubu öğrencilerinin ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	123
Tablo 35.	KG-II grubu öğrencilerinin alt faktör tutum puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	124
Tablo 36.	DG Öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	124
Tablo 37.	DG öğrencilerinin tutum alt faktör puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.....	125
Tablo 38.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları.....	126
Tablo 39	KG-I öğrencilerinin LAGTAT'tan aldıkları ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları.....	127
Tablo 40	KG-II öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları.....	128

Tablo 41.	DG öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları.....	128
Tablo 42	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT ön test puanları varyans analizi sonuçları.....	129
Tablo 43.	KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT son test puanlarının varyans analizi sonuçları.....	129
Tablo 44.	Öğretmenlerin laboratuvar ve sınıf ortamına yansıttıkları öğretim felsefeleri.....	130
Tablo 45.	Çökme-çözünme tepkimeleri” ve “asit-baz titrasyonu” deneylerine ait kontrol ve deney gruplarının hazırlamış oldukları deney raporlarına ilişkin bilgiler	132
Tablo 46.	Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının gözlemlerine ait bulgular.....	134
Tablo 47.	Kontrol ve deney grupları laboratuvar uygulamalarında gerçekleştirilen işlem adımları ve bu işlemlere ayrılan süreler.....	137
Tablo 48.	Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin kimya laboratuvarını kullanma sıklıkları	139
Tablo 49.	Öğrencilerin laboratuvar uygulamalarına katılma durumları.....	139
Tablo 50.	Öğrencilerin gerçekleştirmek istedikleri deney türleri.....	140
Tablo 51.	Öğrencilerin “ deney yaparken zorluk yaşayıp yaşamadıklarına” dair soruya verdikleri cevaplar.....	141
Tablo 52.	Öğrencilerin kimya laboratuvar uygulamalarının daha verimli geçmesine yönelik önerileri.....	142
Tablo 53.	Öğrencilerin “moleküler düzey” algıları.....	143
Tablo 54.	Öğrencilerin yaptıkları deney ile günlük hayatı ilişkilendirebilme durumları.....	144
Tablo 55.	Öğrencilerin “deneylerde alınması gereken güvenlik önlemleri” hakkındaki düşünceleri.....	145
Tablo 56.	Öğrencilerin gerçek kimya laboratuvar ortamında deney yapabilirliklerine dair düşünceleri.....	146
Tablo 57.	Öğrencilerin deney raporlarını ne şekilde oluşturduklarına dair verdikleri cevaplar.....	147
Tablo 58.	Kimya laboratuvar uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisi....	148
Tablo 59.	Kontrol ve deney grubu öğrencilerin, laboratuvarda öğrenilen bilgilerin daha kalıcı olabilmesi için sundukları öneriler.....	149
Tablo 60.	Öğrencilerin sanal ve gerçek laboratuvar ortamları arasında gördükleri farklar.....	150
Tablo 61.	DG öğrencilerinin SKL yazılımına yönelik eleştirileri.....	150
Tablo 62.	DG öğrencilerinin SKL yazılımı dâhilindeki “moleküler düzeyde gösterimin” bölümüne dair düşünceleri.....	151

Tablo 63.	DG öğrencilerinin gerçek kimya laboratuvarında deney gerçekleştirmeye yönelik düşünceleri.....	151
Tablo 64.	Öğrencilerin gerçek bir kimya laboratuvarında deney yaparken zorluk yaşayacaklarını düşündükleri konular.....	152
Tablo 65.	SKL yazılımının öğrencilere kazandırdıkları.....	152
Tablo 66.	Deney grubu öğrencilerinin sanal ve gerçek laboratuvar ortamı tercihleri.....	153
Tablo 67.	Öğrencilerin SKL yazılımının dersin hangi aşamasında kullanılmasına dair önerileri.....	154
Tablo 68.	Öğrencilerin SKL yazılımını kullanmalarına yönelik düşünceleri...	154
Tablo 69.	Öğrencilerin SKL yazılımına yönelik önerileri.....	155

SEMBOLLER DİZİNİ

- A Öğretmeni** : Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesindeki uygulama öğretmeni
- AUO** : Asıl uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesi
- B Öğretmeni** : Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesindeki uygulama öğretmeni
- C Öğretmeni** : Asıl uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesindeki kontrol grubu-I öğretmeni
- DG** : Deney Grubu
- D Öğretmeni** : Asıl uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesindeki kontrol grubu-II ve Deney grubu öğretmeni
- KG-I** : I. Kontrol Grubu
- KG-II** : II. Kontrol Grubu
- KIDEYTUT** : Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Tutum Testi
- KIDUBAT** : Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi
- LAGTAT** : Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma Testi
- ÖFA** : Öğretim Felsefesi Belirleme Anketi
- PD-I** : Pilot uygulama deney grubu-I
- PD-II** : Pilot uygulama deney grubu-II
- PUO** : Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği Anadolu Lisesi
- SKL** : Sanal Kimya Laboratuvarı
- TGA** : Tahmin-Gözle-Açıklama yöntemi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bilimin akıl almaz bir hızla ilerlediği, teknolojinin hayatın her alanında aktif olarak yer aldığı günümüzde fen bilimleri eğitimi, toplumların geleceğini yönlendiren anahtar unsurlar arasında yer almaktadır. Fen bilimleri gerek bilimsel araştırmalarda, gerekse teknolojik tasarım süreçlerinde benzer zihinsel alışkanlıkları ve becerileri kullanır (MEB, 2005). Fen bilimlerinin amacı; kâinattaki varlıkları, olayları, olguları ve değişkenliklerle ilgili bilgileri bilimsel yöntemlerle açıklamak ya da toplumsal deneyimlerle edinilen bilgileri öğretmektir. Fen bilimleri bunu gerçekleştirirken doğa ve doğaüstü varlıkları, olayları ve bunların arasındaki gerçek objektif-sübjektif bilgileri insanların hizmetine sunar (Demirkuş, 1999). Genel anlamda fen eğitimiyle öğrencilerin pozitif düşünme ve problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Aydoğdu, 1991). Fen bilimlerinin ürünü olan teknoloji ise, doğadan edinilen bilgileri mekanize ederek doğaya ve doğadaki varlıkların yararına sunmaktadır (Demirkuş, 1999).

Fen bilimlerini diğer bilim dallarından ayıran bir takım yapısal farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar özetle; fen bilimlerinin uluslararası olması, süreklilik göstermesi, her aşamadaki bilgilerin sürekli kullanılır halde olması, deney-gözlem-araştırmaya önem vererek öğrencinin soru sorma, araştırma yapma becerisini geliştirmesi, onlara hipotez kurabilme ve ortaya çıkan sonuçları yorumlayabilme olanağı sağlamasıdır (Çilenti, 1985; Odubunni ve Balagun, 1991; Morgil ve Yılmaz, 1999). İfade edilen bu farklılıkları ile eğitim sisteminde ayrı bir yeri olan fen bilimleri; fizik, kimya ve biyoloji olarak adlandırılan üç temel disiplini içerisinde barındırmaktadır (Ayas vd., 1997; Kaptan, 1996).

Bu disiplinlerden biri olan kimya dersi içeriğinin büyük kısmını, soyut kavramların oluşturması nedeniyle kavram öğretiminde sıklıkla sorun yaşanan bir alandır. Soyut kavramların yapılandırılmasının zor olması nedeniyle, öğrenciler kimya dersindeki kavramları anlamakta zorluk yaşamaktadırlar (Nakhleh, 1992; Ayas ve Demirbaş, 1997). Kimya dersi kapsamında bulunan olaylar, fen bilimlerinin diğer alanlarından farklı olarak, üç ayrı düzeyde açıklanmaktadır. Bunlar; makroskobik, moleküler ve sembolik seviyelerdir (Johnstone, 1993; Ebenezer, 2001; Raviola, 2001; Özmen vd., 2002; Harrison ve Treagust, 2000).

Makroskobik seviye, kimyasal olguların duyu organları yardımıyla algılanabilen yönlerini içerir. Bu türden özellikler bizzat öğrenci tarafından algılanabilir olduğu için anlaşılması nispeten daha kolaydır (Johnstone, 1991; Sirhan, 2007). Moleküler seviye, kimyanın atom, molekül, iyon ve bu parçacıkların uzaysal yapıları gibi doğrudan gözlenemeyen yönleri ile ilgilenir (Johnstone, 1991; Sirhan 2007). Sembolik seviye ise kimyasal formüller ve eşitliklerin yer aldığı seviyedir. Bu seviye öğrenci bir çeşit kimya dilini öğrenmesi beklenir. Makroskobik ve moleküler seviyenin öğrenilmiş olması bu seviye için ön koşul niteliği taşır (Gabel, 2003, Barak ve Dori, 2004).

Makroskobik, moleküler ve sembolik düzey arasındaki ilişkinin doğru kurulması kavramsal anlamının sağlanması açısından önem taşımaktadır (Johnstone, 1993; Demircioğlu, 2003; Gabel, 2003; Çalık vd., 2006). Buna karşılık yapılan çalışmalar öğrencilerin çoğunun materyallerle temsil edilen bu üç boyut arasındaki ilişkiyi doğru kuramadıklarını ve bir boyuttan diğer boyuta geçişin nasıl olduğunu anlamadıklarını göstermektedir (Ben-Zvi vd., 1988; Margel vd., 2004). Ayrıca öğrencilerin makro düzeyde gerçekleşen olayları doğru olarak ayırt edebilse bile bu sürede gerçekleşen moleküler olayları makro düzey ile doğru olarak eşleştiremedikleri, moleküler ve sembolik seviyedeki gösterimleri anlamada güçlük yaşadıkları bilinmektedir (Çalık ve Ayas, 2003; Kabapınar ve Adik, 2005; Çalık vd., 2006). Öğrencilerin zihinlerinde oluşan farklı eşleştirmeler ise bilimsel kavramların, kabul edilebilir bilimsel düşüncelerden farklı bir biçimde açıklanmasına neden olmaktadır (Gilbert vd., 1982; Driver vd., 1994; Driver vd., 1994). Bu farklılık çoğu zaman, konunun anlatımından sonra da devam etmektedir (Mirzalar, 2006). Öğrencilerin kimya derslerini zihinlerinde doğru yapılandırabilmeleri, makro, mikro ve sembolik düzey arasındaki ilişkiyi doğru biçimde kurabilmeleri için öğrencilerin kimya derslerinde karşılaştıkları kavramları günlük hayatla ilişkilendirmeleri sağlanmalı ve öğrencilerin laboratuvar uygulamalarına aktif şekilde dahil olmaları gerekmektedir (Odubunni ve Balagun, 1991; Ayas ve Demirbaş, 1997).

Ortaöğretim 9.sınıf kimya ders programı yukarıda değinilen yetersizlikleri nedeniyle ve MEB tarafından yeni kabul edilen eğitim felsefesi bağlamında 2007 yılında yeniden düzenlenmiştir (MEB, 2007). Yenilenen kimya öğretim programı, bilginin bireyin aktif etkileşimi sonucunda kendisi tarafından yapılandırıldığı görüşünü savunan yapılandırmacı (inşacı, oluşturmacı, bütünleştirici, constructivist) öğrenme yaklaşımının izlerini taşımaktadır (MEB, 2008; Baki, 2008).

Bilgiyi bireyden ayrı ele almayan yapılandırmacı yaklaşım, bireyin kendi bilgisini sosyal çevresinden ve kültüründen soyutlanmadan aktif etkileşim sonucunda oluştuğu görüşüne dayanmaktadır. Dolayısıyla öğrenmenin anlamlı ve kalıcı olması için bireyin aktif olabileceği etkinliklerin içinde yer alması gerekmektedir (Baki, 2008; Yıldırım, 2009). Kimya öğretiminde bu tür etkinliklerin oluşturulabildiği ortamlar arasında laboratuvarlar önemli bir yer tutmaktadır. Kimya derslerinin ayrılmaz parçası olan laboratuvar etkinlikleri sayesinde bireyler somut materyallerle kendi deneyimlerini oluşturma imkânı bulmaktadırlar (Çilenti, 1985; Nakiboğlu ve Meriç, 2000; Taşdelen, 2004). Beach ve Stone (1988), en etkili kimya öğretiminin laboratuvar yoluyla olabileceğini belirtmekte ve bu durumu “laboratuvarsız kimya öğretimini, boyasız ve tuvalsiz resim yapmayı öğretmeye veya kullanma kılavuzunu okuyarak bisiklet sürmeyi öğrenmeye” benzeterak açıklamaktadırlar (Tezcan ve Bilgin, 2004).

Laboratuvar yaklaşımı fen bilimleri ile ilgili temel bilgilerin, onları kanıtlayacak deneylerin laboratuvarında bizzat öğrenciler tarafından yapılması esasına dayanır (Çilenti, 1985; Demirci, 1993). Laboratuvar çalışmalarında bireysel ayrılıklardan kaynaklanan öğrenme durumları da bir bakıma ortadan kaldırılmış olur. Çünkü laboratuvarında yaparak yaşayarak öğrenme durumlarında kullanılan araç-gereçler ve yöntemlerin hepsi, bireysel öğretime de hizmet eden unsurlardır (Çilenti, 1988). Bunun yanı sıra laboratuvar yöntemi öğrencilerin akıl yürütme, eleştirel düşünme, olaylara bilimsel açıdan bakma, problem çözme yeteneklerini geliştirmektedir (Aydoğdu, 1991; Odubunni ve Balagun, 1991; Ayas vd., 1994; Serin, 2001). Bu becerilerle öğrenciler bilim adamı gibi düşünmeye, inceleme ve araştırmalar yapmaya özendirilmeye çalışılır (Ayas vd., 1994; Bozdoğan ve Yalçın, 2004). Kimya dersi için bu denli öneme sahip olan laboratuvar uygulamalarına gereken önemin verilmediği alanyazında sıkça vurgulanmaktadır (Glaserfeld, 1995; Saka, 2002).

Günümüz fen eğitimi, bilimsel bilgi ve uygulamalar ile sonucu bulmak için süreci inceleyen problem çözme yeteneği yüksek gençler yetiştirmeye odaklanmaktadır (Yang ve Heh, 2007). Geleneksel eğitimden hızla uzaklaşan eğitim sistemi, geçmişteki problemlerin nedenlerini belirlemek ve modern bilgi toplumunun ihtiyaçlarına cevap verecek yeni yaklaşımları benimsemek zorundadır (Rusten, 2004). Bu amaçla bilimsel bilgi içeriği ile yapılandırmacı yaklaşımı bilgisayar bilimi içinde özümsetecek iyi gelişmiş bilgisayar destekli sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Geçmişte; teknik yetersizlikler, deney yapmak için yeterli olmayan ders saatleri, güvenlik kaygıları ve pahalı deney malzemeleri, deney için programlarda ayrılan uygulama zamanlarının azalmasına etkisi olmuştur.

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile bilgisayarlar, öğrencilerin sorgulama yeteneklerini geliştirmek ve fen öğretimini desteklemek için en güçlü bilişsel araç olarak kendini göstermiştir (AAAS, 1993; Fetaji vd., 2007). Böylece kaliteli eğitimin gereği olan bilginin yapılandırılması sağlanmıştır (Rusten, 2004). Bu bağlamda son yirmi yıl içinde eğitim alanında meydana gelen gelişmeler umut vaat edici niteliktedir. Bu tanımlanan süreçte teknolojiyi kullanmak bir ayrıcalık değil, bir zorunluluk olmuştur. Bilgiyi arayan, kendi bilgisini kurabilen bireyler ve bu bireyleri yetiştirebilmeleri için derslerini teknoloji ile bütünleştirebilen öğretmenler çağın ihtiyacıdır (Gündüz ve Odabaşı, 2004). Bilgisayarın farklı eğitim araçlarını aynı anda kullanma ve kontrol etmeye izin veren yapısı ve eğitime entegre edilebilme özelliği sayesinde öğrencilerin öğrenme alanları genişletilmekte ve eğitimdeki kalite artırılmaktadır (McCoy, 1991; Geban vd., 1992). Dolayısıyla teknoloji çağının çocukları, eğitimlerinde bilgisayarları etkin olarak kullanmak ve onları kullanarak kendi bilgilerini yapılandırmak durumundadırlar (Karalar ve Sarı, 2007).

Ülkemizde bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile sanal eğitim ortamlarına olan ihtiyaç günden güne kendini hissettirmektedir. Eğitimin yer ve zamandan bağımsız bir biçimde sunulmasına olanak tanıyan sanal laboratuvarlar, eğitimi sınıfın kapalı duvarlarından çıkarıp bilgisayarın olduğu her ortama taşıyabilmekte ve uygulamalar benzetimlerle daha dinamik hale getirilmektedir (Erdoğan vd., 2006; Yang ve Heh, 2007). Öğrenciler sanal ortamda bir deneyi gerçekleştirirken sürece aktif katılım gösterirler, deneyin başında belli bir süre beklerler ve arkadaşları ile işbirliği yaparak deneyi sonuçlandırırılar. Bu sanal laboratuvarları geleneksel benzetim uygulamalarından ayıran en önemli farklılıktır (Dede vd., 1994).

Ayrıca sanal ortamların getirdiği esneklik sayesinde özellikle kimya dersleri için kaçınılmaz olan soyut kavramlar daha somut hale getirilebilmekte, günlük yaşam derslerle bütünleştirilebilmekte ve öğrenciler bireysel öğrenme hızı ve ihtiyaçları ölçüsünde ilerleyebilmektedirler (Sanger, 2000; Stieff ve Wilensky, 2003; Dikmenli vd., 2007; Pekdağ, 2010).

1.2. Araştırmanın Problemi

Öğrencilerin hayatlarında yaptıkları ilk deneyler hep özel ve sevgiyle hatırlanan deyimlerdir. Gerçekleştirilen basit bir deneyin insanların hafızasında bu kadar yer etmesinin nedeni, yapılan deneydeki hal değişimi, gerçekleşen patlama veya oluşan

hareketliliğin eğlenceli olması olabilir. Sebebi ne olursa olsun gerçekleştirilmesi olsa da bir deneyler geride kalıcı ve olumlu izler bırakmaktadır (Walton, 2002). Kimya derslerinin deneyler yolu ile öğretilmesi bilinen en geçerli yol olarak görülmektedir. Bu sayede öğrenci ihtiyaç duyduğu temel bilimsel bilgiyi araştırarak, deneyerek, süreci gözlemleyerek, verileri kaydederek, bulduklarını açıklayarak ve sonucu değerlendirerek öğrenecektir. Bu işlemler aynı zamanda öğrencilerin değişkenleri tanımlama, grafik oluşturma, değişkenler-bulgular ve süreç arasındaki ilişkileri kurma, araştırmayı tasarlama-analiz etme ve deneme gibi bilimsel süreç becerilerini de geliştirecektir (Ostlund, 1992; Funk vd., 1995; Yang ve Heh, 2007). Öğrenmenin en etkili yolu olarak kabul edilen *yaparak* deneyimlerin kazanılacağı laboratuvar uygulamaları ile öğrencilerin;

- eğitim-öğretim sürecinde aktif oldukları,
- kendi düşünce ve çabalarının yer aldığı etkinlikleri ortaya koydukları,
- laboratuvar uygulamalarını yaptıkları derse yönelik olumlu tutum geliştirdikleri
- kavramlar arası örüntüleri kurabildikleri,
- kendi bilimsel bilgilerine nasıl ulaşabileceklerini öğrendikleri,
- teorik olarak öğrendiklerini pratiğe dönüştürme imkânı buldukları,
- somut öğrenme deneyimleri kazandıkları,

• merak ettikleri konular hakkında gözlemler yapma ve yeni fikirler elde edebilecekleri ortamlara dahil oldukları bilinmektedir (Tobin ve Gallagher 1987; Collette ve Chiappetta 1989; Ayas vd., 1994; Gürdal, 1997).

Fen bilimleri öğretim programlarının amacı sadece günümüzün bilgi birikimini öğrencilere aktaran değil; araştıran, soruşturan, inceleyen, günlük hayatıyla fen konuları arasında bağlantı kurabilen hayatın her alanında karşılaştığı problemleri çözmeye bilimsel metodu kullanabilen, dünyaya bir bilim adamının bakış açısıyla bakabilen bireyler yetiştirilmesi olarak belirlenmiştir (ERG, 2005). Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) da hazırladığı kimya programında, “öğretilmek istenen bir konu veya kavramın öğrenciye birinci elden deneyimle kazandırılacak etkin öğrenme ortamı” olarak kimya laboratuvarlarını işaret etmesi laboratuvar uygulamalarına verdiği önemi göstermektedir (MEB, 2007) .

Kimya eğitiminde laboratuvarların önemine yapılan vurgulara ve MEB’in bu ifadeleri destekler yönde yürüttüğü eğitim politikasına rağmen “laboratuvara en son ne zaman gittiğimi bile hatırlamıyorum, deney yapmayı çok istemiştik ama öğretmenimiz bizi laboratuvara götürmemişti/götürememişti” türünden serzenişler ülkemizde oldukça sık

duyulan ifadeler arasındadır. Kimya öğretmenleri, geleneksel doğrulama metodundaki yetersizlikler, “güvenlik endişesi”, “(bazı öğretmenlerin) özgüven eksikliği”, “eksiksiz bir deney için gereken zaman ve çaba” gibi farklı nedenlerle laboratuvar uygulamalarından kaçınmaktadırlar. Bu nedenlerle de laboratuvar eğitiminin tüm potansiyeli kullanılamamaktadır (Ayas vd., 1994; Akgün, 1998; Serin, 2001; Bağcı Kılıç, 2002; Köseoğlu vd., 2002; Keleş, 2007). Ancak bu engellerin hiçbiri aşılmaz değildir ve tüm bu engellere karşılık teknolojinin sunduğu alternatifler mevcuttur. Sunulan bu alternatiflerden biri de sanal laboratuvarlardır (Usal vd., 2004). Sanal laboratuvarlar, dinamik ve sanal yapısı ile kullanıcılarına zaman ve mekândan bağımsız öğrenme ortamları sunarlar. Aynı zamanda gerçek ortamlarda yapılması mümkün olmayan ya da masraflı olan uygulamaların yapılmasına imkân verirler. Öğrenciler bu sayede yapamadıkları deneyleri telafi derslerinde ya da istedikleri bir zamanda sanal laboratuvarı kullanarak yapma ve uygulama deneyimlerini çoğaltma fırsatı sunarlar. Kimya derslerinde laboratuvar çalışmalarına yeterince yer verilememektedir. Tablo 1’de laboratuvar ortamında karşılaşılan problemler ve sanal laboratuvar kullanımının bu problemlere sunduğu çözüm önerileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Kimya derslerinde karşılaşılan problemler ve sanal laboratuvarın sunduğu çözüm önerileri

<i>Problemler</i>	<i>Sanal Laboratuvarın sunduğu alternatifler</i>
Güvenlik endişesi	Gerçek ortamda yapılan bazı deneylerdeki zehirli gaz çıkışları veya kötü kokulu gazlar, sanal laboratuvar ortamında hissedilmez ancak gaz çıkışı varsa bu sanal ortamda güvenli bir şekilde gösterilebilir. / Kontrol edilemeyen patlamalar (örneğin NI_3), sanal ortamda kontrollü hale getirilir. Eğer deneyde bir patlama oluşuyorsa, bu ses ve görüntü olarak kullanıcıyı rahatsız etmeyecek ama gerçeğe yakın doğrulukta simüle edilir. / Tehlikesi nedeniyle okullarda yapılmasına izin verilmeyen deneyler sanal laboratuvarlarda hiçbir güvenlik kaygısı olmadan gerçekleştirilebilir. / Sanal laboratuvar ortamında bir deney gerçekleştirmek oldukça güvenlidir. Bu nedenle öğrenciler, deneyleri kendi bireysel hızları ve ihtiyaçları ölçüsünde rahat bir ortamda ve güven içinde gerçekleştirirler.
Özgüven eksikliği/ yetersiz araç gereç	Sanal laboratuvar, öğrencilere ortamı keşfetmelerine izin verir, laboratuvar araç-gereçleri ve bunların nasıl kullanıldığı ve laboratuvarında nerede ne şekilde yerleştirildiği ile ilgili bilgiler sunar. / Özellikle laboratuvara ilk kez giren öğrenciye laboratuvar araç-gereçlerini seçme ve deney düzeneğini kurma konusunda büyük yardım sağlar. / Sanal laboratuvarında deney araç-gereçlerine daha kolay erişilebilir. Kullanılan malzemenin kırılma, kaybolma vb. gibi riskleri olmadığından kullanıcı rahatlıkla deney araç-gereçlerini kullanabilir. Bu durum yetersiz deney malzemesi nedeniyle yapılamayan deneylerin öğrenciler tarafından tekrar tekrar yapılmasına olanak verir. / Sanal laboratuvarında gerçekleştirilen deneylerde zaman kaybı gerçek laboratuvar gerçekleştirilen deneylere kıyasla daha azdır. Öğrenciler laboratuvar araç-gereçlerini seçerken daha az zaman kaybederler. / Sanal laboratuvarındaki deney süreci, gerçek laboratuvarındaki sürece oldukça benzerdir. Bu ortamda gerçekleştirilen deneylerin anlaşılması daha kolaydır çünkü öğrenciler daha önceden yaptıkları deneyin nasıl gerçekleştiğini bilmedikleri için burada gerçekleşen olayları daha dikkatle takip ederler.
Doğrulama metodundaki yetersizlikler	Sanal laboratuvar ortamında öğrencilere problem durumu, merak uyandırılarak sunulur, hipotez kurması ve bunları test etmesi sağlanır. Son olarak öğrencilerin genelleme yapması için fırsat verilir. Sanal ortamdaki deneylerin bir sonraki adımı önceden algoritmalarla planlanmış olduğu için deneyin yanlış sonuçlanma ya da sonuçlanmama gibi bir riski yoktur. Belli sınırlar dahilinde öğrencilerin özgürce araştırma yapmalarına izin verilir.
Eksiksiz bir deney için gereken zaman ve çaba	Sanal laboratuvarlarda ön hazırlık yapılması gerekmez. Yazılımın yüklü olduğu bilgisayarı ya da web sitesini çalışır hale getirmek yeterlidir. / Sanal laboratuvar ortamında öğretmen veya öğrenciler yapmak istedikleri deney için uygun araç-gereçleri seçebilir ve doğru şekilde onları bir araya getirerek deney düzeneğini kurabilir ve deneyi sonlandırabilirler. / Deney sonunda gerçek laboratuvarı toplamak ve eski şekliyle bırakmak için zaman ayırmaya gerek yoktur. / Sanal laboratuvar ortamına alışan öğrenciler, bu ortamda yaptıkları deneyleri gerçek laboratuvar ortamında da zorluk çekmeden yapabilirler (Dalgarno vd., 2003; Yu, Brown ve Billet, 2005).

Tablo 1 incelendiğinde sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvar uygulamalarının önündeki engellerin kaldırılması için üretilmiş bir çözüm yolu olduğu görülmektedir. Sanal laboratuvarlar, gerçek laboratuvarların bir tamamlayıcısı olarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte, öğrencilere gerçek bir laboratuvardaymış gibi deney yapma, materyal ve araçları kontrol etme, veri toplama, deney sürecini etkileşim içinde tamamlama ve deney raporu hazırlama gibi deneysel becerilerini geliştirme imkânı sunmaktadır (Subramanian ve Marsic, 2010). Bunun yanında sanal laboratuvarlar, kullanıcılarına anlaşılır ve eğlenceli bir öğrenme ortamı da sunmaktadır. Ancak ders

kitapları dışında hem öğretmen hem de öğrencilerin kullanabilecekleri, kullanırken kendilerini gerçek bir kimya laboratuvarında hissedecekleri nitelikteki sanal laboratuvarların sayısı oldukça kısıtlıdır (Nakiboğlu vd., 2002).

Alanyazında iki ya da üç boyutlu gösterimlerin yer aldığı pek çok sanal laboratuvar çalışması mevcuttur (Subramanian ve Marsic, 2001; Zayas, 2001; Trindade vd., 2002; VisChem, 2010; Corel, 2010). Ancak bu çalışmalar genellikle ticari firmalar tarafından geliştirilmiş, etkinlik bazında sınırlandırılmış, genellikle yabancı dilde hazırlanmış ve etkililiği değerlendirilmemiştir. İfade edilen nedenlerle kalabalık sınıf ortamlarında işlenen derslerin dezavantajlarını en az seviyeye indirecek, kaliteli ve kolay güncellenebilir, öğrenciyi merkeze alan ve sürece dahil eden bir sanal kimya laboratuvar ortamının geliştirilmesi önem taşımaktadır. Çalışma bu boyutları ile ve öğretim programı doğrultusunda bir üniteye yer alan tüm deneyleri kapsamı bakımından da şu ana kadar yapılmış çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca her öğrencinin kişisel öğrenme tür ve hızının farklı olduğu dikkate alındığında ve ülkemizde yapılan sanal laboratuvar uygulamalarının genellikle mühendislik alanlarında olduğu göz önüne alındığında yapılan çalışmanın mevcut eksiklikleri doldurabileceği, alternatif bir öğrenme ortamı sunacağı, bu alanda çalışacak araştırmacılara örnek olması nedenleriyle önemli olduğu düşünülmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda dokuzuncu sınıf seviyesinde “kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında, yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun ve TGA stratejisinin adımlarının izlendiği, makro, moleküler ve sembolik düzeyde gösterimlerin yer aldığı, seçilen deneyin kullanıcı tarafından bizzat yapıldığı, yapılan deney ile günlük hayat arasındaki ilişkinin kurulduğu, gerçek ortamda yapılan deney sürecini (deney araç gereç seçimi, deney düzeneği hazırlama, deneyi gerçekleştirme, sonucu doğru olarak bulma vb.) kullanıcıya sunan, etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi bu çalışmanın temel problemini oluşturmaktadır.

Bu temel probleme dayalı olarak çalışmanın alt problemleri aşağıdaki gibidir;

- Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanıma başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

• Sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapılan deneylerin öğrenme-öğretme süreçleri arasında bir farklılık var mıdır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, 9. sınıf kimya öğretim programı içerisinde yer alan kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneylerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesine imkân veren yapılandırmacı öğrenme kuramını temel alan ve TGA stratejisinin adımlarının izlendiği etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmektir.

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Fen bilimleri içeriğinin genelde soyut yapı taşları içermesi, bu alanda yaparak, yaşayarak, etkinliklerle dolu bir öğretimi zorunlu hale getirmektedir. Tezcan ve Günay (2003), laboratuvarsız kimya öğretimini kitaptan okuyarak karada yüzme öğrenmeye benzetmiştir. Bu bağlamda kimya eğitiminde öğrencilerin deneyim kazanacakları, sürece aktif olarak katılacakları ortamlar laboratuvarlardır (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005).

Senge'ye göre (1998) en iyi öğrenme olan kendi kendine yaparak öğrenmede, bir hedefe ulaşmak için deneme yapılması, denemenin sonuçlarının alınması ve sonuçlarının kişi tarafından yorumlanarak bir sonraki denemenin daha başarılı yapılması yatmaktadır. Uygulamalı çalışmalar öğrenilen bilgilerin kalıcılığını arttırdığı gibi, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşacakları problemlerin üstesinden gelmede yol gösterici önemli bir rol oynar. Bununla birlikte deneyimsel öğrenmenin gerçekleşebilmesinde, deneyden alınan geri dönütün hızlı ve belirli olması rol oynar. Ancak deney yönteminin uygulanmasında fiziksel yetersizlikler, öğrenci sayısı\öğretmen dengesizliği, sınırlı tutulan öğrenci çalışma saatleri, maddi imkânsızlıklar ve uygulama sırasında oluşabilecek olumsuz durumlar (kaza, patlama, çarpılma vb.) eğitimcileri ve uygulamacıları farklı çalışma ortamlarına yöneltmiştir. Bu durum, bilginin bireysel deneyim ve gözlemle oluşturulabileceğini savunan laboratuvar yönteminin temel felsefesine aykırı düşmekte ve bunun bir sonucu olarak uygun alternatiflerin aranma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Usal vd. 2004; Özdener, 2005).

Ortaya çıkan alternatiflerden biri olan bilgisayar destekli öğretim ile fen derslerinde öğrenci başarılarının gözle görülür şekilde arttığı, dersi bilgisayar destekli olarak alan öğrencilerle bilgisayar destekli olmayan öğrenciler arasında ders kazanımları açısından anlamlı farklılıklar olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Geleneksel sınıf ortamlarındaki kara tahta ve tebeşirle yapılan etkinlikler sanal ortamlarda öğrencilerin daha çok söz sahibi olmasını sağlamaktadır. Bunun yanında sınıf arkadaşlarının kendi aralarında, grup üyeleri arasında ve öğretmen ile olan tartışma ortamlarını desteklemekte ve derse yönelik ilgi ve motivasyonu artırmaktadır (Hounshell ve Hill, 1989; Geban vd., 1992; Kubala, 1998). Hatta bazı araştırmacılar deneylerin sanal ortamda verilmesinin, laboratuvar ortamında verilmesine oranla daha etkili olduğu görüşündedirler (McCoy, 1991; Geban vd., 1992; Svec ve Anderson, 1995; Gürbüz, 2001; Şengel vd., 2002; Demircioğlu ve Geban, 2004). Ülkemizde de sanal laboratuvarlara duyulan ihtiyaç gerek ortaöğretim gerekse üniversite seviyesinde kendini hissettirmekte ve bilgisayarların eğitime dahil edildiği sanal öğrenme ortamları hızla yaygınlaşmaktadır (Moore ve Tait, 2007). Yüksek öğretim kurumlarının yaklaşık yarısı az da olsa sanal öğrenme ortamları ile meşgul olmaktadır (ÖSYM, 2010).

Üniversite seviyesinde fiziki mekânlara duyulan ihtiyaç günden güne azalmakta, öğrenme ortamları artık sanal ortamlara kaymaktadır. Bunun paralelinde ÖSYM tercih kılavuzlarında uzaktan öğretimle öğrenci alan program sayısında büyük bir artış olmuştur. 2010 yılı itibariyle uzaktan öğretimle öğrenci alan lisans programlardan bazıları; KTÜ. Fatih Eğitim Fakültesi'nde Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi ve Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Bilgisayar Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği ve İnsan Kaynakları Yönetimidir. Bunun yanı sıra Anadolu üniversitesi Bilgi Yönetimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Eczane Hizmetleri, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi, Kimya Teknolojisi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri uzaktan eğitim kapsamında öğrenci alan programlardan bir kaçıdır (ÖSYM, 2010). Bu programlarda kullanılan sistem, ara yüz, eğitimin içeriği, öğretim kadrosunun seçimi, güvenlik, sürekli ve etkileşimli web tabanlı uzaktan öğrenim programları oldukça büyük başarılar göstermektedir (Odabaş, 2004). Bu nedenlerle her yıl üniversite tercih kılavuzunda uzaktan eğitimle diploma veren üniversite ve bölüm sayısının arttığı, eğitim alanında uzaktan eğitim çalışmalarının yaygınlaştığı görülmektedir. Bugün pek çok farklı alanda yapılan uzaktan eğitim çalışmalarının gelecekte “Kimya Eğitimi” alanında yaygınlaşacağı düşünüldüğünde, uygulamaların bilgisayar ortamında yapılmasına izin verecek, kullanıcı

ve süre sınırlaması olmayan, eğitim programlarına uyumlu olarak tasarlanmış sanal laboratuvar ortamlarına ne denli ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Tebliğler Dergisinde (1998) benzetim yönteminin öğrencilerin; dil gelişimini desteklediği, birlikte çalışma, paylaşma, yardımlaşma isteğini arttırdığı, kendi dünyasını arkadaşlarıyla paylaşan öğrencilerin sosyalleştiği, kendi duygu, ilgi, yetenek ve beklentilerini oyunlarında ortaya koyup, bedenini duygularını ifade etmede kullanmayı öğrettiği ifade edilmektedir. Buna karşın son yıllarda sanal gerçeklik teknikleri pek çok alanda kullanılmasına rağmen benzetim ve animasyonun birlikte kullanıldığı çalışmalar pek çok problemi beraberinde getirmiştir. Çünkü genel olarak benzetim ve animasyon iki farklı disiplini yansıttıkları için aynı geliştirme ortamında bulunmaları uygun bulunmamaktadır. Bu nedenlerle her ikisini de içinde barındıran programlar ya çok pahalıdır ya da diğerleriyle kıyaslandıklarında daha az profesyonel hazırlanmışlardır (Baki vd., 2000).

Ortaöğretim seviyesinde ise Milli Eğitim Bakanlığı'nın büyük bütçeler ayırarak kurduğu bilişim sınıflarını tam verimle kullanılmadığı, diğer yandan her okula kimya laboratuvarı kurmak ve sürekli yenilemek zorunluluğunun bütçeye oldukça büyük bir yük getirdiği bilinmektedir. Bu nedenle mevcut bilişim teknolojileri sınıflarını kullanarak, sanal ortamda kimya deneylerinin gerçekleştirilmesine olanak tanıyan materyallerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Tam bu noktada eğitim teknolojileri ve en önemlisi bilgisayarların laboratuvar yöntemini desteklemek amacı ile kullanılması kaçınılmaz hale gelmiş, bilgisayar dünyasındaki gelişmeler, birçok araştırmancının bilgisayar ortamında benzetimler kullanılarak yapılmasının yolunu açmıştır. Sanal laboratuvarlar eğitimde kullanılan deneysel çalışma konularına alternatif olarak, deney ve teorinin yeterli olmadığı durumlarda canlandırmaları kullanarak geleneksel laboratuvarları destekleyen büyük bir potansiyel halini almışlardır (Dede vd., 1994; Usal vd., 2004; Dalgarno, 2005; Özden, 2005; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Atış vd., 2007; Fetaji vd., 2007; Gorghiu vd, 2009). Ancak bu yönde hazırlanan çoğu yazılım deney seti canlandırmasından ibaret kalmış öğrencilere deney sürecini ve deney düzenine kavratma seviyesine erişememiştir. Öte yandan sanal gerçeklik alanındaki son gelişmeler, gerçek laboratuvarların sanal ortamlarda gerçekleşip eğitim amaçlı olarak kullanılabilirliğine olanak sağlamıştır (Baki vd., 2000).

Sanal laboratuvar programlarının kullanılması ile gerçek laboratuvar ortamında karşılaşılan sorunların bir kısmı da ortadan kaldırılabilmekte ve öğrenme-öğretme

sürecinde arzu edilen amaçlara ulaşılabilir (Ata, 2006). İhtiyaca yönelik geliştirilmiş ve iyi organize edilmiş bir sanal laboratuvarın faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- **Maliyetten tasarruf:** Sanal laboratuvarlar, laboratuvar gereçlerinin ve kullanılan deney malzemelerin bir kısmının veya tamamının yerini alabilir. Böylece kullanılacak olan malzemelerin satın alınma, bakım ve depolama maliyetlerinden tasarruf sağlanır. Hatta bir ürün olarak başka ülkelere bile pazarlanabilecektir (Akın ve Karaköse, 2003; Usal vd., 2004)

- **Kullanılabilirlik:** Zaman ve mekan kısıtlaması olmaksızın bilgisayarın olduğu her yerde ve herhangi bir zamanda öğrenci hiçbir kısıtlama olmaksızın deneyini kullanıma hazır hale getirilebilir.

- **Dinamik öğrenme ortamı:** Deneye hazırlık vb. aşamalarda öğrenciler üzerine düşen yükümlülüğü azaltırlar. Böylece zamandan da tasarruf edilebilir.

- **Güvenlik:** Deneyler sanal bir ortamda gerçekleşeceği için yaralanma, yetersiz donanım ve hatalı kullanımdan kaynaklanan arızalar ve olası tehlikeler ortadan kaldırılabilir

- **İdari faydalar:** Not, kayıt tutma ve geri besleme gibi çevrimiçi değerlendirmelerde öğrencilere yardımcı olabilir (Usal vd., 2004). Bunun yanı sıra sanal laboratuvar da kullanılan canlandırmalarla, sunulan içerik görsel olarak öğrencinin zihninde daha kolay kodlanmakta, ortak duygular, soyut ve ahlaki kavramlar daha kolay ifade edilmektedir (Sezgin ve Köymen, 2002; Robins, 2006).

1.5 Araştırmanın Varsayımları

- Çalışmaya katılan öğrencilerin bilgisayar okur-yazarlıklarının, sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanmalarına olanak tanıdığı varsayılmıştır.

- Çalışmaya katılan öğrencilerin kendilerine yöneltilen soruları ve veri toplama araçlarını cevaplandırırken duygu ve düşüncelerini tam olarak ve içtenlikle belirttikleri kabul edilmiştir.

- Akademik başarı, laboratuvar araç-gereçlerini tanıma ve tutum bilimsel olarak ölçülebilen kavramlardır.

- Öğrencilerin “deney raporları”na verdikleri cevaplar, onların deneyi ve deney sürecini ne derece anladıklarını göstermektedir.
- Yapılan gözlemlerde, sanal laboratuvar uygulamalarının yürütüldüğü sınıftaki doğal öğrenme ortamının bozulmadığı varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışmanın örneklemi Trabzon il merkezindeki bir Anadolu Lisesi ile sınırlıdır.
- Pilot çalışma 4 hafta asıl çalışma 6 hafta ile sınırlıdır.
- Uygulamalar seçilen okulun teknik donanımları ile sınırlıdır.
- Çalışma ortaöğretim 9. Sınıf Kimya programı kapsamındaki “kimyasal değişimler” ünitesi ile sınırlıdır.

1.7. Konu ile ilgili Alanyazın Taraması

Bu bölümde ilk önce çalışmanın teorik alt yapısını oluşturmak amacıyla yeni kimya öğretim programını etkileyen yaklaşım olan yapılandırmacı yaklaşım ilgili bilgi verilmiş ve bu yaklaşım ve tahmin-gözlem-açıklama stratejisi boyutlarıyla incelenmiştir. Çalışmada ayrıca kimya eğitiminde laboratuvar uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmiş, sanal laboratuvar uygulamaları çeşitli boyutlarda incelenmiştir.

1.7.1. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı

Bilişsel bilimlerin kollarından doğan yapılandırmacılık 1960’lı yılların başında J.Bruner tarafından sistematikleştirilmiştir. Yaklaşımın epistemolojik kökleri ise 18.yüzyıldaki Kant felsefesine ve İtalyan filozofu Giambattista Vico’nun düşüncesine uzanmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımın ortaya çıkışında James ve John Dewey gibi Amerikan pragmatistlerinin Bartlett, Piaget ve Vygotsky gibi bilişsel ve sosyal psikolojinin önde gelen isimlerinin büyük etkisi olmuştur (McInerney ve McInerney, 1994; Özerbaş, 1996; Gürol, 2005; Şirin, 2008; Öztürk, 2009).

Kökenleri farklı görüşlere dayandırılan yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının odağında “birey” bulunmaktadır. Bireyin öğrenme sürecine aktif olarak katıldığı, kendi

öğrenmesinden kendisinin sorumlu olduğu görüşünü savunmaktadır (Treagust, 1991; Glasersfeld, 1995; Staver, 1998; Shiland, 1999; Zarotiadou ve Tsaparlis, 2000; Schneider vd. 2002). Bu kurama göre, birey çevresindeki olay ve objelerle etkileşimi sonucunda elde ettiği bilgileri, kendisinde var olan eski bilgilerle ilişkilendirerek yeni bilgi olarak yapılandırmaktadır (Treagust, 1991; Niaz, 1995; Atwater, 1996; Osborne, 1996; Kelly, 1997; Shiland, 1999). Bu sürecin etkililiği bireyin ön bilgileri, kişisel özellikleri ve öğrenme ortamıyla yakından ilişkilidir (Ayas, 1998; Özmen 2004; Dalgarno, 2004; Ogbuehi ve Fraser, 2007; Baki, 2008).

Dalgarno (2004), yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre bilginin yapılandırılmasını temelde yaygın kabul görmüş üç prensipten yararlanarak açıklamaktadır. Temel prensip Kant tarafından ileri sürülen ve ardından Dewey tarafından geliştirilen her kişinin kendi bilgisini yapılandırabileceği ve “doğrunun tek olmadığı” görüşüdür (Glaserfeld, 1995; Özerbaş, 1996). İkinci prensip yapılandırmacı kuramın öncülerinden J.Piaget tarafından açıklanan bilginin bireyin çevresiyle aktif etkileşimi sonucu yine kendisi tarafından oluşturulduğu görüşüdür (Ayas, 1998; Baki, 2008; Yıldırım, 2009) . Piaget bu süreci “accomodation” (uyuma) ve “assimilation” (özümseme) adını verdiği iki ardışık süreçle açıklamaktadır. Buna göre öğrenci, aktif öğrenme sürecinde mevcut bilgilerinin yetersiz kalması ya da karşılaştığı deneyim ile bilgileri arasında bir tutarsızlık (dengesizlik) olması halinde bilgisini yeniden yapılandırır (McInerney ve McInerney; 1994; Slavin, 1994; Özmen, 2002; Baki, 2008). Üçüncü prensip ise Vygotsky tarafından ortaya atılmıştır ve öğrenmenin toplumsal bir bağlam içinde ortaya çıkıp, öğrencilerle akranları arasındaki etkileşimin öğrenme sürecinin gerekli bir parçası olduğu görüşünü savunmaktadır. Bu etkileşim sürecinde en önemli öge olan dil ile öğrenme birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlıdır (Vygotsky, 1978).

Yapılandırmacılığın farklı algılamaları ya bilişsel yapılandırmacılık gibi bireysel bilişsel süreçleri, ya da sosyal yapılandırmacılık gibi sosyal etkileşimli süreçleri içerir (Duman, 2004; Öztürk, 2006). Dışsal, radikal, sosyal veya sosyo-kültürel sembolik etkileşimci yapılandırmacılık gibi çeşitleri olmasına rağmen yapılandırmacı yaklaşım özünde, bilginin bireylerin sosyal ve kültürel çevrelerinden soyutlanmadan çevreleriyle aktif etkileşimi sonucunda anlamlandırıldığı görüşü üzerine odaklanmaktadır (Ernest, 1995; Richards, 1995; Derry, 1996; Gürol, 2005; Baki, 2008). Genel hatları ile geleneksel ve yapılandırmacı yaklaşımın birbirinden farklılık gösterdiği alanlar Tablo 2 ile karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

Tablo 2. Geleneksel ve yapılandırmacı yaklaşımın karşılaştırılması

<i>Geleneksel Yaklaşım</i>	<i>Yapılandırmacı Yaklaşım</i>
Bilgi, bireylerin dışındadır ve öğretmenlerden öğrencilere aktarılır.	Bilgi, kişisel anlama sahiptir, bireysel olarak öğrenciler tarafından oluşturulur.
Öğrenciler duydukları ve okuduklarını öğrenirler. Öğrenme daha çok öğretmenin iyi anlatmasına bağlıdır.	Öğrenciler kendi bilgilerini oluştururlar. Duyduklarını ve okuduklarını önceki öğrenmelerine ve alışkanlıklarına dayalı olarak yorumlarlar
Öğrenme, öğrenciler öğretilenleri tekrar ettiği zaman başarılı olur.	Öğrenme, öğrenciler kavramsal anlamayı gösterebildiklerinde başarılıdır

Tablo 2’de görüldüğü gibi yapılandırmacı yaklaşım öğretimin nasıl yapılacağını değil, öğrencinin nasıl öğrendiğini açıklamaktadır (Öztürk, 2006). Bu noktada öğrenmenin zihinde nasıl yapılandığı ise yaklaşımı farklı boyutlarda ele alan kuramcılar tarafından farklı şekillerde açıklanmaktadır. Şimşek (2004) yapılandırmacılığın öğrenme ile ilgili varsayımlarını aşağıdaki şekilde özetlemiştir;

1. Öğrenme ya tamamen ya da sosyal bir ortamda gerçekleşen bireysel bir süreçtir,
2. Öğrenme doğrusal ya da hiyerarşik bir süreç değildir,
3. Sosyal boyutu ile öğrenme, bir uzlaşma sürecidir,
4. Bağlam önemlidir. Öğrenme mutlaka bir bağlam içinde oluşur,
5. Öğrenmede güncellik ve yaşamla ilgili olma önemlidir,
6. Öğrenmede çok boyutlu ve dinamik etkileşim önemlidir,
7. Bilgi geçici, gelişimsel, sosyal ve kültürelidir,
8. Öğrenme durumlu bir etkinliktir,

9. Bilginin yapılandırılmasında önbilgi, inançlar, önyargılar, dünya görüşü vb. etkili olmaktan öte belirleyicidir. Bilginin yorumlanarak yeni bilginin oluşturulması esasına dayanan ve günümüzde en çok tercih edilen öğretim yöntemlerinden biri olan yapılandırmacılığın, diğer geleneksel öğretim yöntemlerinden farkı bireye “öznelliği” ile değer vermesi, öğrenim sürecine önem vermesi (Erdemir, 2007) ve öğretmenin yönettiği, kontrol ettiği ve bilgiyi aktardığı öğretmen merkezli sınıfları reddetmeleridir (Özerbaş, 1996). Ayrıca Johnson vd. (2006), soyut kavramların fazla bulunduğu kimya alanında gözlenen kavram yanılgılarının öğrencilerde bilgilerin sağlıklı yapılanmasını engellediğini ve öğrenme verimliliğini düşürdüğünü belirtmektedirler. Bunu gidermek amacıyla kimya dersi kapsamındaki ünitelerin yapılandırmacı modele göre çeşitli aktif öğrenme etkinliklerini içerecek şekilde düzenlemeleri büyük önem taşımaktadır (Çelikler vd., 2006).

1.7.1.1. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamları ve Bu Ortamlardaki Öğrenci-Öğretmen Rolü

Öğrenci merkezli öğrenme temeline dayandırılan yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında öğrenenler tarafından oluşturulan bilgi esastır. Gijbels vd.(2006), yapılandırmacılığın buradaki konumunu grup öğrenme algılamaları ile öğrenenin kendi bilgisini oluşturması arasında bir şemsiyeye benzeterek açıklamaktadırlar. Buna göre öğrenmenin gerçekleşmesi için öğrenme ortamının öğrencinin ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenmesi gerekmektedir (Sudzina, 1997). Çünkü her öğrenci kendi ön bilgileri ve ihtiyaçları doğrultusunda kendi bilgisini yapılandırmaktadır. Öğrenmenin verimli ve kalıcı olması için kullanılacak yöntem ve tekniklerin öğrenci seviyelerine uygun olması, daha çok duyu organına hitap etmesi, öğrenme ortamının, materyallerin, ders sürecinde kullanılan öğretim strateji ve yöntemlerinin kişiye özel olması gerekmektedir (Akpınar ve Ergin, 2005; Erdemir, 2007,).

Bu yaklaşımın kullanılabilmesi için öncelikle yaklaşıma uygun eğitim-öğretim ortamının oluşturulması gerekir. Ortam öğrencilerin grup çalışması yapmasına, proje hazırlayıp sunmalarına, sınıf içinde çeşitliliğin ve yaratıcılığın gelişmesine, ifade edilmesine, sunulması ve paylaşılmasına izin veren çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerinden yararlanmalıdır. Yapılandırmacı öğrenme ortamlarının vazgeçilmez diğer bir ögesi de teknolojidir (Güneş ve Asan, 2005). Öğrenciler bilgiyi oluşturma sürecinde aktif rol aldıkları için bilgiyi araştırma, çözüm yolları bulma, öğrenme ürünlerini oluşturma ve iletişim kurma sürecinde teknolojiden faydalanırken öğretmenlerde öğrencilerinin öğrenmelerini kolaylaştırma, öğrenme ürününü oluşturma ve kalıcılığı artırmada teknolojiden yararlanmaktadırlar (Heath, 1997; İşman vd., 2002).

Bu süreçte öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkaracak, bilimsel araştırmalar yapmalarına fırsat tanıyacak, bilişsel, duyuşsal ve devinişsel gelişimlerine katkı sağlayacak yeterli düzeyde kaynak, araç-gereç, deney, gezi-gözlem, araştırma, inceleme, proje ve uygulamalardan yararlanılması gerekmektedir (Sudzina, 1997; Akpınar ve Ergin, 2005). Özellikle kimyanın olmazsa olmaz parçası deneylerin yapılmadığı, tek bilgi kaynağı olarak görülen ders kitaplarındaki soruların çözüldüğü öğrencinin pasif alıcı olduğu bir ortamda öğrenmenin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi beklenemez (Baki, 2008).

Bu yaklaşıma uygun sınıf ortamları, öğrencilerin birbirleriyle bilimsel iletişimde bulunabilecekleri şekilde düzenlenmelidir. Bilgiyi yapılandırma süreci öğrencinin sorumluluğunda olduğu için, birey bilgiyi otoriteden veya öğretmenden aynen almak

yerine kendisi oluşturmali ve sınıfta aktif olmalıdırlar (Langer ve Applebee, 1987; Tobin ve Tippins, 1993; Crowther, 1997; Perkins, 1999; Sherman, 2000; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Şimşek, 2004; Güneş ve Asan, 2005; Baki, 2008). Öğrencilerin gruplar halinde çalışmalarına önem verilmelidir. Grup çalışması, hem sosyal ve ahlâkî gelişmeyi hem de herkesin kendi yetenek ve gayretine uygun bir çalışma ortamı sağlamaktadır (Güneş ve Asan, 2005). Bu bağlamda geleneksel ve yapılandırmacı sınıflar birbirinden kesin çizgilerle ayrılmaktadır. Aralarındaki bu farklılık Henriques (1997) tarafından Tablo 3’de verildiği şekilde özetlenmiştir.

Tablo 3. Geleneksel ve yapılandırmacı sınıf ortamlarının karşılaştırılması

<i>Geleneksel Sınıflar</i>	<i>Yapılandırmacı Sınıflar</i>
Eğitim programı, temel becerilerin kazanılmasına ağırlık verir ve konu parçadan bütüne doğru işlenir.	Eğitim programı kavramlara ağırlık verir ve bütünden parçaya doğru işlenir.
Önceden hazırlanmış bir öğretim programına sıkı sıkıya bağlılık vardır.	Öğretim sürecinde öğrencilerin istek, ilgi, ihtiyaç ve çeşitli konularla ilgili soruları geniş yer tutar.
Eğitim programı ile ilgili etkinlikler, ders kitaplarıyla sınırlıdır.	Eğitim programı ile ilgili etkinlikler geniş ölçüde birinci derecedeki kaynaklara dayanır.
Öğrenciler, öğretmenlerin bilgiyle dolduracakları boş kutular ve ya “boş depolar” olarak algılanır.	Öğrenciler kendi öğrenmelerinden sorumlu olan, edindikleri bilgilere kendi zihinlerinde anlam veren ve bu nedenle de öğretimde aktif olan bireyler olarak algılanır.
Öğretmenler, bilgiyi öğrencilere aktaran yegane kaynak olarak algılanır.	Öğretmenler, öğrenme sürecinde öğrenen olarak öğrencilerle karşılıklı etkileşime girerler ve öğrenme çevresini düzenlerler.
Öğretmenler, öğrenci başarısını ve öğrenmesini değerlendirmek için sorulara kesin ve tek doğru cevap beklerler.	Öğretmenler, öğrencilerin çeşitli görüş ve fikirlerini anlamak için çaba sarf ederler.
Öğrenci değerlendirilmesi, tamamıyla öğretimden ayrı bir süreç olarak algılanır ve genellikle testlerle eğitim programı sonunda gerçekleştirilir.	Öğrenci değerlendirilmesinin öğretim sürecine entegrasyonu sağlanır ve değerlendirme eğitim programı devam ederken öğretmen gözlemleri veya öğrenci çalışmalarının toplanması ve sergilenmesi gibi çağdaş yaklaşımlarla gerçekleştirilir.
Öğrenciler, sınıfta genellikle yalnız çalışırlar.	Öğrenciler sınıfta genellikle grup içinde ve diğerleriyle birlikte çalışır.

Tablo 3 incelendiğinde yapılandırmacı yaklaşımın hakim olduğu sınıflarda öğretmen ve öğrencinin rolleri değiştiği, sınıf uygulamalarının öğrencilerin yaptığı uygulamalar haline geldiği görülmektedir (Çepni, 2005).

Geleneksel yöntem ve yapısalcı öğrenme kuramına göre ders işleyen öğretmenlerin sınıf içi rolleri çok farklıdır. Geleneksel yaklaşımı benimseyen öğretmen, kitaplardan ve çeşitli bilimsel kaynaklardan aldığı bilimsel bilgileri öğrencilerine aktarırken, yapısalcı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğretmenler sınıfta öğrencinin ilgisini çekmek için problemler, sorular ve kavramlar etrafında bilgiyi organize ederek, öğrencilerin yeni bakış açıları geliştirmelerine ve önceki öğrenmeleri ile bağlantı kurmalarına yardımcı olacak etkinlikler düzenlerler. Düzenlenen öğrenci merkezli etkinliklerle, öğrencilerin kendi sorularını sormaları, deney yapmaları ve sonucu yine kendilerinin bulmaları özendirilmektedir (Yaşar, 1993; Özerbaş, 1996; Kılıç, 2001; İşman vd. 2002). Dare (2001), yapılandırmacı eğitimde grup çalışmalarının da önemine dikkat çekerek hem grup hem de bireysel çalışmanın yapılmasını önermektedir. Marlowe ve Page (1998) ise, yapılandırmacı öğrenme ortamlarında sorumluluğunu yerine getiren bireylerin girişimci olma, kendini ifade etme, iletişim kurma, eleştirel gözle bakma, plan yapma, öğrendiklerini yaşamda kullanma gibi özelliklerle donatılmış olduklarını belirtmişlerdir (Çelikler vd., 2006)

Brooks ve Brooks (1993) ise yapılandırmacı bir öğretmenin özelliklerini aşağıdaki biçimde özetlemektedirler:

1. Bilginin tek kaynağı değil, öğrencilerin öğrenebileceği kaynaklardan biri olmak.
2. Öğrencileri, kendilerinde önceden var olan düşünceleri ile bu düşünceye zıt deneyimlerle uğraştırmak.
3. Öğrenci tepkilerinin dersi yönlendirmesine izin vermek, ilk tepkilerinin ayrıntılarını araştırmak, soru sorduktan sonra öğrencilerin düşünmeler için süre vermek.
4. Öğrencileri düşünmeye iten, açık uçlu sorularla soru sorma isteğini ve öğrenciler arasındaki anlamlı tartışmaları teşvik etmek.
5. Görev verirken “sınıflama”, “analiz etme” ve “oluşturma” gibi bilişsel terminolojilerden yararlanmak.
6. Öğrenci özerkliğini ve girişimciliğini kabul ve teşvik etmek, sınıf kontrolüne izin vermeye istekli olmak.
7. Etkileşimli fiziksel araç-gereçleri, ham verileri ve temel kaynakları bir arada kullanmak.
8. Bilmeyi, bulma sürecinden ayırmamak.
9. Öğrencilerden anladıklarını kendi ifadeleriyle anlatmalarını istemek (Arslan, 2007).

1.7.1.2. Kimya Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Olarak Yapılan Bazı Çalışmalar

Budak (2001) yaptığı çalışmada, üniversite analitik kimya laboratuvarında öğrencilerin kavramsal değişimi, başarısı, fen, kimya ve laboratuvarına karşı olan tutumu ve algılamaları üzerine yapılandırmacı yaklaşım etkisini geleneksel doğrulama yöntemi ile karşılaştırarak araştırmıştır. Araştırma Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi kimya eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 38 öğrenci ile yürütülmüştür. Deney grubundaki öğrencilere yapılandırmacı öğretim yöntemi ile eğitim verilirken kontrol grubunda geleneksel doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda yapılandırmacı öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal değişimi, başarısı ve bilimi öğrenme yollarını algılamalarına anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür. Bunun yanı sıra öğrencilerin fen ve kimya laboratuvarına karşı olan tutumlarında anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Köseoğlu vd. (2002) yapmış oldukları çalışmada, suyun otoprotoliz sabiti tayininin öğretiminde yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan bir laboratuvar aktivitesinin etkililiğini araştırmışlardır. Çalışma Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve araştırmacıların nitel gözlemleri ile değerlendirilmiştir. Gösteri, rehberli sorgulama, kavram oluşturma ve uygulama aşamalarından oluşturulan bu aktivitenin sonucunda uygulanan etkinliğin otoprotoliz dengesinin kavratılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Aydoğdu (2003), yaptığı çalışmada, yapılandırmacı ve geleneksel doğrulama metoduna dayalı laboratuvar eğitiminin öğrencilerin kimya dersine yönelik başarılarına etkisini incelemiştir. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi ilköğretim bölümü fen bilgisi laboratuvar uygulamaları dersini alan toplam 60 öğrenci rastgele yöntemle iki gruba ayrılmıştır. Bu kapsamda deney grubu öğrencileri, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı laboratuvar eğitimine, kontrol grubu öğrencileri ise geleneksel doğrulama metoduna dayalı laboratuvar eğitime tabi tutulmuşlardır. “Saf Su ve NaCl Çözeltisinin Elektrolizi” konusuna dayalı gerçekleştirilen etkinlikler iki hafta sürmüştür. Çalışma sonucunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı laboratuvar eğitimi alan öğrencilerin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Puacharearn (2004), Tayland’da yaptığı çalışmada yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının fen sınıflarındaki öğrenme ortamlarını geliştirmeye etkisini araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini 7 fen öğretmeni, bu öğretmenlerin fen eğitimi verdikleri toplam 17 sınıfta öğrenim gören 606 ortaöğretim öğrencisi oluşturmuştur. Alan araştırması methodology

yürütülen çalışmanın verileri hem nitel hem nicel olarak toplanmıştır. Araştırmada yapılandırmacı öğrenme ortamlarının özellikleri araştırılmış ve ideal sınıf ortamı özelliklerinin beş alt faktörden oluşan yapılandırmacı öğrenme ortamları anketi ile sorgulanmıştır. Tayland'daki fen sınıflarının özellikleri nicel ve nitel olarak araştırılmış ve son olarak yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının sınıf ortamındaki gelişime etkisi tartışılmıştır. Çalışmanın sonunda Tayland'daki fen sınıflarının yapılandırmacı öğrenme yapmaya çok elverişli olmadığı, öğrencilerin aslında bugün içinde buldukları sınıflardan ve öğrenme ortamlarından memnun olmadıkları, yapılandırmacı öğrenme için daha elverişli sınıf ortamlarını istedikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında sınıflarını yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının uygulandığı ortamlar haline getiren üç öğretmen özel olarak incelenmiştir. Bu öğretmenlerin sınıflarını yapılandırmacı öğrenme ortamları haline dönüştürdüklerinde, yapılandırmacı öğretimin sınıf öğrenme ortamı üzerindeki etkililiğinin arttığı ve öğrencilerin fen dersine karşı tutumlarının olumlu yönde arttığı tespit edilmiştir.

Taş (2006), yaptığı çalışmada "maddenin içyapısına yolculuk" ünitesinin öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 7.sınıfta öğrenim gören 105 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada deneysel yöntem kullanılarak öğrenciler rastgele şekilde iki gruba ayrılmışlardır. Kontrol grubu öğrencileri derslerini geleneksel öğrenme ortamında işlerken deney grubu için yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Çalışmanın verileri başarı testinden elde edilmiştir. Çalışma sonunda yapılandırmacı yaklaşımın öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çelikler vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada, kimya dersi kapsamında bulunan "Metaller ve Ametaller" ünitesinde yapısalıcı öğrenme kuramının öğretmen adaylarının başarısına etkisini araştırmışlardır. Çalışma, Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinden oluşan 80 (40 deney, 40 kontrol) öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak başarı testi kullanılmıştır. Çalışma öncesinde kontrol ve deney gruplarına uygulanan başarı testleri arasında anlamlı farklılık olmamasına karşın uygulama sonunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kimya eğitimi verilen deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Özerbaş (2007), yaptığı çalışmada yapılandırmacı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak

incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 7.sınıfta öğrenim gören 32 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada deneysel yöntem kullanılarak öğrenciler rastgele şekilde iki gruba ayrılmışlardır. Kontrol grubu öğrencileri derslerini geleneksel öğrenme ortamında işlerken deney grubu için bilgisayar destekli yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Çalışmanın verileri başarı testinden elde edilmiştir. Çalışma sonunda yapılandırmacı öğrenme ortamında bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı deney grubunun, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubundan daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca deneysel işlem sırasında öğrenilen bilgilerin kalıcılığı kontrol grubuna göre deney grubunda daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Atasoy vd. (2007), yaptıkları çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusundaki anlamalarına yapılandırmacı ve geleneksel öğretim yaklaşımının etkisini incelemiştir. Çalışma dört hafta süreyle bir ilköğretim okulundaki 46 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma deseni olarak öntest-sontest kontrol grubu deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda dersler işbirlikli öğrenme, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşımla işlenmiştir. Uygulamanın verileri Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Okuduğunu Anlama Yeteneği Testi ve Fiziksel ve Kimyasal Değişimler Kavram Testi kullanılarak toplanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişimler konusunda oldukça fazla yanlış kavramaya sahip oldukları ve işbirlikli öğrenmenin bu yanlış kavramaların azaltılmasında geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca uygulama süresince işbirlikli etkinliklerin yer aldığı yapılandırmacı öğrenme ortamının geleneksel ortama göre öğrencilerin derse daha fazla katılım gösterdikleri, işbirliği halinde çalışmalarını için uygun ve daha demokratik bir ortam oluşturduğu görülmüştür.

Sevinç (2008), yaptığı çalışmada 5E öğretim modelinin öğrencilerin organik kimya laboratuvarı dersindeki, kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve tutumlarına etkisini doğrulama türü laboratuvar yaklaşımıyla karşılaştırarak incelemiştir. Çalışmanın örneklemini Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda okuyan 30 üniversite 3. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Örneklem, rastgele seçilmiş 15'er kişiden oluşan deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Her iki gruba da ön testler uygulandıktan sonra dersler, deney grubunda, 5E öğretim modeli ile kontrol grubunda ise doğrulama türü laboratuvar yaklaşımı doğrultusunda 5 hafta süresince yürütülmüştür. Çalışmanın verileri ön bilgi testi, bilimsel süreç beceri testi, organik kimya laboratuvarı kavram testi ve tutum testinden elde

edilmiştir. Çalışmanın sonunda 5E öğretim modeliyle eğitim gören öğrencilerin kavramsal anlamalarının, geleneksel doğrulama metoduyla eğitim gören öğrencilere kıyasla anlamlı şekilde arttığı, bilimsel süreç becerilerin etkin şekilde geliştiği sonucuna varılmış ancak çalışmada olumlu bir tutum değişimi gözlenmemiştir.

Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde kimya dersinin öğretimi için laboratuvar yaklaşımının vazgeçilemez bir unsur olduğu bu doğrultuda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı laboratuvar eğitimi alan öğrencilerin derse yönelik başarılarının daha yüksek olduğu, derse daha yoğun ilgi ve katılım gösterdikleri tespit edilmiş bu yönü ile çalışmaya dâhil edilmiştir.

1.7.2. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ve Tahmin-Gözlem-Açıklama

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının benimsenip uygulandığı eğitim ortamlarının işbirliği ve etkileşimi kolaylaştırıcı etkinliklerle zenginleştirilmesi gerekmektedir (Ayas, 1998; Baki, 2008). Bu ortamları zenginleştirmek için önerilen yapılandırmacı yaklaşım yöntemlerinden biri olan Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) stratejisi bu çalışma dâhilinde seçilmiş ve geliştirilen materyal TGA aşamalarına uygun olarak yapılandırıldığı için bu bölümde TGA ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

TGA stratejisi, etkileşime izin veren doğası ve yapılandırmacı öğrenmeyi, öğrenci merkezli bir yapı ile etkili şekilde gerçekleştirebilmesi gibi özellikleri ile son yıllarda sıklıkla tercih edilen yöntemler arasındadır (Liew ve Treagust, 1995; White ve Gunstone, 1992; Palmer, 1995; Tekin, 2008). TGA stratejisinde öğrenciler karşılaştıkları durum hakkında, mevcut bilgi birikimleri ile deneyimlerini birleştirerek ve günlük hayatta karşılaştıkları benzer olaylardan yararlanarak bir tahminde bulunurlar ve olayın doğasını sorgularlar. Böylece öğrenciler sürece aktif olarak katılırlar (Gunstone ve Champagne 1990; White ve Gunstone, 1992). TGA stratejisinin esası öğrencilerin, araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikte geçen olayın sonucunu nedenleriyle birlikte tahmin etmeleri, olayı gözlemlenmeleri ve tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişkiyi ortadan kaldırmaya yönelik açıklama yapmalarına dayanmaktadır (Champagne vd., 1980; White ve Gunstone, 1992; Liew ve Treagust, 1998;). Ancak yapılan araştırmalarda öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasında sürekli çelişki olması, öğrencilerin fikirlerini açıkça

ifade etmekten kaçınmasına ve içine kapanmasına neden olmaktadır (Sheppart, 2006). Oysa sanal öğrenme ortamları kullanıcıya konuyu defalarca tekrar etmekte, verdiği cevabı sorgulamamakta ve etkinliğin ağır çekimde izlenebilmesine imkân sunmaktadır (Kearney ve Treagust 2000).

Bu nedenlerle TGA laboratuvar ortamlarında uygulandığında öğrencilerin zihinlerini etkin hale getirmekte, deneylerdeki kavramların ve olayların nedenlerini daha fazla düşünmeyi sağlamanın yanı sıra laboratuvar çalışmalarının etkililiğini de arttırabilmektedir (Kearney ve Treagust, 2001; Köseoğlu vd., 2004; Tekin, 2008). TGA stratejisi temelde üç aşamadan oluşur;

1.Tahmin Etme aşaması (Prediction): Bu aşamada öğrencilere kavram hakkında bilgi verilerek deney sonucunu tahmin etmeleri ve tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir (White ve Gunstone, 1992; Karaer, 2007; Tekin, 2008). Bu tür bir uygulama öğrencilere seçenekler sunularak yapılabileceği gibi açık uçlu bir soru sorulmak suretiyle de yapılabilir (Köse vd., 2003). Ancak alanyazın incelendiğinde öğrencileri sınırlandırmayan, tahmin ve yorum yapmalarını sağlayan açık uçlu soruların kullanılmasının daha etkili olduğu için önerildiği görülmektedir (Liew ve Treagust, 1995; Liew ve Treagust, 1998). Her ne şekilde uygulanırsa uygulansın özellikle tahminlerin nedenlerle açıklandığı bir basamağın varlığından dolayı bu yöntemin oldukça etkili olduğu belirtilmektedir (Kearney ve Treagust, 2001).

2.Gözleme aşaması (Observation): Bu aşamada öğrencilere tahminde buldukları durum, konu, olay ya da teoriyle ilgili deney yaptırılır. Öğrencilere deneyi dikkatli bir şekilde gözlemlenmeleri gerektiği vurgulanır ve gözlemlerini gözlem sırasında gerçekte neler olduğunu kendi cümleleriyle kaydetmeleri istenir. Gerekirse deney tekrarlanır (Tekin, 2008). Bu sayede öğrencinin anlamaları hakkında daha ayrıntılı bilgilerin edinilebileceği belirtilmektedir. Deney sürecinde, öğrencilerin tüm aşamaları rahatlıkla gözleyebilmeleri ve öğrenci zihninde çelişki meydana getirebilecek etkinliklerin bu süreçte yer alması da alanyazında önerilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Tao ve Gunstone, 1997).

3. Açıklama aşaması (Explanation): Bu aşamada öğrencilerden başlangıçtaki tahminleriyle gözlemlerini karşılaştırmaları istenir. Öğrencilerin önceki tahminleri ile gözlemleri arasında tutarsızlık varsa bunun sebebini ortadan kaldırmaya yönelik yapılan gözlemler sınıfta veya laboratuvarında tartışılır. Öğretmen öğrencilerde oluşan bu tutarsızlığı açıklamak yerine bir rehber gibi davranarak öğrencilerin muhtemel düşüncelerini dikkate alarak alternatif yorumlar getirmelerini sağlayabilirse yöntem amacına ulaşmış olur (Liew

ve Treagust, 1998; Karaer, 2007). Zaten TGA stratejisinin üstün yönlerinden biri de öğrencileri sürece dahil ederek olayların sebeplerini öğrencilerin bulabileceği ortamlar yaratmalarıdır. Böylece öğrenciler kitaptaki bilgileri düşünmeden ezberlemek yerine, olayda neyin nasıl gerçekleştiğini kendileri açıklarlar. Olaylara getirilen teorik yorum ve açıklamaları deneme fırsatı bulurlar (Tekin, 2008).

Özetle TGA stratejisi, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini geliştirecek yapılandırmacı yaklaşımı temel alan etkili bir öğretim stratejisidir (White ve Gunstone, 1992; Liew ve Treagust, 1995). TGA stratejisi öğrencilerin yapmış oldukları tahminlerinin, gözlemleri sonucunda elde ettikleri bilgilerle farklılığını tartışabilecekleri uygun öğrenme ortamı sunmaktadır. Bu sayede öğrenciye eski bilgisi ile yeni öğrendiği kavram arasındaki ilişkiyi kurma ve kendi bilgisini sorgulama imkânı sunulmaktadır (White ve Gunstone, 1992). Ayrıca TGA stratejisi küçük çalışma gruplarına uygun öğrenme etkinlikleri ile desteklendiğinde öğrenciler açısından oldukça verimli sonuçlar elde edilmektedir (Wu ve Tsai, 2005).

1.7.2.1. Kimya Eğitimde TGA Stratejisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002), G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesinde 42 kimya öğretmen adayıyla gerçekleştirdikleri çalışmada yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkili bir TGA aktivitesi hazırlanmış ve uygulanmıştır. Aktivitenin, öğrencilerin ön bilgilerini aktif hale geçirerek alternatif kavramlarını ortaya çıkarmaya yarayan “tahmin etme” aşamasında öğrencilerden buz ile suyu kaynatıp kaynatamayacaklarını tahmin etmeleri istenmiştir. Gözleme aşamasında öğrencilerin alternatif kavramlarından hoşnutsuz olmasını sağlayan bir gösteri deneyi sunulmuştur. Öğrencilerin kavramlarını yeniden yapılandırmasına yardımcı olan açıklama aşamasında öğrencilerin kavramları kendi kendilerine yapılandırması için gözlemler sınıfta tartışılmıştır. TGA stratejisinin, etkinliği araştırmacılar tarafından uygulama esnasında yapılan nitel gözlemler ve öğrencilerle yapılan mülakatlarla değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin kimyaya karşı pozitif tutumlar geliştirdiği, uygulamadan zevk aldıkları ve motivasyonlarının arttığı gözlenmiştir. Strateji, öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan pratik, öğrenci merkezli ve araştırmaya dayalı bir öğretim yöntemini anlamalarına yardımcı olmuş ve öğrenciler bu sürece aktif bir şekilde katılmışlardır. Ayrıca alternatif kavramları açığa çıkarmada ve bazı temel kavramların derinlemesine öğrenilmesinde

öğrencilere yardımcı olmuş ayrıca öğretmen adaylarının öğretmenin rehber ve kolaylaştırıcı rolünü daha iyi anlamalarını sağlamıştır.

Köse vd. (2003), yaptıkları çalışmada ihtiyaç duyulan bazı konularda (Elektromanyetizma, Kaynama ve Fotosentez) öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yönelik TGA stratejisine uygun örnek etkinlikler geliştirmişlerdir. Çalışmada, örnek etkinliklerin öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını tespit etme, kavram gelişimi sağlama ve kolay öğrenme boyutlarında yararlı bulunduğu belirlenmiştir.

Thomas vd. (2004), yapmış oldukları çalışmada yüksek beceri gerektiren (bilişsel) işlemlerin benzetim yazılımları ile öğretimi alanyazın ile karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Yazılım dahilindeki etkinliklerden TGA stratejisine uygun olarak tasarlanana işlem adımlarının, alternatif kavram öğretimi gerçekleştirilmede oldukça etkili bir strateji olduğu ve bu tekniğin öğrenciye kendi öğrenmesini değerlendirme fırsatı sunduğu tespit edilmiş ve benzetim yazılımları içinde TGA etkinliklerine yer verilmesi önerilmiştir.

Margel vd. (2004), yapmış oldukları çalışmada maddenin yapısı konusunun öğretiminde tarama tünel mikroskopunu (Scanning Tunneling Microscope) TGA stratejisine uygun olarak geliştirilen etkinlikler aracılığıyla değerlendirmişlerdir. Bu amaçla ilköğretim 8. Sınıf öğrencilerinden oluşan 60 öğrenci ve 15 fen dersi öğretmenin 1.5 saat boyunca tarama tünel mikroskopunu kullanarak bir maddeyi incelemeleri istenmiştir. Çalışmanın verileri uygulamanın ardından öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar, uygulamanın değerlendirilmesine yönelik anketler, TGA etkinlikleri sırasında öğrencilerin yaptığı çizimler ve gözlemler yoluyla elde edilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin maddenin yapısı konusunun öğretiminde TGA etkinliklerinin diğer etkinliklere kıyasla daha etkili olduğu, daha derin anlama sağladığı, öğrencilerin sahip oldukları bilgiye dair inançlarının arttığı görülmüştür. Öğrencilerin etkinliğin başında sahip oldukları bilgileri sorgulayarak mevcut yanlışlarını yeni ve doğru bilgiler ile değiştirebildikleri, öğrencilerin makro-mikro ve sembolik boyut arasındaki ilişkiyi kurabildiklerini göstermektedir. Bu olumlu sonuçlarının yanı sıra, çalışmaların yapılabilmesi için özel laboratuvarlara ihtiyaç olması, oldukça büyük bir maliyet gerektirmesi ve laboratuvarlarda oldukça küçük gruplar halinde çalışılmasının gerekli olması bu çalışmanın en büyük sınırlılıkları olarak tespit edilmiştir.

Sheppard (2006) yaptığı çalışmada, lise seviyesinde asit-baz ve titrasyon kavramlarının öğretim sürecini ve bu süreçte öğrencilerin yaşadıkları zorlukları araştırmıştır. Bu amaçla çalışma ABD.'deki bir lisede 10. ve 11. Sınıflara devam eden toplam 16 öğrenci ile

gerçekleştirilmiştir. Dört aşamadan oluşan çalışmanın ilk üç basamağında her bir öğrenciyle nötralleşme, PH ve titrasyon kavramlarıyla ilgili yaklaşık 30 dakika süren mülakatlar yapmış son aşamada ise bu konularla ilgili TGA etkinlikleri ve çizimler öğrencilere sunulmuştur. Çalışma sonunda öğrencilerin asit-baz terminolojisi ile ilgili problem yaşadıkları belirlenmiştir. Ancak TGA etkinliklerinin öğrencilerin farklı konulardaki kavramsal öğrenmelerini geliştirmek için oldukça faydalı bir teknik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karaer (2007) Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği ABD öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada, kromotografi yöntemi ve bu yöntemle ilgili kavramların öğretim sürecindeki etkisini araştırmıştır. Bu amaçla TGA stratejisine uygun etkinlikler hazırlamış ve fen bilgisi laboratuvar derslerine kayıtlı 96 ikinci sınıf öğrencisinin (39'u I. Öğretim, 57'si II öğretim öğrencisi) katıldığı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Yapılan nitel gözlemler, öğrencilerle yapılan mülakatlar, rapor kâğıtları ve dönem sonunda yapılan sınav sonuçlarını kullanarak yapılan uygulama değerlendirildiğinde etkinliğin amacına ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonunda kimya kavramlarının öğretiminde öğrencileri ezbere sürükleyen alışlagelmiş geleneksel yaklaşım yerine, öğrenci merkezli eğitime yönelik yöntem ve teknikler kullanılmasının öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı, öğrencilerin deney yapmaya karşı isteklerini artırdığı, derse yönelik ilgi, tutum ve merakı artırdığı tespit edilmiştir.

Akgün ve Deryakulu (2007), Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Programında öğrenim gören 73 üçüncü sınıf öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada, iki farklı kavramsal değişim stratejisinin bireysel ya da grupta kullanımının öğrencilerin bilişsel çelişki tür ve düzeyleri, kavramsal değişimleri, kimyaya yönelik tutumları ve kavramsal değişimlerinin kalıcılığı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın verileri Kavram Yanılgısı Tanı Testi, Bilişsel Çelişki Düzeyi Ölçeği, Kimya Tutum Ölçeği kullanılarak toplanmış ve çalışma 2x2(x3) deneysel desen kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmaya katılan öğrenciler, kimya alanında “maddenin yapısı” konusuyla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesi için hazırlanan iki farklı web öğretim materyalini çalışmışlardır. Çalışma sonunda, düzeltici metin stratejisine dayalı web materyalini kullanan ve ortaklaşa çalışan öğrencilerin daha çok kavramsal değişim gerçekleştirdiklerini, bilişsel çelişkiye yönelik ilgilerinin daha yüksek, kaygılarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ayrıca, düzeltici metin stratejisine göre tasarlanan web materyalini kullanan öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarının, tahmin-

gözlem-açıklama stratejisi ile tasarlanan materyali kullanan öğrencilerden daha olumlu olduğunu ve öğrencilerde gerçekleşen kavramsal değişimin kalıcı olduğunu göstermiştir.

Tekin (2008), aksiyon araştırması yöntemi ile yaptığı çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının temel kimya laboratuvar uygulamaları dersinde kazanmaları hedeflenen bilgi ve becerileri kazanma düzeylerini arttırmak için daha etkili bir öğrenme ortamının nasıl oluşturulabileceğini ve bu süreçte TGA stratejisinin etkili olup olmadığını araştırmıştır. KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 44 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmanın verileri tam katılımlı gözlem, Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) formları ve sınıf tartışması ile toplanmıştır. Yapılan bu çalışma sonunda, öğrencilerin laboratuvar dan yararlanma düzeylerinin alınan önlemler çerçevesinde artırılacağı görülmüştür. Kimya laboratuvarında öğrencilerin deneyleri daha iyi anlamalarını sağlamak için kimyasal madde ve malzeme eksikliği olmayan deneylerin yapılmasının yararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonunda, kimya laboratuvarında öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretim elemanı iletişiminin artırılması ve böylece yapılan deneyin teorik temellerinin daha iyi anlaşılması için her grubun aynı deneyi yapmasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kimya laboratuvarında TGA stratejisine göre düzenlenmiş deney yapılmasının, öğrencilerin derse ilgisini arttırdığı ve deneyin daha iyi anlaşılmasını sağladığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda TGA stratejisinin kimya laboratuvarındaki öğrenme ürünlerini geliştirmede yararlı bir strateji olduğu ve deneylerin anlaşılmasına katkı sağladığı görülmüştür.

Ergül vd. (2006) yaptıkları çalışmada, kaynama ve buharlaşma kavramlarının öğretimine TGA stratejisi ve deneylerle zenginleştirilmiş geleneksel öğretim yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. 2005–2006 öğretim yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programının üç sınıfına devam eden 130 öğretmen adayı üç sınıfa ayrılarak, iki sınıfta TGA stratejisi, bir sınıfta ise deneyle zenginleştirilmiş geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. TGA stratejisinin uygulandığı gruplarda, ilk aşamada, yapılacak deneysel etkinlik öğrencilere açıklanarak adaylardan etkinliğin her bir aşaması için tahminleri ve nedenleri istenmiştir. İkinci aşamada öğrencilerin görebilecekleri şekilde bir gösteri deneyi yapılmış ve öğrencilerin bu süreci gözlemeleri istenmiştir. Üçüncü aşamada ise öğrencilerden gözlemlerinden yararlanarak neden-sonuç ilişkilerini tartışmaları ve son olarak da birinci ve üçüncü aşamadaki düşünceleri arasındaki farklılıkları not etmeleri istenmiştir. Deneyle zenginleştirilmiş öğretim yönteminin uygulandığı grupta ise öğretimden önce ve sonra çoktan seçmeli 21 sorudan oluşan başarı

testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda adayların etkinlik öncesinde suyun buzla kaynatılamayacağını düşünmesine rağmen etkinlik sonrasında düşüncelerinin değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada uygulanan etkinliklerin kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma olaylarını göstermek, moleküler düzeyde bazı ilişkileri açıklamak ve yapılan etkinliğin günlük yaşantı ile ilişkisinin kurulması için kullanılabileceği önerilmiştir.

Chairam vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada kimyasal kinetik konusunun öğretimini daha etkili hale nasıl getirilebileceğini araştırmışlardır. Çalışmaya Tayland Mahidol Üniversitesi Fen Bölümünde öğrenim gören 413 üniversite birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçlarının kullanıldığı çalışmada öğrencilerden laboratuvarda gerçekleştirdikleri asit-baz titrasyonu deneyini farklı öğretim yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda kullanılan stratejilerden biri olan TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine katkıda bulunduğu, öğrencilerin eski bilgileri ile yeni öğrendikleri kavramlar arasında bir köprü oluşturduğu, öğrencilerinin bu etkinliği zevk alarak yaptıkları, elde edilen verileri görüşlerini desteklemek için nasıl kullanılacağını öğrendikleri tespit edilmiştir.

Bu bağlamda TGA stratejisinin kimya laboratuvarındaki öğrenme ürünlerini geliştirmede yararlı bir strateji olduğu ve deneylerin anlaşılmasına katkı sağladığı görülmüştür. Yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan pratik, öğrenci merkezli ve araştırmaya dayalı bir öğretim yönteminin öğrencilerin anlamalarına yardımcı olduğu ve öğrencilerin bu süreçte aktif oldukları tespit edilmiştir. Strateji, alternatif kavramları açığa çıkarmada ve bazı temel kavramların derinlemesine öğrenilmesinde öğrencilere yardımcı olduğu, kavramlar arası ilişkilerin kurulmasında etkili olduğu, öğrencilerin deney yapmaya karşı isteklerini artırdığı, derse yönelik ilgi ve tutumu artırdığı tespit edilmiştir. Ancak bu tür etkinliklerde gerek süre gerekse ortam yönünden moleküler düzeyin incelenemediği, günlük hayatla gerçekleştirilen deney arasındaki ilişkinin öğrenci tarafından kurulabilmesi için uygun senaryoların olması gerektiği tespit edilmiştir. Bu nedenlerle çalışma kapsamında yapılandırmacı yaklaşım ve TGA stratejisinin adımlarının takip edilmesi, bu esnada makroskobik, mikroskobik ve sembolik düzeyde gösterimlere yer verilmesi ve günlük hayatla ilişkilendirilebilecek senaryoların sürece dahil edilmesi uygun bulunmuştur.

1.8. Kimya Eğitiminde Laboratuvar Uygulamaları

Okul programlarına fen bilimleri kapsamında XIX. yüzyılın ortalarında dâhil olmaya başlayan laboratuvar uygulamaları derslere yeni bir boyut getirmenin yanı sıra öğrencilere de yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Başlangıçta teorik konuların ispatında kullanılırken günümüzde öğrencilerin bireysel veya grupta serbestçe çalışıp, bilgiyi keşfettikleri ortamlar haline dönüşmüşlerdir (Çepni, 2005). Laboratuvar etkinlikleri araştıran, sorgulayan, deneyen, sonuca ulaşma yollarını arayan, bir bilim adamı rolü üstlenerek çalıştığı kavram hakkında derinlemesine bilgi edinen günümüz yapılandırmacı yaklaşımının arzu ettiği nitelikte öğrencilerin yetiştirilmesine büyük katkı sağlamıştır. Çünkü artık bilgiyi ezberleyen ya da sorgulamadan doğrudan kabul eden değil bizzat bilgiyi arayan, sorgulayan ve bilgiye ulaşma yollarını bilen toplumlar çağın ilerisine geçmektedirler (Seçken vd., 1999). Laboratuvar uygulamaları muhakeme yapma, eleştirel düşünme, bilginin çeşitli yöntem ve tekniklerle öğretilmesi, anlamlı yapılandırılması ve psikomotor becerilerin geliştirilmesi açısından fen bilimleri öğretimine özel bir katkıda bulunurken öğrencilerin bilimi yaşayabilecekleri ortamlar sunarlar. Bununla birlikte laboratuvar uygulamaları öğrencilerin işbirliği ve iletişim yeteneklerinin gelişmesi bakımından öğrencilere fırsatlar sağlar (İlhan vd., 2009). Ayrıca laboratuvardaki deney araç-gereçlerinin renkli, gizemli ve cazibeli yapıları öğrencilerin yapılan pratik çalışmalardan zevk almasını ve fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlar (Akkuş ve Kadayıfçı, 2005). Bu nedenle laboratuvarlar fen eğitiminin bir parçası ve odak noktasıdır (Yılmaz, 2005). Genel olarak laboratuvar çalışmalarıyla kazanılması hedeflenen amaçlar şöyle sıralanabilir;

1. Öğrencilere, teorik olarak verilen fen derslerine ait bilgileri, laboratuvar deneylerle destekleme becerisi kazandırmak.
2. Öğrencilerin laboratuvar ve pratik çalışmalarda kullanacakları materyal, araç ve gereçleri tanımalarını ve kullanmalarını sağlamak.
3. Öğrencilere derslerde teorik olarak verilen bilgilerin günlük yaşamda kullanılabilirliğini göstererek, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme kabiliyetlerini geliştirmelerine imkân sağlamak.
4. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini arttırmak.
5. Öğrencilerin bilime karşı ilgi, merak ve olumlu tutum geliştirmelerini sağlamak.
6. Öğrencilerin bilimsel düşüncelerini geliştirmek.

7. Öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözüme becerilerini geliştirmek.

8. Öğrencilerin veri toplama, gözlem yapma ve sonuçları yorumlama gibi uygulama becerilerinin geliştirilmesini sağlamak ve yazılı/sözel rapor verme becerilerini geliştirmek.

9. Öğrencilerin eleştirel ve sorgulayıcı düşüncelerini geliştirmek.

10. Öğrencilerin öğrendikleri kavramları yeni duruma uygulamaları için uygun ortamlar sağlamak ve bu süreçte yaptıkları hataları kendilerinin fark etmelerini sağlamak (Ayas vd., 1997; Coştu vd., 2005; Çepni ve Ayvacı, 2006; İlhan vd., 2009).

Yukarıda belirtilen özellikleri ile laboratuvarların, okul öncesinden başlanarak bilimsel bilgi ve becerinin gerektiği tüm kademelerde yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ancak teorik olarak geçerliliğini koruyan bu öneri pratik olarak geçerliliğini korumakta zorluk çekmektedir (Keller ve Keller, 2005). Özellikle üniversite sınavının öğrenci, öğretmen ve veliler için büyük önem taşıdığı lise seviyesinde, laboratuvar çalışmalarına yeterince zaman ayrılmadığı vurgulanmaktadır (Kavcar ve Erol, 1998). Kimya derslerinde laboratuvar uygulamalarına yer verilememesine neden olarak aşağıdaki durumlar genellikle ön plana çıkartılmaktadır:

1. Ders süresinin azlığı,

2. İdareden kaynaklanan eksiklikler

3. Velilerden gelen “derslerde daha çok alıştırma çözülmesi” talebi,

4. Okulların çoğunda hala, tam teşekküllü kimya laboratuvarlarının olmayışı,

5. Öğrenci ve öğretmenlerin “ya araç-gereç ve malzeme kırılırsa” korkuları,

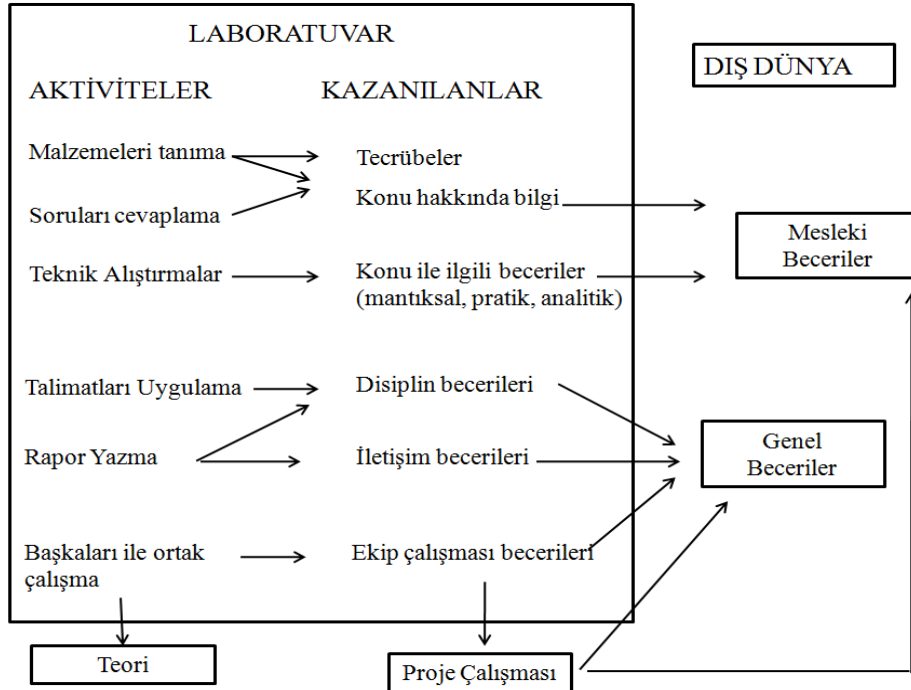
6. Öğretmen ve öğrencilerin birinci önceliği üniversite giriş sınavına vermeleri ve dolayısıyla deneye ayrılan zamanın gereksiz olduğunu düşünmeleri vb. gösterilmektedir (Lagowski, 1989; Odubunni ve Balagun, 1991; EARGED, 1995; Çallica vd., 2000; Güzel, 2000; Güzel, 2002; Tezcan ve Günay, 2003; Özdener, 2005; Turan, 2005; Tatlı vd., 2008; Ceyhun ve Karagölge, 2010).

Soyut kavramların tahta başında somutlaştırılmaya çalışılması, kimyasal değişimler sırasında gerçekleşen reaksiyonların makro-mikro ve sembolik boyutunun yine bu sırada öğrenciden kurulmasının istenmesi ve hayatımızın içindeki kimyanın ders kitaplarıyla sınırlandırılması etkili bir fen öğretimi gerçekleştirilememesinin önünde duran başlıca engellerdir. Fen bilimleri, laboratuvar çalışmaları ve deneylerle bütünleştirilmedikçe gerçek anlamda bir bilim olamaz ve fen bilimleri dâhilindeki hiçbir bilim dalı deneylere

yer verilmeksizin tam olarak öğretilemez (Ben-Zvi vd., 1988; Tsaparlis, 1997; Johnstone, 1999; Nelson, 1999; Çepni, 2005; Güler, 2005).

Laboratuvarlar, öğrencilerin doğal meraklarını gideren, bireysel inisiyatiflerini ve bağımsız çalışmalarını destekleyen, öğrencileri aktif kılan ve tartışmayı destekleyen ortamlardır (Karamustafaoğlu, 2000). Laboratuvarların somut yaşantılara dayanan yapısı, öğrencilere araştırma ve sorgulama süreciyle meşgul olma fırsatı sunar. Geleneksel sınıflar içinde öğrencilerin dikkati, kendilerine sunulan konudan kolaylıkla başka yöne sapabilirken, laboratuvar çalışmalarında dikkat yapılan deneye yoğunlaşır. Kimya derslerindeki teorik bilgiler, ilke, süreç ve açıklamalar bizzat öğrenciler tarafından deneylerin gerçekleştirilmesiyle kalıcı ve anlaşılır hale gelmektedir (Çepni vd., 1995; Seçken vd, 1999; Tilstra, 2001).

Bir bilgisayar mühendisi veya bilgisayar öğretmeni için bilgisayarlar ne anlam ifade ediyorsa kimya dersleri için de laboratuvarlar aynı değerdedir yani “kimyanın olmazsa olmaz yapıtaşlarıdır”. İnsan, çevre ve organizma olayları arasındaki ilişkilerin doğası içinde açıklandığı kimya eğitimi ortaöğretim seviyesinde anlaşılabilirliği ve kalıcılığının sağlanabilmesi bu nedenlerle büyük önem taşımaktadır (Seçken vd., 1999). Laboratuvar sürecinde yapılan aktiviteler ve bunun sonucunda kazanılanlar Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1. Laboratuvar çalışmaları ile kazandırılması hedeflenen bilgi ve beceriler (Can, 2007).

Genel olarak alanyazın değerlendirildiğinde laboratuvar uygulamalarının kimya eğitimi için büyük önem taşıdığı ancak belli gerekçelerle istenen düzeyde yer verilemediği görülmektedir. Bu nedenle öğrencilerin istedikleri anda deney yapabilecekleri, deney yaparken kendilerini güvende ve rahat hissedecekleri, zevk alacakları, “ya araç-gereç ve malzeme kırılırsa” korkusu yaşamayacakları, deney sürecinin her detayını görebilecekleri alternatif laboratuvar ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

1.8.1. Kimya Eğitiminde Laboratuvar Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Aydoğdu (1999) yapmış olduğu çalışmada, kimya laboratuvarında karşılaşılan güçlükleri belirlemeye çalışmıştır. Betimleme türündeki bu çalışmanın örneklemini Hacettepe ve Gazi Üniversitelerinin Eğitim Fakültelerinde kimya eğitimi gören 250 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri anket yardımıyla toplanmıştır. Çalışma sonunda kimya laboratuvar uygulamalarının içeriği ile teorik kimya derslerinin aynı paralelde gerçekleştirilemediği, laboratuvar uygulamaları için ayrılan zamanın yetersiz olduğu, öğrencilerin laboratuvar uygulamalarında teorik bilgi eksikliği çektikleri ve laboratuvar uygulamalarında öğretici rehberliğinin eksik olduğu saptanmıştır.

Yılmaz ve Morgil (1999) yapmış oldukları çalışmada, kimya laboratuvarlarının durumu ve güvenli çalışmaya uygunluğunu kimya öğretmenliği öğrencilerinin görüşleri doğrultusunda değerlendirmişlerdir. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda eğitim gören birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinden toplam 214 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verileri “İlk Yardım ve Korunma”, "Güvenlik Araçları" ve "Güvenlik Koşulları” alt bölümlerinden oluşan anket yardımıyla elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin pratik uygulamalara başlarken yeterli ön bilgileri alamadıklarını, laboratuvar güvenlik kurallarının öğrencilere anlatılmadığı ve herhangi bir kaza durumunda öğrencilerin kendilerini ve çevresindekileri ne şekilde koruyacakları konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmadıkları sonucu ortaya çıkmıştır.

Seçken vd. (1999), yapmış oldukları çalışmada lise 9, 10 ve 11. Sınıf kimya dersleri kapsamında yer alan deneyler ve bu deneylerin yapılabilirliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini 1997 -1998 öğretim yılında Ankara ilindeki 21 ortaöğretim kurumunda görev yapan 60 kimya öğretmeni oluşturmuştur. Çalışmanın verileri 10

sorudan oluşan anket yardımıyla toplanmıştır. Çalışma kapsamında lise kimya müfredatında bulunan deneylerden minyatür araç ve gereç kullanılarak yapılabilen deneyler belirlenmiş ve aynı zamanda klasik laboratuvar yöntemleri ile süre ve verim açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda Minilabor adlı minyatür araç ve gereçler ile Ortaöğretim IX, X ve XI. deneylerinin hemen tümünün daha az madde ve zaman harcayarak daha geçerli ve verimli şekilde yapılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca minyatür araç-gereçlerle yapılan deneylerin donanımlı kimya laboratuvarlarının bulunmadığı okullarda laboratuvar görevini üstlenebileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmanın yapıldığı bütün okullarda bir kimya laboratuvarı bulunmasına rağmen müfredat programındaki deneylerin tamamının yapılamadığı ortaya çıkmıştır. Buna neden olarak laboratuvar donanımının ve kimyasal maddelerin yetersizliği gösterilmiştir. Buna karşılık öğretmenlerin tümünün dersin kolay ve tam olarak anlaşılabilmesi için deney yapmanın gerekli olduğunu belirttiği, yapılabilen deneylerde öğrencilerin ilgilerinin üst düzeyde olduğu ancak öğrencilerin deney sürecine katılmadıkları da çalışmada öne çıkan sonuçlar arasındadır.

Ayas vd. (2002) yapmış oldukları çalışmada, genel kimya dersi laboratuvar uygulamalarının, öğrenci ve dersi yürüten sorumlu öğretim elemanlarının gözüyle değerlendirmişlerdir. Çalışmaya 2000-2001 eğitim-öğretim dönemi bahar yarısında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesinde genel kimya laboratuvar uygulamalarına katılan İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği programı öğrencilerinden seçilen 150 öğrenci ve bu dersleri yürüten 15 öğretim elemanı katılmıştır. Araştırmanın verileri anket ve mülakatlarla toplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda laboratuvarların ortam ve araç-gereç bakımından yeterli olmamasının ve teorik derslerde anlatılan konuların aynı paralelde laboratuvar deneyleri ile yürütülememesinin öğrenme güçlüğüne neden olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun laboratuvar ders saatlerinin artırılması, mevcut ortamda 5-6 kişiden oluşan grupların daha az sayıda kişiden oluşması, laboratuvarda bulunan sorumlu öğretim elemanı sayısının artırılması ve laboratuvar kılavuzunun anlaşılır hazırlanması gerektiği belirlenmiştir.

Üce vd. (2003), yapmış oldukları çalışmada asitler ve bazlar konusunun öğretiminde klasik ve deneysel yöntemlerin başarıya ve kimya tutumuna etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini 2001-2002 eğitim ve öğretim yılında bir lisenin ikinci sınıfına devam eden iki şubedeki toplam 67 öğrenci oluşturmuştur. Çalışma kapsamında sınıflardan

birinde asitler ve bazlar konusu deneysel yöntem ile diğer sınıfta ise öğretmen merkezli klasik yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Verileri toplamak için mantıksal düşünme yeteneği testi, bilimsel başarı testi ve kimya tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın başında ön test olarak uygulanan başarı testi ve mantıksal düşünme testi sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmamasına karşılık çalışmanın sonunda kimya öğretiminde laboratuvar yöntemi kullanımının öğrencinin kimya dersi başarısını önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Ayrıca çalışma sonunda öğrencilerin kimya dersine karşı tutumlarında gözlenebilen bir değişiklik olmamıştır.

Turan (2005) yaptığı çalışmada, Balıkesir ilindeki kimya öğretmeni ve öğrencilerinin kimya laboratuvarına yönelik ilgilerini, laboratuvar kullanım sıklıklarını, laboratuvar donanımının yeterliliği ve deneyler hakkındaki düşüncelerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışmanın örneklemini Balıkesir ilinde görev yapan toplam 67 kimya öğretmeni ve ortaöğretim kurumlarının 9, 10 ve 11. Sınıflarında öğrenim gören 650 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmanın verileri öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatların yanı sıra öğretmenler için kimya laboratuvarı kullanma durumu değerlendirme anketi ve öğrenciler için kimya laboratuvarı kullanımına yönelik durum belirleme anketinden elde edilmiştir. Çalışmada yöntem olarak ikili mülakat ile desteklenen bilimsel tarama yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonunda kimya öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarının kimya öğretimi için gerekli olduğuna inanmalarına rağmen ders saatlerinin yetersizliği, ÖSS sınav kaygısı ve müfredatı yetiştirememeye nedenleriyle yeterli sayıda uygulama yapamadıkları görülmüştür. Okullardaki laboratuvarların donanım bakımından eksik olduğu, öğrencilerin ders saatleri dışında laboratuvarları kullanmayı talep etmedikleri, uygulamalar sırasında güvenlik önlemlerine dikkat etmedikleri ve laboratuvar uygulamaları için bilgisayar teknolojisinden faydalanmadıkları da çalışmanın sonuçları arasındadır.

Deters (2006), yaptığı çalışmada liselerde kimya dersi kapsamında öğretilen konular ve bu konuların öğretiminde laboratuvar çalışmalarına ne kadar yer verildiğini araştırmıştır. Bu amaçla yaptığı çalışmada Amerika'nın farklı sosyo-kültürel bölgelerinde yer alan devlet ve özel liselerde görev yapan öğretmenlere mail aracılığıyla bir anket çalışması yapmıştır. Bu kapsamda 514 kimya öğretmeni çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Çalışma sonunda kimya öğretmenlerinin %55.5'inin derslerinde sorgulama türünden deneyler yaptıkları bu yapılan deneylerin %13.7'sinin öğrenci, %11.9'unun gösteri deneyi olduğu görülmüştür. Ancak bu deney sayısının dönem içinde ortalama %3.3 civarında kaldığı tespit edilmiştir. Farklı sosyo-ekonomik bölgelerde görev yapan

öğretmenlerin bu sorulara verdikleri cevaplar arasında ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Tezcan (2006), yapmış olduğu çalışmada lise kimya öğretiminde laboratuvar kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Amasya il merkezinde bulunan sekiz farklı lisede öğrenim gören yaşları 16-18 arasında değişen 504 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. 35 sorudan oluşan anket formu ile elde edilen veriler sonucunda kimya öğreniminde laboratuvar destekli yöntemin kullandığı ancak kullanımın istenen düzeyde olmadığı saptanmıştır. Ayrıca laboratuvar kullanım oranının okul türüne bağlı olduğu ve bu farklılığın, okullarda kimyaya ayrılan ders sayısına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Okul türünde kimya dersine ayrılan ders saati fazla ise öğrencilerin daha fazla aktivite gerçekleştirildiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin laboratuvar destekli bir kimya eğitimini istedikleri ve kimya öğrenimi için yararlı buldukları ancak, üniversite sınavı nedeniyle laboratuvar derslerine ayrılan zamanı “zaman kaybı” olarak değerlendirdikleri anlaşılmıştır.

SuccessLink (2007), Kansas'ta bulunan ortaöğretim kurumlarını laboratuvar güvenliği, laboratuvar kullanım kolaylığı ve deney araç-gereçlerinin yeterliliği açısından değerlendirmiştir. Bu doğrultuda 170 ortaöğretim kurumu ziyaret edilerek kimya laboratuvarları incelenmiştir. Yapılan ziyaretler sırasında veriler gözlem formu ve öğretmenlerle yapılan mülakatlar kullanılarak toplanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler NSTA (National Science Teacher of Association) ile karşılaştırılmıştır. Buna göre yapılan çalışma sonunda Kansas'ta bulunan ortaöğretim kurumlarının kimya laboratuvarlarının donanım bakımından yetersiz olduğu ve ulusal standartlara erişebilmesi için pek çok düzenlemeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

İlhan vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada kimya öğretmen adaylarının yürütülen laboratuvar çalışmaları hakkındaki düşüncelerini araştırmışlardır. Çalışmada veriler, nitel ve nicel olarak toplanmıştır. Çalışmanın örneklemini Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Bölümü Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören toplam 96 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma sonunda öğrencilerin daha çok laboratuvarın fiziki şartları, öğretim elemanı ve laboratuvar kitapları ile ilgili olumsuz düşüncelere sahip oldukları, deney kılavuzlarında daha fazla açıklamaya yer verilmesini istedikleri görülmüştür. Bu sonuç öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğrulamaya dayalı laboratuvar yaklaşımına uygun olan öğretim stratejisini benimsediklerini şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin mevcut deneyleri

yeteri kadar günlük olaylar ile ilişkilendirilmediğini düşündükleri yapılan tespitler arasındadır.

Alanyazın değerlendirildiğinde, kimya eğitiminde laboratuvar yaklaşımını başarı, yöntem, strateji, tutum, güvenlik vb. alanlardan sadece bir ya da birkaçı ile sınırlandırdığı görülmektedir. Yapılandırmacı yaklaşımın geleneksel yaklaşıma göre öğrencilerin kimya dersine yönelik başarılarını artırdığı, TGA stratejisinin öğrencileri sürece daha fazla dahil ettiği, öğrencilerin deneyler sırasında kullandıkları araç-gereçleri çok fazla tanımadıkları, güvenlik önlemlerine riayet etmedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle yukarıda ifade edilen boyutlara ek olarak farklı alternatif durumların denenebilmesi, yapılan deney ile günlük hayat arasındaki ilişkinin kurulabilmesi, deney işlem adımlarının izlenebilmesi ve bir deney sırasında yapılması gerekli olan tüm adımların (deney işlem adımları, güvenlik önlemleri vb) öğrenci tarafından (belli sınırlar dâhilinde) özgür ve bireysel şekilde yapılması, makroskobik-mikroskobik ve sembolik düzeydeki gösterimlerin bir arada gözlenebilmesi çalışmayı diğerlerinden farklı kılmaktadır.

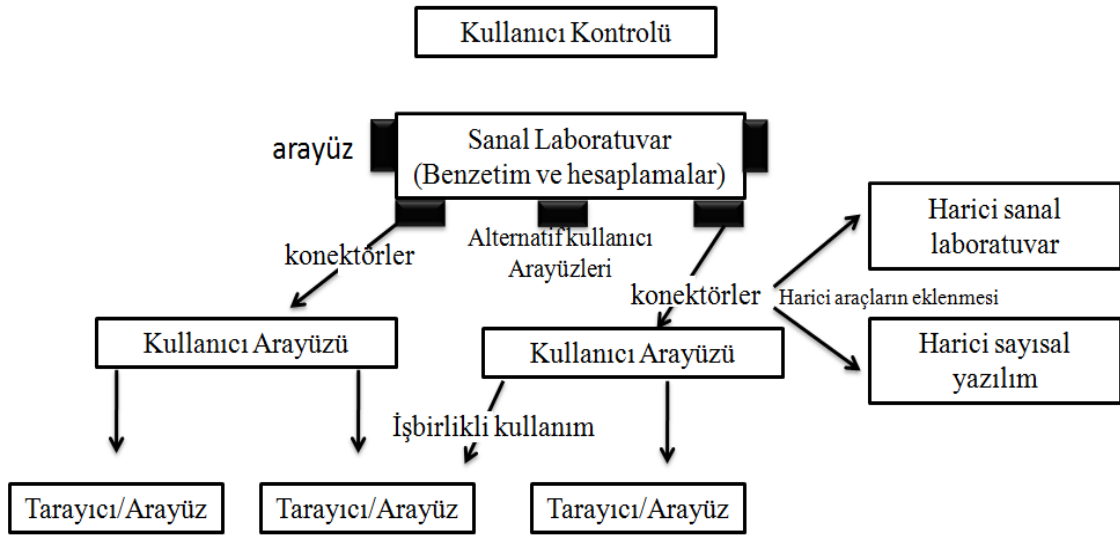
1.9. Sanal Laboratuvarlar

Teknoloji, pek çok uygulama alanında başarı ile kullanılmasına karşılık geniş öğrenci kitlelerine eğitim sunulmasında için tüm yeteneklerinin kullanılmadığı görülmektedir. Oysa günümüz teknolojisi ve bilgisayarların geldiği nokta göz önüne alındığında laboratuvarların yapı ve işleyişinin uygun programlar yoluyla bilgisayar ortamında yapay olarak canlandırılması ile sanal ortamda ve gerçeğe yakın doğrulukta sonuçların alınabileceği deneylerin gerçekleştirilebilmesi mümkündür (Grob, 2002; Akın ve Karaköse 2003; Özkul, 2004). Bilgisayara dayalı sanal benzetimlerin yer aldığı sanal laboratuvarlar, teorik bilgilerin beceriye dönüştürüldüğü eğitimsel amaçla kullanılan oldukça yeni bir teknolojidir. Sanal laboratuvarlar ile sınıf içerisinde ya da sınıf dışında, moleküler seviyedeki kimyasal olayların hızlı ya da yavaş tempoda izlenebilmesi mümkündür. Sanal laboratuvarlar sadece moleküler seviyede kimyacıların düşüncelerini modellemeye imkân vermekle kalmayıp aynı zamanda aynı kimyasal olayın makroskobik ve moleküler seviyelerde eşzamanlı gösterimlerini de kullanıcılarına sunmaktadır (Tüysüz, 2010). Sanal laboratuvarlar öğrencilere anlamlı, gerçeğe yakın deneyimler kazandırmakta ve önemli kavramları, prensipleri ve süreçleri göstermektedir. Öğrenciler önceden yanlış olarak

uyguladıkları süreçleri anında yaparak, doğrulayarak ve tekrarlayarak öğrenmelerini derinleştirme imkânı bulmaktadırlar

Sanal laboratuvarlar özellikle lise ve üniversite seviyesinde, uygulamalı derslerin (tıp, fen bilimleri ve mühendislik) öğretiminde ön plana çıkmaktadır (Yu, Brown ve Billet, 2005). Sanal laboratuvarların ne anlama geldiğini tartışmak için kavrama ait kelimeleri incelemek gerekmektedir. Fransızca “laboratoire” kökünün Türkçedeki karşılığı olan “laboratuvar, ayırıştırma, birleştirme yoluyla bir sonuca ulaşmak veya teşhis koymak için çeşitli araçların kullanılarak farklı bilim dallarında (tıp, eczacılık, fizik, kimya) araştırma ve deneylerin yapıldığı özel donanımlı yerler olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2010). Latince kökü “virtualis” olan “virtual” terimi ise Türkçeye “sanal” olarak çevrilmiştir. Sanal kavramı ise gerçekte var olmayan ancak sanılar yoluyla var olduğu kabul edilen kavramlar, olgular ve mekânlar için kullanılır (Wikipedia, 2010). Bu iki kelimenin birleşiminden oluşan sanal laboratuvarlar “virtual laboratory”, gerçek bir laboratuvarın benzetiminin yapıldığı bir ortamda öğrencilerin teorik bilgilerini deney yapmak suretiyle bilgilerini pratiğe dönüştürebilecekleri öğrenme ortamları olarak tanımlanmaktadır (Woodfield, 2005).

Bu kapsamda yapılan çalışmalar incelendiğinde “sanal laboratuvar” kavramının farklı anlamlarda kullanıldığı görülmektedir. Buradaki farklılık, temelde neyin “sanal” olduğu üzerinedir. Eğitimde, sanal laboratuvarlar iki farklı şekilde incelenmektedirler. Bunlardan ilki, uzaktan öğrenme ortamları aracılığı ile kontrol edilebilen fiziksel laboratuvar ortamları diğeri ise, fiziki donanım olmaksızın sanal ortamda deneyin modellemesinin yapılabildiği ve sonuçlarının alınabildiği, yazılım destekli laboratuvarlardır (Usal vd., 2004). Bu doğrultuda sanal laboratuvarların mimarisini Şekil 2’deki gibi özetlenmek mümkündür.



Şekil 2. Sanal laboratuvarın mimari yapısı (Jeschke vd., 2010).

Bu bağlamda Gündüz, Baykan Yıldız (2007) ve Özkul (2004) , sanal laboratuvarları “laboratuvar donanımına uzaktan erişim” ,”laboratuvar yapı ve işleyişinin bilgisayar benzetiminin gerçekleştirilmesi” başlıklarında sınıflandırılırken Usal vd. (2004), bu sınıflandırmayı uzaktan öğrenme ortamlarında (İnternet destekli ve aynı\ farklı fiziksel mekanda) fiziki olarak oluşturulmuş laboratuvar” ve “fiziki donanım olmaksızın sanal ortamda (aynı\ farklı fiziksel mekanlarda) deneyin modellemesinin yapılabileceği ve sonuçlarının alınabileceği, yazılım destekli laboratuvarlar” başlıklarına ayırmayı uygun görmüştür.

Kullanılan başlıklar farklı olmasına rağmen başlıklara karşılık gelen içerikler aynıdır. Laboratuvar donanımına uzaktan erişim ya da uzaktan öğrenme ortamlarında fiziki olarak oluşturulmuş laboratuvarlarda öğrenci, uzak fiziki mekânlarda bile olsa, deneylerini laboratuvar ortamındaki gerçek donanımlar üzerinde yaparak, kendisine uzak ortamda bulunan görüntüleme sistemleri yardımı ile (kamera vb.) etkide bulunduğu sistemde meydana gelen değişikliği internet üzerinden görebilmektedir. Bu sistemde öğrenci sisteme doğrudan bağlıdır ve uzman denetimlerinden de sürekli olarak faydalanabilirler (Özkul, 2004; Usal vd., 2004).

İkinci yapıda (laboratuvar yapı ve işleyişinin bilgisayar ortamında benzetiminin gerçekleştirilmesi\ yazılım destekli laboratuvarlar), öğrenciler deneylerini gerçek bir fiziki mekân (laboratuvar ortamı) bulunmadan laboratuvarların yapı ve işleyişinin uygun programlar yoluyla bilgisayar ortamında sanal olarak yapılmasına dayanan benzetim

uygulamalarıdır. Kullanıcının seçtiği deneyi düşük maliyetle sanal olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Kullanıcılar gerek kendi bilgisayarlarında, gerekse de internet aracılığı ile sanal laboratuvar yazılımını kullanarak gerçek deney sonuçlarına çok yakın doğrulukta sonuçlar elde edebilmektedirler. Bu tür bir yapıda bilgisayar üzerinde gerçek sistemi modelleyebilecek yazılımların oluşturulması gerekmektedir (Özkul, 2004; Usal vd., 2004).

Ancak sanal laboratuvarlar, uzaktan kontrol edilen ve aynı anda gerçek laboratuvar ortamına etkide bulunan sistemlerden ziyade gerçek ortamdaki deneylerin bilgisayar ortamındaki matematiksel modellemelerinin oluşturulduğu öğrenme ortamları olarak görülmektedir. Sanal laboratuvarlarda yer alan deneyler, önceden belirli bir sırada tasarlanarak bilgisayar ortamında benzetimlerin yapılması, gerçek araç-gereçler veya teorik kavramların algoritmalar yardımıyla bilgisayar ortamında modellenmesiyle gerçekleştirilirler (Jeschke vd., 2010).

Jeschke, Richter ve Torn (2010) bu bağlamda sanal laboratuvarları, senaryolarına göre “gösteri modlu sanal laboratuvarlar”, “deneysel (bağımsız) modlu sanal laboratuvarlar” ve “İşbirlikli modlu sanal laboratuvarlar” olarak üç grupta incelemiştir.

Gösteri modlu sanal laboratuvarlarda, kullanıcı önceden hazırlanmış senaryo içinde hareket etmek zorundadır. Bu türden hazırlanmış laboratuvarlarda, değişkenler yoktur. Kullanıcı kendisi için çizilmiş yolda belli sınırlar dahilinde ilerler.

Deneysel modlu sanal laboratuvarlar, kullanıcıya sanal ortamda değişkenleri istediği gibi değiştirme ve sisteme istediği müdahalede bulunma imkânı sunar.

“İşbirlikli modlu sanal laboratuvarlar” ise senaryosu itibarıyla gösteri modlu sanal laboratuvar ile deneysel modlu sanal laboratuvar arasında bir geçiş ortamı olarak tanımlanabilir (Karagöz, 2006). Bu ortamlarda kullanıcı, sistemin kendine sunduğu değişkenler arasında istediği değişikliği yapabilir. Gösteri modlu sanal laboratuvarlar kadar sıkı bir yapısı olmasa da deneysel modlu sanal laboratuvarlar kadar esnek değildirler. Ancak bu yapı sayesinde kullanıcıya amacından uzaklaşmadan araştırma yapma imkânı verir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımı, kullanıcıya alternatif yollar sunması ancak kullanıcının amaçtan uzaklaşmasını engelleyen yapısı nedeniyle işbirlikli modlu sanal laboratuvar modeli esaslarına uygun olarak hazırlanmıştır.

1.9.1. Sanal Laboratuvarların Amaçları ve Faydaları

Bilimsel metodolojiyi 17. Yüzyılın başlarında Francis Bacon tarafından tanımlanmış ve 19. yüzyılın ortalarına doğru ise kimya laboratuvarları liselerde fen sınıflarına dahil olmaya başlamıştır. 20. yüzyılın başlarında ise önde gelen eğitimciler, kimya laboratuvarlarını öğrencilerin bilimsel düşünme alışkanlıklarını geliştirilmesi amacıyla kullanımını önermişlerdir. 21. Yüzyılın başlarında bu amaca erişebilmek için deneyleri, bilimsel süreç ile birleştirme yeteneğine sahip “sanal laboratuvar” kavramı ortaya çıkmıştır (Bruder, 1993; Friedrichsen vd., 2001; Keller ve Keller, 2005).

Geçmişte oldukça yeni olan sanal laboratuvarlar, fizik, kimya, biyoloji, tıp ve mühendislik ve askeri eğitim alanları başta olmak üzere uygulama gerektiren tüm bilim dallarında kullanılan alternatif bir öğretim yöntemidir (Kumar vd., 1998; Grob, 2002; SAVVIS, 2008; Jeschke vd., 2010). Ayrıca sanal laboratuvar yazılımları, deney yapmaya ve keşfe önem veren herkesin kullanımı için uygun ve önemli bir öğrenme ortamıdır (Karagöz, 2006). Sanal laboratuvarların matematiksel yapısı karmaşık olmasına karşılık, kullanıcılarına bu karmaşıklığı kullanım kolaylığı olarak geri yansıtmaktadır. Kullanıcıya esnek ve farklı disiplinleri bir arada sunan sanal laboratuvarlar sayesinde öğrenen ile öğretene arasındaki etkileşim, zaman ve mekan bağımlı olmaktan çıkarak 7 gün 24 saat erişilebilir hale gelir. Düşük maliyetli esnek öğrenme ortamları oluşur (Jeschke vd., 2010). Bu sayede neredeyse tüm altyapı ve kaynak kısıtlamaları ortadan kaldırılır. Soyut durumların gözlenmesi için gerekli zamanı en aza indirir. Bunun yanı sıra kullanıcılarına bireysel hızları ölçüsünde ilerleme imkanı sunar (Kumar vd., 1998; Grob, 2002; SAVVIS, 2008).

Sanal laboratuvarlar gerçekte duyularımızla anlamakta güçlük çektiğimiz soyut durumların somutlaştırılması için en kullanışlı yol olarak görülmektedir (Jeschke vd., 2010). Zira en etkili öğrenme yaklaşımlarından birinin laboratuvar etkinlikleri yoluyla olduğu bilinmektedir (Ayas vd., 1994). Sanal laboratuvarlar kullanıcılarına gerçek ortamdan daha fazla deney yapma seçeneği sunmakta, daha detaylı inceleme yapma, doğruya en yakın hesaplamalar ile sayısız benzetim programı yardımıyla moleküler düzeyde teorik olarak ideal kabul edilen şartlarda sanal deney yapma imkânı sunulmaktadır (Winn ve Jackson, 1999; Jeschke vd., 2010). Dahası makroskobik, moleküler ve sembolik düzeyde olayları gözleme imkânı sunarlar. Böylece gerçekte çıplak gözle görülemeyen moleküller ve moleküllerin farklı durumlardaki davranışları rahatlıkla gözlenebilir hale

gelir (Winn ve Jakson, 1999, Dalgarno, 2005). Sanal laboratuvarlar, geleneksel etkileşimli çoklu ortamlara kıyasla nesnelerin davranışları bağımsız olarak sunulmakta, etkileşim seviyeleri belirlenebilmekte, anlamlı ve gerçekten amaca hizmet eden benzetimler ile öğrencileri motive edecek uygun etkinlikler sunmaktadırlar. Bu sayede öğrenciler teorik olarak öğrendiklerini pratiğe dönüştürebilme ve fiziksel bir ortam olmadan öğrencilere o ortamdaymış gibi hissetme, o ortamdaymış gibi davranma imkânı elde etmektedirler.

Bu tür ortamlar özellikle soyut kavramların modellenmesi için oldukça etkilidir. Özellikle gerçekte oldukça pahalı, tehlikeli ve ya uzun zaman alan durumlar sanal ortamlarda rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir (Dalgarno vd., 2003). Bilgisayar benzetimleri, gerçek deneylerle karşılaştırıldığında bilgisayar benzetimlerinin daha ideal şartlara sahip olduğu ve her bir adımın önceden planlanarak analiz edildiği böylece gerçeğe en yakın sonuçların alındığı görülmektedir. Yazılan algoritmalar sayesinde olay anı durdurulabilmekte, yakınlaştırılıp uzaklaştırılabilmekte ve çeşitli müdahalelerde bulunulabilmektedir (Grob, 2002). Öğrenci istediği deneye istediği anda erişebilmekte ve en önemlisi de karşısına çıkan bir problem durumu bilgisayar ekranında çözmek için farklı alternatifleri deneyebilmektedir. Ayrıca sisteme kendi görüş ve düşüncelerini aktarma imkânı bulmaktadır (Tanyıldızı ve Orhan, 2005). Sanal laboratuvarlar ile uluslararası bilgi paylaşımı yapılabileceği gibi fiziki mekânlara bağlı olmaksızın grup çalışmaları da yapılabilmektedir (SAVVIS, 2008).

Sanal laboratuvar yazılımları dahilindeki testler sayesinde öğrenciye daha fazla alıştırmaya çözüme imkanı sağlanmaktadır. Gerek deney yaparken gerek alıştırmaya çözerken öğrencilere anında geri dönüt sağlar ve yazılım içinde yer alan hata varsa bunların tespit edilip düzeltilmesi ile sanal laboratuvarların kaliteleri artırılabilir (SAVVIS, 2008).

Sanal laboratuvarlar deney araç-gereçlerinin tükenmemesi ve yenilenmeyi gerektirmeyen özelliği ve güvenli yapıları ile okulların, laboratuvar uygulamaları için bir ön hazırlık gerektirmeme özelliğinden dolayı ise öğretmenlerin yüklerini hafifletmektedir (SAVVIS, 2008). Ayrıca sanal laboratuvarlar, öğrencileri laboratuvara ve deney sürecine aşina kılmaktadırlar (Georgiou vd., 2007).

Jeschke vd. (2010), eğitimsel açıdan bakıldığında sanal laboratuvarların, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirmeye katkı sağladığını, araştırmaya dayalı öğrenme senaryolarını desteklediği, bireysel öğrenme süreçlerine uyarlanabildiğini, işbirlikli ve çoklu öğrenme-öğretme senaryolarını desteklediğini, farklı alanlardaki uygulamaların etkilerinin görülebileceği ortamlar oluşturabileceğini belirtmektedir. Bunların yanı sıra

sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve kuruma sağladığı faydalar Özkul (2004) tarafından Tablo 4’de verildiği gibi gruplandırılmıştır.

Tablo 4. Sanal laboratuvarların sağladığı faydalar

<i>Öğrencilere</i>	<i>Öğretim Elemanlarına</i>	<i>Kuruma</i>
Daha ileri seviyede deneyler gerçekleştirebilme	Ders sunumlarına uzaktan deney konusuyla ilgili açıklamaları dahil etmeleri	Deney olanaklarıyla uzaktan eğitimin daha cazip hale gelmesi
Özellikle kampüse gelme olanağı olmayan öğrencilere asenkron deney yapabilme	Öğrencilerin performanslarının gözlenmesi ve takibi	Laboratuvar, çizelgeleme, donanım problemlerinin hafifletilmesi ve personel giderlerinde azalma
Kendi kendine öğrenmeye teşvik	Yeni deneyler oluşturabilmeleri için fırsat ve ortam	Daha emniyetli ortam oluşturulması ve muhtemel kazaların ya da donanım hasarlarından sakınma
Geri bildirim ve bağlantılı olarak kendini değerlendirme	Öğrencilerin performanslarının gözlenmesi ve takibi	

Yukarıda belirtilen nitelikleri ile sanal laboratuvarlar, yapılandırmacı öğrenme teorisinin uygulanabilmesi için en önemli öğrenme ortamlarından biridir. Öğretmen ve öğrenci arasında olması gereken ancak gerçek ortamlardaki imkansızlıklar nedeniyle sınırlı kurulan iletişim ve etkileşim, sanal laboratuvarlar ile sağlanabilmektedir (Lily vd., 2008).

1.9.2. Sanal Laboratuvar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Kennepohl (2001), yaptığı çalışmada bilgisayar benzetimlerinin, kimya laboratuvar uygulamalarına etkisini incelemiştir. Bu kapsamda Kanada Athabasca Üniversitesi 1.sınıf kimya öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada öğrencileri kontrol ve deney grubu olarak iki kategoriye ayırmıştır. Kontrol grubundaki öğrenciler kimya ders uygulamaları için kimya laboratuvarındaki deneyleri bizzat katılarak gerçekleştirirken, deney grubundaki öğrenciler bu deneyleri kendilerine verilen sanal kimya laboratuvarı yazılımı aracılığıyla tamamlamışlardır. Çalışmanın verileri laboratuvar değerlendirme anketi ve başarı testi kullanılarak toplanmıştır. Çalışmanın sonunda kimya ders performansları bakımından kontrol ve deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark oluşmadığı, başarı testi sonucunda deney grubu öğrencilerinin daha yüksek başarı sergiledikleri ve gerçek kimya laboratuvar ortamında 36 saatte tamamlanan deneylerin, sanal kimya laboratuvarında 24 saatte tamamlandığı görülmüştür. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin

%88'i sanal ortamda deney yapmayı gerçek ortama tercih ettiklerini, %86'sı yazılım aracılığıyla deney yapmanın daha kolay ve anlaşılır olduğunu ifade etmiştir.

Zayas (2001), yaptığı çalışma kapsamında geliştirmiş olduğu sanal kimya laboratuvarı yazılımını öğrenci merkezlik, etkileşim ve gerçeklik boyutlarında tanıtmıştır. Geliştirilen sanal laboratuvar ile laboratuvar ortamında güvenli, gerçekçi ve etkileşimli bir eğitim ortamı sağlayarak öğrencilerin kimya laboratuvarındaki güvenlik kurallarının önemini anlamasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda Teksas'ta üç boyutlu olarak geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının güvenlik tehlikelerinin belirlenmesi, acil durumlarda yapılması gerekenler ve kazaların önlenmesi konularında örnek durumları öğrencilere etkileşimli olarak sunduğu ve bu yönde yapılacak çalışmalarda kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Romli vd. (2001), yapmış oldukları çalışmada Malezya'daki ortaöğretim okullarında, öğretmen ve öğrencilerin sanal (fizik ve kimya) laboratuvarı kullanırken yaşadıkları zorlukları ve yazılımın etkisini maliyet, materyal, enerji ve harcanan zaman boyutunda değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında sanal fizik ve sanal kimya laboratuvarı prototipi Malezya'daki 11 okulda öğretmen ve öğrencilerin katılımı ile oluşturulmuştur. Çalışma sonunda Malezya hükümetinin eğitim politikası olan akıllı okul projesi için sanal laboratuvar yazılımlarının oldukça uygun bir eğitim ortamı olduğuna kara verilmiştir. Sanal laboratuvarların yapılandırmacı yaklaşımı desteklediği ve laboratuvar çalışmaları için geleceğin teknolojisi olduğu, öğrenci merkezli eğitim anlayışını desteklediği, düşük maliyet ile okullara büyük performans sunacağı belirtilmiştir. Bu türden yazılımların artırılması ve okulların, sanal laboratuvar uygulamalarını destekleyecek nitelikte donatılması gerektiği çalışmanın önerileri arasındadır.

Trindade vd. (2002), suyun fazlarının öğretimi için sanal bir laboratuvar geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu sanal ortamda suyun katı, sıvı, gaz fazlarını ve hidrojen-oksijen moleküllerinin hareketi moleküler düzeyde canlandırılmıştır. Çalışmanın örneklemini Portekiz'deki 20 üniversite birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Bilişsel performans kanıtı değerlendirme testi, maddenin tanecikli yapısını değerlendirme testi, yazılı sınavlar ve mülakatlar kullanılarak çalışmanın verileri toplanmıştır. Çalışma sonucunda üst düzeyde uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin, bu tür öğrenme ortamlarında daha üst düzeyde kavramsal öğrenme sağladıkları görülmüştür.

Dalgarno (2004), geliştirdiği sanal kimya laboratuvarı yazılımı ile üç boyutlu öğrenme ortamlarının karakteristiği ve uzamsal öğrenmeye potansiyel katkılarını

araştırmıştır. Bu amaçla sanal bir kimya laboratuvarı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım çalışmanın amacı doğrultusunda Avusturalya'daki Wollongong Üniversitesi Kimya Bölümü öğrencilerinden seçilen 70 öğrenciye farklı biçimlerde uygulanmıştır. Birinci grup üniteye yer alan deneyleri kullanıcı kontrolüne izin veren sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanarak (dinamik sanlab) , ikinci grup gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirirken son grup ise kullanıcı etkileşimi olmayan hareketsiz resimlerin yer aldığı (statik sanlab) sanal kimya laboratuvarını kullanmışlardır. Her üç grubun laboratuvarında yapmaları gereken işlemler tanımlanmış ve bu görev formları öğrencilere verilmiştir. Çalışmanın verileri deney araç-gereçlerini tanıma testi, sanal laboratuvar değerlendirme anketi, Kimya laboratuvarı tanıma anketi, laboratuvar gözlemleri kullanılarak toplanmıştır. Çalışma sonucunda gerçek bir kimya laboratuvarında verilen görevleri yerine getirmek kadar etkili olmasa da sanal laboratuvar yazılımları öğrencilerin laboratuvar ortamı ve araç-gereçlerine aşina olması için oldukça etkili bir yazılım olduğuna karar verilmiştir. Statik sanal kimya laboratuvarı ise öğrenciler üzerinde sanal laboratuvar ve gerçek kimya laboratuvarının gösterdiği etkiyi gösterememiştir. Öğrencilerin sanal ortamı kullanma yetenekleri, bu ortam aracılığıyla öğrenme ve zevk alarak çalışmalarını bireysel farklılıklar göstermiştir. Sanal kimya laboratuvarı yazılımı öğrencilerin bir bölümü tarafından zevkli bir öğrenme ortamı olarak tanımlanırken bir kısım öğrenci gerçek ortamda daha fazla zevk alarak çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bu nedenle sanal kimya laboratuvarı tüm öğrenciler için uygun bulunmamıştır. Ancak dinamik sanal kimya laboratuvarının karmaşık yapısının biraz daha kolaylaştırılması ve deneylerin belli bölümlerinde avatarın (pedagojik ajan) sürece ilave edilmesinin öğrenciler üzerinde daha olumlu sonuç verebileceği önerilmiştir.

Mercer-Chalmers vd. (2004), yapmış oldukları çalışmada sanal kimya laboratuvarı yazılımının öğrencilerin kimya laboratuvar uygulamalarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma, kimya laboratuvar uygulamasına katılan Kimya Bölümü öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler kontrol (40 öğrenci) ve deney (40 öğrenci) olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Kontrol grubu öğrencileri deneyleri gerçek fiziksel kimya laboratuvarında kendileri bizzat gerçekleştirirken, deney grubu öğrencileri internet adresinden erişimine izin verilen sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanmışlardır. Çalışmanın verileri başarı testi, mülakat ve gözlem formları kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma sonucunda deney grubu öğrencilerin tümü sanal kimya laboratuvarı yazılımının kendilerini gerçek fiziksel kimya laboratuvarı için hazır duruma getirdiği konusunda fikir beyan etmişlerdir. Öğrencilerin büyük bölümü fiziki bir mekana bağlı kalmadan deneyleri

gerçekleştirebildikleri, etkileşimli biçimde deneyleri tamamlayabildikleri, araç-gereçlerden ziyade deney sürecine odaklanabildiklerini belirtmişlerdir. Ancak yazılımın tüm öğrenciler üzerindeki etkisi aynı olmamıştır. Öğrencilerin bir kısmı yazılımı oldukça etkili ve yararlı bulduklarını belirtmelerine karşılık diğer bölümü kendilerini bilgi teknolojilerini kullanmak konusunda yeterli görmediklerini, gerçek ortamdaki dokunma, koklama gibi hislerin sanal ortamda olmadığını ifade etmişlerdir. Deney grubu öğrencileri, deney sürecini ve deney sonucunu rapor etme konusunda, kontrol grubu öğrencilerinden daha iyi performans göstermişlerdir. Ayrıca deney sürecinde kaybedilen zamanın, kontrol grubuna kıyasla deney grubunda yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir.

Ergül ve Binici (2006), yaptıkları çalışmada “gazların difüzyonu ve graham difüzyon yasası” konusunun öğretimine sanal laboratuvarın etkisini araştırmışlardır. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda gündüz ve gece öğrenim gören 137 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak öğrencilere hazırlanan sanal laboratuvar yazılımı izletilmiş, ikinci olarak da öğretmen adaylarına deneysel etkinlikleri uygulamalı olarak yapmaları istenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak gerçek laboratuvar ortamında deneylerin yapılabirlikleri gözlem formları kullanılarak elirlenmiş ayrıca uygulamalarla ilgili 9 sorudan oluşan bir anket kullanılmıştır. Çalışma sonunda, sanal laboratuvarların araç-gereç ve madde olanaksızlığı nedeniyle belirtilen konunun gerçek laboratuvar ortamında öğretilmediği eğitim kurumlarında uygulanabilir nitelikte olduğu, lisans ve ortaöğretim düzeyinde, gerçek laboratuvar uygulamaları için, bazı durumlarda alternatif, bazı durumlarda ise destekleyici bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sanal laboratuvarlarda madde malzeme sarfiyatının olmaması, öğrenci sağlığına zarar vermemesi, görsel açıdan ilgi çekici olması ve eğitim-öğretim adına teknolojiden yararlanılması gibi özellikler öğrencilerin çalışmada beğendikleri unsurlardır.

Georgiou vd. (2007), yapmış oldukları çalışmada volümetrik analiz deneyi için novel yazılım dilinde geliştirilmiş olan web-tabanlı sanal öğrenme ortamını ve sahip olduğu özellikleri alanyazınla destekleyerek tanıtmışlardır. Geliştirilen sanal laboratuvar yazılımının gerçek kimya laboratuvarındaki yeniden deney düzeneği hazırlama, malzeme yetersizliği vb. donanımsal sıkıntıları giderebileceği, gerçek zamanlı benzetimler sayesinde volümetrik analiz deneyinin yapılabileceği, okul ve üniversiteler için oldukça ekonomik bir çözüm sunduğu, hayat boyu öğrenme ve uzaktan eğitim için alternatif bir ortam oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca sanal laboratuvar uygulamasının internet kullanıcılarına

yer ve zaman özgürlüğü sunduğu, uygulamaların hiç deney yapmayan öğrencileri dahi öğretmen yardımına ihtiyaç duymadan kolaylıkla deneyleri yapabildikleri, bireysel ihtiyaçları ölçüsünde ilerleyebildikleri tespit edilmiştir.

Bakar ve Zaman (2007) yaptıkları çalışmada yapılandırmacı-bilişsel ve kavramsal yaklaşıma dayalı kimya konuları için VLab-Chem adlı sanal kimya laboratuvarını geliştirmiş ve etkililiğini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın örneklemini Malezya'nın dört farklı bölgesinde görev yapan 14 kimya öğretmeni 100 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmanın verileri iki ayrı test kullanılarak toplanmıştır. Birinci test bilgi, anlama, uygulama ve analiz seviyelerinin dahil olduğu bilişsel, ikinci test ise analiz, uygulama, sentez ve değerlendirme gibi daha üst düzey seviyeleri ölçmeye yöneliktir. Bu testler öğrencilere çalışma öncesinde ön test, bitiminde ise son test kapsamında uygulanmıştır. Çalışma dahilinde öğrenciler kontrol ve deney grubu olmak üzere iki kategoriye ayrılmışlardır. Kontrol grubunda seçilen konu geleneksel yaklaşıma uygun gerçekleşirken, deney grubunda yapılandırmacı-bilişsel ve kavramsal yaklaşıma dayalı sanal kimya laboratuvarı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda sanal laboratuvar yazılımını kullanan öğrencilerin, deney grubu öğrencilerine göre başarı testlerinden aldıkları puanlar arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Ayrıca sanal kimya laboratuvarı yazılımı öğretimi planlama, multimedya yoluyla öğrenme ve öğretme, etkili öğrenme ortamı boyutlarında yazılımı kullanan öğretmen ve öğrenciler tarafından başarılı bulunmuştur.

Limniou vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada kimya laboratuvar uygulamalarından önce sanal kimya laboratuvarı kullanımının öğrencilere etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla Thessaloniki (Yunanistan) Aristotle Üniversitesi Kimya Bölümü öğrencilerinden kimya laboratuvar derslerini alan 88 öğrencinin (44 kontrol, 44 deney) viskosite konusunun öğretimi sırasında yaşadıkları laboratuvar tecrübeleri, konuya dair bilgi birikimleri araştırılmıştır. Deney grubunda laboratuvar uygulamaları geleneksel biçimde gerçekleştirilirken deney grubundaki öğrencilerin uygulamaya saatinden önce sanal laboratuvar yazılımını kullanmaları sağlanmış ve yaşadıkları deneyimi arkadaşları ile yerel ağ üzerinden paylaşmışlardır. Çalışma sonucunda kavramsal öğrenmeye yönelik yapılan değerlendirmede deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı olduğu görülmüştür. Simülasyon programını kullanan deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerinden farklı olarak bu yazılım sayesinde laboratuvar ortamına

girdiklerinde kendilerini daha rahat hissettiklerini, daha az yorulduklarını ve konuyu daha kolay anladıkları tespit edilmiştir.

Harrison vd. (2009), İngiltere'deki Bristol üniversitesindeki öğrenciler için geliştirmiş oldukları sanal laboratuvar yazılımını ortaöğretim öğrencilerinin kullanımına sunmuş ve süreci inlemişlerdir. Deneysel desende yürütülen çalışmaya 29 üniversiten 464 üniversite öğrencisi iştirak etmiştir. Bu amaçla seçilen konunun öğretimi için deney grubunda bir hafta süreyle sanal kimya laboratuvarı kullanılırken diğer grupta kullanılmıştır. Öğretmenler, tüm gruplara aynı yakınlıkta davranmışlardır. Çalışma sonunda sanal kimya laboratuvarı yazılımı kullanan öğrencilerin kullanmayanlara oranla, deneysel tekniklere yönelik sorulan soruları daha doğru (%89-%26) cevapladıkları ve kimya derslerine ait uygulamalarda bu yazılımı kullanma eğiliminde oldukları (%55) tespit edilmiştir. Öğrenciler yazılım sayesinde gerçekleştirdikleri deneyler sırasında araç gereçlerle uğraşmak yerine sürece odaklandıklarını ve deneyi anlayarak daha kolay biçimde yaptıklarını belirtmişlerdir.

Gorghiu vd (2009), yapmış oldukları çalışmada “asit-baz ve nötr çözeltiler” konularının öğretimi için farklı sanal kimya laboratuvarı yazılımlarının öğrenciler üzerindeki etkilerini tartışmışlardır. Bu kapsamda Romanya’da yapılan çalışmanın örneklemini ilköğretim 7. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak gözlemlerden yararlanılmıştır. Konunun öğretiminde öğrenci gruplarından biri “crocodile chemisrty” yazılımını kullanırken, bir diğeri “Virtual Instrumentation in Science Education“ ve başka bir grup ise “Crocodile Clips” yazılımını kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda sanal laboratuvar yazılımlarının içerik ve sahip olduğu özelliklerin (deney düzeneğini hazır olarak sunması ya da yazılımı kullanmanın zor oluşu gibi) kullanıcı memnuniyetini ve verimliliği etkilediği tespit edilmiştir. Ancak farklı yazılımları kullanarak derslerini gerçekleştiren kimya öğretmenlerinin tümü teorik kavramların daha iyi anlaşılması, bir varsayımın doğrulanması veya sadece öğrenci motivasyonu için bile sanal laboratuvarların çok iyi bir çözüm olduğu konusunda fikir birliğine varmışlardır. Bunun yanı sıra sanal laboratuvarlar öğrencilere, gerçek laboratuvarlarda mevcut olan riski almadan deney yapma ve süreci daha ayrıntılı olarak gözleme imkânı sunduğu tespit edilmiştir.

Abdul-Kader (2010), yaptığı çalışmada sanal sınıflarda eğitim alan öğrencilerin sanal laboratuvar çalışmalarını incelemiştir. Bu amaçla Mısır Menofiya üniversitesi hazırlık sınıfı devam eden hazırlık sınıfı öğrencilerinin internet üzerinden takip ettikleri (makro,

mikro ve sembolik düzeyde gösterimleri içeren) sanal kimya laboratuvarı uygulamalarının etkililiği araştırmıştır. Çalışmada, sanal öğrenme ortamlarının öğrencilerin süreçteki tüm boyutları (makro, mikro ve sembolik düzey) gözlemlenmelerine imkan verdiği, e-öğrenmeyi desteklediği, maliyeti azalttığı, deney sırasında öğretmen ve öğrencilerin hata yapma şanslarını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bilek, Skalická (2010), yapmış oldukları çalışmada sanal ve gerçek kimya laboratuvarı uygulamalarının birlikte kullanımını değerlendirmişlerdir. Çek Cumhuriyeti'ndeki bir üniversitenin eğitim fakültesi kimya öğretmenliği programının 4 ve 5. sınıflarına devam eden toplam 78 kimya öğretmeni aday çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Özel durum çalışması kapsamında “asit-baz titrasyonu” ve “galvanik pil” deneyleri çalışma konusu olarak seçilmiş bu deneyler sırasında sanal ve gerçek laboratuvarda yapılacak özdeş senaryolar belirlenmiştir. Mülakat, gözlem ve çalışma kağıtları kullanılarak verileri toplanan çalışma “farklı çözeltilerin PH'larının ölçülmesi”, “probleme dayalı soruların çözülmesi” ve “bir sonraki PH ölçümü için düzeneğin oluşturulmasına yönelik açık uçlu görevler” olmak üzere üç işlem üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun gerçek kimya laboratuvarında, gerçek araç-gereçlerle deney yapmayı seçtikleri ve sanal ortamı deneyim kazanmak amacıyla kullanılacak bir ortam olarak görmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut laboratuvar araç-gereçleri kullanma, ölçüm yapma, laboratuvarda güvenli çalışma ve laboratuvarda karşılaşılan durumları günlük hayata uyarlama gibi gerçek ortamda elde edilen bazı yetenek ve becerilerin sanal ortamda mevcut olmadığı ve bu özelliklerin sanal laboratuvar yazılımlarına eklenmesinin gerektiği önerilmiştir

Oloruntegbe ve Alam (2010), Malezya'da yaptıkları çalışmada fen eğitimi ve öğretimi için yapılan sanal ve üç boyutlu öğrenme ortamlarını bilişsel öğrenme, beceri ve tutum boyutunda değerlendirmişlerdir. Yapılan alanyazın taraması öğrencilerin öğrenme düzeylerinin ve performanslarının arttığını göstermiştir. Ulaşılan verilerin %85'i öğrencilerin bu türden uygulamalardan memnun oldukları, ilgilerini çektiği ve eğlenceli bulduklarını göstermiştir. Ancak yapılan çalışmaların henüz sanal öğrenme ortamlarının pedagojik boyuttaki etkisini ortaya koyma noktasında yeterli olmadığı, bu yöndeki çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tüysüz (2010), Türkiye'de yaptığı çalışmada sanal kimya laboratuvarının öğrencilerin başarı ve tutumu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu amaçla 9. sınıf programında yer alan “karışımlar” ünitesi ile ilgili 16 sanal deneyi kapsayan bir sanal laboratuvar geliştirmiştir.

Yarı deneysel desende gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini 341 (167 kontrol grubu, 174 deney grubu) lise birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Kontrol grubunda ünite boyunca geleneksel yaklaşımla derslere devam ederken, laboratuvar etkinliklerine yer verilmemiştir. Deney grubunda ise dersler yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda ve laboratuvar etkinlikleri sanal kimya laboratuvarı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda sanal laboratuvar yazılımının, öğrencilerin üniteye yönelik başarı ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak çalışma sonunda sanal kimya laboratuvarının gerçek kimya laboratuvarı ile karşılaştırılmadığı yalnızca gerçek ortamda çeşitli nedenlerle (güvenlik, yetersiz araç-gereç, laboratuvarın mevcut olmayışı vb.) yapılamayan deneyler için bir alternatif olduğu ifade edilmiştir.

Kimya alanındaki sanal laboratuvar çalışmalarının çoğunlukla yurt dışındaki araştırmacılar tarafından yapıldığı ve çalışmaların başarı boyutunda değerlendirildiği dikkat çekmektedir. Sanal laboratuvar çalışmalarına katılan öğrencilerin çalışma sonunda genellikle başarılarının arttığı, süreci daha ayrıntılı (makro-mikro ve sembolik düzeyde) inceleme fırsatı buldukları, yer ve zamandan bağımsız olarak deney yapabildikleri görülmektedir. Kimya eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım ve TGA stratejisinin etkisini konu alan çalışmaların ise daha çok başarı, tutum ve öğrenme ortamı boyutlarında değerlendirildiği görülmektedir. Bu çalışmaların sonucunda öğrenci başarısının anlamlı şekilde arttığı, öğrenme ortamlarının daha etkin hale geldiği, öğrencilerde daha kalıcı öğrenme gerçekleştiği ancak bu çalışmaların geleneksel yaklaşıma kıyasla daha fazla zaman aldığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların öğrencilerin tutumları üzerindeki etkisi ise yapılan çalışmaya göre değişkenlik göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde sanal laboratuvar ve yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olan kimya laboratuvar etkinliklerinin etkililiğinin öğrencinin sürece aktif katılımı ve sürenin etkin kullanımı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Ancak mevcut çalışmalar incelendiğinde sanal laboratuvar uygulamalarında tüm bu belirtilen özelliklerin bir arada olduğu bir uygulamaya rastlanamamıştır. Yapılandırmacı yaklaşımın TGA stratejisi kullanılarak belli sınırlar dâhilinde öğrencinin bilgiyi kendisinin araştırabileceği, kendi bilgisini kurabileceği, süreci tüm boyutları ile doğrudan izleyebileceği bir sanal laboratuvar ortamı yukarıda ifade edilen boşlukları doldurabilecek niteliktedir. Bu nedenlerle yapılan bu çalışmanın diğer çalışmalardan farklı özgün nitelikler taşıdığı düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada 9. sınıf kimya öğretim programı “kimyasal değişimler” ünitesi kapsamındaki deneyler yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının TGA stratejisi doğrultusunda sanal kimya laboratuvarı ortamında geliştirilmiş, uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Bu bölümde çalışmanın tasarlanması ve yürütülmesi sürecinde gerçekleştirilen tüm aşamalar alt başlıklarla sunulmaktadır.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Kimya dersi, öğrenciler tarafından az sevilen, içeriğindeki soyut kavramlar nedeniyle de anlaşılması ve öğrenilmesi güç bir disiplin olarak bilinmektedir (Ben-Zvi vd. 1988, 2005). Kimya eğitimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde “kimyasal değişimler” (Palmer ve Treagust, 1996; Ayas ve Demirbaş, 1997; Sökmen ve Bayram, 1999; Ayas vd., 2002; Mirzalar Kabapınar ve Adik, 2005; Özmen, 2005; Atasoy vd., 2007) ünitesinde yer alan konuları öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği, öğretmenlerin ise öğrencilerin zihinlerinde bu konuları yapılandırmakta sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarını anlayabildikleri (Ayas ve Demirbaş, 1997; Sökmen ve Bayram, 1999) ancak moleküler düzeyde gerçekleşen olayları tanımlama ve söz konusu değişimi kimyasal bağlardaki değişim ile açıklamakta güçlük çektikleri (Mirzalar Kabapınar ve Adik, 2005) görülmektedir.

Fen bilimlerinin dışında öğrencilerin ilk defa “kimya” ile tanışmaları dokuzuncu sınıfta olmaktadır (MEB, 2007). Öğrencilerin ilerideki öğrenim hayatlarında içeriğinde “kimya” dersi olmayan alanlara yönelmelerinin temelinde belki de kimyanın zor ve anlaşılması güç bir alan olarak görülmesi yatmaktadır. Öğrencilere bu kademedeki kimyanın içeriği sevdirebilir, öğrencilerin içinde yer alacakları uygun etkinliklere yer verilirse kimyaya yönelik başarı ve tutumun artabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle 9.sınıflar düzeyinde “kimyasal değişimler ünitesinde” yer alan deneylerin ve bu kapsamda gerçekleşen olayların moleküler düzeylerinin çalışmaya dahil edilmesine karar verilmiştir.

Nitekim kimya alanyazın incelendiğinde öğrencilerin laboratuvarında deneyleri yaparak, yaşayarak, gözleyerek öğrenme olayına aktif olarak katılması gerektiği

vurgulanmaktadır. Belirtilen yöntemle gerçekleşen kimya dersleri laboratuvar deneyleri ile birlikte yürütüldüğünde, öğrencilerin derse yönelik başarıları ve tutumlarının olumlu yönde arttığı ve bilgilerin daha kalıcı olduğu görülmektedir (Tamir, 1997). Buna karşılık ülkemizdeki kimya ders uygulamaları genel olarak incelendiğinde öğretmenlerinin, laboratuvar etkinliklerine gerekli zamanı ayıramadıkları (Üce vd., 2003; Tatlı vd. 2008) ve deneylere alternatif olarak uygulanan etkinliklerin (analoji vb.) laboratuvar uygulamalarının gösterdiği etki ve başarıyı gösteremediği bilinmektedir (Yıldırım, 2009).

Yeni programının felsefesini oluşturan yapılandırmacı yaklaşım da temelde öğrencilerin mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilginin yine bizzat öğrenci tarafından oluşturulmasına vurgu yaptığı bilinmektedir (Özmen, 2005; MEB, 2007; Baki, 2008). Sequeira, vd. (1993) yaptıkları çalışmada, fen bilimlerindeki “kavramların öğretiminde yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak derslerin işlenmesi”, öğrencilerin ön bilgilerinin dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Yapılandırmacı görüşten etkilenen ve bu yönde öğretim programları üzerinde çalışmalar yapan ve yapmış olan bazı ülkeler Avustralya, İngiltere, İrlanda, Amerika Birleşik Devletleri, Yeni Zelanda, İspanya, Finlandiya, İrlanda, İsrail, Avusturya, Kanada ve Singapur’dur (ERG, 2005). Yapılandırmacı anlayışla geliştirilen etkinliklerde öğrencilerin sürece aktif olarak katıldıkları, yorum yapma, öğrendiklerini başka alanlara transfer etme becerilerinin geliştiği, öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları ve öğrenmelerinin daha kalıcı izli olduğu tespit edilmiştir (Bodner, 1990; Hand ve Treagust, 1991; Lavery ve McGarvey, 1991). Bu yaklaşımla yürütülen çalışmaların verimli geçtiği ancak derslerde harcanan zamanın diğer öğretim yaklaşımlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel kimya öğrenme ortamlarındaki maliyet dezavantajları, uygulama sırasında oluşabilecek olumsuz durumlar (kaza, patlama, çarpılma vb.), zaman ve mekan kısıtlılığı vb. nedenler eğitimcileri sanal laboratuvarlara yöneltmiştir. Sanal laboratuvarlar, eğitimde kullanılan deneysel çalışma konularına alternatif olarak ortaya çıkmaktadır (Usal vd, 2004). Bilgisayar ortamında (aynı ya da farklı fiziksel mekânlarda) deneyin modellenmesinin yapılabileceği, gerçek ya da gerçeğe çok yakın doğrulukta sonuçların alınabileceği ortamlar sunan sanal laboratuvarlar hem öğrencilerin işlem hatası yapmaları azaltılmakta hem de istenmeyen durumlara öğretmenin müdahalesini kolaylaştırmaktadır. Sanal laboratuvarlar ayrıca kalabalık sınıf ortamlarında verilen derslerin eksik yönlerini ortadan kaldırmakta öğrenciye bire-bir etkileşim ortamı sunmaktadır. Bunun yanı sıra her

öğrencinin kişisel öğrenme hızlarının farklılığı dikkate alındığında, farklı tür ve hızlarda bireylere sunduğu öğrenme ortamı sayesinde öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır.

Eğitim kalitesini arttırmak ve maddi yetersizlikleri ortadan kaldırabilmek için sanal laboratuvar çeşitlerinin ve sayılarının artırılması gerekmektedir. Bu konudaki en önemli sorunlardan birisi de gerçek bir laboratuvar ortamının hazırlanması ile kıyaslandığında maliyeti düşük olmasına karşın, sanal laboratuvarın geliştirilmesinin zahmetli olması, çok zaman alması ve bu alanda yetişmiş elemanın sınırlılığıdır.

Bu nedenlerle çalışma kapsamında dokuzuncu sınıf “kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneyler öğrenci etkileşiminin ön planda tutulduğu sanal laboratuvar ortamında makro-mikro ve sembolik boyutlarıyla yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve TGA stratejisine uygun olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının öğrenci başarısına etkisini ölçmek için “kimyasal değişimler ünitesi başarı testi” ve “laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testi”, öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarındaki değişimi ölçmek amacıyla da “kimya dersine yönelik tutum testi” geliştirilmiştir. Öğrencilerin sanal kimya laboratuvarı yazılımına dair görüşleri “sanal kimya laboratuvarı değerlendirme anketi” ile alınmış ayrıca geliştirilen sanal kimya laboratuvarının etkililiği uygulamadan sonra öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar ve uygulama sırasında yapılan yapılandırılmamış gözlemlerle değerlendirilmiştir. Çalışmanın tasarım ve yürütülme sürecinin şematik olarak gösterimi Ek 1’de verilmiştir.

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Çalışma kapsamında uygulamalarını sanal laboratuvar ortamında gerçekleştiren öğrenciler, aynı deneyleri gerçek ortamda yapan öğrencilerle “kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarı”, “laboratuvar araç-gereçlerini tanıma” ve “kimya dersine yönelik tutum” boyutlarında karşılaştırılacağı için yöntem olarak deneysel çalışma seçilmiştir. Kontrol ve deney gruplarının rastgele oluşturulamaması nedeniyle yarı-deneysel yöntemin kullanılması uygun bulunmuştur. Yarı deneysel yöntemin “eşitlenmemiş gruplara ön-son test uygulaması” seçilmiştir (Çepni, 2005). Bu yöntem kapsamında deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Bu yöntemi tam deneysel yöntemden ayıran temel fark, örneklemin rastgele atama ile oluşturulamamasıdır (Cohen vd., 2000; Creswell, 2002).

Kontrol grubu-I (KG-I) ve kontrol grubu-II (KG-II) öğrencileri laboratuvar uygulamalarını gerçek laboratuvar ortamında, deney grubu (DG) öğrencileri ise çalışma

kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarı ortamında gerçekleştirmişlerdir. Yöntemin aşamalarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

1. Bir deney ve bir kontrol grubu rastgele seçim dışında bir yolla oluşturulur,
2. Her iki gruba ön test uygulanır,
3. Deney grubu deneysel müdahaleye uğrar, kontrol grubu özel bir müdahaleye tabi tutulmaz,
4. Her iki gruba son test uygulanır.

Yarı deneysel yöntem, eğitim araştırmalarında çok kullanılmakta ve bu yöntemin kullanıldığı bir araştırmada iç geçerliliği tehdit edebilecek tarih, test etme ve araç gibi kaynaklardan gelen hatalar ya da etkiler oldukça kontrol edilebilmektedir. Çünkü bu değişkenlerin deney ve kontrol grubundaki etkileri aynı olacaktır (Kuş, 2003; Balcı, 2004). Çalışmanın yürütülme sürecinde kullanılan ölçme araçları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Çalışmanın yürütülme süreci

	<i>KİDÜBAT</i>	<i>LAGTAT</i>	<i>KİDEYTUT</i>	<i>Deneylerin gerçekleştirilme şekli</i>	<i>KİDÜBAT</i>	<i>LAGTAT</i>	<i>KİDEYTUT</i>	<i>Deney Raporu</i>
DG	X			*				
KG-I	X	X	X	**	X	X	X	X
KG-II	X	X	X	***	X	X	X	X

KİDÜBAT: Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi

LAGTAT: Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi

KİDEYTUT: Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi

* : Deneylerin Sanal laboratuvar ortamında yapılması ve sürecin gözlenmesi

** : Öğretmene hiçbir müdahalede bulunmadan derslerin gerçekte işlendiği şekliyle (deney uygulamalarına ne sıklıkla yer veriliyorsa o sıklıkta gerçek kimya laboratuvarında yapılması) yapılması ve sürecin gözlenmesi

***: Deneylerin gerçek laboratuvar ortamında (mümkün mertebe gerçek laboratuvara gidilmesi hususunda öğretmen teşvik edilmiştir) yapılması ve sürecin gözlenmesi

2.3. Araştırmanın Evreni

Bu araştırmanın evrenini Trabzon il merkezinde bulunan Anadolu liseleri oluşturmaktadır.

2.4. Araştırmanın rneklemi

Araştırmanın rneklemi Trabzon il merkezindeki bir Anadolu lisesinden seçilmiştir. Çalışmanın yürütüleceği okulu belirlemek amacıyla 2007-2008 ğretim yılı I.döneminde Trabzon ilinde görev yapan ve 9. sınıf derslerini veren 20 kimya öğretmeniyle okullarının sahip olduğu bilgisayar ve kimya laboratuvarlarının imkânları, sahip oldukları aragereler, kimyasal değişimler ünitesini ne şekilde işledikleri ve kimya laboratuvarını kullanma durumları, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri konu ve kavramların neler olduğu ile ilgili olarak yarı-yapılandırılmış mülakatlar yapılmış ve verilen cevaplar doğrultusunda farklı türlerdeki 4 lisede yapılandırılmamış gözlemler yapılmıştır.

Yapılan bu çalışma sonunda Tablo 6'da verilen özelliklere sahip Trabzon il merkezindeki 2 Anadolu lisesinden birinde pilot, diğerinde asıl çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir. Asıl çalışmanın örneklemini Anadolu lisesinin 9. Sınıflarında üç farklı şubede öğrenim gören 90 ğrenci oluşturmaktadır. Adı geçen Anadolu liseleri çalışmada PUO ve AUO harfleri ile temsil edilmiştir. Çalışmanın pilot uygulaması 2008-2009, asıl uygulaması ise 2009-2010 eğitim ğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Pilot ve asıl uygulamanın yürütüldüğü okullar birçok açıdan birbirine benzemektedir.

Tablo 6. Pilot ve asıl uygulamanın yapıldığı okulların sahip oldukları genel özellikler

<i>Uygulama yapılan okul</i>	<i>Sahip olduğu özellikler</i>
PUO	Kimya laboratuvarı var. Laboratuvar lise kimya programındaki deneyleri yapmak için yeterli oldukça yeni ve bakımlı. Ayrıca laboratuvarda bilgisayar ve akıllı tahta bulunmaktadır. /Okulun iki bilgisayar laboratuvarı mevcuttur. Laboratuvarlardan biri sadece internete girmek amaçlı kullanılırken diğeri bilgisayar dersleri için düzenlenmiş ayrıca projeksiyon cihazı da kullanılabilir durumdadır./ PUO ilk mezunlarını 2009 yılında vermiştir. 2009 yılında 240 mezunun 165'i üniversitelerin lisans programlarına yerleşmiştir.
AUO	Kimya laboratuvarı var. Laboratuvar lise kimya programındaki deneyleri yapmak için yeterli ancak öğretmenler sık kullanmadığı için bakımsız./ AUO'nun iki bilgisayar laboratuvarı mevcuttur. Ayrıca projeksiyon cihazı da kullanılabilir durumdadır. 2008 yılında 240 mezunun 201'i 2009 yılında ise 180 (Önceki yıl yerleşemeyen öğrencilerle bu sayı 219) mezunun 181'i üniversitelerin lisans programlarına yerleşmiştir.

Tablo 6'da verilen okullar arasından çalışmanın yapılacağı okul belirlenmiş sonrasında çalışma hakkında okul idaresine ve kimya öğretmenlerine gerekli bilgiler verilerek alınan yasal izinler ek 4'te sunulmuştur.

2.4.1. Pilot Çalışma

Bu bölümde pilot çalışmanın yürütüldüğü okulun sahip olduğu fiziki özellikler ile bu çalışmaya katılan öğrenci ve öğretmenler genel olarak tanıtılmıştır.

2.4.1.1. Pilot Uygulamayı Yürüten Öğretmenlerin Özellikleri

Pilot uygulamanın yürütüldüğü Anadolu Lisesinde kimya öğretmenliği yapan biri bay (A), diğeri bayan (B) iki öğretmenle gerçekleştirilmiştir.

A öğretmeni 23 yıllık deneyime sahip ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Programından mezundur.

B öğretmeni 6 yıllık deneyime sahip ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Programından mezundur.

2.4.1.2. Pilot Uygulamaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri

Pilot uygulama, PUO olarak seçilen Anadolu Lisesinin LGS sınavından birbirlerine yakın puanlar alarak bu okulu kazanan ve çalışmada PD-I (pilot uygulama deney grubu-I) ve PD-II (pilot uygulama deney grubu-II) şeklinde kodlanan iki şubede uygulanmıştır. PD-I grubunun kimya öğretmeni A, PD-II grubunun kimya öğretmeni ise B'dir. Sınıflar 25'er kişiden oluşmaktadır. PD-I sınıfında 12 kız 13 erkek öğrenci bulunurken, PD-II sınıfında 11 kız, 14 erkek öğrenci mevcuttur. Öğrenciler çalışmaya oldukça istekli katılmışlardır. Onlara "sanal kimya laboratuvarı" yazılımını ilk kez kullanacak öğrencilerin kendilerinin olduğu söylenerek bu yazılımda anlamadıkları veya düzeltilmesinin gerekli olduğunu düşündükleri yerleri uygulama boyunca gözlem yapan araştırmacıya veya öğretmenlerine bildirmeleri istenmiştir. Ayrıca uygulama sonunda öğrencilerin yaşadıkları sıkıntılar ve yazılımda yeniden düzenlenmesini istedikleri bölümler yazılı olarak alınmıştır.

2.4.1.3. Pilot Uygulamanın Yürütüldüğü Kimya Laboratuvarının Özellikleri

Okul tam donanımlı bir kimya laboratuvarına sahiptir. Laboratuvarda 15 adet büyük deney masası bulunmaktadır. Bu masaların tümünde lavabo ve temel deney araç gereçleri bulunmaktadır. Deney masalarının arkasında ise laboratuvar araç-gereçlerinin bulunduğu camlı dolaplar yer almaktadır. Laboratuvarda bir de akıllı tahta ve bilgisayar bulunmaktadır. Gerek fiziksel olarak gerekse araç-gereç yeterlilikleri açısından son derece ideal şartlara sahip olan bu laboratuvarda 25 öğrencinin tümü aynı anda deney yapma imkânına sahiptir.

2.4.1.4. Pilot Uygulamanın Yürütüldüğü Bilgi Teknolojileri Sınıfı ve Bilgisayarlarının Özellikleri

Okulda 1 Bilgi Teknolojileri sınıfı ve 1'de öğrencilerin serbest zamanlarında kullanmaları için ayrılmış internet bağlantılı bilgisayar sınıfı mevcuttur. Pilot uygulamanın yürütülmesine daha uygun olması bakımından bilgi teknolojileri sınıfı seçilmiştir. Bilgi Teknolojileri sınıfında 25 adet öğrenci kullanımına ayrılmış bilgisayar 1 öğretmen bilgisayarı ve bu bilgisayara bağlı bir de projektör bulunmaktadır.

Pilot uygulamada kullanılan Pentium Dual Core E2780 bilgisayarlar 2.00 GHz, 1 GB RAM, 250 GB HDD özelliklerine sahip olup “sanal kimya laboratuvarı” yazılımının sorunsuz çalışması için uygun şartlara sahiptir.

2.4.2. Asıl Uygulama

Bu bölümde asıl uygulamanın yürütüldüğü okulun sahip olduğu fiziki özellikler ile bu çalışmaya katılan öğrenci ve öğretmenler genel olarak tanıtılmıştır.

2.4.2.1. Asıl Uygulamayı Yürüten Öğretmenlerin Özellikleri

Asıl uygulama Trabzon il merkezinde bulunan Anadolu Lisesinde kimya öğretmenliği yapan iki bay (C, D) öğretmenle gerçekleştirilmiştir.

C öğretmeni 24 yıllık deneyime sahip ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Programından mezundur.

D öğretmeni 19 yıllık deneyime sahip ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Programından mezundur ve aynı alanda yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Asıl uygulamanın yürütüleceği öğretmenlerin ikisinin de aynı üniversite ve programdan mezun olmaları, bu öğretmenlerin yürüttüğü dokuzuncu sınıf kimya dersindeki öğrenci başarılarının birbirine denk olması ve her iki öğretmeninde 15 yılın üzerinde mesleki tecrübeye sahip olmaları sebebiyle çalışmaya dahil edilmişlerdir. C öğretmenin bir sınıfı kontrol (KG-I), D öğretmenin bir sınıfı kontrol (KG-II) ve bir sınıfı da deney grubu (DG) olarak belirlenmiştir.

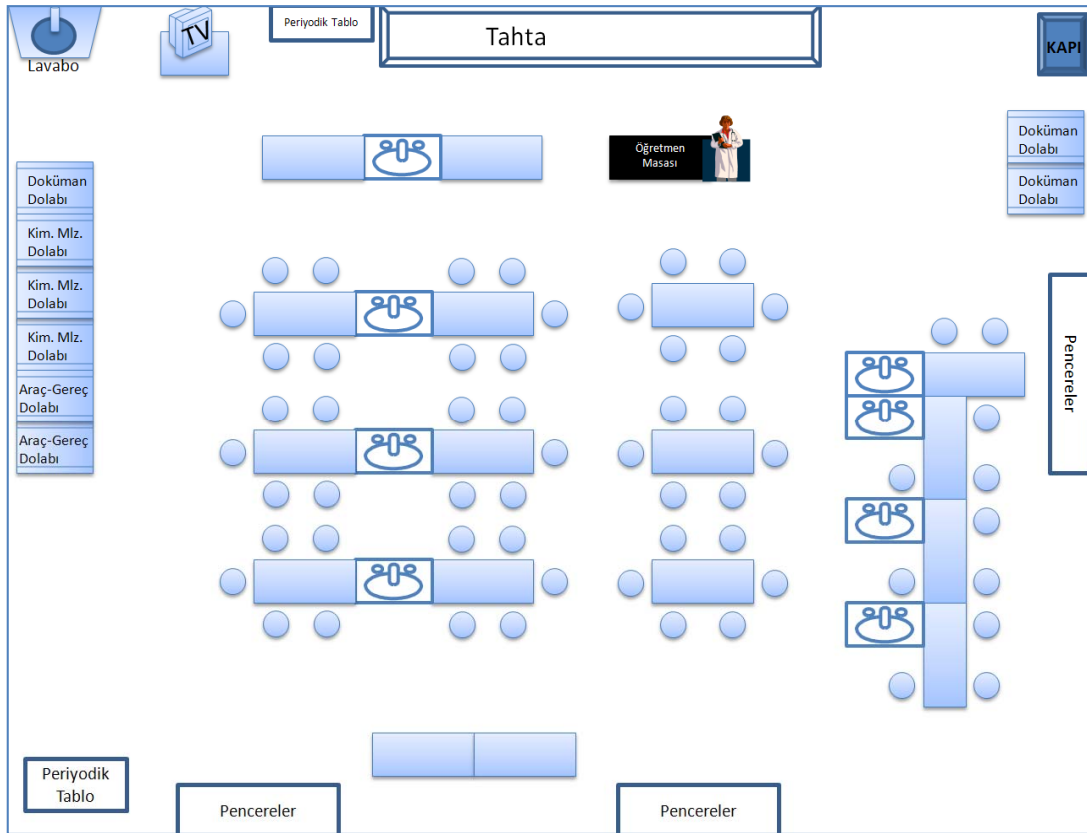
2.4.2.2. Asıl Uygulamaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri

Asıl çalışmanın yürütüleceği sınıfları belirlemek için asıl çalışmanın gerçekleştirildiği kimya öğretmenlerinin girdiği dokuzuncu sınıflar belirlendi. Bu sınıflara araştırmacı tarafından geliştirilen KİDÜBAT, LAGTAT ve KDEYTUT testleri ön test olarak uygulandı. Ön test sonuçları birbirlerine en yakın bulunan üç sınıf (KG-I, KG-II ve DG) asıl çalışmaya dahil edildi. Ayrıca bu öğrencilerin LGS sınavı sonucuna göre aldıkları

puanların birbirlerine yakın olması da çalışmayı öğrenci gruplarının başarılarının denkliği açısından olumlu bir etkidir.

2.4.2.3. Asıl Uygulamanın Yürütüldüğü Okulun (AUO) Kimya Laboratuvarının Özellikleri

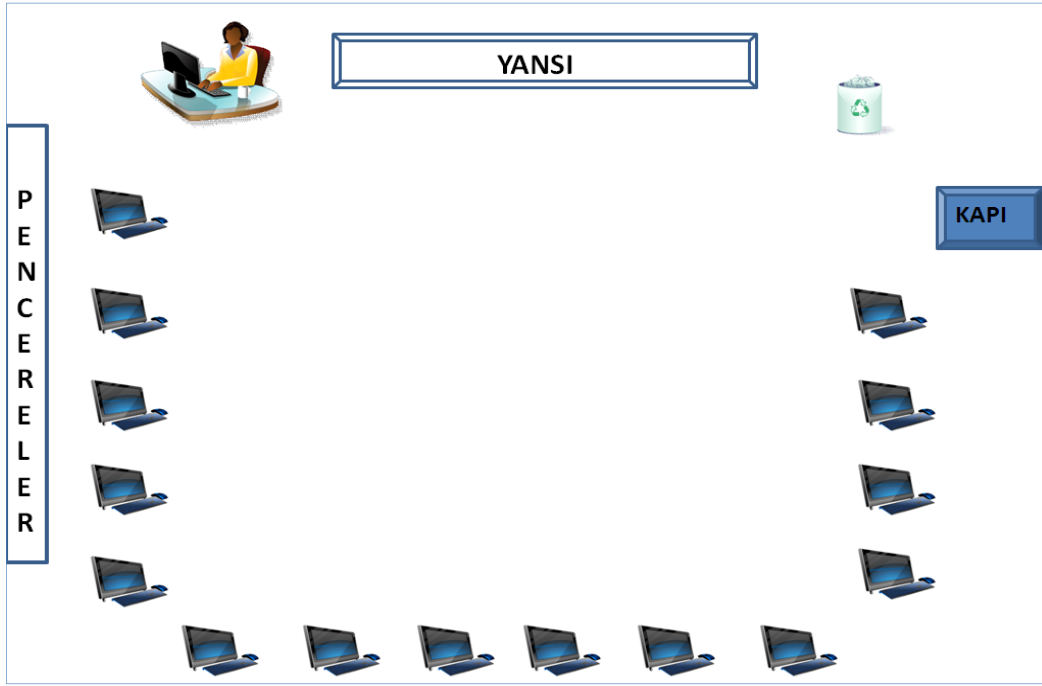
Tarihi bir okul olan AUO koruma altında olduğundan içerisinde tadilata izin verilmemektedir. Bu nedenle kimya laboratuvarı biraz bakımsız görünmektedir. Bunun dışında okul tam donanımlı bir kimya laboratuvarına sahiptir. Laboratuvarında 15 adet deney masası bulunmaktadır. Bu masaların tümünde lavabo ve temel deney araç gereçleri bulunmaktadır. Deney masalarının arkasında ise laboratuvar araç-gereçlerinin bulunduğu camlı dolaplar yer almaktadır. Fiziksel şartlar çok ideal olmasa da araç-gereç yeterlilikleri açısından ideal şartlara sahip olan bu laboratuvarında 30 öğrencinin tümü aynı anda deney yapma imkânına sahiptir. AUO'daki kimya laboratuvarının krokisi Şekil 3 ile verilmiştir.



Şekil 3. Asıl uygulamanın yapıldığı kimya laboratuvarına ait kroki

2.4.2.4. Asıl Uygulamanın Yürütüldüğü Okulun Bilgi Teknolojileri Sınıfının ve Bilgisayarların Özellikleri

AUO bünyesinde iki bilişim teknolojileri sınıfı mevcuttur. Çalışma bu sınıflardan donanım yönünden en iyi durumda olan sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bilgi Teknolojileri sınıfında 15 adet öğrenci kullanımına ayrılmış bilgisayar 1 öğretmen bilgisayarı ve bu bilgisayara bağlı bir de projektör bulunmaktadır. Sınıfın krokisi Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Asıl uygulamanın yapıldığı bilgi teknolojileri sınıfına ait krokisi

Pilot çalışma kapsamında bilişim teknolojileri sınıfında bulunan bilgisayarlar; Intel Core 2 Duo E6600, D2610-A Anakart, 1 GB DDR2 667 MHz Ram, 160 GB Sata 2 HDD, 16X DVD Rom Sata, 128 MB Paylaşımlı Intel GMA 950 Ekran kartı, 17” LCD monitör, 2X kulaklıklılı mikrofon, BTX Kasa 300W, USB multimedya F Klavye, USB optik Mouse, Çoklu kart okuyucu, Güvenlik kartı donanım özelliklerine sahip olup “sanal kimya laboratuvarı” yazılımının sorunsuz çalışması için uygun şartlara sahiptir.

2.5. Sanal Kimya Laboratuvarı (SKL) ve Deneylelerinin Tasarlanması ve Geliştirilmesi

Çalışma kapsamında, ortaöğretim 9.sınıf kimya dersi kapsamındaki “kimyasal değişimler” ünitesine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramını temel alan TGA stratejisine uygun SKL yazılımının tasarlanması ve geliştirilmesi işlemi oldukça uzun ve yoğun çalışma gerektiren bir süreç olmuştur. SKL yazılımı ön hazırlıkları ile birlikte yaklaşık üç yıl süren ve aşamaları Şekil 5 ile verilen süreç sonunda ortaya çıkmıştır.



Şekil 5. SKL ve deneylerinin tasarlanması aşamaları

2.5.1. SKL Yazılımının Geliştirilmesinde Etkili Olan Unsurlar

Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde kimya alanında pek çok sanal laboratuvar çalışması olduğu görülmektedir. Bunların büyük bölümü öğretim programının bir parçası olmaktan ziyade öğretmenlerin kendi kişisel gayretleriyle piyasadan ulaşılabilecekleri ve derslerinde kullanabilecekleri yazılımlardır (Crocodile chemistry, Virtual ChemLab, Vitamin gibi). Bu nedenle SKL yazılımının geliştirilmesinde kimya öğretmenlerinin ihtiyaçları, ortaöğretim kimya programı, yapılandırmacı öğrenme ortamları için benimsenen ilke ve stratejiler dikkate alınmıştır. Belirtilen bu unsurlar alt başlıklarla irdelenmiştir.

2.5.1.1. Kimya Öğretmenlerinin İhtiyaçları

Kimya dersi özellikle laboratuvar uygulamaları boyutunda oldukça zorluk yaşanan derslerin başında gelmektedir. Fen bilimlerinin bir kolu olan kimya ilk olarak ortaöğretim dokuzuncu sınıfta öğrencilerin karşısına kendi kimliği ile çıkmaktadır. Bu seviyede kimya dersini sevmeyen, yapamayan ya da farklı nedenlerle bu derslerde başarı gösteremeyen öğrenciler ilerleyen sınıflarda farklı alanlara yönelmektedirler. Gerek bu nedenle gerekse yapılan alanyazın taramaları ve kimya öğretmenleriyle yapılan informal görüşmeler sonucunda çalışmanın dokuzuncu sınıf düzeyinde yapılması uygun bulunmuştur.

Alanyazında kimya öğretmenlerinin laboratuvar kullanımları ile ilgili yapılmış çok sayıda çalışma (Aydoğdu, 1991; Çepni vd., 1995; Ayas, 1998; Güzel, 2000; Çallica vd., 2000; Gürbüz, 2001; Ayas vd., 2002; Köseoğlu vd., 2002; Tezcan ve Günay, 2003; Tezcan ve Bilgin, 2004; Akkuş ve Kadayıfçı, 2005; Karaer, 2007; Tekin, 2008; Ceyhun ve Karagölge, 2010) olmasına karşılık çalışmanın problemi doğrultusunda Trabzon il merkezinde görev yapan ve ortaöğretim dokuzuncu sınıf derslerini yürüten 20 kimya öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlar ile öğretmenlerin laboratuvar uygulamalarını yapma sıklıkları, öğrencilerin kimya derslerinde anlamakta-öğretmelerin ise anlatımda sıkıntı yaşadıkları konular belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca değişen müfredatla birlikte kimya dersinde deneylerin yapılabilirliği, canlandırma yapmaya ihtiyaç duyulan konular ve sanal kimya laboratuvarına yönelik öğretmen görüşleri alınmaya çalışılmıştır.

Kimya öğretmenleri ile gerçekleştirilen mülakatlara ilişkin sonuçlar bulgular bölümünde verilmiştir.

Kimya öğretmenlerinin yarıya yakınının dersleri sırasında laboratuvar uygulamalarına yer vermedikleri, üçte birinin ise bazen laboratuvar uygulamaları yaptıkları tespit edilmiştir. Öğretmenlerin sadece dörtte biri derslerinde her zaman laboratuvar uygulamalarına yer verdiğini belirtmiştir.

Öğretmenlere sanal laboratuvar ortamı anlatıldıktan sonra yöneltilen “öğrencilerin bilgisayarda hazırlanmış olan bir yazılımı kullanarak deney yapabilecekleri bir yazılım geliştirilse bunu derslerinizde kullanır mısınız?” sorusuna kimya öğretmenlerinin yarıdan fazlası öğrenci etkileşimine müsaade eden, kimya deneylerini sanal ortamda yapılabilir kılan bir yazılım geliştirildiği takdirde kullanmak isteyeceklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin çok az bir bölümü derslerinde yazılım kullanmak istemediklerini bunun yerine gerçek laboratuvar ortamını tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Kimya öğretmenlerinin yarıya yakını kimyasal değişimler ünitesi kapsamında yer alan “çökme-çözünme” konusunun öğrenciler tarafından güçlükle anlaşıldığını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda öğretmenlerin yarısı “derslerde adı geçen tüm deneylerin”, öğretmenlerin yarıya yakını ise “moleküler düzeydeki gösterimlerin” sanal ortamda canlandırılmasının yararlı olacağını belirtmişlerdir.

2.5.1.2. Hedef Kitlenin ve Ünitenin Belirlenmesi

Yapılan alanyazın taramaları (Nakiboğlu vd., 2002; Özmen vd., 2002; Tezcan ve Bilgin, 2004; Kabapınar ve Adik, 2005; Özmen, 2005; Mirzalar, 2006; Yıldırım, 2009) ve öğretmenlerle yapılan birebir görüşmeler sonucunda kimya öğretmenlerinin “çözünürlük”, “soyut kavramlar”, “kimyasal bağlar” kavramlarına vurgu yaptıkları görülmektedir. Bu kavramları içeren, moleküler düzeyde gösterime izin veren teorik anlatımın pratik uygulamalarla desteklenebileceği çok sayıda deneyi içeriğinde barındırması, dokuzuncu sınıf kimya dersinin %16,7’sini kapsaması (MEB, 2007) ve kimyanın temel konularından biri olması nedeniyle çalışmanın “kimyasal değişimler ünitesi” temel alınarak yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca dokuzuncu sınıf kimya ders programında en büyük (%27,8) oranda yer alan “hayatımızda kimya” ünitesi ise kimyasal değişimler konu başlığı altında “günlük hayatla ilişkilendir” bölümü ile çalışmaya dahil edilmiştir. Bu doğrultuda 2008-2009 eğitim-öğretim yılında ortaöğretim 9. Sınıflarda uygulanmaya başlayan “Kimya Dersi

Programı” (MEB., 2007) okullarda kullanılmaya başlamadan önce incelenerek, kazanımlara paralel olarak yapılandırmacı öğrenme ortamında uygulanabilir, bilgisayar-öğrenci etkileşimine izin veren çeşitli etkinlikler tasarlanmıştır. Bu aşamada önceki yıllarda ortaöğretim kurumlarında okutulan kimya ders kitapları, üniversite hazırlığa yönelik konu anlatımlı soru bankaları, kimya deney föyleri ile kimya ile ilgili ortaöğretim düzeyindeki çeşitli kitaplardan da yararlanılmıştır (Karaca, 1993; Dölen vd., 1995; Herr ve Cunningham, 1999; Lechtanski, 2000; Dalkılıç ve Dalkılıç, 2003; Oylumlu, 2004; Challoner, 2006; Yetkin vd., 2006; Harré, 2008; İter vd., 2008; Newmark, 2008). Yapılan bu ön çalışma neticesinde dokuzuncu sınıf kimyasal değişimler ünitesinde yer alan deneylerin moleküler boyutu ihmal edilmeden sanal laboratuvar ortamında canlandırılmasına karar verilmiştir.

Belirlenen ünite içinde yer alan kazanımlar 2007 yılında yenilenen dokuzuncu sınıf kimya dersi öğretim programı dahilinde incelenmiş ve içerik bu doğrultuda oluşturulmuştur. “Kimyasal değişimler” ünitesinin kazanımları Ek 2’de verilmiştir.

2.5.1.3. SKL Yazılımının İçeriğinin Belirlenmesi

Sanal laboratuvar yazılımının hangi üniteye geliştirileceği belirlendikten sonra bu deneyler pilot çalışma kapsamında PUO’da dokuzuncu sınıflardan seçilen iki şubenin kimya ders saatlerinde (5+5=10 saat) araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Dersten önce deneyin yapıldığı masaya odaklı bir video kamera yerleştirilerek deney süreci video ile kayıt altına alınmıştır. Aynı zamanda araştırmacı kimya laboratuvarını ve deney sürecini yakından tanınması amacıyla 3 dönem boyunca eğitim fakültesinde verilen genel kimya laboratuvarı derslerini takip etmiştir. Ayrıca mezun olduklarında liselerde kimya derslerini yürütecek olan eğitim fakültesi kimya öğretmenliği programı 3. sınıf öğrencileri ile seçilen üniteye ait deneyler, kimya laboratuvarı uygulama derslerinde yapılarak deneylerde vurgulanması gereken noktalar belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmen adayları ünite kapsamındaki deneyleri yaparlarken araştırmacı tarafından ortam video kamera kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Gerçek sınıf ortamındaki ve eğitim fakültesinde gerçekleştirilen derslere ait video kayıtları, öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri bölümlerin belirlenmesinde, deney senaryolarının oluşturulmasında ve içeriğin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Kimya öğretmenleriyle yapılan mülakatlar ve deneylerin gözlenmesi sürecinde elde edilen bulgular temel alınarak sanal kimya laboratuvarı yazılımının içeriği, 5 kimya eğitimi ve 5 eğitim yazılımı uzmanının görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre;

- Sanal kimya laboratuvarındaki deneylerde öğrencinin sürece aktif katılması,
- Yazılımın yapısal öğrenme yaklaşımı ve TGA stratejisi temel alınarak hazırlanması,
- Öğrenciye deney araç-gereçlerini seçebilme olanağı verilmesi,
- Bir deneyi yapabilmek için öncelikle o deneyle ilgili gerekli güvenlik önlemlerinin alınmasının sağlanması,
- Deney sürecinin hem makro hem mikro boyutta kolaylıkla gözlenebilmesi,
- Deneyin önemli görülen bölümlerinde öğrenciye sorular sorularak dikkatinin sürekli canlı tutulması,
- Deney bitiminde konu ile ilgili bir açıklamanın yer alması,
- Öğrencinin deneyi istediği yerde durdurabilmesi, başa alması, deneyi sesli veya sesiz yapabilmesi gibi seçeneklerin yazılımda yer alması,
- Yapılan deneyin günlük hayat ile ilişkisinin kurulması,
- Yazılımın kolay ve etkili bir arayüze sahip olması,
- Öğrencinin bu yazılımdaki deneylerin tüm aşamalarını seyirci olarak izleyebilecekleri bir bölümün yazılıma dahil edilmesi,
- Öğrencilerin yazılım içinde kullanabilecekleri bir sözlüğün bulunması,
- Laboratuvar araç-gereçlerinin tanıtıldığı bir bölümün yazılıma dahil edilmesi,
- Yazılımda yardım ve hakkında bölümlerinin bulunmasına karar verilmiştir.

2.5.1.4. SKL Yazılım Senaryolarını Oluşturacak Ekibin Belirlenmesi

Sanal kimya laboratuvarı yazılımının bilimsel içeriğinin oluşturulmasında 3 kimya eğitimi alan uzmanı ve bu çalışmaya katılmaya gönüllü olan 5 yılın üzerinde mesleki deneyime sahip 3 kimya öğretmenin görüşlerine başvurulmuştur. Deney senaryolarının oluşturulmasında ise bilimsel içeriğin hazırlanmasında yardım alınan alan uzmanları ve kimya öğretmenlerinin yanı sıra eğitim teknolojileri alanından 3 uzmanı görüşüne başvurulmuştur. Avatarın (pedagojik ajan) seslendirilmesinde ise seslendirme alanında deneyim sahibi olan bir öğretim elemanından yardım alınmıştır.

2.5.1.5. SKL Yazılım Senaryosunun Yapılandırmacı Öğrenme Teorisine Uygunluğu

Geliştirilen senaryoların yapılandırmacı yaklaşıma uygun oluşturulması için öncelikle alanyazın taraması yapılmıştır. Yapılandırmacı bir ortamın oluşması için gerekli olan ilkeler dikkate alınarak yazılıma ilk şekli verilmiştir. Yazılım bu haliyle eğitim alanında doktoralarını tamamlamış 3 öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Yapılan eleştiriler sonucunda senaryolar yeniden düzenlenmiştir.

2.5.1.6. SKL Yazılımı Dâhilinde Kullanılan Laboratuvar Ortamının, Malzeme Dolaplarının ve Deneysel Araç-Gereçlerinin Gerçeğe Uygunluğu

Deneysel yer aldığı video kayıtları izlenerek öğretmen ve öğretmen adaylarının kullandıkları araç-gereçler belirlenmiştir. Bu araç-gereçler ders kitabında belirtilen araç-gereçlerle karşılaştırılarak doğru olarak seçilenlerin görüntü-isim eşleştirilmesi tekrar 5 kimya alan uzmanına incelenmiş ve milli eğitim bakanlığı ders araç-gereçleri yapım merkezinin resmi web sitesinden kontrolleri yapılarak yazılımın malzeme dolabına doğru seçenek olarak dahil edilmiştir. Hatalı seçilen veya görüntü-isim eşleştirmesi yanlış bulunan araç-gereçlerin doğru isim-görüntü eşleştirmeleri yapılarak sanal laboratuvar yazılımının malzeme dolabına çeldirici olarak yerleştirilmesi uygun bulunmuştur.

Belirlenen araç-gereçlerin doğruluğu Milli Eğitim Bakanlığı Ders Araç-gereçleri Yapım Merkezinin resmi sitesinden (DAYM, 2007) kontrol edilmiştir. Ayrıca tüm deneylerde kullanılacak olan laboratuvar malzemelerinin resim-isim eşleştirmesi yapılarak tekrar 5 kimya alan uzmanına sunulduktan sonra yazılımın diğer aşamalarına geçilmiştir.

2.5.1.7. SKL Ortamının Tasarlanması

SKL'nın geliştirilmesinde ilk aşama olarak yurt içi ve yurt dışındaki internet üzerinden ulaşılabilen kimya laboratuvarları incelenmiş ve "ideal bir kimya laboratuvarının sahip olması gereken fiziksel özellikler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda; havalandırma ve iklimleme koşulları, plan ve boyutunun uygunluğu, elektrik ve gaz tesisatlarının, madde ve malzeme donanımlarının, araç-gereç donanımlarının, depolama koşullarının, güvenlik önlemlerinin yürütülen deneysel çalışmaların doğasına ve özelliklerine uygun olması (Zor ve Zor, 1999) temel alınarak 5 alternatif kimya

laboratuvarı krokisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kroki ler kimya laboratuvar derslerini yürüten 3 kimya alan uzmanın görüşlerine sunulmuş ve bu doğrultuda yeniden düzenlenerek yazılımda kullanılan sanal kimya laboratuvarının taslak şekli düzenlenmiştir.

2.5.2. SKL Kapsamındaki Deneylerin Tasarlanması

SKL ve deneylerinin geliştirilmesinde ilk aşama olarak “kimyasal değişimler” konusu ile ilgili alanyazın taranmıştır. 2007 yılında uygulamaya konulan 9.sınıf kimya programında “kimyasal değişimler” ünitesindeki kazanımlara uygu, ders kitaplarında yer alan deneyler ve daha önce bu konular ile ilgili sanal ortama aktarılmış deneyler incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda yapılandırmacı öğrenme teorisini temel alan TGA stratejisinin adımları doğrultusunda belirlenen deneyler senaryolaştırılmıştır.

“Fiziksel ve kimyasal değişim” başlığı altında “çinko levhanın asitle etkileşimi”, “magnezyum şeridin asitle etkileşimi”, “ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin ısıtılması”, “NaCl tuzunun suda çözünmesi” deneyleri;

“Kimyasal tepkime” başlığı altında “suyun elektrolizi”, “Na metalinin su ile tepkimesi” deneyleri;

“Tepkime türleri” başlığı altında “yanma tepkimesi”, “çözünme-çökelme tepkimesi”, “asit-baz titrasyonu” ve “bakırın gümüş kaplanması” deneyleri;

“Polimerleşme ve hidroliz” başlığı altında “naylon eldesi “ deneyi bu kapsamda senaryoları oluşturulan ve SKL ortamına aktarılan deneylerdir. Bu deneylerin tümü, MEB tarafından hazırlanan 9.sınıf kimya ders kitabı temel alınarak geliştirilmiştir. Yalnızca “polimerleşme ve hidroliz” konusu kapsamında MEB’in hazırladığı ders kitabında bir deney bulunmadığı için bu boşluk Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) basımlı bir kaynakta (Challoner, 2006) yer alan “naylon eldesi” deneyi ile doldurularak yazılıma dahil edilmiştir.

2.5.2.1. SKL Yazılımının Tasarlanmasında Etkili Olan İlke ve Stratejiler

SKL yazılımının geliştirilmesi, bir öğretim tasarım modeli olan ADDIE modeline göre yürütülmüştür. ADDIE modeli, analiz (analysis), tasarım (design), geliştirme (development), uygulama (implementation) ve değerlendirme (evaluation) aşamalarından

oluşan genel bir öğretim sistemi tasarım modelidir (Koneru, 2010). ADDIE modeli tasarım aşamaları ve SKL yazılımının ADDIE tasarım modeli aşamalarına göre gerçekleştirilme süreci Tablo 7’de sistematik olarak verilmiştir.

Tablo 7. SKL yazılımının ADDIE tasarım modeli aşamalarına göre gerçekleştirilme süreci

<i>Tasarım Aşaması</i>	<i>Süreçte Yapılması Gerekenler</i>	<i>Tasarımın SKL yazılımına yansımaları</i>
<i>Analiz</i>	Bu aşamada sorunlardan hareketle eğitim gereksinimleri belirlenmekte, öğrenci niteliklerinin/özelliklerinin çözümlenmesi yapılmakta, kurumsal politikalar/koşullar açıklığa kavuşturulmakta ve önceliklerden hareketle eğitim hedefleri saptanmaktadır	Sanal kimya laboratuvarı ve bu ortamın sahip olması gereken özelliklerin belirlenmesi. Yapılandırmacı yaklaşım ve TGA stratejisine ilişkin standartların oluşturulması.
<i>Tasarım</i>	Bu aşamada öğretim amaçları yazılmakta, içeriğin seçimi ve düzenlemesi yapılmakta, öğretme-öğrenme süreçlerinde kullanılacak stratejiler geliştirilmekte ve ulaşılan çıktılar ölçmeye dönük araçlar oluşturulmaktadır.	İhtiyaç analizinin yapılması. Yapılandırmacı yaklaşım ve TGA adımlarının yazılıma dahil edilmesi. İçeriğin ve akış şemasının oluşturulması. Değerlendirme ölçeklerinin geliştirilmesi.
<i>Geliştirme</i>	Bu aşamada daha çok öğretme-öğrenme süreçlerinde yararlanılacak olan materyaller üretilmektedir. Bunlar arasında özellikle eğitimci kılavuzları, katılımcı materyalleri, destekleyici ortamlar, kullanım gereçleri başta gelmektedir.	SKL yazılımının geliştirileceği ekibin oluşturulması. Sanal laboratuvarın, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve TGA stratejisinin adımlarına uygun hale dönüştürülmesi. Yazılımın, öğrenci ve öğretmen el kitaplarının geliştirilmesi
<i>Uygulama</i>	Bu aşamada tasarımı yapılan öğretim sisteminin uygulamasını etkileyecek değişkenler üzerinde çalışılmakta ve gerekli hazırlıklar yapılmaktadır. Özellikle tesislerin ayarlanması, ortamların düzenlenmesi, bütçeleme yapılması ve eğitimcilerin eğitimi gibi konular üzerinde durulmaktadır.	SKL yazılımının CD'lere basılarak çoğaltılması, pilot çalışmaya katılacak öğretmen ve okulun belirlenmesi, uygulama öğretmenin yazılımın kullanımı ve yapılandırmacı yaklaşım hakkında bilgilendirilmesi
<i>Değerlendirme</i>	Son aşamada ise taslağı geliştirilen öğretim sisteminin ön denemesi, düzeltmeler, son değerlendirilmesi ve geleceğe ilişkin kestirimler yapılmaktadır. Böylece, tasarımı yapılan sistemin tüm öğeleri işlevlik açısından test edilmiş olmaktadır	Pilot çalışmadan önce SKL yazılımının “kimya” ve “BDE” alan uzmanları tarafından incelenerek değerlendirilmesi, gerekli düzenlemelerin yapılması ve SKL yazılımının pilot çalışma kapsamında uygulanması. Pilot çalışma sonucunda çalışmaya katılan öğretmen ve öğrencilerinin eleştirileri doğrultusunda yazılımın yenilenmesi ve tekrar alan uzmanlarının görüşüne sunulması. Yazılımın son şeklini alması

Tablo 7’de verilen tasarım aşamalarının yanı sıra yazılımın içeriğinin geliştirilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve TGA stratejisinin etkisi büyük olmuştur. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında yer alan basamaklar; “bilgiyi yapılandırma”, “öğrenci merkezli öğrenme”, “öğretmenin rolü” ve “değerlendirme” iken TGA stratejisinde “tahmin”, “gözlem” ve “açıklama” aşamaları yer almaktadır. Bu doğrultuda, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının ve TGA stratejisinin geliştirilen SKL yazılımına yansımaları Tablo 8’de sistematik olarak verilmiştir.

Tablo 8. SKL yazılımında benimsenen ilke ve stratejilerin yazılıma yansımaları

<i>Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında yer alan basamaklar</i>	<i>SKL 'ye yansımaları</i>
Bilgiyi yapılandırma	Öğrencilerin ön bilgilerinin deneyin başında sorgulanması Günlük hayatla ilişkilendir bölümü sayesinde incelenen konunun günlük hayatla ilişkilendirilmesi Gerçekleştirilen deneylerin alternatif çözümlerinin olması
Öğrenci merkezli öğrenme	Deneyi grup olarak yapabilme Öğrencilere deneyin kilit noktalarında sorulan açık uçlu sorularla konu hakkında daha fazla düşünme imkanı sunulması Öğrencilere görüşlerini özgürce paylaşabilecekleri “açık uçlu önerilen sorulara cevap yazma” özelliği Öğrencinin deneyi kendi kendine yardım almadan yapacağı sanal kimya laboratuvarı ortamı
Öğretmenin rolü	Tüm deneylerde deneye öğrencilere merak uyandıracak sorularla başlama özelliği Öğrencinin bireysel hızına göre dersi birlikte planlama Deney için gerekli tüm malzemelerin öğrenci tarafından seçilmesi Süreç değerlendirmeye önem verme
Değerlendirme	Deney sonunda öğrencinin ilk tahmini ile deney sonunda ulaştığı bilgiyi kıyaslama imkanı sunulması ve bu ekranın öğrenci tarafından kaydedilmesi Deney raporlarının tutulması
<i>TGA stratejisinde yer alan basamaklar</i>	<i>SKL 'ye yansımaları</i>
Tahmin	Deneyin başında öğrenciden konu ile ilgili bir tahminde bulunması ve bu tahminin bilgisayar tarafından kaydedilmesi
Gözlem	Deney sürecinin tüm ayrıntıları ile gözlenmesi
Açıklama	Deney sonunda öğrencinin ilk tahmini ile deney sonunda ulaştığı bilgiyi kıyaslama imkanı sunulması ve bu ekranın öğrenci tarafından kaydedilmesi

2.5.3. SKL Yazılımında Kullanılan Bilgisayar Programları

Ortaöğretim dokuzuncu sınıf “kimyasal değişimler” ünitesi ile sınırlandırılarak geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımında 3D Max, Adobe PhotoShop, Macromedia Flash 8, Adobe Audition ve CrazyTalk programları kullanılmıştır. Bu programların özellikleri ve SKL yazılımının hangi bölümlerinde kullanıldıkları ile ilgili bilgiler bu bölümde sunulmaktadır.

SKL ortamının modellenmesi 3D Max programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Autodesk tarafından geliştirilen bir 3D modelleme, Görselleştirme ve Animasyon programıdır. Gelişmiş eklenti desteği ile 3Ds Max, 3 boyutlu modelleme yazılımları arasında en çok tercih edilen yazılımlardandır. Etkili render alma özelliği ile 3 boyutlu ortamların tasarımında, özel efekt oluşturma, mimari ve endüstri alanında yaygın şekilde kullanılmaktadır (URL-1 ve 2, 2010).

SKL yazılımında kullanılan resimleri işlemek ve butonları hazırlamak için “Adobe photoshop” program kullanılmıştır. Adobe photoshop sayısal fotoğraf işleme yazılımıdır. Vektörel işlemlerde, yazı işleme ve resim düzenlemesinde, vektörel verilerin kalitesini bozmadan photoshop ortamına aktarılmasını sağlamaktadır. Böylece baskı için yüksek kalitede resimler oluşturulabildiği gibi; yazılımda kullanılan resimlerin kapladıkları dosya boyutları da küçültülebilmektedir. Adobe Photoshop katmanlarla çalışmaya izin veren yapısı sayesinde animasyonlarda arka arkaya gelmesi gereken sahnelerin hazırlanmasında büyük kolaylıklar sağlamıştır (URL 3, 2010; URL 4, 2010; URL 5, 2010). Yazılım hazırlanma sürecinde Adobe Photoshop CS3 kullanılmıştır.

SKL ve deneylerinin animasyonları ve yazılımın bir bütün haline gelmesi için Macromedia Flash programı kullanılmıştır. Macromedia Flash, Web sitelerinden PC tabanlı eğitim modüllerine kadar her şeyi üretmeye imkân veren bir tasarım ve geliştirme uygulamasıdır. Flash, vektör grafik tabanlı bir yazılımdır. Flash animasyonları esasında matematiksel işlemlere dayalı olarak hazırlanmaktadır. Çizilen her şey pikseller yerine, matematiksel denklemler üzerinde oluşturulmaktadır. Flash ile çizilen bir nesneye ne kadar yaklaşırsa yaklaşılsın görüntüde bir bozulma olamamaktadır. Flash içerisinde sunulan ActionScript yapısı, nesnelere öğrenci ile etkileşimli butonlar, oklar vb. araçlar eklemeye izin vermesi bakımından oldukça işlevseldir (Vogeleer, 2005; Çakıroğlu ve Baki, 2006).

Flash programı kullanılarak kullanıcı etkileşimini üst düzeye çıkartmak mümkündür (Halaç, 2001; Vogeleer, 2005). Ayrıca Flash sayesinde; grafik, animasyon ve sunumların

gerçekleştirilmesi, aktif öğrenmenin sağlanması, fiziksel olayların canlandırılması ve bu olaylara ilişkin değişkenlerin etkilerinin ayrı ayrı gözlenmesi mümkündür (Ezrailson vd., 2004).

SKL yazılımında kullanılan müziklerin düzenlenmesinde ve “avatarın” ses düzenlenmesinde “Adobe Audition” yazılımı kullanılmıştır. Adobe Audition, ses dosyalarını oluşturmaya ve bunların üstüne bir dizi efektler uygulamaya imkan tanıyan dijital audio düzenleyici yazılımdır. “Timeline” üzerinde her türlü ses düzenlemesi (ses dosyalarını aynı anda birden çok sayıda karıştırma, ses dosyalarına çeşitli efektleri uygulama, mono veya stereo ses dalgasını düzenleyebilme vb.) yapılmaktadır. Ayrıca yazılım farklı türlerdeki pek çok dosya ile çalışmaya imkan vermektedir. Bu özelliği ile yapılan ses kayıtlarının dosya boyutlarının küçültülmesi sağlanmıştır (URL 6 ve 7, 2010).

SKL yazılımının bir parçası olan “Sanal TV” bölümünde avatarın oluşturulması ve canlandırılması “CrazyTalk” programı ile gerçekleştirilmiştir. “CrazyTalk” programı, seçilen resim dosyasına ses efektleri verirken aynı zamanda resimdeki yüzü hareketlendirebilmektedir. Yazılım yüz mimiklerini istenen şekilde düzenlemeye olanak vermektedir. Bu şekilde oluşturulan avatar üzerine yine CrazyTalk yazılımı kullanılarak önceden kayıtlı bir ses dosyası eklenebilmekte ve “timeline” üzerinde avatar-ses eşleşmesi düzenlenebilmektedir. Bu sayede kayıtlı ses ile uyumlu şekilde dudak oynatan, konuşan ve yüz ifadeleri ile anlattığı şeyi karşısındakine en iyi şekilde yansıtan hareketli resimler yani animasyonlar oluşturulabilmektedir (URL 8, 2010; URL 9, 2010; URL 10,2010; URL 11, 2010; URL 12;2010; ve URL 13, 2010). Oluşturulan animasyonların Macromedia Flash programı ile uyumlu olması programın bir diğer seçilme nedeni olmuştur.

2.5.4. SKL Yazılımının Ön Değerlendirilmesi

Ortaöğretim dokuzuncu sınıf kimya dersi kapsamında “kimyasal değişimler” ünitesine yönelik olarak geliştirilen SKL yazılımının asıl çalışma yapılmadan önceki değerlendirilme süreci kimya alan uzmanları ile yapılan mülakatlar, bilgisayar destekli eğitim alan uzmanları ile yapılan mülakatlar ve mateyal kullanılarak yapılan pilot çalışmayı kapsamaktadır. Gerek alan uzmanları ile yapılan mülakatlar gerekse pilot çalışma sırasında alınan dönütler ve gerekse araştırmacıların gözlemleri dikkate alınarak materyalde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. SKL yazılımının ön değerlendirme sürecinde yaşananlar “kimya alan uzmanları ile yapılan mülakatlar”, “bilgisayar destekli eğitim

(BDE) alan uzmanları ile yapılan mülakatlar”, “SKL pilot uygulaması” alt başlıklarında verilmiştir.

2.5.4.1. SKL Yazılımının Kimya Alan Uzmanları Tarafından Değerlendirilmesi

SKL yazılımının içerik değerlendirmesi kimya alanında doktor ünvanını almış iki öğretim üyesi ve kimya eğitimi laboratuvar derslerini yürüten üç kimya alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Araştırmacı mülakat gerçekleştirilmeden önce SKL yazılımını tanıtmış ve alan uzmanlarına yazılımı incelemeleri için süre tanımıştır. Yazılım hakkında fikir sahibi olan alan uzmanlarından yazılımı kimya alan bilgisi açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Mülakat verileri alan uzmanlarının izinleri ile ses kayıt cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. Kimya alan uzmanlarının yaptıkları incelemeler sonucunda SKL yazılımı üzerinde bazı değişiklikler ve düzenlemeler yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Alan uzmanlarından biri “günlük hayatla ilişkilendir” bölümü içinde “yükseltgenme-indirgenme” reaksiyonlarına örnek olarak “biberiye, kekik” gibi reaksiyon oluşmasını geciktiren maddelerin eklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bir başka alan uzmanı yanma tepkimelerine “suyun oluşumu” ve “uçan balonun çalışması” örneğinin eklenmesinin öğrencilerin bakış açılarını genişleteceğini belirtmiş ve “günlük hayatla ilişkilendir” bölümüne sözsüz bir müziğin eşlik etmesinin daha yararlı olacağı yönünde görüş bildirmiştir.

SKL yazılımına yönelik görüş belirten bir başka alan uzmanı “moleküler düzeyde gösterim” başlığı altında gerçekleşen polimerleşme tepkimesinin tek bir molekül üzerinde gösterilmesinin daha yararlı olacağını belirtmiştir. Başka bir alan uzmanı ise “hidroklorik asitin magnezyum şeritle etkileşimi” ve “hidroklorik asitin çinko ile etkileşimi” deneylerinde reaksiyon gerçekleşirken gaz çıkışı olması gerektiğini bu konuda gerekli eklemenin yapılmasını önermiştir. Bir başka alan uzmanı “çökme-çözünme” ve “polimerleşme ve hidroliz” deneylerinde öğrencinin istediği bileşiği diğerinin üzerine dökerek sonucu gözleyebilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bunun için yazılımı kullanan öğrencinin aklında “A’yı B’nin üzerine dökünce C oluştu, acaba B’yi A’nın üzerine dökseydim sonuç ne olurdu?” türünden soruların kalmaması için ihtimallerin artırılması gerektiğini belirtmiştir. Kimya alan uzmanlarının önerileri dikkate alınarak yazılımda gerekli düzenleme ve eklemeler yapılmış ve SKL, BDE alan uzmanlarının görüşlerine sunulmadan öncesindeki son halini almıştır.

2.5.4.2. SKL Yazılımının BDE Alan Uzmanları Tarafından Değerlendirilmesi

SKL yazılımına pilot uygulamadan önceki şekli verildikten sonra yazılımın ikinci değerlendirmesi BDE alanında çalışmaları bulunan beş öğretim üyesi ile bire bir gerçekleştirilen mülakatlar aracılığıyla yapılmıştır. Mülakat öncesinde alan uzmanlarının yazılımı kullanmaları sağlanmış ve yazılım hakkında bir fikir sahibi olan uzmanların değerlendirmeleri alınmaya çalışılmıştır. Uzmanlardan SKL yazılımını “bilgisayar destekli öğretime uygunluk”, “yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygunluk”, “TGA stratejisine uygunluk”, “beğenilen özellikler”, “beğenilmeyen özellikler” ve “eklenmesi gereken bölümler” başlıklarında değerlendirmeleri istenmiştir.

BDE alan uzmanlarının yaptıkları incelemeler sonucunda, SKL yazılımı üzerinde bazı değişiklikler ve düzenlemeler yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Alan uzmanlarının tümü öğrencinin deney süresince hiç yardım almaması ve deneyden önce yöneltilecek bir soru ile hem ön bilgilerinin öğrenilmesi hem de öğrencinin konuya yönelik tahmininin alınması gerektiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Alan uzmanlarından biri, yazılımı kullanan öğrencinin isterse evde bilgisayarında film izler gibi yapılan deneyi tekrar izleyebilmesi için bir özellik eklenmesini önermiştir. Bir diğer alan uzmanı “moleküler düzeyde gösterim” bölümünün izlenmesi gerektiğini öğrenciye daha vurgulu gösterilmesi için butonda bir değişiklik yapılmasını önermiştir. Alan uzmanlarından bir diğeri ise öğrencinin deneyi tamamlamadan bilgiye ulaşmasının engellenmesini istemiştir. Bir diğer alan uzmanı ise yazılımla birlikte her öğrenciye bir “SKL öğrenci el kitabı” hazırlanarak uygulamadan önce dağıtılması yönünde bir öneride bulunmuştur. Alan uzmanlarının üzerinde fikir birliğinde buldukları bir diğer düzenleme ise deneylerin tümünde olan özelliğin sadece ilk beş deney için geçerli olması yönündedir. Bu özellik öğrencinin güvenlik önlemlerini almadan deneye başlamasını kısıtlamaktadır. BDE alan uzmanlarının belirttikleri bu düzenleme ve eklemeler yapılarak SKL yazılımına pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir.

2.5.4.3. SKL Yazılımını Pilot Uygulaması

Pilot uygulama okulunun ve derslerin genel gidişinin bozulmaması için öğretmenin çalışma takvimine uygun olarak 2008-2009 eğitim öğretim yılı bahar döneminde

gerçekleştirildi. Pilot çalışma sırasında dersler iki ayrı gözlemci tarafından yapılandırılmamış gözlemlerle kayıt altına alınmaya çalışılmıştır. Ayrıca dersler sırasında ve ders dışında öğrenci ve öğretmenlerle gerçekleştirilen sohbetler ve sınıf içi gözlemler pilot çalışmanın veri kaynaklarını oluşturmuştur.

Uygulamalar ilk olarak bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yazılım önce ana bilgisayara yüklenmiş ağ aracılığı ile öğrenci bilgisayarlarına paylaştırılmıştır. Ancak ağ paylaşımının sağlıklı yürümemesi bazı öğrencilerin ağ üzerinden dosya almayı bilememeleri vb. nedenlerle asıl çalışmada yazılımın her öğrenciye compact disklere kayıtlı olarak verilmesine karar verilmiştir. Öğretmen ders sırasında konuyu işlerken bir yandan da yazılımda adı geçen deneyi öğrencilerin yapmasını sağlayarak ders işlenmiştir. Ancak öğrencilerin meraklarına yenilerek öğretmenin belirttiği bölümlerin dışında diğer bölümleri karıştırma çabaları dersleri kesintiye uğratmıştır. Bu nedenle asıl çalışmada öğrencilerin sınırları çizilmek koşu ile içeriği öğretmenleri ile planlamalarına karar verilmiştir. Ayrıca çalışma sırasında öğrencilerin aynı anda aynı soruyu sordukları görüldüğünden asıl çalışmada ana bilgisayarın projektöre bağlı olarak hazır konumda bekletilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Pilot çalışma sırasında bilgisayarın öğrencilere yönelttiği sorulara öğrencilerin verdikleri cevapların öğretmen tarafından denetlenmesinin zor olduğu tespit edilmiş asıl çalışmada öğrencilerin değerlendirme ekranlarını kayıt etmelerine karar verilmiştir. Bu düzenleme ile her öğrencinin bir klasörü oluşturulmuş ve her deneyden sonra yaptığı deneye ait ekran çıktısını oluşturduğu klasöre kopyalaması sağlanmıştır.

Yazılımın uygulanma süreci ile ilgili olan bu düzenlemelerin yanında yazılımın görsel tasarımında da bazı değişikliklerin yapılması uygun görülmüştür. Yazılımın pilot çalışmada kullanılan halinde tüm butonların ekranın üstünde sıralanmaktaydı. Güvenlik önlemlerini almadan deneye başlayamayan öğrenci, tüm güvenlik önlemleri almak isterken dikkatsizliğin bir sonucu olarak butonların hemen yanında bulunan “ana sayfa” butonuna yanlışlıkla tıklayabilmekteydi. Benzer şekilde “laboratuvarı temizle” butonuna ya da “deneyin herhangi bir yerinde “günlük hayatla ilişkilendirme” bölümüne tıklayarak öğrenci kendini birden başka bir bölümde bulmaktaydı. Bu durumlar öğrencilerin sanal kimya laboratuvarı ortamından sıkılmalarına sebep olmuş önlem olarak menüler iki bölüme ayrılmıştır. Ekranın üst kısmında sadece “güvenlik önlemleri”, “sanal saat”, “moleküler düzeyde gösterim” ve “bilgi” bölümleri ile ilgili butonlar bırakılarak ekranın sağ alt kısmına ise sayfalar arasında geçiş yapma özelliği olan butonlar yerleştirilmiştir.

Pilot uygulama sırasında öğrencilerin düzenlemesini istedikleri bir diğer özellik ise “moleküler düzeyde gösterim” bölümüdür. Bu bölüm pilot çalışma sırasında, öğrenci deneyi yaparken (reaksiyonun gerçekleştiği anda) aktif olmakta, reaksiyon bittiğinde ise ortadan kaybolmaktaydı. Öğrenciler bu bölüme “durdurma” ve “geri alma” gibi özellikler eklenmesini çünkü bu bölümleri daha dikkatli izlemek istediklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin değişiklik yapılmasını istedikleri bir diğer bölüm ise reaksiyonların gerçekleşme hızlarıydı. “suyun elektrolizi” gibi uzun sürede gerçekleşen deneylerde bu sürenin uzun olduğu öğrenciye hissettirmek için süre uzun tutulmuştu. Ancak öğrenciler uzun sürede gerçekleşen deneylerden sıkıldıklarını ve dikkat etmekte zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu söylemleri gözlem verileriyle de desteklenmektedir. Bu sorunu çözmek amacıyla yazılıma “sanal saat” özelliği eklenmiş ve bazı deneylerin gerçekleşme süreleri hızlandırılmıştır.

Yapılan pilot uygulama sonucunda araştırmacı asıl uygulamada öğrenci, öğretmen, yazılım ve öğrenme ortamından kaynaklanabilecek sorunları görme ve bu sorunlara yönelik tedbir alma imkanına kavuşmuştur.

Pilot çalışma esnasında her ne kadar gerekli yasal izinler alınmış, okul idaresinin onayı alınmış olsada bir süre sonra okul idaresi, öğrencilerin üniversite sınavına yönelik soru çözmek yerine bu çalışma ile meşgul olmalarını “zaman kaybı” olarak gördüklerini belirtmiştir. Bu nedenle pilot çalışmada süreç hızlandırılmak zorunda kalmış ve bazı konularla ilgili deneyler arka arkaya yapılarak uygulama 4 haftada bitirilmiştir. Bu tecrübeye dayanılarak asıl çalışmada, ilk olarak AUO yöneticilerine çalışmanın tanıtılması ve sürecin nasıl işleyeceğinin anlatılarak onaylarının alınmasına karar verilmiştir.

2.6. SKL Yazılımının Tanıtılması

Dokuzuncu sınıf kimya dersi “kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında geliştirilen SKL, yapılandırmacı öğrenme temel alınarak TGA stratejisine göre öğrenciler için hazırlanmıştır. Geliştirilen SKL yazılımı CD'lere kopyalanmış ve çalışma boyunca bu kopyalar kullanılmıştır. Öğrencilerin okuldaki kimya laboratuvarını kullanma saatleri okulla sınırlı olduğu ve evde deney yapma imkânları olmadığı için yazılım öğrencilere sadece okulda kimya ders saatlerinde verilmiştir. Bu saatlerin dışında öğrencilerin yazılım kullanmalarına izin verilmemiştir.

SKL yazılımında, bir deneyin gerçekleştirilebilmesi için temel olarak aşağıdaki adımların takip edilmesi gerekmektedir;

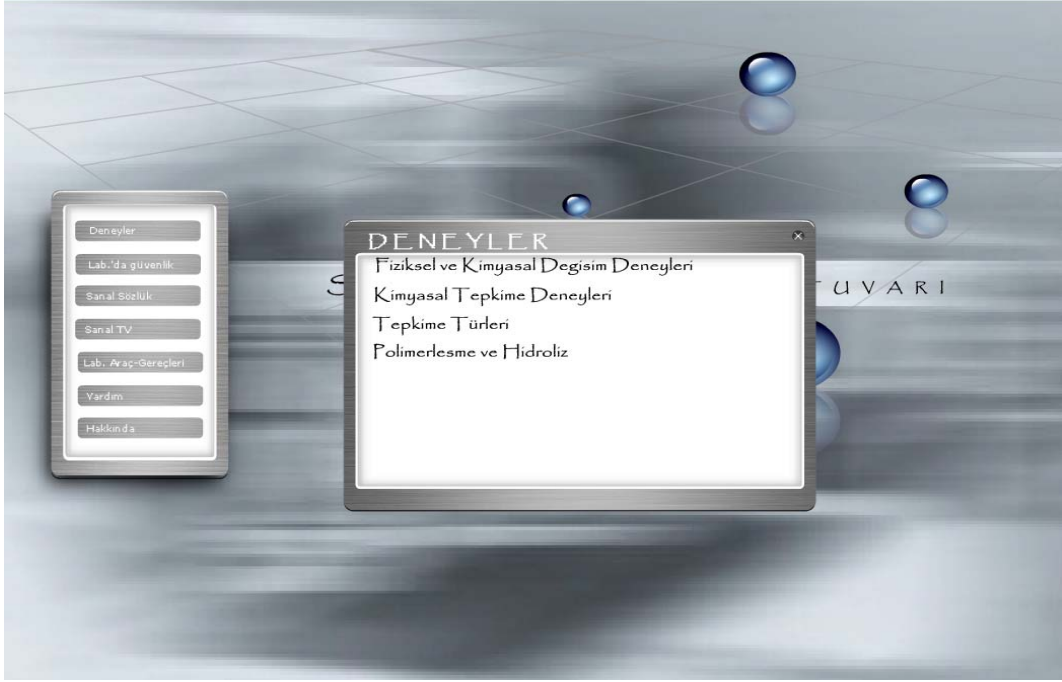
1. Deneyin sonucuna yönelik bir ya da daha fazla tahminin yazılması,
2. Tahminin, deneyin yapılarak sınanması,
3. Deney sürecinin gözlenmesi, etkileşim sayesinde verilerin toplanması,
4. Verilerin analizi,
5. Tahminin değerlendirilmesi,
6. Gerektiğinde yukarıdaki adımların tekrar edilmesi,

Yukarıda ifade edilen özellikleri kapsayacak biçimde geliştirilen sanal kimya laboratuvarının arayüzüne ait görüntü Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. SKL arayüz ekranı

SKL yazılımının temelini oluşturan “deneyler” yazılımdaki ilk seçenek olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Bunu sırasıyla “Laboratuvarda güvenlik”, “Sanal sözlük”, “Sanal TV”, “Laboratuvar araç-gereçleri”, “Yardım” ve “Hakkında” bölümleri izlemektedir. Öğrenciler bu arayüzü kullanarak yazılımın içerisinde özgürce gezinebilmektedirler. “Deneyler” bölümü seçildiğinde yazılıma ait ekran görüntüsü Şekil 7’de verilmektedir.



Şekil 7. SKL yazılımının “deneşler” alt seçeneğine ait ekran görüntüsü

Sanal kimya laboratuvarının temel bölümü olan “Deneşler” bölümü öğrencilere, “kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneşleri yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun TGA stratejisi adımlarına göre yapabilecekleri sanal bir ortam sunmaktadır.

Sanal kimya laboratuvarındaki ilk adım “tahmin etme” basamağıdır. Bu basamak ile amaçlanan konuya giriş yapmak, öğrencilerin eski bilgilerini hatırlamalarını sağlamak ve ön bilgilerini tespit etmek, merak duygularını artırarak öğrencilerin dikkatlerini konuya çekmektir.

İkinci adım “Gözle” basamağıdır. Bu basamakta öğrencilere seçtikleri deneş moleküler düzeyleri dahil gözleme imkanı sunulur. Bu basamak ile amaçlanan öğrencilere bir deneş tek başına yapabilecekleri bir ortam sunmak, yeni öğrendikleri bilgileri uygulayabilme imkanı sunmak, uygulama sürecini ayrıntıları ile gözlemelerini sağlayabilmektir.

Deneşin son adımı “Açıklama” basamağıdır. Bu basamakta öğrencilere deneşin başında verdikleri cevap ile deneşin sonunda ortaya çıkan durumu karşılaştırma imkanı sunulur. Bu basamak ile amaçlanan öğrencilerin ön bilgileri ile son gözledikleri durum arasındaki farkı göstermek, gözledikleri durumu değerlendirmelerini ve anlamlandırmalarını sağlayacak açıklama vermektir. Bu türden anında verilen dönütlerin öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını artırdığı, öğrendikleri bilgiyi anlamlandırmalarına yardımcı olduğu

ve daha kalıcı öğrenmeyi desteklediği bilinmektedir (Seal ve Przasnyski, 2001; Uşun, 2004; Keleş, 2007). Bu amaçlarla geliştirilen sanal kimya laboratuvarı ile öğrencilere sunulan deney başlıkları ve bu başlıklar altında yapılabilecek deneyler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Fiziksel ve kimyasal değişim deneyleri: çinko levhanın asitle etkileşimi, magnezyum şeridin asitle etkileşimi, bakır(II)sülfat bileşiğinin ısıtılması, NaCl tuzunun suda çözünmesi

- Kimyasal tepkime deneyleri: suyun elektrolizi, sodyum metalinin su ile tepkimesi

- Tepkime türleri: yanma tepkimesi, çözünme-çökelme tepkimesi, asit-baz titrasyonu, bakırın gümüş kaplanması

- Polimerleşme ve hidroliz: naylon eldesi

Kullanıcı yukarıda belirtilen deneylerden istediğini seçebilmekte ve bu seçimle sanal laboratuvar ortamına giriş yapmaktadır. Örneğin “bakırın gümüş kaplanması” deneyi seçildiğinde deneyde kullanılacak deney araç-gereçlerinin seçildiği ekrana ait görüntü Şekil 8’de verilmiştir.



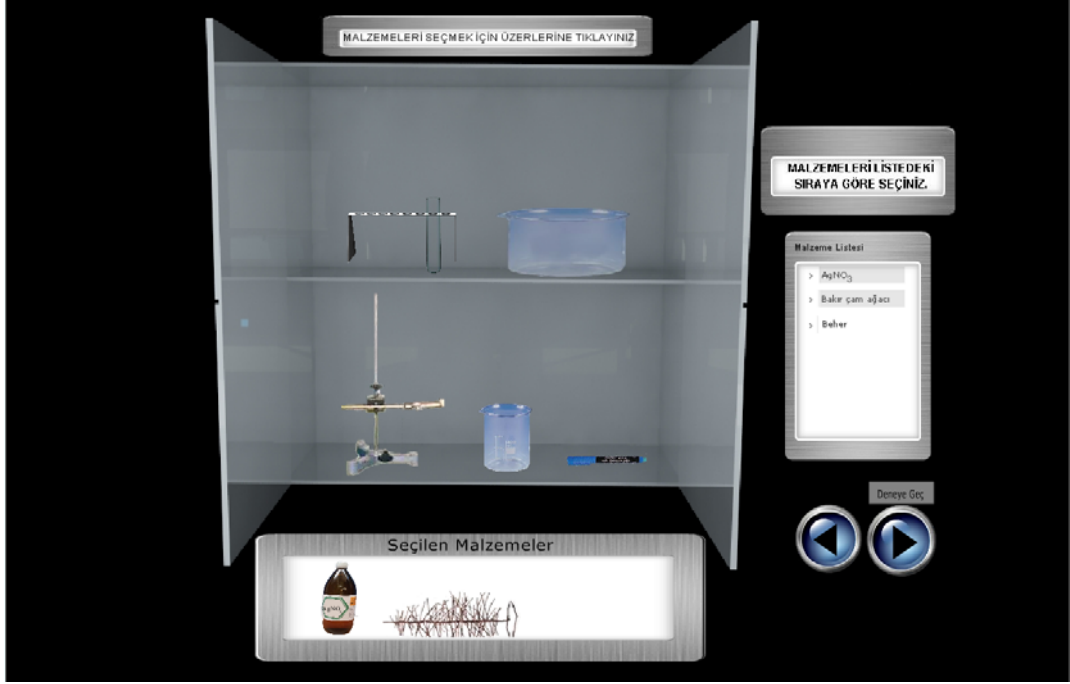
Şekil 8. SKL yazılımındaki deney araç-gereçlerinin seçiminin yer aldığı ekran görüntüsü

Şekil 8’de verilen ekranda iki farklı deney dolabı bulunmaktadır. Öğrenci bu deney dolaplarından solda bulunan “deneyde kullanılacak kimyasal malzemeleri” dolabını seçtiğinde Şekil 9’daki ekran görüntüsü ile karşılaşmaktadır.



Şekil 9. “Kimyasal malzemeler” dolabına ait örnek ekran görüntüsü

Şekil 9’da gösterilen kimyasal malzemeler dolabı açıldığında, ekranın sağ tarafında deneyde kullanılacak malzeme listesi de ortaya çıkmaktadır. Bu ekranda öğrenciden malzeme listesindeki sıraya göre deneyde kullanacağı malzemeleri seçmesi beklenmektedir. Öğrenci eğer yanlış bir malzeme seçmiş ise “yanlış malzeme seçtiniz listeyi kontrol edin” şeklinde bir uyarı almaktadır. Seçilen malzeme doğru ise ekranın alt kısmında bulunan “seçilen malzemeler” bölümüne taşınmakta ve seçilen malzemenin isminin üzerine gölgelendirme gelmektedir. Bu bölümden alınacak malzemeler tamamlandığında “Dolaplara dön” (sol yönlü ok) butonuna tıklayarak deney araç-gereçleri dolabına geri dönülmesi gerekmektedir. Şekil 10’da “deney araç-gereçleri” dolabına ait ekran görüntüsü verilmektedir.



Şekil 10. Deney araç-gereçleri dolabına ait örnek ekran görüntüsü

Şekil 10’de gösterilen deney araç-gereçleri dolabından, deney için gerekli olan tüm araç-gereçlerin seçim işlemi tamamlandığında “deneye geç” (sağ yönlü ok) bölümü tıklanarak deneyin gerçekleştirildiği Şekil 11’de görüntülenen ilk deney ekranına geçilmektedir.



Şekil 11. Laboratuvara giriş ekranına ait örnek görüntü

Şekil 11’de verilen ekranda TGA stratejisinin ilk basamağına uygun olarak öğrenciden deney/konu ile ilgili bir tahminde bulunması istenir. Bu tahmin öğrenci tarafından bilgisayar ekranına girilip “birlikte görelim” bölümü aktif hale getirildiğinde, bu bilgi bilgisayar tarafından geçici olarak kaydedilmektedir. Öğrencinin deneye başlayabilmesi için ekranın üst kısmında bulunan tüm güvenlik önlemlerini alması gerekmektedir. Güvenlik önlemlerinin alınmasına dair işlemlerin yapıldığı ekrana ait örnek görüntü Şekil 12’de verilmiştir.



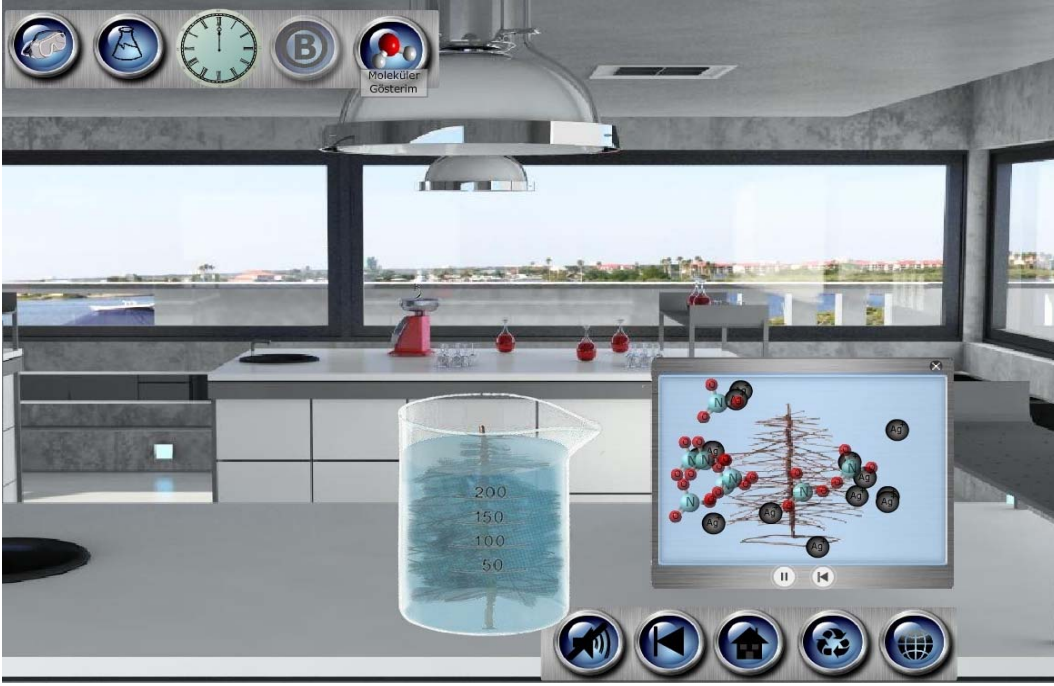
Şekil 12. Örnek güvenlik önlemleri ekran görüntüsü

Şekil 12’de örnek olarak verilen ekran görüntüsü her deney için farklılık göstermektedir. Çünkü her deney için alınması gereken güvenlik önlemi farklıdır. Kullanıcı bu ekranda alması gereken güvenlik önlemleri tamamlandığında “Artık deneye başlayabilirsiniz” uyarısı ile karşılaşmaktadır. Bu bölüme dair örnek ekran çıktısı Şekil 13’te verilmektedir.



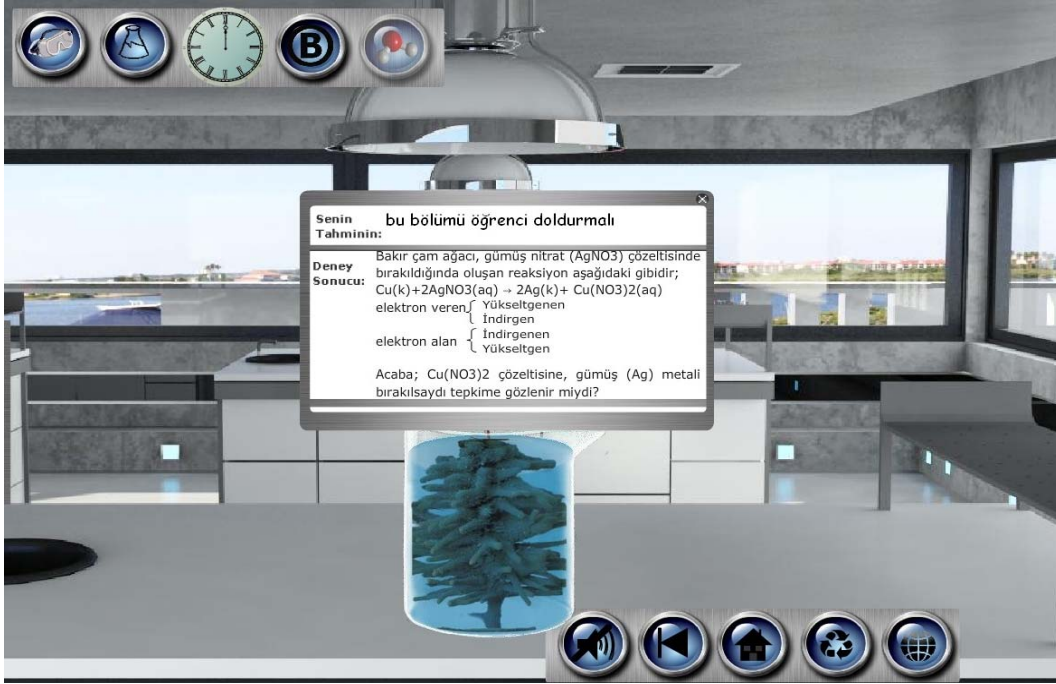
Şekil 13. Örnek deney düzeneği ekran görüntüsü

İlgili alanyazın incelendiğinde bir deneyin yürütülebilmesi için planlama aşamasının eksiksiz tamamlanmış olmasının önemli olduğu görülmektedir. Deney düzeneği karmaşık ve öğrencilerin çoğunluğu zekâ yönünden orta veya daha alt düzeyde ise, öğretmenin başlangıçta deney düzeneğini kurması, eğer öğrenciler için yeni olan araç ve gereçler varsa, bunları öğrencilere tanıtması uygun görülmektedir. Deneyin özelliğine göre öğrencilere gerektiği kadar rehberlik yapılması eğer deney açık uçlu ise, bu rehberliğin az tutularak öğrenciye daha fazla serbesti sağlanması uygun bulunmaktadır (Ayas, 1998). Bu doğrultuda eğer deney düzeneği öğrencinin oluşturmakta zorluk çekeceği kadar karmaşık ise kullanıcıya hazır olarak sunulmakta, değilse öğrenci tarafından hazırlanması istenmektedir. Bu ortama ait örnek görüntü Şekil 13'te verilmektedir. Deneyin nasıl yapılması gerektiği ile ilgili bilgi veya adım adım ne yapılması gerektiğine dair açıklama yapılandırıcı yaklaşım gereği öğrenciye sunulmamaktadır. Deney düzeneği kurulduktan sonra tepkime öğrenci tarafından başlatılmaktadır. Gümüş kaplama deneyi örneği üzerinde açıklamak gerekirse öğrenci bakırdan yapılmış çam ağacını, gümüş nitrat çözeltisi dolu behere bıraktığında tepkime başlamakta ve Şekil 14'de verilen ekran görüntüsü oluşmaktadır.



Şekil 14. Örnek “moleküler düzeyde gösterim” ekran görüntüsü

Şekil 14’de verilen ekranda deney ilerleme hızı ekranın üst bölümünde bulunan “sanal saat” ile gösterilmektedir. Bu saat deney hızı ile orantılı olarak çalışmaktadır. Eğer deney çok yavaş gerçekleşiyorsa saatin yelkovanı gerçekleşen reaksiyonun hızlandırılmış olduğunu belirtmek için “hızlı”, deney hızlı gerçekleşiyorsa geçen sürenin gerçekteki hızı gösterdiğini belirtmek için “normal hızda” çalışmaktadır. Bu ekranda deney başladığı andan itibaren ekranın sağ üst bölümünde bulunan “moleküler düzeyde gösterim” butonu kullanılarak moleküler düzeyde gerçekleşen olaylarda görüntülenebilmektedir. Ayrıca moleküler düzeyde gösterim ekranında “durdurma” ve “deneyi başa alma” seçenekleri mevcuttur. Bu süreçte öğrenciden TGA stratejisine uygun olarak “gözlem yapmaları” beklenmektedir. Deney tamamlandığında deneyin başından itibaren pasif olan “bilgi” (B) butonu aktif hale geçer. Bilgi butonu seçildiğinde Şekil 15’deki ekran görüntüsü ile karşılaşılmaktadır.



Şekil 15. “Bilgi” ekranına ait örnek görüntü

Şekil 15’de görülen ekranda öğrencinin deneyin başında yapmış olduğu sonuç ile deneyin sonucunda gerçekleşenleri karşılaştırıp yazılım tarafından yöneltile soru ile bu süreci açıklaması ve anlamlandırması beklenir. Yani TGA stratejisinin son basamağı olan “Açıklama” bu bölümde gerçekleştirilir.

Deneyi tamamlayan öğrenci ekranın sağ alt bölümünde bulunan butonlar yardımı ile isterse bu deneydeki etkilere ait sesleri kapatabilir, deneyi yeniden yapabilir, ana menüye ulaşabilir, laboratuvarı temizleyebilir ya da bu deneye ait günlük hayatla ilişkilendir bölümünü izleyebilir. Yazılım, gerçek kimya laboratuvarında olduğu gibi laboratuvardan temizlik yapılmadan deney ekranının dışına çıkılmasına izin vermemektedir. Öğrenci önce laboratuvarı temizleyip daha sonra SKL yazılımı içindeki istediği bir bölüme geçebilmektedir.

Bakırın gümüş kaplanması deneyine ait “günlük hayatla ilişkilendir” bölümünü seçildiğinde Şekil 16’daki gibi bir ekranla karşılaşılmaktadır.



Şekil 16. “Günlük hayatla ilişkilendir” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü

Günlük hayatla ilişkilendir bölümünde seçilen konu ile ilgili günlük hayatta karşılaşılan durumlar ilişkilendirilerek bu bölümde müzik eşliğinde sunulmuştur. Ekranın sağ altında bulunan seçenekler yardımıyla “günlük hayatla ilişkilendir” sayfaları arasında gezinti yapılabilir, ana menüye ulaşılabilir, arka plan sesini açılıp-kapatılabilir veya deneyin yapıldığı sanal laboratuvar ortamına geri dönülebilir.

Ana menüdeki “Laboratuvarda Güvenlik” butonunun içeriğinde “güvenlik kuralları”, “kişisel temizlik” ve “laboratuvar temizliği” alt başlıkları bulunmaktadır. Bu ekrana ait görüntü Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. "Laboratuvar güvenliği" bölümüne ait ekran görüntüsü

Ana menüdeki "Sanal Sözlük" butonunun içeriğinde dokuzuncu sınıf kimya dersinde öğrencilerin kimya ile ilgili karşılaşabilecekleri terimlerin ne olduğunu öğrenebilecekleri bir sözlük bulunmaktadır. Bu bölüme ait görüntü Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. "Sanal sözlük" bölümüne ait örnek ekran görüntüsü

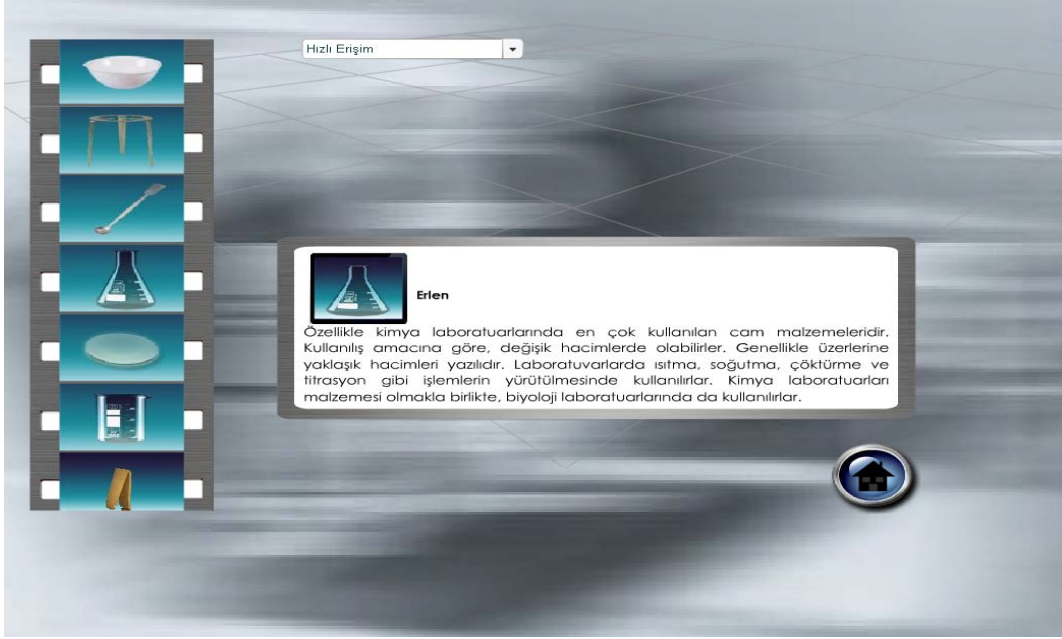
SKL yazılımındaki bir başka bölüm ise “Sanal TV” bölümüdür. Bu bölümde kimyasal değişimler ünitesi dahilindeki deneyler, bir avatar tarafından sesli ve görüntülü olarak anlatılmaktadır. Bu bölüme ait ekran görüntüsü Şekil 19’da sunulmaktadır.



Şekil 19. “Sanal TV” bölümüne ait ekran görüntüsü

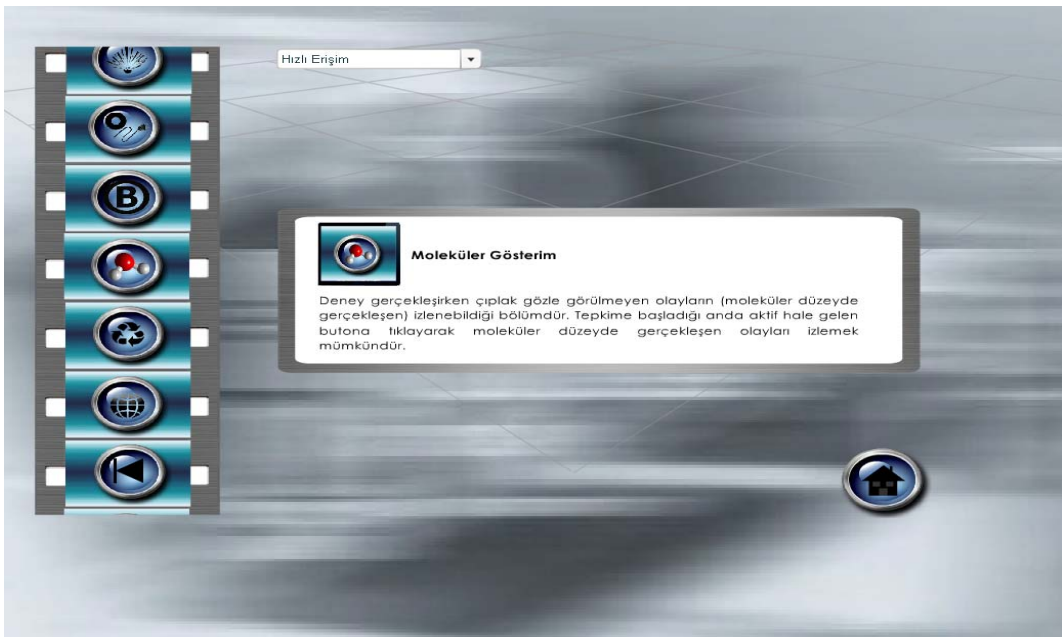
Şekil 19’da verilen ekranın sol alt bölümünde seçilen deneye ait deney adı ve deneyde kullanılan malzemeler görüntülenmektedir. Ekranın sağ bölümde seçilen deneye ait video görüntüsü bulunmaktadır. Ekranın sol üst bölümünde yer alan avatar ise video görüntüsü ile eş zamanlı olarak deneyin tüm adımlarını ve dikkat edilmesi gereken unsurlara dikkat çekerek deneyi fon müziği eşliğinde öğrenciye anlatmaktadır. Ekranın alt kısmında yer alan butonlar kullanılarak sanal TV durdurulabilir, başlatılabilir, ileri-geri alınabilir, sesi açılıp-kapatılabilir veya ana menüye dönülebilir.

Ana menüdeki “Laboratuvar malzemeleri” butonunun içeriğinde laboratuvar malzemelerinin tanıtımının yer aldığı bölüm bulunmaktadır. Öğrenci hakkında bilgi sahibi olmak istediği malzemeyi isterse ekranın solundaki hareketli bölümden, isterse “hızlı erişim” bölümünden seçebilmektedir. Bu bölüme ait ekran görüntüsü Şekil 20’de sunulmaktadır.



Şekil 20. “Laboratuvar malzemeleri” bölümüne ait örnek ekran görüntüsü

Ana menüdeki “Yardım” butonunun içeriğinde SKL yazılımında yer verilen tüm menüler ve butonların içeriği tanıtılmaktadır. Öğrenci hakkında bilgi sahibi olmak istediği bölümü isterse ekranın solundaki hareketli bölümden, isterse “hızlı erişim” bölümünden seçebilmektedir. Bu bölüme ait örnek ekran görüntüsü Şekil 21’de sunulmaktadır.



Şekil 21. “Yardım” bölümüne ait ekran görüntüsü

Ana menüdeki “Hakkında” butonunun içeriğinde sanal kimya laboratuvarı yazılımının kimler tarafından ve ne amaçla hazırlandığına ilişkin bilgi yer almaktadır. Bu bölüme ait ekran görüntüsü Şekil 22’de sunulmaktadır.



Şekil 22. “Hakkında” bölümüne ait ekran görüntüsü

Ayrıca geliştirilen SKL yazılımını öğrencilerin daha kolay kullanmalarına yardımcı olmak amacıyla öğrenci el kitabı geliştirilmiştir. Geliştirilen öğrenci el kitabı Ek 3’de verilmiştir.

2.7. Asıl Uygulama

Kimya eğitimi alan uzmanları, BDE alan uzmanları ve pilot çalışmada edinilen deneyimler ve PUO’daki kimya öğretmenlerinin önerileri doğrultusunda son şeklini alan SKL yazılımı CD’lere kopyalanmış hazırlanan “öğrenci el kitabı” eşliğinde AUO’daki asıl çalışma için hazır hale getirilmiştir.

Asıl çalışma yapılmadan iki ay önce AUO’daki yönetici, bilişim teknolojileri öğretmeni ve dokuzuncu sınıf derslerini yürüten kimya öğretmenleri ile görüşmeler yapılmış uygulama süreci ve SKL yazılımı tanıtılmıştır. Okul idaresine alınan yasal izin Ek

4’de sunulmuştur. Bilişim teknolojileri öğretmeni ile görüşülerek deney grubu öğrencilerinin ders saatlerinde bilgisayar laboratuvarının uygun olması sağlanmıştır.

DG öğrencilerinin kimya ders öğretmeni olan öğretmen D ile yapılan görüşmede, DG öğrencilerinin kimyasal değişimler ünitesini ve bu üniteye yer alan deneyleri TGA stratejisine uygun olarak ve yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda gerçekleştirmeleri istenmiştir. D öğretmenine derslerin işlenmesinde anlatım kısımlarında ders kitabının takip edilmesine müdahalede bulunulmamış deney yapılması gerektiğinde, deneylerin bilişim teknolojileri laboratuvarına gidilerek öğrencilerin SKL yazılımını kullanmaları sağlanmıştır. Bu üniteye deneylerin tümünün, öğrenciler tarafından sanal kimya laboratuvarı kullanılarak yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda gerçekleştirileceği konusunda öğretmen D’nin onayı alınmıştır. Ardından SKL yazılımı, yazılımın kullanımı ve özellikleri öğretmene tanıtılarak SKL yazılımını öğretmenin kullanması istenmiştir. D öğretmeni SKL yazılımının kullanırken, araştırmacı öğretmenin yazılım hakkında yönelttiği soruları cevaplandırmıştır. Öğretmenin ilk kullanımı olmasına karşılık yazılımı kolaylıkla kullanmış kullanım sırasında bir sıkıntı yaşanmamıştır. Ancak sürecin daha sağlıklı yürütülmesi amacıyla SKL yazılımı öğretmen kullanım kılavuzu ve SKL yazılımının bir kopyası öğretmene verilerek uygulamadan önce incelemesi istenmiştir. DG öğretmenine yazılımın dışında TGA stratejisi ve yapılandırmacı yaklaşımın uygulanma süreci açıklanmış ve bu süreçte öğretmenin rehber konumda olması, öğrencilerin sürece aktif katılım göstermeleri esasına vurgu yapılmıştır. Ayrıca yazılımın TGA stratejisi adımları ile paralel olduğu bu nedenle uygulamalar sırasında öğretmenin de SKL yazılımı tarafından öğrencilere yönelttiği tahmin sorularına dikkat göstermesi hatırlatılmıştır. Bu doğrultuda üniteye başlamadan önce çalışma takvimi üzerindeki son değişiklikler DG öğretmeni ile birlikte görüşülerek yapılmıştır.

Uygulama sürecinde KG-I ve KG-II’ ye bir müdahalede bulunulmamış öğretmenler “kimyasal değişimler” ünitesini gerçekte yürüttükleri biçimde işlemişlerdir. Yalnızca KG-II grubu öğretmeni, dersler esnasında (okul ortamında yapılabilecek bütün) deneyleri laboratuvar ortamında yapması istenmiştir. Ancak öğretmenin deneyleri ne şekilde yapması gerektiğine dair bir öneride bulunulmamış ve araştırmacının sadece süreci uzaktan gözlemleyeceği belirtilmiştir.

Asıl çalışma yapılmadan bir hafta önce C ve D öğretmeni ile gerçekleştirilen toplantıda son düzenlemeler yapılarak, öğretmenlere uygulamadan önce akıllarına takılan sorular görüşülmüş ve açıklığa kavuşturulmuştur. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki

öğrencilerin yaptıkları tüm deneylere ait deney raporlarını tutmalarına özen gösterilmiş, ders sürecinin ve deneylerin yapısalıcı öğrenme ortamına uygunluğu ve laboratuvar ortamında öğrenci davranışları gözlenmeye çalışılmıştır. DG öğrencilerinin SKL ortamında gerçekleştirdikleri deneylere ait son ekran çıktıları (bilgi bölümünün aktif hale getirildiği) tüm bu yapılan çalışmalara ilave olarak ayrı bir veri kaynağını oluşturmuştur. Bu süreçte SKL yazılımının öğrenciler üzerindeki etkisi, SKL uygulanabilirliğine yönelik düşünceleri gerçekleştirilen mülakatla tespit edilmeye çalışılmıştır.

Pilot uygulamanın yapılması asıl uygulama sürecini oldukça kolaylaştırmıştır. Pilot çalışma sırasında karşılaşılan sorunların neredeyse hiç biriyle karşılaşılmamış ve uygulama süreci sorunsuz şekilde tamamlanmıştır. “Kimyasal değişimler ünitesi” yeni müfredatta 12 saat olarak verilmiş olmasına karşılık kontrol ve deney gruplarında bu ünite 11 ders saatinde tamamlanmıştır.

2.8. Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Çalışma kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarı ve deneylerini kimyasal değişimler ünitesi boyunca AUO’da seçilen biri deney ikisi kontrol toplam üç sınıfta uygulanarak yazılımın değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan nicel (başarı testleri, tutum testi, deney raporları) ve nitel (mülakat ve gözlemler) veriler elde edilmiştir. Araştırmanın alt problemleri doğrultusunda kullanılan veri toplama araçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Araştırmanın alt problemlerine yönelik kullanılan veri toplama araçları

Araştırmanın Alt Problemleri	KIDUBAT	KIDEYTUT	LAGTAT	DR	YG	YYM	ÖFA
Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin “kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarıları” arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?	X						
Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin “kimya dersine yönelik tutumları” arasında anlamlı bir fark var mıdır?		X					
Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin “laboratuvar araç-gereçlerini tanıma başarıları” arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?			X				
Sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapılan deneylerin öğrenme-öğretme süreçleri arasında bir farklılık var mıdır?				X	X	X	X

KIDÜBAT: Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi, *KIDEYTUT*: Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi, *LAGTAT*: Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi, *DR*: Deney Raporları, *YG*: Yapılandırılmamış Gözlem, *YYM*: Yarı Yapılandırılmış Mülakat, *ÖFA*: Öğretim Felsefesi Anketi

2.8.1.Öğretim Felsefesi Anketi (ÖFA)

“Öğretim felsefesi anketi” ilk olarak Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation) ve Amerika Eğitim Araştırma ve Geliştirme (The Office of Educational Research and Improvement) kurumları tarafından finanse edilen bir projede kullanılmıştır. Anketin ilk hali 5 bölümden ve toplam 27 sayfadan oluşmaktadır. Ancak Güneş (2008), tarafından sadeleştirilen geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yeniden yapılan anket, çalışmanın problemine daha uygun olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ek 5’de verilen anket “sınıf ortamı”, “öğretim yöntemi”, “öğretim felsefesi”, “öğrenciye uygun öğrenme yaklaşımı” ve “öğrenmeyi değerlendirme” alt başlıklarını içermektedir. Anket, sınıf ortamı boyutuna ait 4, öğretim yöntemine ait 10, öğretim felsefesine ait 5, öğrenciye uygun yaklaşıma ait 5 ve öğrenmeyi değerlendirme boyutuna ait 7 maddeden oluşmaktadır. Çalışmada bu anket, deney ve kontrol gruplarının öğretmenlerinin “kimyasal değişimler” ünitesi boyunca hangi felsefeyi temel alarak ders işlediklerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Belirtilen anket, sınıf ve laboratuvar (sanal ve gerçek) ortamında gerçekleştirilen her ders saati için düzenlenmiştir.

2.8.2. Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi (KİDÜBAT)

Yapılandırmacı öğrenme teorisine göre, sonraki öğrenmeler önceki bilgilerin üzerine inşa edildiği için; öğrencilerin sahip oldukları ön bilgiler öğrenmenin oluşması için oldukça büyük bir öneme sahiptir (Gilbert vd., 1982; Bodner, 1990; Kelly, 1997). Bu nedenle çalışma kapsamında gerek öğrencilerin ünite ile ilgili ön bilgilerinin belirlenmesi ve gerekse çalışma sonunda, geliştirilen SKL yazılımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek için araştırmacı tarafından Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi (KİDÜBAT) geliştirilmiştir. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerine bu testin bir sınav olmadığı belirtilerek testi rahat bir ortamda tamamlamaları istenmiş ve testin uygulanma zamanı önceden bildirilmemiştir. Başarı testleri bireylerin ulaşması arzu edilen kazanımları ölçmek için kullanılır. Başarı testi ile amaçlanan bir öğretim sonucunda öğrenilmesi beklenen tüm kazanımların öğrenenler tarafından, ne kadarının öğrenilmiş olduğunu ortaya koymaktır. Kazanımlar, başarı testlerinin içeriğinin belirlenmesinde kullanıldığı gibi başarı testleri sonuçlarına göre kazanımların oluşma durumu ve uygunluğu konusunda geri bildirim verir (Çepni vd., 2009). KİDÜBAT'ın içeriği "kimyasal değişimler" ünitesinde yer alan kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Testin son halinde yer alan soruların ünitenin kazanımlarına göre dağılımını Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. KİDÜBAT'ta yer alan soruların ünitenin kazanımlarına göre dağılımı

<i>Kimyasal Değişimler Ünitesinin Kazanımları</i>	<i>İlgili Soru No</i>
1. Kimyasal tepkimelerin betimlenmesi ile ilgili olarak öğrenciler;	
1.1. Kimyasal tepkimelerde maddelerin kimlik özelliklerinin değiştiğini Dalton atom teorisi ile ilişkilendirerek açıklar.	1, 12
1.2. Kimyasal özelliklerin kimyasal değişmeler ile ortaya çıktığını fark eder.	12, 15,8
1.3. Yanıcılık, asitlik-bazlık, asallık gibi kimyasal özelliklere temel olan örnek tepkimelerin denklemlerini yazar.	2, 15
1.4. Kimyasal değişmelere enerji değişmelerinin de eşlik ettiğini örneklerle gösterir.	3,4, 12
2. Farklı kimyasal tepkime tipleri ile ilgili olarak öğrenciler;	
2.1. Basit çözünme-çökme tepkimelerinin denklemlerini yazar.	7, 10
2.2. Nötralleşme tepkimelerinin genel özelliğini açıklar.	5, 15
2.3. Çözünme-çökme ile nötralleşme tepkimelerinin ortak özelliğini belirtir.	9, 17
2.4. Elektron alış-verişi ile yürüyen değişmelerde indirgeni ve yükseltgeni belirler.	12, 18
2.5. Yaygın yükseltgen ve indirgen maddelere, kullanım alanları ile birlikte örnekler verir.	13, 19
3. Polimerleşme ve hidroliz ile ilgili olarak öğrenciler;	
3.1. Verilen basit polimerleşme tepkimelerinde monomer, dimer, polimer türlerini gösterir.	6, 11, 14, 20
3.2. Farklı polimerleşme tepkimelerine örnekler verir.	13, 16
3.3. Bazı büyük moleküllerin su molekülü katılması ile parçalanmasına örnekler verir.	8, 11

Tablo 10’da da görüldüğü üzere pilot çalışmalardan sonra son halini alan testin soru maddeleri, kimyasal değişimler ünitesinin tüm kazanımlarını kapsamaktadır. Yapılan madde analizi sonucunda soruların madde ayırt edicilik indekslerinin 0.30 ve üzerinde olduğu, Spearman Brown güvenirlik katsayısının 0.85, testin ortalama madde güçlüğü’nün 0,61 ve Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısının 0.74 olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu katsayılar ölçeğin, öğrencilerin akademik başarılarını iyi derecede ölçebilecek bir özelliğe sahip olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2005). Her kazanıma yönelik en az iki sorunun yer aldığı KİDÜBAT’ın geliştirilme aşamasında elde edilen veriler, “Kimyasal değişimler ünitesi başarı testinin geliştirilmesi” alt başlığı altında sunulmuştur.

2.8.2.1. KİDÜBAT’ın Geliştirilme Aşaması

SKL yazılımının etkisini belirleyebilmek için öğrencilerin çalışma öncesi bilgi düzeylerini ve çalışma sonrası bilimsel başarılarını ölçmek amacıyla “kimyasal değişimler ünitesi” konusunda bir başarı testi geliştirilmiştir. KİDÜBAT’ın geliştirilme aşamasında ilk olarak konu ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar, kimya ders kitapları (yeni program doğrultusunda hazırlanmış ve önceki yıllarda ortaöğretim kurumlarında okutulan), üniversite hazırlığa yönelik konu anlatımlı soru bankaları, kimya deney föyleri ile kimya ile ilgili ortaöğretim düzeyindeki çeşitli kitaplar taranmıştır. Bu kitaplarda bulunan sorular incelenerek ünite ile ilişkili olan sorular toplanarak bir soru havuzu oluşturulmuştur. Toplanan sorulardan hangilerinin kullanılacağı belirlenirken öğrenci seviyeleri, ünitenin kazanımları ve soruların homojen olarak dağılımı, sorunun anlatımı, okunabilirliği, çeldiricilerin gücü ve çalışmanın amacı ölçüt olarak alınmıştır. Bu doğrultuda çalışma için hazırlanan sorular 2 alan uzmanı ve dokuzuncu sınıf kimya derslerini yürüten 3 öğretmen tarafından incelenerek sorular yeniden düzenlenmiştir. Bu sayede hem testlerin bilimsel geçerliliği araştırılmış hem de geçerli cevaplar oluşturulmuştur. Bu tür uygulamalar testin geçerliği ve güvenirliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Çalık ve Ayas, 2007). KİDÜBAT’ın çoktan seçmeli 28 sorudan oluşan ilk şekli Ek 6’da verilmiştir.

KİDÜBAT bu şekliyle PUO’da 9. sınıfa devam eden ve “Kimyasal değişimler” ünitesini işlemiş olan 100 kişilik bir gruba pilot çalışma kapsamında uygulanmıştır. Bu uygulama sırasında testteki sorularda bir yanlışlık olup olmadığı, öğrenciler tarafından anlaşılmasında bir zorluk olup olmadığı, cevaplama süresi belirlenmeye çalışılmıştır. İlk pilot çalışmadan elde edilen veriler madde analizine tabi tutulmuştur. Madde analizi ile her

bir maddenin ayırt edicilik indeksi ve madde güçlüğü hesaplanır (Yıldırım, 1983; Tekin, 1993; Büyüköztürk, 2005).

Bu bağlamda, öğrencilerin ham puanları hesaplandıktan sonra en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamanın sonucunda en yüksek ve en düşük puana sahip olanlardan 27'ser ($100 \cdot 27 / 100$) öğrenci belirlenmiştir. Daha sonra madde güçlüğü için $p = (Dü + Da) / 2N^*$ formülünden, ayırt edicilik ise $d = (Dü - Da) / N^*$ formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (N^* : Tüm grubun % 27'sidir). Madde analizi sonucunda ayırt edicilik kriterleri değerlendirilirken aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır;

Madde ayırt ediciliği, bir test maddesinin ve çeldiricilerin bilen ile bilmeyen öğrenciyi ayırt edebilme düzeyidir. Yani, bir maddenin gruptaki başarı düzeyi yüksek öğrencileri, başarısı düşük öğrencilerden ayırıp ayırmadığını belirlemede kullanılan ölçüttür. Bir teste yer alan soruların ayırt edicilik güçlerinin yüksek olması beklenir. Ayırt edicilik gücü çok zayıf olan maddelerin testten çıkartılması gerekmektedir. Bu doğrultuda ayırt edicilik gücü 0.40 ve üzeri olarak hesaplanan sorular “çok iyi (ayırt etme gücü yüksek)”, 0.30-0.39 arası “oldukça iyi”, 0.20-0.29 “üzerinde çalışılması ve düzeltilmesi gereken madde”, 0.19 ve daha küçük “çok zayıf madde (ayırt etme gücü düşük) olarak değerlendirilir (Özguven, 1994; Çalık ve Ayas, 2003; Karasar, 2005; Çepni vd., 2009).

Madde Güçlüğü ise sınavdaki herhangi bir soru maddesini doğru cevaplayanların sayısının sınava girenlerin sayısına oranıdır. Her maddenin doğru cevaplanma oranını gösterir. Madde güçlüğü 0 ile 1 arasında değişir. Madde güçlüğü 0-0.35 arasında olan sorular “zor”, 0.35-0.75 arası “orta zorluk seviyesinde”, 0.75-1.00 arası “kolay” olarak sınıflandırılır. Bir testte kolay, orta ve zor güçlükte madde olmalıdır. Bir test için ideal olan madde güçlüğü 0.50 düzeyinde olmasıdır (Karasar, 2005).

Bu kapsamda ayırt edicilik gücü 0.2'den daha düşük bulunan 8 soru (1, 2, 5, 8, 9, 10, 21 ve 22 numaralı sorular) test kapsamından çıkartılmıştır. Ayırt edicilik gücü 0.2-0.29 arasında olan sorular işaretlenerek pilot okulda görev yapan deneyimli üç kimya öğretmene sunulmuştur. Öğretmenlerden bu soruların daha nitelikli hale getirilmesi için yardım alınmıştır. Bu kapsamda 3 kimya öğretmeni ve 1 kimya alan uzmanının görüşleri doğrultusunda KİDÜBAT'ın ilk halinde yer alan 11 sorunun (3, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 23, 26, 27, 28) seçenekleri ve/veya soru yapısı üzerinde yeniden düzenlemeler yapılmış ve soru havuzundan 5 soru eklenerek soru sayısı 25'e çıkartılmıştır. Ayrıca pilot çalışma sırasında tespit edilen baskı hataları ve öğrenciler tarafından anlaşılmayan ifadeler yeniden düzenlenmiştir. Testin 25 sorudan oluşan ikinci pilot çalışma öncesindeki hali Ek 7'de

verilmiştir. Ölçek yeni şekliyle pilot uygulamanın yapıldığı okuldaki ikinci kez, (bu testi almayan) dokuzuncu sınıfların üç şubesine (90 öğrenci) uygulanmıştır. İkinci pilot çalışmadan elde edilen verileri madde analizine tabi tutulmuş ve madde ayırt edicilik güçleri 0.2'den düşük bulunan (1,5, 13, 23 ve 25) soruların testten çıkartılmasıyla soru sayısı 20'ye indirilmiştir. İkinci pilot çalışma sonucunda testteki sorularda yanlışlık olmadığı, öğrenciler tarafından anlaşılmasında zorluk yaşanan soru olmadığına karar verilmiş ve testin cevaplanması için 25 dakikanın yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Madde analizine yönelik yapılan hesaplamalara ait tablo Ek 8'de verilmiştir.

Madde analizi sonucunda testin ortalama madde gücü 0,61 olup ortalama güçlükte bir test olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra testin ortalama ayırt ediciliği ise 0,45 olarak bulunmuştur. Bu durum testin ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu ve maddelerin düzeltilmeden kullanılabileceğini göstermektedir (Çalık ve Ayas; 2003).

Ölçeğin son hali başarı testinin geliştirilme aşamasında görev almayan 3 kimya eğitimi alan uzmanına sunularak KİDÜBAT'ın kapsam geçerliliği kontrol edilmiştir. Böylece testin geçerlik ve güvenilirliği artırılmıştır (Peterson ve Treagust, 1989; Abraham, Williamson ve Westbrook, 1994; Ayas ve Demirbaş, 1997; Çalık ve Ayas, 2002; Çalık ve Ayas, 2003). Geliştirilen testin son şekli Ek 9'da sunulmuştur.

Geçerlilik, testin bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru ölçtüğüyle ilgili bir kavramdır (Yıldırım, 1983; Tekin, 1993; Büyüköztürk, 2005; Şencan, 2005). Geçerliliğin yaygın kabul görmüş bir başka tanımın Amerikan Psikoloji Derneği (APA) tarafından yapılmıştır ve geçerliliği "kuramsal bilgilerin ve gözlenebilir kanıtların geliştirilen test veya ölçek puanlarını doğrulaması" şeklinde tanımlamışlardır. Geçerlilikle ilgili pek çok tanım olmasına karşın genel olarak üç tema ön plana çıkar. Birinci tema, kullanılan ölçüm aracının ölçülmek istenen özelliğe uygun olmasıdır. İkinci tema, ölçümünü kurallara uygun olarak doğru yapıp yapılmadığıdır. Üçüncü tema ise, ölçüm verilerinin gerçekten ölçülmek istenen özelliği yansıtmadığıdır (Şencan, 2005).

2.8.3. Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi (KIDEYTUT)

Bu çalışma kapsamında dokuzuncu sınıf öğrencilerinin, sanal kimya laboratuvarı yazılımında uygulanan etkinliklere ve kimya dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi (KIDEYTUT) geliştirilmiştir. Ölçeğin istatistiksel analizlerinde SPSS 16.0 programı kullanılmıştır.

croanbach alfa güvenilirlik katsayısı $\alpha=0.86$ olan güvenilir ve geçerliliği uzman görüşleriyle ve istatistiksel olarak test edilmiş, 5' u olumsuz, 13'ü olumlu olmak üzere toplam 18 maddeden oluşan Kimya Tutum Ölçeği dört boyuttan oluşmaktadır. KIDEYTUT'un geliştirilmesi ile ilgili ayrıntılı bilgiler alt başlıkta verilmiştir.

2.8.3.1. KIDEYTUT'un Geliştirilme Aşamaları

Tutum ölçeği bir takım aşamalardan geçilerek hazırlanır. Bu aşamalar genel olarak şöyledir, "Tutum Ölçeği Maddelerini Oluşturma" aşaması, "Uzman Görüşüne Başvurma" aşaması, "Ön Uygulama" aşaması, "Geçerlik Çalışması" ve son olarak "Faktör Analizi ve Güvenirlik Hesaplama" Aşaması (Tezbaşaran, 1996; Balcı, 2005; Karasar, 2005). Çalışma kapsamında bu aşamalarda gerçekleştirilen işlemler bu bölümde ayrıntılı şekilde verilmiştir.

1.Aşama: Çalışma kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının öğrencilerin kimya dersine ve bu derste yapılan etkinliklere yönelik tutumlarını belirlemekle çalışmaya başlandı. Öncelikle ilgili alanyazında tutum ölçeği geliştirme çalışmaları genel olarak incelenmiş ardından kimya eğitimi alanında geliştirilen tutum ölçeklerinden çalışmada geliştirilecek tutum testine rehber olması amacıyla yararlanılmıştır.

Pilot çalışma kapsamında yürütülen uygulama sırasında öğrencilerle yapılan informal görüşmeler ve öğrenci tutum ve davranışlarının yapılandırılmamış gözleminden elde edilen bulgular derlenerek kimya dersine, kimya laboratuvar uygulamalarına, kimya derslerinde benzetim kullanımı konuları ile doğrudan ilgili veya ilgili olduğu kabul edilen olumlu olumsuz çok sayıda tutum maddesi oluşturulmuştur. Oluşturulan tutum maddelerine (izinleri alınarak) Ayas (1993) ve Feyzioğlu (2006)'nun geliştirmiş oldukları kimyaya yönelik tutum ölçeklerindeki maddeler arasından çalışma için uygun olan maddelerin eklenmesiyle toplam 40 maddeden oluşan ölçeğe ilk şekli verilmiştir. Tutum maddeleri oluşturulurken (Tavşancıl, 2002);

- Bütün maddelerin olumlu ve olumsuz olarak ifade edilip, olgusal ifadelerin yer almamasına,
- Ölçek maddelerinin sade ve anlaşılır bir dille ifade edilmesine,
- Bir maddede birden fazla düşünce ve duygunun olmamasına,

• Tutum maddelerinin mümkün olduğunca homojen (olumlu ve olumsuz ifadeler) dağılım göstermesine dikkat edilmiştir.

2. Aşama: Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin kimyaya yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla geliştirilen taslak ölçeğin uzman görüşlerine başvurularak kapsam geçerliği incelenmiştir.

3. Aşama: Asıl uygulamanın Anadolu lisesinde yapılacak olması nedeniyle geliştirilen ölçek Trabzon il ve ilçe merkezlerinden rastgele seçilen beş Anadolu Lisesinde öğrenim gören 225 dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Okul kodları ve öğrencilerin okullara göre dağılımı ise aşağıdaki gibidir; A Anadolu Lisesinde: 33; B Anadolu Lisesinde: 47; C Anadolu Lisesinde: 77; D Anadolu Lisesinde: 18; G Anadolu Lisesinde: 54.

4. Aşama: Madde-toplam korelasyonları ile ölçek puanlarına göre oluşturulmuş alt % 27 ile üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların anlamlılığı için t-testi kullanılarak ölçeğin maddelerinin güvenilirlikleri; Cronbach Alpha katsayısı hesaplanarak ölçeğin güvenilirliği incelenmiştir.

5. Aşama: Faktör analizi yapılarak ölçeğin yapı geçerliği incelenmiştir.

Bu aşamalardan geçerek son hali verilen KIDEYTUT ölçeğinin geliştirilmesi aşamasına dair süreç ve yapılan geçerlilik-güvenilirlik çalışmaları Ek 10'da ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Geliştirilen ölçeğin son halinde 18 soru ve dört faktör bulunmaktadır. Tutum ölçeği dörtlü likert yapıdadır ve öğrencilerden onlara yöneltilen tutum maddelerine "tamamen katılıyorum", "katılıyorum", "katılmıyorum" ve "kesinlikle katılmıyorum" ifadelerinden en uygun olanı seçerek işaretlemeleri istenmektedir. Ölçeğin alt faktörleri, içerdikleri soru sayısı ve iç tutarlılık katsayıları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. KIDEYTUT testinin alt faktörleri ve içerdikleri soru sayıları

<i>KIDEYTUT Alt Faktörleri</i>	<i>Soru sayısı</i>	<i>İç tutarlılık katsayısı</i>
Kimya dersine karşı ilgi	9	0,87
Kimya laboratuvarına yönelik Tutum	3	0,74
Kimya dersine yönelik düşünce	4	0,59
Kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce	2	0,65
Toplam	18	0,86

2.8.4. Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma Testi (LAGTAT)

Çalışmada geliştirilen SKL yazılımının, öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımlarına etkisini belirlemek için araştırmacı tarafından Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma Testi (LAGTAT) geliştirilmiştir. LAGTAT'ın geliştirilmesi ile ilgili ayrıntılı bilgiler alt başlıkta verilmiştir.

2.8.4.1. LAGTAT'ın Geliştirilme Aşamaları

Kimya dersinin ilköğretimdeki nüvesi olan fen bilgisi dersi, gerek içerik gerekse yapı olarak laboratuvar uygulamalarına sıklıkla yer veren derslerin başında gelmektedir. O halde yapılandırmacı öğrenme kuramını temel alan programdan yetişerek gelen dokuzuncu sınıf öğrencilerinin daha fazla laboratuvar uygulaması yapmış olmaları beklenmektedir. Bunun sonucu olarak da laboratuvar araç-gereçlerini tanımları beklenmektedir. Aşağıda laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testinin hazırlanmasında izlenen aşamalar sırayla verilmiştir:

I. İlk olarak ilköğretim fen bilgisi programı (6, 7 ve 8.sınıf) incelenerek kimya deneyleri ve bu deneylerde kullanılan araç-gereçler ve bu araç-gereçlerin LAGTAT'ta kullanılması muhtemel resimleri belirlenerek PhotoShop programı kullanılarak aynı formatta düzenlenmiştir.

II. Ortaöğretim dokuzuncu sınıf kimya programı dahilindeki deneylerde kullanılan araç-gereçler ve bu araç-gereçlerin LAGTAT'ta kullanılması muhtemel resimleri belirlenerek PhotoShop programı yardımı ile aynı biçimde düzenlenmiştir.

III. İki Fen bilgisi, üç kimya konu alan uzmanı ile görüşülerek LAGTAT kapsamında sorulması gereken laboratuvar araç-gereçlerinin kaçınıcı sınıf seviyesinden seçilmesi gerektiği yönünde yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar sonucunda belirlenmiştir. Seçilen araç-gereçler ve ilişkili oldukları seviyeleri gösterir liste Ek 11'de verilmiştir.

IV. Seçilen araç-gereçler ve her bir araç-gerecin kullanıldığı sınıf seviyesi tablolaştırılmış fen bilgisi ve kimya laboratuvar derslerini yürüten 5 alan uzmanının görüşlerine sunulmuştur. Alınan görüşler doğrultusunda listede olan 5 laboratuvar araç-gereci fen bilgisi dersinin kimya ile ilişkili bölümünde görülmediği için çıkartılarak (mikroskop, bisturi, dinamometre, duy ve ampermetre) yerlerine deney tüpü, tüp fırçası, amyant tel, tek delikli tıpa ve maşa eklenmiştir.

V. LAGTAT'ın içeriği belli olduktan sonra soruların ne şekilde sorulması gerektiği yönünde yine 5 konu alan uzmanı ve pilot okuldaki 3 kimya öğretmenin görüşlerine başvurulmuştur. Bu konudaki ortak görüş öğrencilerin sadece gördükleri araç-gerecin adını söyleyebilecekleri ancak resmini çizme konusunda zorluk yaşayacakları yönünde olmuştur. Bu nedenle LAGTAT'ın sadece laboratuvar araç-gereçlerinin resimlerinin altında uygun boşlukların bırakılıp öğrenciler tarafından bu boşlukları doldurulacağı bir yapıda olmasına karar verilmiştir. Ayrıca bir alan uzmanının LAGTAT'ın renkli olarak çoğaltılmasının öğrencilerin ilgilerini daha canlı tutacağı ve resimlerin görünürlüğünü artıracığı önerisi üzerine bu testin renkli kopya alınarak öğrencilere uygulanmasına karar verilmiştir.

VI. Uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan LAGTAT, yine 5 konu alan uzmanına ve pilot uygulamanın yapılacağı okuldaki 3 öğretmen tarafından resimlerin okunabilirliği ve öğrencinin seviyesine uygunluk yönlerinden incelenerek son şeklini almıştır. LAGTAT'ın son hali Ek 12'de verilmiştir.

2.8.5. Deney Raporları

Deney raporları, öğrencinin yapmış olduğu deneyi hangi düzeyde anladığına dair temel kavram ve bilgileri ders öğretmenine sunan önemli bir kaynaktır. Çalışma kapsamında kontrol ve deney grubu öğrencilerinin laboratuvar süreçlerini karşılaştırmak amacıyla öğrencilerin her deneyden sonra, o deneye ait bir rapor tutmaları istenmiştir. Çalışmada kullanılan deney raporları MEB (2010), tarafından öğretmenlere önerilen “deney hazırlama kılavuzu” dikkate alınarak yapılandırılmıştır. Bu doğrultuda hazırlanan deney raporu “deneyin adı”, “kazanım”, “deney malzemeleri”, “deneyin yapılışı” ve “sonuç” bölümlerinden oluşmaktadır. Deney raporunun son şekli Ek 13'de verilmiştir. Geliştirilen deney raporu şablonları, çoğaltılarak kontrol ve deney grubu öğrencilerine dağıtılmıştır.

2.8.6. Gözlemler

Sözlük anlamı “olayları daha iyi bilebilmek için dikkatle inceleme eylemi” olarak tanımlanan (Foulquie, 1994) gözlem “bir veya birden fazla kimsenin bazı gerçek hayat içinde olup bitenleri bir plan dahilinde izlemesi ve kaydetmesidir (Kaptan, 1973). Gözlem yöntemi araştırma çalışmalarında herhangi bir ortamda oluşan davranışı ayrıntılı olarak

tanımlamak, kapsamlı, ayrıntılı ve zamana yayılmış bir resim elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). İki öğretim yönteminin karşılaştırıldığı çalışmalarda gözlemlerden geniş ölçüde yararlanmak mümkündür (Kaptan, 1973).

Gözlem yöntemi kendi içerisinde iki kısımda değerlendirilir; “katılımcı gözlem” ve “katılımcı olmayan gözlem”. Katılımcı gözlemlerde, araştırmacı araştırdığı ortama girerek o ortamın bir parçası gibi davranır. Genellikle etnografik çalışmalarda tercih edilen bu yöntemi Burgess (2010), kendi içinde araştırmacının üstlendiği role “tam katılımcı rol”, “gözlemci olarak katılımcı rol”, “katılımcı olarak gözlemci rolü” ve “tam gözlemci rolü” olarak sınıflamıştır. Katılımcı olmayan gözlem ise araştırmacının ortama dahil olmadığı, kimliğinin ve amacının açıkça belli olduğu gözlemdir (Ekiz, 2009). Bu gözlem türünde araştırmacı gözlediği durumun orijinalliğini bozabilecek tüm durumlardan uzak durarak sınıfın en uzak köşesinde öğrencilerle göz kontağı kurmaktan bile kaçınarak sessizce gözlemlerini yapar (Cohen vd., 2003).

Araştırmanın alt problemleri doğrultusunda çalışmada katılımcı olmayan gözlem yapılması uygun görülmüştür. Bu çalışma kapsamında KG-I, KG-II ve KG-III gruplarının her birinde 11 ders saati süresince gözlem yapılmıştır. Güneş (2008), Flanders (1970)’den alıntı yaparak sınıf içi etkileşimi analiz etmek için en uygun yolun sınıf içi gözlemler ve o sırada alınacak olan notlar olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı bu süreçte öğrenci tepkileri ve öğretmen-öğrenci diyalogları yapılandırılmamış gözlemlerle kayıt altına alınmaya çalışılmıştır. Ancak derste olup biten her şeyin not alınması mümkün görülmediği için öğretmenin izni alınarak bütün dersler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Ses kayıt cihazı ortamın ve öğrencilerin tepkilerini en az düzeyde etkileyecek kayıt cihazı olduğu düşünüldüğünden tercih edilmiştir. Laboratuvar ortamında öğrencilerin davranışlarını değerlendirmeye yönelik gözlemler araştırmacı tarafından geliştirilen yapılandırılmış “laboratuvar gözlem formu” kullanılarak yapılmıştır.

2.8.6.1. Laboratuvar Gözlem Formu

Laboratuvar gözlem formu araştırmacı tarafından laboratuvar sürecinin daha etkin şekilde gözlenebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu alanda geliştirilmiş olan laboratuvar gözlem formları araştırmanın problemine cevap vermediği ve hem gerçek hem de sanal bir kimya laboratuvarının aynı ölçek ile gözlenmesi ihtiyacından dolayı bu formun geliştirilmesine gerek duyulmuştur. Ek 14’de verilen gözlem formu “deneye hazırlık”,

“deney süreci”, “deney sürecinde öğrenci” ve “deney sürecinde ortam” alt başlıklarından oluşmaktadır. Deneye hazırlık başlığında 4, deney süreci başlığında 14, deney sürecinde öğrenci davranışları başlığında 10, Deney sürecinde ortam başlığında ise 5 madde mevcuttur. Ayrıca deney süresince gerçekleştirilen etkinlikler için harcanan zamanın not alınabileceği açık uçlu bir bölümde mevcuttur.

2.8.6.1.1. Laboratuvar Gözlem Formunun Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması

Gözlem gibi nitel veri toplama araçlarının geçerlilik ve güvenilirliğinin nasıl sağlanacağına yönelik alanyazında eleştiriler mevcuttur. Bu tür veri toplama araçlarının güvenilirliği ancak alınabilecek önlemlerle artırılabilir (Ekiz, 2009). Yapılan bu araştırmada da öncelikli olarak elde edilen verilerin geçerlik ve güvenilirliğini arttırmak amacıyla gözlem formunun geliştirilmesi aşamasında farklı alanda uzman iki araştırmacı çalışmaya dahil edilmiştir. Bu yöntem nitel araştırmaların geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarında kullanılan bir yöntem olarak bilinir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Pilot uygulama süresince bir BDE alanında bir de kimya eğitimi alanında uzman iki kişi tarafından SKL yazılımının kullanıldığı dersler ve gerçek laboratuvar uygulamaları (5+5) on ders saati boyunca gözlenmiştir. Bu gözlemler boyunca araştırmacıların gözden kaçırdıkları durumları en aza indirmek için öğretmen ve idarecilerin sözlü izinleri alınarak ortam video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu gözlemcilerin doldurdukları gözlem formlarında örtüşen ifadeler aynen alınmış, farklı ifadeler ise bir değerlendirme sürecinden geçilerek (PUO’daki kimya öğretmenleri, gözlem kayıtları) gözlem formuna dahil edilmiştir. Alan uzmanlarının gözlem notlarında kullandıkları öğrencilerin tümü, bir kısmı, hiç biri gibi ifadeler ölçeğin ne şekilde derecelendirilmesi gerektiği hususunda çalışmaya katkı sağlamıştır. Öğrencilerde gözlenmeyen davranışlar ise yine alan uzmanlarının ve PUO’daki öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda ölçeğe dâhil edilmiştir. Bu gözlem sürecinden önce araştırmacı görüşme yapacağı öğretmenleri ve gözlem yaptığı sınıflardaki öğrencileri sık sık ziyaret ederek, onları tanımaya ve araştırmayı tanıtmaya çalışmıştır. Yapılan çalışmanın bilimsel bir araştırma olduğunu ve kesinlikle farklı amaçlar için kullanılmayacağı güvencesi verilmiştir.

PUO’da sanal ve gerçek kimya laboratuvarında deneylerin yapıldığı 3 ders saati çalışma sonucunda geliştirilen ölçek ile gözlenmiş ve ölçekte eksik olan unsurlar tamamlanarak son şeklini almıştır.

Yapılan çalışmada verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi, veriler, analizler ve yorumların başka bir araştırmacıya sunulması, araştırma alanında uzun süre geçirmenin çalışmanın güvenilirliğini, toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi, sonuçlara nasıl ulaşıldığının açıkça ortaya koyulmasının da araştırmanın geçerliği arttıran önemli faktörler olduğu belirtilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005; Ekiz, 2009).

Bu amaçla çalışmada verilerin ne şekilde toplandığı, analiz yöntemleri ayrıntılı olarak verilmiş ve gözlemlerin bir başka araştırmacı tarafından da analiz edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca gözlemler sırasında çekilen fotoğraflar ve ses kayıtları bilgisayar ortamında gerek duyulduğunda kullanılmak üzere arşivlenmiştir. Gerçekleştirilen bu işlemlerle elde edilen verilerin geçerliliği ve güvenilirliği büyük oranda sağlanmıştır.

2.8.7. Mülakatlar

Yıldırım ve Şimşek (2006), Stewart ve Cash (1985)'in, mülakatı “önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve cevaplama tarzına dayalı ve etkileşimli bir iletişim süreci” olarak tanımladığını aktarmışlardır (2006). Bu çalışmada araştırmacıya esneklik sağlaması nedeniyle, önceden hazırlanmış soruların mülakat sırasında değiştirilme ya da daha ayrıntılı açıklanmasına olanak tanıyan yarı yapılandırılmış mülakatların yapılması uygun bulunmuştur (Drever, 1997; Çepni, 2005). Yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılarak kontrol ve deney gruplarından belli kriterler (kimya dersine yönelik başarı ve ilgi) doğrultusunda seçilen öğrencilerle laboratuvar uygulama süreci değerlendirilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerine temelde aynı sorular yöneltilmiş ancak sorularda geçen laboratuvar terimi kontrol gruplarında kimya laboratuvarı, deney grubunda ise SKL anlamında kullanılmıştır. Bu doğrultuda KG-I ve KG-II öğrencilerine yöneltilen yarı yapılandırılmış mülakat soruları Ek 15'te DG öğrencilerine yöneltilen sorular ise Ek 16'da verilmiştir. Katılımcılara aynı soruların yöneltilmesi ve soruların ayrıntılı olarak cevaplandırılmasına dikkat edilmiştir. Araştırma sürecinin sonunda ise deney grubu öğretmeni ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakat soruları Ek 17'de verilmiştir. DG öğretmeni ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatta yazılımın öğrenciler ve öğretim sürecindeki etkisi değerlendirilmiştir.

2.9. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde, sanal kimya laboratuvarını değerlendirmek için kullanılan testler, mülakat ve gözlemlerden elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler verilmiştir.

2.9.1. Öğretim Felsefesi Anketinin Analizi

Kontrol ve deney gruplarında “kimyasal değişimler” ünitesi süresince yapılan gözlemler, öğretmenlerin oluşturdukları yapılandırmacı öğrenme ortamı özellikleri göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Her bir ders saatinde sınıfta gerçekleşen olaylar araştırmacı tarafından ders sırasında not edilmiş, derslerin ses kayıtlarının tekrar incelenmesi ile bilgisayar ortamında yazılarak kağıda aktarılmıştır. Böylece gözlem sırasında araştırmacının gözünden kaçan olayların dikkate alınması sağlanmıştır. Bu işlemler sırasında gözlem notları ve ses kayıtlarında çalışmaya veri teşkil edecek örnek durumların aynen aktarılmasına özen gösterilmiştir. Uygulama öğretmenlerinin öğretim felsefelerini belirlemek amacıyla kullanılan yarı yapılandırılmış gözlem formu “yapılandırmacı” (4), “yapılandırmacıya yakın” (3) , “geleneksele yakın” (2) ve “geleneksel” (1) biçiminde puanlandırılmış formun altında bulunan “araştırmacının yorumu” bölümüne kaydedilen notlarla çalışma detaylandırılmıştır. Yapılan gözlem sonucunda her kategorinin gözlenme frekansı belirlenerek bu frekanslar, karşılık geldikleri öğretim felsefesi ile (yapılandırmacı:4, yapılandırmacıya yakın:3, geleneksele yakın:2, geleneksel:1) ile çarpılarak öğretmenlerin aldıkları toplam puan hesaplanmıştır.

Ancak C ve D öğretmenlerinin her ikisinin de 11’er ders saati gözlenmiş olmasına karşılık bu öğretmenlerin KG-I, KG-II ve DG’ de sınıf ve laboratuvar ortamında geçirdikleri süreler farklılık göstermiştir. Aşağıdaki tablo’da C ve D öğretmenlerinin kimyasal değişimler ünitesi boyunca sınıf ve laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri öğretim etkinliklerine ayırdıkları süreler verilmiştir.

Tablo 12. Öğretmenlerin kullandıkları öğrenme ortamlarını ve ayırdıkları ders saatleri

<i>Öğrenci grubu (öğretmeni)</i>	<i>Öğrenme ortamı</i>		<i>Toplam</i>
	<i>Laboratuvar</i>	<i>Sınıf</i>	
KG-I (C)	2 saat	9 saat	11 saat
KG-II (D)	3 saat	8 saat	11 saat
DG (D)1	5 saat	6 saat	11 saat

C ve D öğretmenleri “kimyasal değişimler” ünitesi boyunca gözlenmiş ve her bir ders saati için bir “Öğretim Felsefesi Anketi” doldurulmuştur. Doldurulan tüm anketler derslerin sınıf veya laboratuvar ortamında yapılmasına göre iki kategoride değerlendirilmiştir. Kategorilere ayrılan formlardaki toplam puan, ders saatine bölünerek ortalama bir değer elde edilmiştir (örneğin laboratuvar ortamı için 2 saat gözlenmiş toplam puan bu kez 2’ye bölünerek o öğretmenin laboratuvar ortamındaki yapılandırmacı felsefeye yönelik puanı bulunmuştur).

Bulunan bu puana göre öğretmenlerin hangi öğretim felsefesini benimsediğine karar vermek için alt ve üst değerler belirlenmiş bu değerlere puan aralık değerinin eklenmesiyle puan aralıkları belirlenmiştir. Puan aralıklarının hesaplanmasında; Puan aralığı=(En büyük değer-En küçük değer)/sınıf aralığı formülünden yararlanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002).

2.9.2. KİDÜBAT’ın Analizi

Öğrencilerin “kimyasal değişimler” ünitesini öğrenme düzeylerini ve süreçteki gelişimlerini belirlemek için 20 sorudan oluşan KİDÜBAT çalışmanın başında ön test ve sonunda son test olarak iki defa uygulanmıştır. Testin değerlendirilmesi 100 tam puan üzerinden (her soru 5 puan) yapılmıştır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin testte yer alan her soruya verdikleri cevap Microsoft Excel programına aktarılarak kayıt altına alınmıştır. Her öğrencinin testten aldığı puan belirlenirken sadece doğru cevaplar dikkate alınmıştır. Bu şekilde her öğrenciye ait bir puan elde edilmiş ve öğrenci adları ve rumuzları SPSS paket programına yüklenerek her bir öğrencinin ön ve son testlerden aldıkları puanlar ilişkili t-testi ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada KG-I, KG-II ve DG gruplarının KİDÜBAT ön ve son test puanlarının kendi içinde anlamlı bir fark gösterip göstermediğini istatistiksel olarak araştırmak için ilişkili t-testi kullanılması uygun görülmüştür. Çünkü bağımlı t-testi, ilişkili iki örneklem arasındaki farkın birbirinden anlamlı şekilde farklı olup olmadığını test

etmek amacıyla kullanılır. İlişkili t-testi, ilişkili iki ölçüm ya da puanın elde edildiği çalışmalarda aynı örneklemin tekrarlı ölçümleri ya da eşleştirilmiş örneklemden elde edilen ölçümler söz konusu olduğu durumlarda tercih edilmektedir (Büyüköztürk, 2005).

KG-I, KG-II ve DG gruplarının KİDÜBAT ön ve son testlerden aldıkları puanları gruplar arasında karşılaştırılması ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi (One-Way Anova) kullanılarak yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi, ilişkisiz iki örneklemin ortalamaları arasındaki farkın birbirinden anlamlı şekilde farklı olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılır (Büyüköztürk, 2005). Bu çalışmada KG-I, KG-II ve DG gruplarının KİDÜBAT ön ve son test puanlarının gruplar arasında anlamlı bir fark gösterip göstermediği istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir.

2.9.3. KIDEYTUT'un Analizi

Öğrencilerin “kimya dersine yönelik tutumlarını” belirlemek ve çalışma süresinde kontrol ve deney gruplarının kimyaya yönelik tutumlarındaki değişimi incelemek amacıyla 18 soru ve dört alt faktörden oluşan KIDEYTUT çalışmanın başında ön test ve sonunda son test kapsamında iki defa uygulanmıştır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin bu teste verdikleri cevaplar microsoft excel programına aktarılarak kayıt altına alınmıştır. Ankete verilen cevaplar “kesinlikle katılıyorum” (4); “olumlu tutum” “katılıyorum” (3); “kısmen olumlu tutum” “katılmıyorum” (2); “kısmen olumsuz tutum” ve “kesinlikle katılmıyorum” (1), “olumsuz tutum” şeklinde puanlandırılmıştır. Olumsuz anlam içeren ifadeler için puanlama ters çevrilerek “1-2-3-4” şeklinde yapılmıştır. Puanlamalar yapıldıktan sonra her öğrenciye ait dört (“Kimya dersine yönelik düşünce”, “Kimya dersine yönelik ilgi”, “Kimya laboratuvarına yönelik ilgi” ve “Kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce”) puan türü hesaplanmıştır. Puan aralıklarının hesaplanmasında Puan aralığı=(En büyük değer-En küçük değer)/sınıf aralığı formülünden yararlanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002). KIDEYTUT ‘u oluşturan alt faktörler ve alt faktörlere ait puan aralıkları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. KIDEYTUT ‘u oluşturan alt faktörler ve alt faktörlere ait puan aralıkları

Kategori	Bölümden alınabilecek en yüksek-en düşük puan	Tutum puan aralıkları			
		Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Kimya dersine yönelik düşünce	40-10	40-31	30-21	20-11	10-0
Kimya dersine yönelik ilgi	12-3	12-10	9-7	6-4	3-0
Kimya laboratuvarına yönelik ilgi	12-3	12-10	9-7	6-4	3-0
Kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce	8-2	8-7	6-5	4-3	2-0
Toplam	72-18	72-55	54-37	36-19	18-0

Tablo 13’de KIDEYTUT toplam puanı ve alt faktörler puan aralıkları çalışmada elde edilen verilerin yorumlanmasında kullanılmıştır. Tutum testinden en az 18, en fazla 72 puan alınabilmekte ve yüksek puanlar olumlu tutumu göstermektedir. Bu çalışmada KG-I, KG-II ve DG gruplarının KIDEYTUT ön ve son test puanlarının kendi içinde anlamlı bir fark gösterip göstermediğini istatistiksel olarak araştırmak için ilişkili t-testi, gruplar arasında karşılaştırılmasında ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılması uygun görülmüştür (Büyüköztürk, 2005).

2.9.4. LAGTAT’ın Analizi

Öğrencilerin “laboratuvar araç-gereçlerini” tanıma düzeylerini ve süreçteki gelişimlerini belirlemek için 28 sorudan oluşan laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testi çalışmanın başında ön test ve sonunda son test olarak iki defa uygulanmıştır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin bu teste verdikleri cevaplar Microsoft Excel programına aktararak kayıt altına alınmıştır. LAGTAT kapsamında sorulan sorulardan elde edilen veriler için izlenen analiz süreci aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir:

Birinci aşamada her bir soruya yönelik öğrenci cevapları dört kavramsal anlama düzeyine göre kategorilere ayrılmıştır. LAGTAT’a öğrencilerin verdikleri cevaplar, tam yanıtı belirleme ve açıklamaları belli kategoriler içerisinde sınıflandırma yaklaşımları kullanılarak analiz edilmiştir (Küçüközer ve Kocakulah, 2008). Bu aşamada öncelikle araştırmacı tarafından sorunun doğru cevapları çıkartılarak bir cevap anahtarı oluşturulmuştur. Öğrencilerin cevapları kodlanabilen ve kodlanamayan olarak ayrılmıştır.

Kodlanabilen cevaplar, doğru ve yanlış olarak ayrılmıştır. Doğru cevaplar içinde birbirlerine benzeyen açıklamalar sınıflandırılarak farklı yanıt kategorileri oluşturulmuştur. Yanlış cevaplar da kendi içerisinde sınıflandırılarak farklı kategoriler oluşturulmuştur. Her bir soru için belirlenen kategoriler, Tablo 14’te verilen düzeylere göre gruplandırılmıştır. Düzeylere göre en doğru cevap 3, cevapsız soru için 0 olacak şekilde puanlar verilerek öğrencilerin ön test ve son testten aldıkları puanlar hesaplanmıştır. Puanlama kategorileri ve karşılık gelen puanlar Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. LAGTAT testinin verilerinin analizinde kullanılan kategoriler ve karşılık gelen puanlar

<i>Puan</i>	<i>Kategori</i>	<i>Açıklama</i>
3	Doğru	Bilimsel olarak doğru ve tam olarak kabul edilebilecek açıklamalar bu kategori içerisinde bulunmaktadır
2	Kısmen doğru	Açıklamalar doğru fakat tam doğru cevaba göre eksik ise bu kategori içerisinde yer almaktadır
1	Yanlış	Tamamiyle yanlış olan açıklamaları içeren ifadelerin yer aldığı kategoridir.
0	Cevap yok	Konuyla ilgisi olmayan açıklamaların yer aldığı veya Açıklama yapmayanların yer aldığı kategoridir.

Tablo 14’te verilen kategorilere uygun olarak puanlandırılan soru kağıtlarında öğrencilerin aldıkları puanın 100 tam puan üzerindeki karşılığı belirlenerek kullanılmıştır. Öğrencilerin testten aldıkları puan belirlenirken sadece doğru cevaplar dikkate alınmıştır. Bu şekilde her öğrenciye ait bir puan elde edilerek veriler SPSS paket programına aktarılmıştır. her öğrencinin ön ve son testlerden aldıkları puanlar ilişkili t-testi ile analiz edilmiştir. Çalışmalarda bağımlı t-testi, ilişkili iki örneklem arasındaki farkın birbirinden anlamlı şekilde farklı olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır. İlişkili t-testi, ilişkili iki ölçüm ya da puanın elde edildiği çalışmalarda aynı örneklemin tekrarlı ölçümleri ya da eşleştirilmiş örneklemden elde edilen ölçümler söz konusu olduğunda tercih edilir (Büyüköztürk, 2006). Bu çalışmada KG-I, KG-II ve DG gruplarının LAGTAT ön ve son test puanlarının kendi içinde anlamlı bir fark gösterip göstermediği istatistiksel olarak ilişkili t-testi ile değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada KG-I, KG-II ve DG gruplarının LAGTAT ön, ve son test puanlarının gruplar arasında anlamlı bir fark gösterip göstermediği istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir.

2.9.5. Deney Raporlarının Analizi

Deney ve kontrol grubu öğrencileri tarafından her deney sonunda o derste yapılan deneyler için ayrı bir deney raporu hazırlamaları istenmiştir. Deney raporu “kazanım”, “deney malzemeleri”, “deneyin yapılışı” ve “sonuç” boyutlarından oluşmaktadır. Her deney için bu dört boyut incelenerek ve o deneye ait ortalama bir puan elde edilmiştir. Analiz için kullanılan puan aralıkları ve karşılık gelen kategoriler Tablo 15’te sunulmuştur.

Tablo 15. Deney raporu puanlama kategorileri

<i>Kategori Adı</i>	<i>Puan</i>	<i>Açıklama</i>
Tam Doğru	5	Bilimsel olarak doğru ve tam olarak kabul edilebilecek açıklamalar bu kategori içerisinde bulunmaktadır.
Kısmen Doğru	4	Açıklamalar doğru fakat tam doğru cevaba göre eksik ise bu kategori içerisinde yer almaktadır.
Eksikleri Var/Karıştırmış	3	Kısmen doğru kabul edilebilecek ifadeler ile diğer konularla ilgili kavramların bir arada bulunduğu açıklamalar bu kategoride yer almaktadır.
Yanlış	2	Çoğu yanlış bilgilerden oluşan ancak içinde az da olsa doğru bilgilere rastlanan kategoridir.
Tamamıyla yanlış	1	Konuyla ilgisi olmayan açıklamaların ya da anlaşılmasız açıklamaların bu kategori içerisinde yer almaktadır.
Açıklama yok	0	Bölüme dair hiçbir açıklamanın yapılmadığı kategoridir.

Tablo 15’te verilen kategoriler doğrultusunda KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin her deney için düzenledikleri deney raporları ”kazanım”, “deney malzemeleri”, “deneyin yapılışı” ve “sonuç” boyutlarında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda her bir öğrencinin deney raporundan alabileceği puan değeri 1 ile 5 arasında değişebilmektedir. Öğrencilerin aldıkları puanların kategorilere ayrılmasında puan aralığı (Puan aralığı=En büyük değer-En küçük değer/sınıf aralığı) formülü kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002). Deney raporlarının değerlendirilmesinde kullanılan kategorilere ait puanlamalar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Deney raporları değerlendirilmesinde kullanılan puan aralıkları ve karşılık gelen kategoriler

<i>En büyük- en küçük değer</i>	<i>Puan aralığı</i>	<i>Tam Doğru</i>	<i>Kısmen Doğru</i>	<i>Eksikleri Var/Karıştırmış</i>	<i>Yanlış</i>	<i>Tamamıyla yanlış</i>	<i>Açıklama yok</i>
5-0	0.8	4.2-5	3.4-4, 1	2.6-3.3	1.8-2.5	0.9-1.7	0-0.8

Kimyasal değişimler ünitesi kapsamında toplam 11 deney mevcuttur. Ancak DG’de tüm deneyler tamamlanmasına karşılık KG-I ve KG-II gruplarında deneylerin tümü laboratuvarda yapılamamış bunun yerine sınıfta konu işlenerek geçilmiştir. Kontrol ve deney gruplarının “kimyasal değişimler” ünitesi süresince gerçekleştirdikleri deneylerin adları, toplam deney sayıları ve deney yapmaya ayırdıkları süre gösterir çizelge Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin gerçekleştirdikleri deney adları, toplam deney sayısı ve deney yapmaya ayırdıkları süre

<i>Deney Adı</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>
Çinko levhanın asitle etkileşimi			X
Magnezyum şeridin asitle etkileşimi		X	X
CUSO ₄ .5H ₂ O bileşiğinin ısıtılması			X
NaCl tuzunun suda çözünmesi			X
Suyun elektrolizi		X	X
Na metalinin su ile tepkimesi		X	X
Yanma tepkimesi			X
Çözünme-çökelme tepkimesi	X	X	X
Asit-baz titrasyonu	X	X	X
Bakırın gümüş kaplanması			X
Naylon eldesi			X
Gerçekleştirilen toplam deney sayısı	2	5	11
Laboratuvar uygulamalarına ayrılan toplam ders saati	2	3	5

Tablo 17’de görüldüğü gibi kontrol ve deney gruplarında ortak olarak tamamlanabilen deneyler “Çözünme-Çökelme Tepkimesi” ve “Asit-Baz Titrasyonu” deneyleridir. Bu nedenle deney raporlarının değerlendirilmesi boyutu sadece bu iki deney kriter alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.9.6. Gözlem Verilerinin Analizi

Laboratuvar (bilişim teknolojileri ya da kimya laboratuvarı) ortamında gerçekleştirilen dersler hakkında laboratuvar gözlem formu kullanılarak veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. Bu doğrultuda laboratuvar uygulamaları süresince gerçekleşen olaylar araştırmacı tarafından ders sırasında yapılandırılmamış gözlem formuna aktarılmış ve ses kayıt cihazı kullanarak süreçte gerçekleşen diyaloglar kaydedilmiştir. Öğrencilerin laboratuvar uygulamalarının farklı bölümlerinde çekilen fotoğraflar ile gözlem sırasında araştırmacının gözünden kaçan olayların dikkate alınması sağlanmıştır. Bu işlemler sırasında gözlem notları ve ses kayıtlarında çalışmaya veri teşkil edecek örnek durumların aynen aktarılmasına özen gösterilmiştir. Gözlem bitiminde ses kayıtları dinlenerek gözlem formlarının eksiksiz olarak doldurulması sağlanmıştır. Elde edilen bu yapılandırılmamış gözlemler yine ses kayıtlarının tekrar dinlenmesi ve alınan gözlem notlarının incelenmesi suretiyle aynı gün içinde yapılandırılmış gözlem formlarına aktarılmıştır. Güvenirliği artırmak için yapılandırılmamış gözlem verileri başka bir araştırmacıya verilerek bu gözlemler dahilinde yapılandırılmış gözlem formlarını ikinci bir araştırmacının doldurması sağlanmıştır. İki gözlem formundan gelen verilerin ortalamaları alınarak gözlem formlarının puanlaması yapılmıştır.

Laboratuvar gözlem formları “deneye hazırlık”, “deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “deney sürecinde ortam” boyutlarından oluşmaktadır. Ayrıca formun son kısmında yer alan “deney süresi dışında harcanan zaman” bölümü sayesinde deney dışında boşa harcanan süre not alınmıştır. Laboratuvar çalışmaları süresince her öğrencinin ayrı ayrı gözlenmesi mümkün olmadığı için ölçekte yer alan durumların puanlandırılmasında öğrencilerin tümü için 5, çoğu için 4, bir kısmı için 3, çok azı için 2 ve hiçbiri için 1 puan verilmesi uygun görülmüştür. Bu şekilde puanlandırılan gözlem formu için hem genel hem de alt başlıklar için ayrı ayrı puan toplamı hesaplanmıştır. Bu doğrultuda ortam “ideal”, “ideale yakın”, “yetersiz” ve “çok yetersiz” olmak üzere dört grupta değerlendirilmiştir. Elde edilen puanların kategorilere ayrılmasında puan aralıkları Puan aralığı=(En büyük değer-En küçük değer)/sınıf aralığı formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002). Buna göre laboratuvar gözlem formundan alınabilecek en düşük puan 33 en yüksek puan ise 165 olarak hesaplanmıştır. Laboratuvar gözlem formunun puanlanmasında kullanılan puan aralıkları;

33-66 arası puan alan laboratuvar ortamı : “çok yetersiz”
 67-99 arası puan alan laboratuvar ortamı : “yetersiz”
 100-132 arası puan alan laboratuvar ortamı : “ideale yakın”
 133-165 arası puan alan laboratuvar ortamı : “ideal” olarak nitelendirilmiştir. Diğer alt boyutlar için yapılan hesaplamalar ise Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Laboratuvar gözlem formu alt boyutları ve puan aralıkları

	<i>Üst değer-alt değer</i>	<i>Grup Aralığı</i>	<i>Çok Yetersiz</i>	<i>Yetersiz</i>	<i>İdeale Yakın</i>	<i>İdeal</i>
Deneye Hazırlık	4-20	4	4-8	9-12	13-16	17-20
Deney Süreci	14-70	14	14-28	29-42	43-56	57-70
Öğrenci Motivasyonu	10-50	10	10-20	21-30	31-40	41-50
Deney Sürecinde Ortam	5-25	5	5-10	11-15	16-20	21-25

2.9.7. Mülakat Verilerinin Analizi

Çalışma kapsamından öğrenci ve öğretmenlerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Veri kaybını önlemek ve verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla görüşmeler mülakat yapılan kişilerin sözlü izinleri alınarak ses kayıt cihazı yardımıyla kayıt edilmiştir. Mülakatlardan edilen veriler, betimsel analize tabi tutulmuştur. Çünkü betimsel analiz yaklaşımı, verilerin araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre organize edilmesine ve görüşmede kullanılan sorular veya boyutlar dikkate alınarak sunulmasına imkân vermektedir (Birgin, 2008). Betimsel analiz dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlar; betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma, tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması ve bulguların yorumlanmasıdır (Karadağ ve Gültekin, 2007). Mülakat analizi sırasında, mülakat gerçekleştirilen kişinin görüşlerini daha etkili anlatmak için doğrudan alıntılara da sık yer verilir (Yıldırım, 2009).

Mülakatlar sırasında kaydedilen ses dosyaları araştırmacı tarafından her mülakat bitiminde bilgisayara aktarılmış ve ses kayıt cihazındaki kayıtlar tek tek dinlenerek eksik veya bozuk bölüm olmadığından emin olunduktan sonra ses dosyaları yazıya aktarılmıştır. Alıntılarda katılımcıların gerçek isimlerinin değil; araştırmacı tarafından verilen kod isimlerin kullanılması tercih edilmiştir. Bu doğrultuda KG-I grubunda yapılan mülakat için

K1-M (mülakat sırası); KG-II için, K2-M (mülakat sırası) ve DG için D-M (mülakat sırası) şeklinde verilen isimlerle alıntılar yapılmıştır.

2.9.7.1. Öğrencilerle Gerçekleştirilen Mülakatların Analizi

Kimya dersine yönelik tutumları ve kimya ders başarıları (KİDÜBAT ön-test sonuçları doğrultusunda) farklılık (iyi, orta, kötü düzeyde) gösteren KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinden seçilen 8'er öğrenci ile laboratuvar uygulamaları ve bu sürecin etkiliği gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlarla tartışılmıştır. Mülakatlar ders saatlerinin dışında öğrencilerin boş derslerinde ya da öğle paydoslarında idareden gerekli izinler alınarak okulun satranç odasının boş saatlerinde yapılmıştır. Mülakatlar sırasında öğrencilerin sözlü izinleri alınarak ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Mülakatların yapıldığı gün içerisinde mülakatlar transkript edilerek yazıya aktarılmıştır. Bu mülakatlar sırasında DG öğrencilerine yöneltilen sorular Ek 18'de verilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar betimlenerek kodlanmış ve gruplar arası karşılaştırmalar yüzde ve frekanslarla ifade edilmiştir.

2.9.7.2. Öğretmenlerle Gerçekleştirilen Mülakatların Analizi

DG ve KG-II grubu derslerini yürüten D öğretmeni ile uygulamalar tamamlandığında SKL yazılımının etkililiği, uygulanabilirliği, DG öğrencileri üzerindeki etkisi, SKL yazılımının kullanıldığı derslerin değerlendirilmesi yarı yapılandırılmış mülakatlarla tartışılmıştır. D öğretmeni ile gerçekleştirilen mülakat ders saatinin dışında öğretmenler odasının boş olduğu bir saatte yapılmıştır. Mülakat sırasında öğretmenin sözlü izni alınarak ses kayıt cihazı kullanılmış ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Veri kaybını en aza indirmek için mülakatların, gerçekleştirildiği gün içerisinde transkript edilerek yazıya dönüştürülmesine dikkat edilmiştir. Öğretmenin verdiği cevaplar doğrudan alıntı yapılarak aktarılmıştır.

Yukarıda veri toplama araçları, veri toplama süreci ve analiz aşamaları verilen bu çalışmanın bulguları Bölüm 3'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3. BULGULAR

9. sınıf kimya öğretim programı içerisinde yer alan kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneylerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesine imkân veren yapılandırmacı öğrenme kuramını temel alan ve TGA stratejisinin adımlarının izlendiği etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmek için yapılan bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1. KİDÜBAT'tan Elde Edilen Bulgular

Kontrol ve deney grubu öğrencileri arasında “Kimyasal Değişimler Ünitesi” başarıları açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla kimyasal değişimler ünitesindeki kazanımları kapsayan 20 soruluk KİDÜBAT testi üç gruba, ünite başında ön test ve sonunda son test kapsamında uygulanmıştır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT testinden aldıkları puanlar Tablo 19’da verilmiştir.

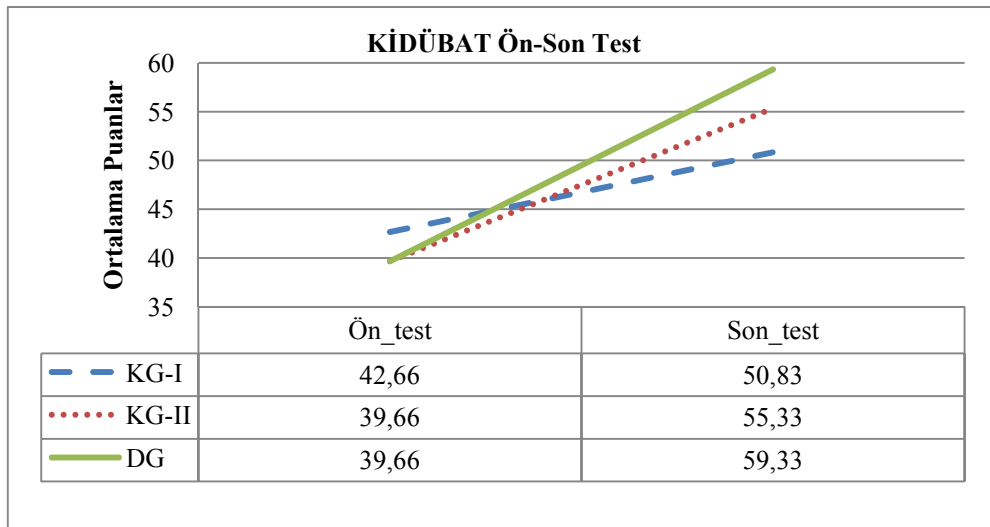
Tablo 19. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön-son test puanları

<i>KİDÜBAT</i>	<i>Ön test</i>			<i>Son test</i>			
	<i>Öğrenci Numarası</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>
1		35	35	40	40	55	40
2		30	25	30	55	60	75
3		45	55	40	55	55	45
4		45	30	20	55	60	50
5		50	25	30	45	65	65
6		30	40	25	35	45	70
7		50	50	40	65	60	45
8		20	40	60	45	75	55
9		35	30	35	55	50	60
10		45	35	25	70	60	55
11		20	35	65	55	55	75
12		60	35	60	75	50	60
13		30	30	35	40	55	65
14		65	35	55	50	65	60
15		55	45	40	60	55	65

Tablo 19'un devamı

<i>KİDÜBAT</i>	<i>Ön test</i>			<i>Son test</i>		
	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>
<i>Öğrenci Numarası</i>						
16	45	40	35	55	65	45
17	40	30	30	35	70	45
18	35	25	50	40	55	50
19	45	45	45	35	50	60
20	45	50	40	60	45	65
21	50	40	55	50	50	60
22	45	45	55	35	60	55
23	40	50	30	80	45	75
24	35	50	35	55	70	40
25	40	40	65	60	55	65
26	45	45	35	55	50	75
27	45	45	20	60	40	55
28	40	50	50	35	45	75
29	65	50	20	35	45	55
30	50	40	39	35	50	59
Ortalama	42,66	39,66	39,66	50,83	55,33	59,33

Tablo 19 incelendiğinde öğrencilerin ön test puanlarının hemen aynı düzeyde olduğu, son test puanlarında farklılaşma olduğu görülmektedir. Ancak son test puanlarında DG öğrencilerinin başarısının oldukça yükseldiği görülmektedir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerin KİDÜBAT puan farklılıkları Şekil 23'de ayrıntılı olarak görülmektedir.



Şekil 23. DG, KG-I ve KG-II öğrencilerinin KİDÜBAT puan değişimleri

3.1.1. Öğrencilerin KİDÜBAT'a Verdikleri Cevapların İstatistiksel Olarak Karşılaştırılmasından Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT'a verdikleri cevapların ön ve son test puanları arasında yapılan grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar sunulmuştur. Grup içi karşılaştırmalar ilişkili t-testi, gruplar arası karşılaştırmalar ise ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapılmış ve analiz sonuçları tablolar halinde sunulmuştur.

3.1.1.1. Grup İçi Karşılaştırmalardan Elde Edilen Bulgular

KG-I öğrencilerine ait KİDÜBAT ön test ve son testten aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. KG-I grubu öğrencilerinin KİDÜBAT'tan aldıkları ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (KİDÜBAT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	42,6667	12,01532	29	-2,895	0,007
Son_Test	30	50,8333	12,66841			

Tablo 20'de verilen analiz sonuçları incelendiğinde KG-I öğrencilerinin KİDÜBAT'tan aldıkları ön-son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılık [$t_{(29)}=-2.895$, $p<.05$] olduğu görülmektedir. Öğrencilerin uygulama öncesinde kimyasal değişimler ünitesinden aldıkları başarı puanı $\bar{X}=42.6667$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında bu puan $\bar{X}=50.8333$ 'a çıkmıştır.

KG-II öğrencilerine ait KİDÜBAT ön ve son testten aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. KG-II grubu öğrencilerinin KİDÜBAT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (KİDÜBAT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	39,6667	13,57821	29	-2,895	0,007
Son_Test	30	55,3333	11,12107			

Tablo 21’de verilen analiz sonuçları incelendiğinde KG-II grubu öğrencilerinin KİDÜBAT ön-son testlerinden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık [$t_{(29)} = -6.210$, $p < .05$] olduğu görülmektedir. Öğrencilerin uygulama öncesinde kimyasal değişimler ünitesinden aldıkları başarı puanı $\bar{X} = 39.66$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında başarı puanları $\bar{X} = 55.33$ ’a çıkmıştır.

DG öğrencilerine ait KİDÜBAT ön test ve son test testlerden aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

<i>Ölçüm (KİDÜBAT)</i>	<i>N</i>	\bar{X}	<i>S</i>	<i>Sd</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Ön_Test	30	39,66	13,57821	29	-6,388	,000
Son_Test	30	59,33	11,12107			

Tablo 22’de verilen analiz sonuçları incelendiğinde DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön-son testlerinden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık [$t_{(29)} = -6.388$, $p < .05$] olduğu görülmektedir. Öğrencilerin uygulama öncesinde kimyasal değişimler ünitesinden aldıkları başarı puanı $\bar{X} = 39.66$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında $\bar{X} = 59.33$ ’e çıkmıştır.

3.1.1.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalardan Elde Edilen Bulgular

Çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön test puanları açısından karşılaştırmak için yapılan ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT ön test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	180,000	2	90,000	,659	,520	0,014
Gruplar içi	11880,000	87	136,552			
Toplam	12060,000	89				

Tablo 23 ile verilen kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KİDÜBAT ön test sonuçları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık [$F_{(2-87)} = ,659$, $p > .05$] olmadığı görülmektedir. Çalışmanın başında KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT başarıları açısından aynı seviyede oldukları sonucuna ulaşılabilir. KİDÜBAT son test ortalama puanları arasındaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDÜBAT son test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	1085,000	2	542,500	4,500	,014	DG-KG-I	0,093
Gruplar içi	10487,500	87	120,546				
Toplam	11572,500	89					

Tablo 24’de verilen analiz sonuçları incelendiğinde, çalışmaya katılan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılığın olduğu [$F_{(2-87)} = 4.500$, $p < .05$] görülmektedir. KİDÜBAT başarıları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin ($\bar{X} = 59.33$), KG-I öğrencilerine ($\bar{X} = 50.83$) kıyasla daha başarılı oldukları, diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir.

3.2. KİDEYTUT’tan Elde Edilen Bulgular

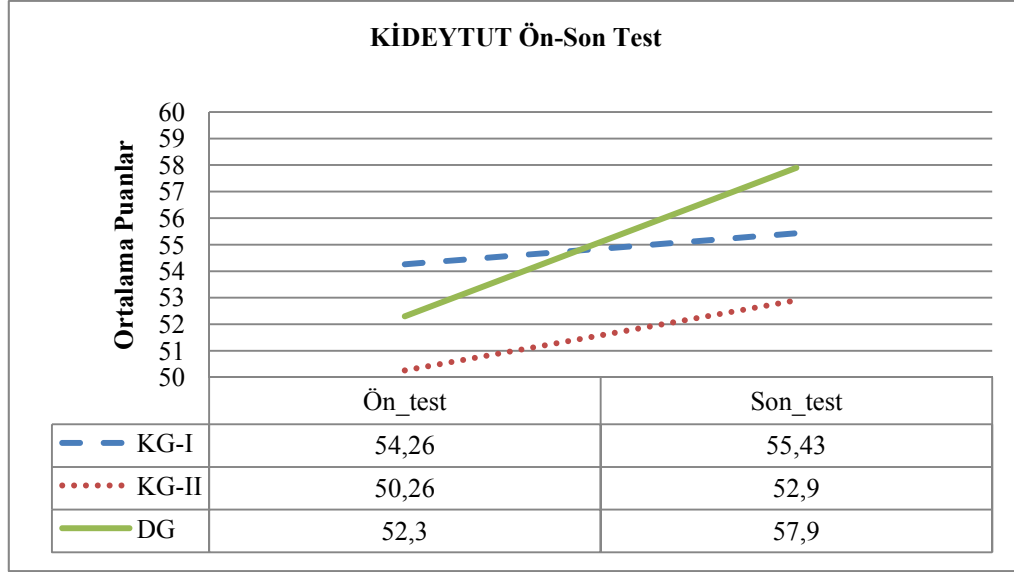
Bu başlık altında çalışmanın gerçekleştirildiği KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanları arasında yapılan grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar sunulmuştur. Grup içi karşılaştırmalar ilişkili t- testi, gruplar arası karşılaştırmalar ise ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapılmış ve analiz sonuçları tablolar halinde sunulmuştur. Kontrol ve deney grubu öğrencileri arasında kimya dersine yönelik tutumları açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla KG-I, KG-II ve DG öğrencilerine uygulanan KİDEYTUT testinden öğrencilerin aldıkları puanlar Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanları

<i>KİDEYTUT</i> Öğrenci Numarası	<i>Ön test</i>			<i>Son test</i>		
	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>
1	57	54	53	61	54	51
2	58	54	49	59	54	51
3	59	52	60	59	52	72
4	64	55	52	64	56	57
5	48	49	49	47	55	51
6	54	52	49	55	54	40
7	65	46	61	64	45	57
8	53	49	52	58	54	55
9	38	57	61	40	55	66
10	54	53	52	54	61	61
11	59	40	61	60	59	58
12	59	53	53	62	52	55
13	48	49	60	49	49	61
14	63	52	59	65	55	64
15	55	57	51	54	57	55
16	51	51	56	52	53	54
17	66	50	43	64	46	59
18	43	54	62	43	55	51
19	53	49	60	53	49	60
20	54	59	59	54	60	65
21	53	54	58	53	54	59
22	52	52	47	54	52	47
23	55	36	36	58	40	60
24	65	45	53	68	49	64
25	61	45	48	59	52	51
26	47	45	64	47	54	55
27	55	47	38	59	59	66
28	32	45	52	40	53	64
29	52	53	38	54	46	72
30	54	49	52	54	54	58
<i>Ortalama</i>	<i>54,23</i>	<i>50,26</i>	<i>52,3</i>	<i>55,43</i>	<i>52,9</i>	<i>57,9</i>

Tablo 25 incelendiğinde öğrencilerin ön test puanlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Son tutum testinde kontrol ve deney grubu öğrencilerin tutumları olumlu yönde değişim göstermiş en yüksek tutum puanı ise DG öğrencileri tarafından alınmıştır.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerin KİDEYTUT puanlarındaki değişim Şekil 24’de daha açık olarak gösterilmiştir



Şekil 24. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KİDEYTUT puanlarındaki değişim

Öğrencilerin KİDEYTUT ön test ortalama puanları arasındaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığını araştırmak amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT ön test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	236,067	2	118,033	2,318	,104	-	0,05
Gruplar içi	4429,533	87	50,914				
Toplam	4665,600	89					

Tablo 26 ile verilen KİDEYTUT ön test analiz tablosu incelendiğinde gruplar arasında anlamlı fark [$F_{(2-87)} = 2.318, p > .05$] olmadığı görülmektedir. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin kimyaya yönelik tutumlarının çalışmanın başlangıcında aynı seviyede olduğu sonucuna ulaşılabilir.

KİDEYTUT son test ortalama puanları arasındaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT son test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	375,022	2	187,511	4,454	,014	DG/KG-II	0,09
Gruplar içi	3662,767	87	42,101				
Toplam	4037,789	89					

Tablo 27’deki analiz sonuçları, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında uygulanan KİDEYTUT puanları arasında anlamlı farkın [$F_{(2-87)}=12.350$, $p<.05$] oluştuğunu göstermektedir. KİDEYTUT puanları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin KİDEYTUT’tan aldığı son test puanının ($\bar{X}=57.9000$), KG-II’nin ($\bar{X}=52.9000$) son test tutum puanından anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiş diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

KİDEYTUT son test “Kimya Dersine Yönelik İlgi” alt faktör boyutundaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersine yönelik ilgi alt faktör boyutunda) son test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	458,689	2	229,344	10,00	,000	KG-I/DG KG-II/DG	0,186
Gruplar içi	1995,100	87	22,932				
Toplam	2453,789	89					

Tablo 28’de verilen analiz sonuçları incelendiğinde kimyasal değişimler ünitesi bitiminde uygulanan KİDEYTUT’a KG-I, K-II ve DG öğrencilerinin verdikleri cevaplar “Kimya Dersine Yönelik İlgi” alt faktör boyutunda incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir farkın oluştuğu [$F_{(2-87)}= 10.001$, $p<.05$] görülmektedir. Oluşan bu farkın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin KİDEYTUT son test puanlarının ($\bar{X}=27.766$), KG-I’in ($\bar{X}=23.266$) almış olduğu son test tutum puanından anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmektedir. DG öğrencilerinin

KİDEYTUT son test puanının ($\bar{X}=27,766$) aynı zamanda KG-II'nin ($\bar{X}=22,733$) son test tutum puanından anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmektedir.

KİDEYTUT son test “Kimya Laboratuvarına Yönelik Tutum” alt faktör boyutundaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya laboratuvarına yönelik tutum alt faktörü) son test varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	44,067	2	22,033	7,039	,001	KG-I/KG-II KG-I/DG	0,139
Gruplar içi	272,333	87	3,130				
Toplam	316,400	89					

Çalışmaya katılan öğrencilere kimyasal değişimler ünitesi sonunda uygulanan tutum testi “kimya laboratuvarına yönelik tutum” alt faktörü boyutunda değerlendirildiğinde, Tablo 29 ile verilen analiz sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık [$F_{(2-87)}=7.039$, $p<.05$] olduğu görülmektedir. KİDEYTUT puanları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, KG-I grubunun “kimya laboratuvarına yönelik tutum” alt faktör boyutunda aldığı son tutum puanının ($\bar{X}=11.500$), KG-II'nin ($\bar{X}=10.233$) ve DG'nin ($\bar{X}=9,866$) son test tutum puanından anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmektedir.

KİDEYTUT son test “ Kimya Dersine Yönelik Düşünce” alt faktör boyutundaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersine yönelik düşünce boyutunda) son test puanlarının varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	7,62	2	3,81	1,50	0,22	-	0,033
Gruplar içi	221,10	87	2,541				
Toplam	228,72	89					

Çalışmaya katılan öğrencilere kimyasal değişimler ünitesi sonunda uygulanan KİDEYTUT “kimya dersine yönelik düşünce” alt faktörü boyutunda incelendiğinde, Tablo 30’da verilen analiz sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı [$F_{(2-87)} = 1.500$, $p > .05$] görülmektedir. KİDEYTUT son test “Kimya Dersinde Benzetim Kullanımına Yönelik Düşünce” alt faktör boyutundaki farkın gruplar arasındaki anlamlılığı için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin KİDEYTUT (kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce) son test puanlarının varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	15,80	2	7,90	4,39	,015	KG-I/DG	0,09
Gruplar içi	156,30	87	1,79				
Toplam	172,10	89					

Çalışmaya katılan öğrencilere kimyasal değişimler ünitesi sonunda uygulanan KİDEYTUT “kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce” alt faktörü boyutunda Tablo 31’de verilen analiz sonuçları, gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluştuğunu göstermektedir [$F_{(2-87)} = 4.397$, $p < .05$]. Oluşan bu farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla Scheffe testine göre, KG-I grubunu KİDEYTUT “kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik düşünce” boyutundaki tutum puanının ($\bar{X} = 6.8000$), DG’nin ($\bar{X} = 5.8000$) almış olduğu son test tutum puanından anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

KG-I öğrencilerine ait KİDEYTUT ön test ve son testten aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. KG-I öğrencilerinin KİDEYTUT ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

KİDEYTUT	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	54,2333	7,69990	29	-3,026	,005
Son_Test	30	55,4333	7,14231			

Tablo 32 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde KG-I grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutum ön-son test puanlarının [$t_{(29)} = -3.026$, $p < .05$], son test lehine anlamlı

bir biçimde arttığı görülmektedir. Bu farklılığın hangi alt boyutlarda olduğuna dair bilgiyi elde etmek için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. KG-I grubu öğrencilerinin alt faktör tutum puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

<i>KİDEYTUT</i>	<i>N</i>	\bar{X}	<i>S</i>	<i>Sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
I.Faktör_Ön_Test	30	23.333	5,57911	29	,188	,852
I.Faktör_Son_Test	30	23.266	5,50193			
II.Faktör_Ön_Test	30	10,9667	1,58622		-1,645	,111
II.Faktör_Son_Test	30	11,5000	,93772			
III. Faktör_Ön_Test	30	13,8667	1,79527		,000	1,000
III.Faktör_Son_Test	30	13,8667	1,73669			
IV.Faktör_On_Test	30	6,0667	1,14269		-3,612	0,001
IV.Faktor_Son_Test	30	6,8000	1,12648			

Tablo 33 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde, KG-I grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik ilgi [$t_{(29)}=0.188$, $p>.05$], kimya laboratuvarına yönelik tutum[$t_{(29)}=-1,645$, $p>.05$] ve kimya dersine yönelik düşünce [$t_{(29)}= 0.000$, $p>.05$] alt faktörlerinde ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin kimya dersinde benzetim kullanımlarına yönelik düşüncelerinin ise [$t_{(29)}= -3.612$, $p<.05$] son test tutum puanı lehine anlamlı biçimde arttığı görülmektedir.

KG-II öğrencilerine ait KİDEYTUT ön ve son testten aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. KG-II grubu öğrencilerinin ön ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

<i>Ölçüm (KİDEYTUT)</i>	<i>N</i>	\bar{X}	<i>S</i>	<i>Sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Tutum_Ön_Test	30	50,2667	4,98918	29	-2,963	,006
Tutum_Son_Test	30	52,9000	5,01962			

Tablo 34'de verilen analiz sonuçları incelendiğinde KG-II grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında [$t_{(29)}= -2.963$, $p<.05$], anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Oluşan bu farklılığın hangi alt faktör bazında oluştuğunu tespit etmek için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 35 ile sunulmuştur.

Tablo 35. KG-II grubu öğrencilerinin alt faktör tutum puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (KİDEYTUT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
I.Faktör_Ön_Test	30	20,9000	3,06650	29	-2.607	0.014
I.Faktör_Son_Test	30	22,7333	3,63824			
II.Faktör_Ön_Test	30	10,6667	1,47001		.965	.342
II.Faktör_Son_Test	30	10,2333	1,75545			
III. Faktör_Ön_Test	30	13,0000	1,55364		-2.281	.030
III.Faktör_Son_Test	30	13,8333	1,66264			
IV.Faktor_Ön_Test	30	5,7000	1,82228		-1.197	.241
IV.Faktor_Son_Test	30	6,1000	1,34805			

Tablo 35 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde, KG-II grubu öğrencilerinin kimya laboratuvarına yönelik ilgi [$t_{(29)} = .965$, $p > .05$] ve kimya dersinde benzetim kullanımlarına yönelik düşünce [$t_{(29)} = -2.281$, $p > .05$] alt faktörlerinde ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı, kimya dersine yönelik ilgi [$t_{(29)} = -2.607$, $p < .05$] ve kimya dersine yönelik düşünce [$t_{(29)} = -2.281$, $p < .05$] alt faktörlerinde son test lehine anlamlı biçimde artış olduğu tespit edilmiştir.

DG öğrencilerine ait KİDEYTUT ön ve son testlerden aldıkları puanların ilişkili t-testi sonuçları Tablo 36 'da verilmiştir.

Tablo 36. DG Öğrencilerinin KİDEYTUT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (KİDEYTUT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Tutum_Ön_Test	30	52,3000	8,28022	29	-2,864	.008
Tutum_Son_Test	30	57,9000	7,07765			

Tablo 36'da verilen analiz sonuçları incelendiğinde DG öğrencilerinin kimya dersine yönelik ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında son test lehine [$t_{(29)} = -2,864$, $p < .05$], anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın hangi alt boyutlarda olduğuna dair bilgiyi elde etmek için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. DG öğrencilerinin tutum alt faktör puanlarının ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (KİDEYTUT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
I.Faktör_Ön_Test	30	23,4000	5,58076	29	-3,671	.001
I.Faktör_Son_Test	30	27,7667	5,02877			
II.Faktör_Ön_Test	30	9,9333	1,92861		.153	.880
II.Faktör_Son_Test	30	9,8667	2,33021			
III. Faktör_Ön_Test	30	12,8333	3,02955		-2,640	,013
III.Faktör_Son_Test	30	14,4667	1,35782			
IV.Faktor_On_Test	30	6,1333	1,56983		,910	,370
IV.Faktor_Son_Test	30	5,8000	1,51771			

Tablo 37 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde, DG öğrencilerinin kimya laboratuvarına yönelik ilgi [$t_{(29)} = .153$, $p > .05$] ve kimya dersinde benzetim kullanımlarına yönelik düşünce [$t_{(29)} = .910$, $p > .05$] alt faktörlerinde ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı, kimya dersine yönelik ilgi [$t_{(29)} = -3.671$, $p < .05$], ve kimya dersine yönelik düşünce [$t_{(29)} = -2,640$, $p < .05$] alt faktörlerinden aldıkları son test tutum puanları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.

3.3. LAGTAT'tan Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında çalışmaya katılan kontrol grubu I (KG-I), kontrol grubu II (KG-II) ve deney grubu (DG) öğrencilerinin LAGTAT'a verdikleri cevapların ön ve son test puanları arasında yapılan grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar sunulmuştur. Grup içi karşılaştırmalar ilişkili t-testi, gruplar arası karşılaştırmalar ise ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi (One-Way Varyans analizi) kullanılarak yapılmış ve analiz sonuçları tablolar halinde sunulmuştur.

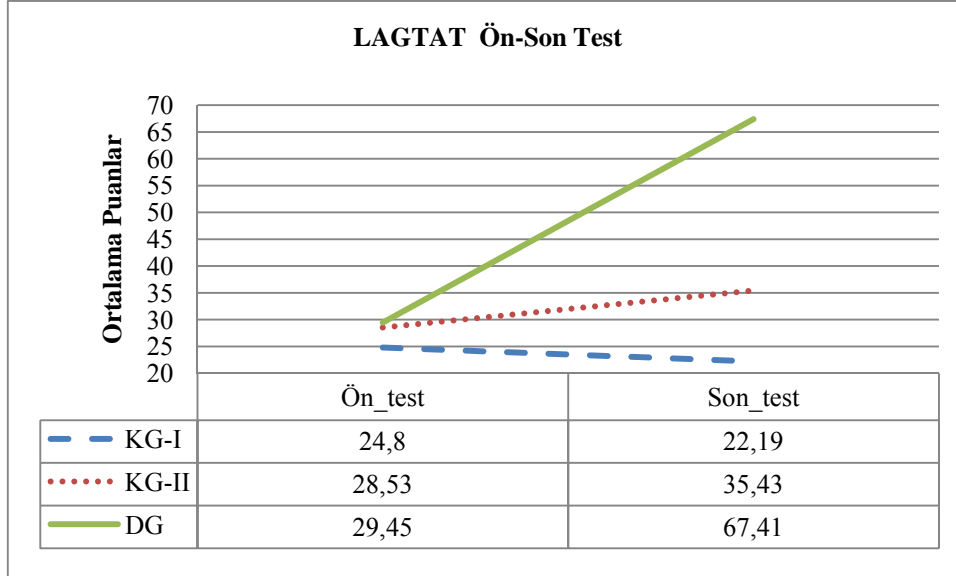
Kontrol ve deney grubu öğrencileri arasında “laboratuvar araç-gereçlerini tanıma” başarıları açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan LAGTAT'tan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin aldıkları puanlar Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT ön ve son testlerden aldıkları puanlar

<i>LAGTAT</i> <i>Öğrenci</i> <i>Sayısı</i>	<i>ÖN TEST</i>			<i>SON TEST</i>		
	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>	<i>KG-I</i>	<i>KG-II</i>	<i>DG</i>
1	20,24	30,95	13,09	38,13	16,67	51,19
2	14,29	38,09	13,09	22,67	44,05	75,00
3	15,48	26,19	17,85	16,67	23,81	66,67
4	7,14	33,33	20,24	13,09	22,61	71,43
5	8,33	34,52	30,95	13,09	39,28	67,85
6	23,81	22,61	36,91	23,81	36,91	41,67
7	33,33	22,61	30,95	21,47	32,15	69,05
8	25,00	23,81	32,15	17,87	40,48	72,61
9	16,67	17,85	32,15	14,27	13,09	50,00
10	25,00	32,15	27,39	22,67	60,72	58,33
11	20,24	39,28	44,05	30,93	60,72	79,76
12	30,95	38,09	52,39	25,07	45,24	71,43
13	46,43	20,24	30,95	20,27	42,85	60,72
14	27,38	39,28	50,00	25,07	41,67	84,52
15	32,14	19,05	34,52	39,27	32,15	83,33
16	21,43	23,81	35,72	21,43	22,61	88,09
17	36,90	23,81	32,15	14,27	35,72	51,19
18	8,33	22,61	32,15	36,90	42,85	67,85
19	21,43	34,52	30,95	15,48	39,28	78,57
20	29,76	25,00	28,57	16,67	21,43	52,39
21	19,05	48,81	25,00	16,67	15,48	71,43
22	39,29	17,85	30,95	25,07	30,95	52,39
23	35,71	29,76	25,00	22,67	16,67	88,09
24	27,38	29,76	30,95	21,47	52,39	50,00
25	40,48	28,57	32,15	36,93	41,67	80,95
26	25,00	32,15	35,72	26,13	34,52	48,81
27	30,95	25,00	11,91	19,05	44,05	76,19
28	19,05	19,05	11,89	15,48	48,81	66,67
29	21,43	22,61	25,00	16,67	30,95	79,76
30	21,43	34,52	28,63	16,67	33,33	66,59
Ortalama	24,80	28,53	29,45	22,19	35,44	67,42

Tablo 38 incelendiğinde öğrencilerin ön test puanlarının hemen hemen aynı düzeyde olduğu ancak son testte puanlar arasında farklılaşmanın arttığı görülmektedir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerin “Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma” testinden aldıkları puanlardaki değişim Şekil 25 ile gösterilmiştir.



Şekil 25. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin LAGTAT puanlarındaki değişim

Şekil 25 incelendiğinde KG-I grubu öğrencilerinin ön (24.8) ve son (22.19) testlerden aldıkları puanların yaklaşık aynı düzeyde kaldığı görülmektedir. KG-I öğrencilerine ait LAGTAT ön-son test puanları arasında bir anlamlılık olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 39. KG-I öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (LAGTAT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	24,80	9,65	29	1,29	,20
Son_Test	30	22,19	7,58			

Tablo 39 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde KG-I öğrencilerinin laboratuvar araç-gereçleri tanıma testinden aldıkları ön-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık [$t_{(29)} = 1,299$, $p > .05$] olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin uygulama öncesi laboratuvar araç-gereçleri kullanma puanları $\bar{X} = 24,80$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında bu puanının $\bar{X} = 22,19$ 'a düştüğü ve bu azalmanın anlamlı olmadığı görülmüştür. Analiz sonuçları KG-I grubu öğrencilerinin kimyasal değişimler ünitesi süresince yaptıkları etkinliklerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımlarına bir etkide bulunmadığını göstermektedir.

KG-II öğrencilerine ait LAGTAT ön-son test puanları arasında bir anlamlılık olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 40 ile verilmiştir.

Tablo 40. KG-II öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (LAGTAT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	28,53	7,66	29	-2,71	,01
Son_Test	30	35,43	12,54			

Tablo 40'ta verilen analiz sonuçları çalışmaya katılan KG-II öğrencilerinin ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık [$t(29) = -2.71$, $p < .05$] olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin uygulama öncesi LAGTAT'tan aldıkları ortalama puan $\bar{X} = 28,53$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında bu puan $\bar{X} = 35,43$ 'e çıkmıştır. Analiz sonuçları KG-II grubu öğrencilerinin kimyasal değişimler ünitesi süresince yaptıkları etkinliklerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımlamalarına olumlu etki ettiğini göstermektedir.

DG öğrencilerine ait LAGTAT ön test ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. DG öğrencilerinin LAGTAT ön-son test puanları ilişkili t-testi sonuçları

Ölçüm (LAGTAT)	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön_Test	30	29,45	9,839	29	-13.21	0.00
Son_Test	30	67,41	13,063			

Tablo 41 ile verilen analiz sonuçları, çalışmaya katılan DG öğrencilerinin ön-son testlerden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık [$t(29) = 12,134$, $p < .05$] olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin uygulama öncesi laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testinden aldıkları puan ortalaması $\bar{X} = 29,45$ iken, kimyasal değişimler ünitesi sonrasında $\bar{X} = 67,41$ 'e çıkmıştır. Analiz sonuçları DG öğrencilerinin kimyasal değişimler ünitesi süresince yaptıkları etkinliklerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımlamalarına olumlu etki ettiğini göstermektedir.

Çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT ön test puanları açısından karşılaştırmak için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT ön test puanlarının varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	363,20	2	181,60	2,19	0,11		0,047
Gruplar içi	7213,76	87	82,91			-	
Toplam	7576,97	89					

Tablo 42 ile verilen analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin, uygulama öncesinde yapılan LAGTAT’a verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir farkın [$F_{(2-87)}=2.19$, $p>.05$] olmadığı görülmektedir. Kimyasal değişimler ünitesi öncesinde KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin laboratuvar araç-gereçlerini tanıma başarılarının aynı seviyede olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT son test puanları açısından karşılaştırmak için yapılan ilişkili t-testi sonuçları Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin LAGTAT son test puanlarının varyans analizi sonuçları

<i>Varyansın Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Sd</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Anlamlı Fark</i>	<i>Etki Değeri</i>
Gruplar arası	33799,523	2	16899,762	135,56	.000	DG-KG-I (p=.00) DG-KG-II (p=.00) KG-II-KG-I (p=.00)	0,757
Gruplar içi	10845,908	87	124,666				
Toplam	44645,431	89					

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin, kimyasal değişimler ünitesi tamamlandığında Tablo 48 ile verilen son analiz sonuçları incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir farkın olduğu [$F_{(2-87)}=135.56$, $p<.05$] görülmektedir. LAGTAT başarıları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin ($\bar{X}=67.41$), KG-I ($\bar{X}=22.19$) ve KG-II ($\bar{X}=35.43$); KG-II ($\bar{X}=35.43$) öğrencilerinin ise, KG-I ($\bar{X}=22.19$) öğrencilerinden daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

3.4. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneyleerin Öğrenme-Öğretim Süreçlerine Etkisine Dair Elde Edilen Bulgular

SKL yazılımı kullanılarak yapılan laboratuvar uygulamaları ile gerçek laboratuvar ortamında gerçekleşen uygulama süreci ortamın yapılandırıcılığa uygunluğu ve deney sürecinin anlaşılabilirliği boyutlarında öğretim felsefesi belirleme anketi, deney raporları, gözlem formları, öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar ile değerlendirilmiş elde edilen bulgular bu bölümde ayrıntıları ile verilmiştir.

3.4.1. Öğretim Felsefesi Anketinden Elde Edilen Bulgular

Geliştirilen SKL yazılımının kullanıldığı dersler sırasında oluşan öğrenme ortamının yapılandırıcı yaklaşıma uygun olup olmadığı, uygulama sürecinin gözlenmesi ve kontrol gruplarında oluşan öğrenme ortamlarıyla karşılaştırılması suretiyle değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda “kimyasal değişimler” ünitesi boyunca C ve D öğretmenlerinin kontrol ve deney gruplarıyla gerçekleştirdikleri her ders gözlenmiştir. Gözlemlerden elde edilen veriler “öğretim felsefesi belirleme anketi ile öğretmenlerin sahip oldukları felsefenin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu verilerden edilen bulgular ve öğretmenlerle gerçekleştirilen informal (yapılandırıcı yaklaşıma yönelik düşünceleri ve bu yaklaşımı sürece nasıl entegre ettiklerine dair) mülakatlar doğrultusunda öğretmenler hakkında karara varılmış ve sahip oldukları öğretim felsefeleri belirlenmiştir. Öğretim felsefesi anketi öğrenme sürecinin sınıf ve laboratuvar ortamında gerçekleştirilmesine göre her öğrenci grubu için iki ayrı form doldurulmuştur. Bu gözlemler sonucunda elde edilen bulgular Tablo 44’te verilmiştir.

Tablo 44. Öğretmenlerin laboratuvar ve sınıf ortamına yansıttıkları öğretim felsefeleri

Öğretmen	Ortam/Öğretim Felsefesi		
	Laboratuvar	Sınıf	Ortalama Puan
Öğretmen C (KG-I)	46 (GY)	38.5 (G)	42.2(GY)
Öğretmen D (KG-II)	46 (GY)	76 (YY)	61 (YY)
Öğretmen D (DG)	93.6 (Y)	69.3 (YY)	81.5 (Y)
En düşük-En yüksek puan	24-96 (G-Y)		

Tablo 44'te verilen puanlar öğretmenlerin, yapılandırmacı felsefeye yakınlıklarını belirtmektedir. Buna göre en yüksek puanı alan öğretmen, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına en yakın öğretmen olarak ifade edilmektedir. Anket verilerinden elde edilen puanlara göre öğretmenler dört kategoride sınıflandırılmışlardır. Bu doğrultuda puanlara karşılık gelen kategoriler aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

24-41 arası puan alan öğretmenler “geleneksel”,

42-59 arası puan alan öğretmenler “geleneksele yakın”,

60-77 arası puan alan öğretmenler “yapılandırmacıya yakın”

78-96 arası puan alan öğretmenler “yapılandırmacı” olarak sınıflandırılmışlardır.

Buna göre C öğretmenin “geleneksele yakın” bakış açısına sahip olduğu görülmektedir. D öğretmenin ise KG-II grubu ile gerçekleştirdiği derslerde “yapılandırmacıya yakın”, DG öğrencileriyle gerçekleştirdiği derslerde “yapılandırmacı” bakış açısına sahip olduğu görülmektedir. D öğretmenin iki öğrenci grubu ile gerçekleştirdiği derslerdeki bu farklılığın nedeni araştırıldığında, her iki grupla gerçekleştirilen derslerin sınıf boyutunun “yapılandırmacıya yakın” olduğu farklılığın laboratuvar çalışmalarında ortaya çıktığı görülmektedir. D öğretmeni KG-II grubuyla gerçekleştirdiği derslerin laboratuvar saatlerinde “geleneksele yakın”, DG öğrencileriyle gerçekleştirdiği derslerin “laboratuvar” saatlerinde “yapılandırmacı” bakış açısıyla dersleri işlediği görülmektedir. Bu fark ise ders süresi/gerçekleştirilen deney oranı ile ilişkilendirilebilir. Çünkü D öğretmeni KG-II öğrencileri ile gerçekleştirdiği deneylerde, deney düzeneğini hazırlama ve öğrencileri deney yapmak için hazır duruma getirmek için dersin büyük bölümünü kullanmaktadır. Deney grupları en az 4-5 kişiden oluşmaktadır. Bu nedenle D öğretmeni bu sınıfta deney yaparken çoğunlukla gösteri deneyi yapmayı tercih etmektedir. Öğrenciler bu süreçte yalnızca öğretmenleri tarafından kendilerine belirtilen deney adımlarını gerçekleştirmekte, süreci sorgulayamamaktadırlar. Oysa DG öğrencileri SKL yazılımını bilgi teknolojileri sınıfına giderek kullanmakta ve her bilgisayar başına 2 ya da 3 öğrenci düşmektedir. Öğrenciler deney için gerekli araç-gereçleri kendileri seçmekte ve deney düzeneğini bizzat öğrenciler kurmaktadır. Bu süreçte deneyin gerçekleştirilmesi öğrenciler tarafından yapılmaktadır. Öğretmen D'nin, DG'da rehber rolünü üstlendiği görülmektedir.

3.4.2. Deney Raporlarından Elde Edilen Bulgular

Kimyasal değişimler ünitesi boyunca, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin “çözünme-çökme tepkimeleri” ve “asit-baz titrasyonu” deneyleri ile ilgili olarak hazırladıkları deney raporlarına ilişkin bulgular Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Çökme-çözünme tepkimeleri” ve “asit-baz titrasyonu” deneylerine ait kontrol ve deney gruplarının hazırlamış oldukları deney raporlarına ilişkin bilgiler

<i>Değerlendirme Boyutları</i>	<i>KG-I</i>			<i>KG-II</i>			<i>DG</i>		
	<i>ÇÇT</i>	<i>ABT</i>	<i>Ort.</i>	<i>ÇÇT</i>	<i>ABT</i>	<i>Ort.</i>	<i>ÇÇT</i>	<i>ABT</i>	<i>Ort.</i>
Öğrenci sayısı	6-7	6-7	6-7	4-5	4-5	4-5	2-3	2-3	2-3
Deney raporu hazırlama oranı	%40	%46	%43	%90	%70	%80	%100	%100	%100
Kazanım	2.1	3.5	2.8	4.5	4.3	4.4	4.8	4.7	4.8
Deney malzemeleri	2.1	2.1	2.1	4.9	5	5	4.6	5	4.8
Deneyin yapılışı	0	3.5	1.8	4.9	4.9	4.9	4.5	4.8	4.7
Sonuç	4.4	3.5	4	4.8	4	4.4	4.4	4.5	4.5
Toplam puan ortalaması	2.2	3.2	2.7	4.8	4.6	4.7	4.6	4.7	4.7

ÇÇT: Çökme-çözünme tepkimeleri, ABT:Asit-baz tepkimeleri, Ort: Ortalama puan

Tablo 45 incelendiğinde KG-I grubunda gerçekleştirilen deneylerde öğrencilerin en kalabalık grupları oluşturdukları görülmektedir. KG-I’de her grupta altı ya da yedi öğrenci bulunduğu görülmektedir. Buna karşılık KG-II’de grup üyeleri dört ya da beş, DG’de ise iki ya da üç kişiden oluşmuştur. Öğrencilerin deney raporu hazırlama oranlarına bakıldığında ise KG-I öğrencilerinin %43’ünün deney raporu hazırladığı görülmektedir. Bu oran KG-II’de %80, DG’de ise %100’dür. Yapılan deneye dair elde edilen kazanımı ifade etme boyutunda DG (4.8) ve KG-II (4.4) öğrencilerinin “tam” doğru kategorisinde ifade ettikleri buna karşılık, KG-I (2.8) öğrencilerinin ifadelerinin ise “eksik ve/veya karıştırılmış” bilgiler kategorisine karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen deneylerde kullanılan araç-gereçlerin neler olduğunu KG-II (5), ve DG (4.8) öğrencilerin “tam doğru” kategorisinde ifade etmelerine karşılık KG-I (2.1) öğrencilerinin deney araç-gereçlerini “yanlış” kategorisinde ifade ettikleri görülmektedir.

Deneyin hangi adımlarda gerçekleştiğine dair “tam doğru” bilgileri KG-II (4.9) ve DG(4.7) grupları verirken KG-I (1.8) grubunun vermiş olduğu bilgilerin “yanlış” kategorisinde olduğu görülmektedir.

Deneyin sonucuna ait bulgular KG-I (4) grubunda “kısmen doğru” verilirken, KG-II (4.4) ve DG (4.5) gruplarında “tam doğru” kategorisinde verilmiştir.

Genel puanlara bakıldığında KG-II (4.7) ve DG (4.7) grubu öğrencilerin deney raporu hazırlama başarılarının aynı düzeyde olduğu ve yaptıkları deneylerin sonunda hazırladıkları raporların “tam doğru”, KG-I (2.7) grubu öğrencilerinin ise daha düşük bir başarı gösterdikleri ve deney raporlarının “eksikleri var/karıştırmış” kategorisine dahil olduğu görülmektedir.

3.4.3. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Kimyasal değişimler ünitesi boyunca yapılması önerilen deneyler deney grubunda “sanal kimya laboratuvarı”, kontrol gruplarında ise “gerçek kimya laboratuvarı” ortamında yapılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmamış gözlemlere ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

Sanal ve gerçek laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen deneylerin değerlendirilmesi amacıyla kontrol ve deney gruplarının deney süreçleri gözlenmiş ve “laboratuvar gözlem formu” kullanılarak oluşan ortam birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar gözlem formu, “deneye hazırlık”, deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “ortam” boyutlarından oluşmaktadır. Bu kriterler doğrultusunda “kimyasal değişimler” ünitesi boyunca C ve D öğretmenlerinin kontrol ve deney gruplarıyla gerçekleştirdikleri deneyler ve deney sürecinde yaşananlar kayıt altına alınmıştır. Gözlemlerden elde edilen veriler laboratuvar sürecinin hangi grupta daha etkili gerçekleştiğinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Ancak deney grubu “kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan bütün deneyleri eksiksiz şekilde gerçekleştirmelerine karşılık KG-I grubu iki, KG-II grubu beş deneyi tamamlayabilmişlerdir. Bu nedenle laboratuvar gözlem formu tüm grupların ortak olarak yaptığı iki deney (çözünme-çökelme tepkimeleri ve asit-baz titrasyonu) üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Bu iki deney için “deneye hazırlık”, deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “ortam” boyutlarında gözlem formları ayrı olarak hazırlanmış ve elde edilen puanların ortalamaları alınmıştır. Puanlamalar yapılırken Sayfa 111, Tablo 18 ‘de belirtilen kategoriler ve puanlamalar kullanılmıştır. Laboratuvar sürecinin gözlemine yönelik bulgular Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının gözlemlerine ait bulgular

<i>Deney Adı</i>	<i>Öğrenci Grubu</i>	<i>Deneye Hazırlık</i>	<i>Deney Süreci</i>	<i>Öğrenci Motivasyonu</i>	<i>Süreçte Ortam</i>	<i>Toplam Puan</i>	<i>Laboratuvar Ortamı</i>
ÇÇT	KG-I	10	43	48	9	110	(kısmen yeterli)
ABT		7	35	48	12	102	
KG-I Ortalama		8.5 (yetersiz)	39 (yetersiz)	48 (ideal)	10.5 (yetersiz)	106	
ÇÇT	KG-II	7	41	41	10	99	(kısmen yeterli)
ABT	KG-II	6	42	48	11	107	
KG-II Ortalama	6.5 (çok yetersiz)	41.5 (yetersiz)	44.5 (ideal)	10.5 (yetersiz)	103		
ÇÇT	DG	19	70	46	25	160	(ideal)
ABT	DG	20	69	41	25	155	
DG Ortalama	19.5 (ideal)	69.5 (ideal)	43.5 (ideal)	25 (ideal)	157.5		
En Düşük-En Yüksek Puan		4-20	14-70	10-50	5-25	33-165	

ÇÇT: Çözünme-çökelme tepkimeleri, ABT: Asit-baz titrasyonu

Tablo 46’da verilen bulgular doğrultusunda kontrol ve deney gruplarının laboratuvar uygulamaları değerlendirildiğinde; kontrol gruplarının her ikisinin de genel gözlem puanlarının aynı olduğu ve “kısmen yeterli” bir ortamda deneylerin gerçekleştiği, deney grubunda ise şartların “ideal” seviyede olduğu görülmektedir. Ancak gözlem bulguları alt başlıklar dahilinde incelendiğinde;

KG-I grubundaki laboratuvar uygulamalarının “deneye hazırlık”, “deney süreci” ve “deney sürecinde ortam” boyutlarında “yetersiz” düzeyde kaldığı, yalnızca “öğrenci motivasyonu” boyutunda ideal seviyeye ulaşıldığı görülmektedir. Bu grupta yapılan gözlemlerde deney malzemelerinin “yetersiz” düzeyde olduğu için deney malzemelerinin öğretmen tarafından hazırlandığı ve deneyin işlem adımlarının sıralı gerçekleştirilemediği gözlenmiştir. Bunun yanı sıra D öğretmenin, asit-baz titrasyonu deneyi sırasında her bir öğrenci grubuna birer erlen bir de magnezyum şerit parçası vererek deney yapılırken farklı bir deneye geçiş yaptığı gözlenmiştir. Öğretmen D, bu davranışını “hazır laboratuvardayken bunu da görmenizi istedim” biçiminde öğrencilere açıklamıştır. Bu süreçte öğrencilerin titrasyon deneyinden koştukları ve bu arada deney malzemelerinin bir bölümünün öğrenciler tarafından yanlış kullanıldığı için eksildiği ve titrasyon deneyine başlamak için hazır olmadıkları da gözlem bulguları arasındadır. Ayrıca öğretmen bu deneyi daha önce denemediği için malzemelerin ne durumda olduğunu bilmediğini belirtmiştir. Bu ifade asit ve baz çözeltilerinin turnusol kağıdı ile ayrılması sırasında

yapılan gözlemlerle desteklenmiştir. Deney sırasında kullanılan asit ve bazın ağzı açık kaldığı için deney birkaç denemenin ardından tamamlanabilmiştir. Bu süreçte öğrencilerin ilgileri üst düzeyde olmasına karşılık dersle ilgili ya da ilgisiz pek çok konuda fikir beyan etmişlerdir. Bu nedenle laboratuvarında öğretmenin sesi duyulamaz hale gelmiş ve öğretmenleri tarafından sürekli olarak uyarılmışlardır. Hatta çökme-çözünme deneyinde öğrencilerden bir kaçının “öğretmenim soru sorabilir miyim?” şeklindeki yardım taleplerine öğretmen “hayır” cevabı vermiştir. Öğrenciler yardım alamadıkları için çözeltileri birbirlerine karıştırdıkları deney tüplerini kullanmadıkları bu nedenle deneyin amacına uygun hareket etmedikleri gözlenmiştir. Öğrenciler süreci bir deney yapmaktan ziyade “sizin grup yaptığı karışımı bizim karışıma döksün bakalım ne renk çıkacak” şeklinde oyun haline çevirmişlerdir.

KG-II grubundaki laboratuvar uygulamalarının “deneye hazırlık” boyutunda çok yetersiz, “deney sürecinde ortam” ve “deney süreci” boyutunda yetersiz, “öğrenci motivasyonu” boyutunda ise ideal seviyede gerçekleştiği görülmektedir. KG-II grubunda yapılan gözlemler sırasında öğretmenin deney düzeneğini önceden kontrol etmediği için bir takım olumsuzlukların yaşandığı gözlenmiştir. Asit-baz titrasyonu deneyini öğretmen gösteri şeklinde gerçekleştirebileceğini belirtmiştir. Bunun sebebini “*aslında bu deneyde musluklu büret kullanılması gerekir ancak musluklu büretlerin tümünün muslukları çalışmaz halde. Bu nedenle musluksuz büretin uç kısmına sonradan bir musluk monte ettim. Bunun kullanımı oldukça zor ancak deneyi ben yaparsam bu problemi halledebiliriz*” şeklinde açıklamıştır. Deney düzeneğini kuran öğretmen bu kez asit üzerine bazı yavaşça ilave etmiştir. Öğrencilerin bu sırada öğretmenlerini büyük bir dikkatle takip ettikleri gözlenmiştir. Ancak titrasyon işlemi sırasında öğretmen, bazın tamamını asit üzerine ilave etmesine rağmen renk değişiminin gözlenememesi öğrenciler arasında “deneyin yanlış yapıldığı” şeklinde bir sonuç doğurmuştur. Öğretmen bu durumun açıklamasını “*deneyde kullandığımız NaOH, laboratuvar şartlarının uygun olmaması sebebiyle derişimi bizim hesapladığımız gibi olmadı. O nedenle bu deneyi tekrarlayacağım*” şeklinde yapmıştır. Benzer durum çözünme-çökme deneyinde de tekrarlanmıştır. Öğretmenin bu durumda tüm çözeltileri dökerek yeniden deney düzeneğini hazırladığı ancak öğrencilerin bu süreçte deneyden ve dersten uzaklaştıkları gözlenmiştir. Düzeneğin yeniden kurulması ile öğrenciler süreci gözleme imkânı bulmuşlardır. Hatta bu süreçte öğrenciler deneye bir şekilde dahil olmak için birbirleriyle yarışmıştır.

DG öğrencilerinin ise laboratuvar uygulamalarının “deneye hazırlık”, deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “ortam” boyutlarında ideal seviyede olduğu görülmektedir. Yapılan gözlemlerde öğrencilerin deney için gerekli araç-gereçleri kendilerinin seçtiği, bu işlem için zaman kaybı yaşamadıkları gözlenmiştir. Hatta DG öğrencilerinin asit-baz titrasyonu deneyini bir kaç defa yapıp, günlük hayatla ilişkilendir bölümünü izledikten sonra “bakırın gümüş kaplanması” deneyini birden çok kez gerçekleştirdikleri gözlenmiştir. Öğrencilerden bazıları bu süreçte meydana gelen değişimleri not almaya çalışırken, diğer bir bölümünün de deney esnasında son ekran görüntülerini (print screen komutu ile) kopyalamaya çalışmışlardır. Sanal laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneyler esnasında öğrenciler bireysel hızları ölçüsünde ilerledikleri ve gruplar kendi aralarında bağımsız çalıştıkları için laboratuvar ortamında bir kargaşa ve gürültü gözlenmemiştir. Deneyi bitiren öğrencilerin yazılımın ilgili diğer bölümlerini araştırdıkları, bazı grupların kulaklık isteyerek sanal TV ve günlük hayatla ilişkilendir bölümlerini sesli olarak izlemek istedikleri bazılarının ise daha önce yaptıkları deneylerde anlamadıkları ve ya tekrar etmek istedikleri bölümleri grup arkadaşları ile tartıştıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin sanal laboratuvar uygulamaları sırasında zaman zaman ilgilerinin dağıldığı ve oyun oynamalarına izin verilmediği için serzenişte buldukları da sık olmamakla birlikte gözlenen durumlardandır. Çökme-çözünme deneyinde kontrol gruplarından daha fazla kombinasyonu bir araya getirme imkânı bulan öğrencilerin büyük kısmının tüm farklı durumları deneyip sonucu matrislerle özetledikleri görülmüştür. Bu durumu temsil eden örnek deney raporu görüntüsü Şekil 26’da verilmiştir.

Reaksiyon	AgNO ₃	Pb(NO ₃) ₂	NaOH	KI	K ₂ CrO ₄	FeCl ₂
AgNO ₃	—	X	√	√	√	√
Pb(NO ₃) ₂	X	—	√	√	√	√
NaOH	√	√	—	X	X	√
KI	√	√	X	—	X	X
K ₂ CrO ₄	√	√	X	X	—	X
FeCl ₂	√	√	√	X	X	—

* FeCl₂ · 4H₂O (aq) * KI (aq)
 * Pb(NO₃)₂ (aq) * AgNO₃ (aq)
 * K₂CrO₄ (aq) * Beher (6 adet)
 * NaOH (aq) * Baged

FeCl₂ · 4H₂O, Pb(NO₃)₂, K₂CrO₄, NaOH, KI
 AgNO₃, Beher, Baped

Pb(NO₃)₂ + AgNO₃ → Çözünme
 NaOH + AgNO₃ → Çökme (AgOH)
 KI + AgNO₃ → Çökme (AgI)
 K₂CrO₄ + 2AgNO₃ → Çökme (Ag₂CrO₄)
 FeCl₂ · 4H₂O + 2AgNO₃ → Çökme (AgCl)
 Pb(NO₃)₂ + 2NaOH → Çökme (Pb(OH)₂)
 Pb(NO₃)₂ + 2KI → (PbI₂) Çökme
 Pb(NO₃)₂ + K₂CrO₄ → Çökme (PbCrO₄)
 FeCl₂ · 4H₂O + Pb(NO₃)₂ → Çökme (PbCl₂)
 NaOH + KI → Çözünme
 K₂CrO₄ + 2NaOH → Çözünme
 FeCl₂ · 4H₂O + 2NaOH → Çökme (Fe(OH)₂)
 K₂CrO₄ + KI → Çözünme
 FeCl₂ · 4H₂O + 2KI → Çözünme
 FeCl₂ · 4H₂O + K₂CrO₄ → Çözünme

- Çökme tepkimelerinde çöken madde oluşur.
 - Çöken madde katıdır.
 - AgNO₃ ve Pb(NO₃)₂ reaksiyona girdiği bileşikteki herhangi bir iyonla çözer. Yani çözücüdür.

içinde çözümlenmiş metal olan karışımlarda çökme gözlemlendi.

Şekil 26. DG öğrencilerinden birine ait çökme-çözünme deneyine ait deney rapor örneği

Kontrol ve deney gruplarında laboratuvar uygulamalarında gerçekleştirilen işlem adımları ve bu işlemlere ayrılan süre Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. Kontrol ve deney grupları laboratuvar uygulamalarında gerçekleştirilen işlem adımları ve bu işlemlere ayrılan süreler

İşlem adımları	KG-I			KG-II			DG		
	D1	D2	Ort. (dk)	D1	D2	Ort.(dk)	D1	D2	Ort.(dk)
Laboratuvar'a yerleşme	5	10	7.5	10	10	10	5	3	4
Deney düzeneğini hazırlama	10	15*	12.5	10	15*	12.5	1	1	1
Deneyi gerçekleştirme	20	15	17.5	20	10	15	20**	25**	22.5**
Deney sonucunu tartışma	5	-	2.5	-	5	2.5	10	10	10
Toplam			40			40			40

D1: Çözünme-çökme tepkimeleri, D2: Asit-baz titrasyonu, *: Deney tekrar gerçekleştirilmek zorunda kaldı, **:Günlük hayatla ilişkilendir ve sanal TV bölümleri izlendi

Tablo 47 incelendiğinde laboratuvara yerleşme ve deney düzeneğini hazırlama için KG-I ve KG-II öğrencilerinin ortalama 12.5 dakika harcadıkları ve bu süre içinde de yaptıkları deneyde kullandıkları bazı malzemelerin özelliklerinin bozulmuş olmasından kaynaklanan sıkıntılarla deney yanlış sonuçlandırdığı için deney düzeneğinin yeniden

hazırlanmak zorunda kaldığı görülmektedir. Buna karşılık DG öğrencilerinin bu işlemler için ayırdığı ortalama süre yalnızca 5 dakikadır. Deneyi gerçekleştirmek için KG-I öğrencilerinin 17.5, KG-II öğrencilerinin 15, DG öğrencilerinin ise 22.5 dakika süre ayırdıkları görülmektedir. DG öğrencilerinin, kontrol gruplarından farklı olarak bu sürede deneyleri birden fazla kez tekrar ettikleri, sanal TV ve günlük hayatla ilişkilendir bölümlerini de izleme fırsatı buldukları da çalışmanın bulgularındandır. Gruplar arasındaki bir diğer farklılık ise sonucunu tartışmak için ayrılan sürelerde görülmüştür. KG-I ve KG-II öğrencilerinin deneyi gerçekleştirdikten sonra tartışma yapmaya bazı deneylerde hiç zaman ayırmadıkları görülürken ortalama olarak 2.5 dakika boyunca yaptıkları deneyi grupların kendi içinde tartıştığı gözlenmiştir. Buna karşılık DG öğrencilerinin, yaptıkları deneyin sonucunu gerek gruplar arasında gerekse grup içinde tartıştıkları ve bunun için 10 dakika zaman ayırdıkları gözlenmiştir.

3.4.4. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde sanal ve gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilen uygulamalar hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olabilmek amacıyla kontrol ve deney grubu öğrencileri ve deney grubunun öğretmeni ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

3.4.4.1. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Laboratuvar Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Yapılan Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde kontrol ve deney grubu öğrencilerine kimyasal değişimler ünitesi boyunca gerçekleştirmiş oldukları laboratuvar etkinliklerini değerlendirmelerine yönelik yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular sunulmuştur. Mülakatlar sırasında kontrol ve deney grubu öğrencilerine ortak sorular yöneltilmiştir. Yalnız kontrol grupları ile gerçekleştirilen mülakatlarda öğrencilere yöneltilen “laboratuvar” ile ilgili sorularda “gerçek kimya laboratuvarı”, deney gruplarına yöneltilen “laboratuvar “ile ilgili sorularda ise “sanal kimya laboratuvarı yazılımı” kastedilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere yöneltilen ilk soru liseye başladıkları günden “kimyasal değişimler” ünitesine kadar geçen sürede

kimya laboratuvarına kaç defa gittikleri sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 48’de sunulmuştur.

Tablo 48. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin kimya laboratuvarını kullanma sıklıkları

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
1-2 defa	Hatırlayamıyorum ama en fazla 2 kez (K1-M1)/ 1 kere gittik ama ne yaptık hatırlamıyorum (K1-M3).	%50 (4)	-	-
Hiç gitmedik	Hiç gitmedik. Çünkü deney yapılabilecek bir konu yoktu. Bir deneye ihtiyacımız yoktu. Kimyanın asıl deney kısmı kimyasal değişimlerdi (K1-M8).	%50 (4)	%100 (8)	%100 (8)

Tablo 48 incelendiğinde KG-II ve DG öğrencilerinin dönem boyunca hiç uygulama yapmadıkları KG-I öğrencilerinin ise bu konuda tam bir fikir birliğinde olmamakla birlikte en fazla bir ya da iki deney için laboratuvara gittikleri görülmektedir. Bundan sonraki sorularda öğrencilere, kimyasal değişimler ünitesi boyunca yaptıkları laboratuvar uygulamalarını göz önüne alarak sorulan sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Öğrencilere laboratuvar uygulamalarında bizzat deneyleri yapma fırsatı bulup bulamadıkları sorulmuş, öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 49’da sunulmuştur.

Tablo 49. Öğrencilerin laboratuvar uygulamalarına katılma durumları

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Evet, Katılabiliriz	Evet sıra geliyor yapabiliyoruz (K2-M3). / Önce öğretmen gösteriyor nasıl yapacağımızı, sonra biz öğretmenimizin öncülüğünde kendimiz yapıyoruz (K1-M2). /Evet hepsini kendimiz yapıyoruz (D-M1). Hem dili Türkçe hem de neleri yapmamız gerektiğini anlatıyor zorluk yaşamıyoruz. Her şey gerçek bir kimya laboratuvarında oluşu gibi, içeriye girdiğimizde hazırlık yapmamız, gözlük takmamız gerektiğini bize yaşıyor (D-M6).	%25 (2)	%62.5 (5)	%100 (8)
Bazen katılabiliriz	Grup oluyor ama yine de biz alıp yapıyoruz. Tek başıma yapsam daha iyi olur. Grup olunca 1-2 kişi yapıyor diğerleri bakıyor (K1-M8)./ Grup olarak deneyi yaptığımızda birimiz not tutuyor, birimiz karıştırıyor biri tüpü tutuyor. Bu sırada bazen sıra geliyor yapıyoruz (K2-M2).	%37.5 (3)	%37.5 (3)	-
Hayır, Katılamıyoruz	Yapsam yaparım ama yapmıyorum (K1-M5). Yok. Şu ana kadar zaten bir kere elimize geçti malzemeler (K1-M6).	%37.5 (3)	-	-

Tablo 49 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin tümünün SKL ortamında deneylerin tümünü bireysel olarak yaptıkları tespit edilmiştir. KG-II grubu öğrencilerinin %62.5, KG-I grubu öğrencilerinin ise yalnızca %25’i gerçek kimya laboratuvarı ortamında yapılan deneyleri kendilerinin yapabildiklerini belirtirken her iki grupta da mülakata katılan öğrencilerin %37.5’inin bu uygulamalara “bazen” bireysel olarak dahil olduklarını belirtmiştir. Yalnızca KG-I grubu öğrencilerinin %37’si deneyleri bireysel olarak gerçekleştiremediklerini belirtmiştir.

Öğrencilere yöneltilen seçme şansınız olsaydı deneyi ne şekilde yapmak isterdiniz sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Öğrencilerin gerçekleştirmek istedikleri deney türleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)*</i>	<i>KG-II % (f)*</i>	<i>DG % (f)*</i>
Grup deneyi	Grup olarak bir deneyi yapmayı isterdim. Çünkü grupta farklı fikirler oluyor. Deney sonucunda biri diyor ki böyle oldu diğeri katılmıyor bir tartışma ortamı oluşuyor. Zaten tartışma ortamı her zaman iyidir. Tartışmalardan daha iyi sonuçlar çıkar (K2-M4).	%75 (6)	%50 (4)	%37.5 (3)
Bireysel	Kendim bireysel yapmayı isterdim. Çünkü geçen deneyi grup halinde yapmıştık. Bir kişi yapıyor biz hepimiz onu izliyoruz. Ha hoca yapmış, ha bir arkadaşım yapmış pek fark eden bir şey olmuyor. Herkes tek tek yapsa daha iyi olur (K2-M6).	%12.5 (1)	%50 (4)	-
Sanal	Sanal bir ortamda olsa daha iyi. Çünkü sanal ortam daha rahat (K1-M7)./Gerçek ortamda belki aksaklıklar olur tehlikeler olur ama sanal ortamda bunlar olmaz o yüzden sanal ortam (D-M8).	%12.5 (1)	%37.5 (3)	%62.5(5)

*:Öğrenciler birden fazla görüş bildirmişlerdir.

Tablo 50 ile verilen cevaplar incelendiğinde KG-I öğrencilerinin %75’inin, KG-II öğrencilerinin %50’sinin, DG öğrencilerinin ise %37.5’inin deneye dahil oldukları bir ortamda grup olarak bir deneyi yapmak istedikleri görülmektedir. KG-II öğrencilerinin %50’si ve KG-I öğrencilerinin %12.5’i yine aynı gerekçe ile yani deneye dahil oldukları bir ortamda bireysel olarak deney yapmak istediklerini belirtmişlerdir. DG öğrencilerinin %62.5’i sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanarak deney yapmak istediklerini ifade ederken KG-I öğrencilerinin %12.5’i ve KG-II öğrencilerinin %37.5’i tercih olarak sunulmamış olmasına karşılık deneyleri sanal ortamda yapmak istediklerini belirtmiştir. Bu cevabı veren KG-I ve KG-II öğrencileri ile yapılan mülakatta, DG öğrencileri, SKL uygulamaları sırasında yaşadıkları deneyimleri kendileri ile paylaştıklarını ve kendi

gruplarının da bu uygulamaya katılmak istediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin deney yaparken zorluk yaşayıp yaşamadıklarına dair verdikleri cevaplar Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Öğrencilerin “ deney yaparken zorluk yaşayıp yaşamadıklarına” dair soruya verdikleri cevaplar

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Zorluk yaşamıyorum	Öğretmeni dikkatle dinlediğin zaman anlaşılmayacak bir şey olmuyor (K1-M5). / Yaptığımız deneyler zor değildi zaten malzemeler elimize pek geçmiyor. Hoca malzemeleri verdiğiinde sorun olmuyor (K2-M6). /Laboratuvarın kullanımı gayet rahat çeşmeyi açmak filan kolay (D-M8).	% 62.5 (5)	%100 (8)	%100 (8)
Bazen	Yeni bir madde öğrendiğimiz zaman bunun nasıl kullanılacağını bilmediğimizde zorluk çekiyoruz (K1-M2). Bazen. Bazı asitler vardı, onlar dökülür diye bir korku yaşadım (K1-M8).	%37.5 (3)		

Tablo 51’de öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde KG-II ve DG öğrencilerinin tümünün laboratuvar uygulamaları sırasında zorluk yaşamadıkları, KG-I öğrencilerinin ise %62,5’inin zorluk yaşamadan deneyi tamamlayabildiği görülmektedir.. Ancak zorluk yaşamadıklarını belirten kontrol grubu öğrencilerinin zorluk yaşamamalarına gerekçe olarak deneyin öğretmen tarafından yapılması ya da öğretmen tarafından ne yapılacağını adım adım anlatılmasını gösterdikleri buna karşılık DG öğrencilerinin yazılımı rahat kullandıkları için deneyleri rahatlıkla yaptıkları görülmektedir. Mülakata katılan KG-I grubu öğrencilerinin %37,5’i deneyler sırasında bazen, araç-gerecin nerede ve ne amaçla kullanılacağını bilememek, deneyler sırasında asit çözeltilerinin üzerlerine dökülmesinden çekinmek gibi nedenlerle zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Öğrencilerin, kimya laboratuvar uygulamalarının daha verimli geçmesi için getirdikleri öneriler Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 52. Öğrencilerin kimya laboratuvar uygulamalarının daha verimli geçmesine yönelik önerileri

Kategori	Verilen cevaplardan örnekler	KG-I % (f)	KG-II % (f)	DG % (f)
Öğrenci sürece dahil edilsin	Öğretmen bir deneyi yapıyor herkes onu izliyor. Onun yerine tüm masalarda deney malzemeleri olsa ve herkes deneyi tek başına yapsa daha iyi olur. Bunun dışında animasyonlar da olsa iyi olur. Kimya dersleri teknoloji ile bütünleştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Tamamen gerçek olan bir şeyi öğretmenin elinde görüyorsun ama animasyonda renkler, sesler daha etkili oluyor. Amaç zaten öğretmek olduğu için daha etkili olur gibi geliyor bana (K2-M4)/Öğrencinin biraz daha işin içinde olması gerekiyor. Öğrencinin dikkatini çekecek ilginç deneyler hazırlanmalı. Öğrenciye başta sorulmalı burada neler olacak diye (K1-M8).	%25 (2)	%50 (4)	-
Güvenlik önlemlerine dikkat edilsin	Güvenliğe dikkat edilmeli, tüm öğrenciler için eldiven olmalı, araç-gereçler yenilenip çeşitlenmeli, duvarlara gerekli güvenlik önlemleri ve laboratuvar kuralları asılmalı. Mesela bazen deney yaparken asit kullanmamız gerekiyor. Asit dökülürse yanar mıyız? Korkusundan kimse tutmak istemiyor (K1-M1).	%12.5 (1)	-	-
Bir şey yapmaya gerek yok	Aslında herkes yapıyor pek bir sorun yok gibi (K1-M3). Sanal laboratuvar da her şey gayet rahat ve verimli zaten (D-M4).	%12.5 (1)	-	%87.5 (7)
Laboratuvar ortamı yeniden düzenlensin	Herkesin öğretmeni görebileceği şekilde masalar düzenlenmeli, malzeme miktarı artırılmalı (K2-M2)./Biraz daha sessiz olursa daha iyi konsantre olabiliriz (K1-M4).	%25 (2)	%50 (4)	-
Deney düzeneği dersten önce hazırlansın	Anlaşılmasına dikkat edilmeli, kavranması için süre verilmeli, ayrıca geçen bir deney yapmıştı mesela nötrleşme olmamıştı bunlara dikkat edilse dersten önce hazırlansa daha iyi olabilir (K1-M6).	%25 (2)	-	-
Laboratuvara daha fazla zaman ayrılmalı	Derslerin daha çok laboratuvarında işlenmesini isterim daha anlaşılır olduğu için (D-M2).	-	-	%12.5 (1)

Tablo 52’de verilen cevaplar incelendiğinde DG öğrencilerinin %87’sinin laboratuvar uygulamalarını verimli buldukları daha verimli hale getirmek için laboratuvar derslerine ayrılan zamanın artırılması (%12.5) yönünde bir öneri getirdikleri görülmektedir. KG-II öğrencilerinin %50’si öğrencilerin uygulama sürecine daha fazla katılması gerektiği, %50’si ise laboratuvar imkânlarının iyileştirilmesi yönünde görüş belirttiği görülmüştür. KG-I öğrencilerinin %25’i laboratuvar imkanlarının iyileştirilmesi görüşüne katılırken diğer bir %25’i deney düzeneğinin ders saatinden önce hazırlanması,

%12.5 güvenlik kurallarına dikkat edilmesi gerektiğini belirtirken öğrencilerin %12.5'i ise mevcut şartların yeterli olduğu yönünde görüş belirtmiştir.

Öğrencilerin yaptıkları deneyde moleküler düzeyde gerçekleşen olayları algılayıp algılayamamalarına ilişkin yöneltilen soruya verdikleri cevaplar Tablo 53'de verilmiştir.

Tablo 53. Öğrencilerin “moleküler düzey” algıları

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Moleküler düzeyi algılayamadım	Hayır moleküler düzeyi algılayamadım. Bunların mutlaka belirtilmesi lazım yoksa biz anlayamıyoruz (K2-M4). Moleküller küçük parçacıklar olduğu için görme imkânım yok. Fakat okulumuzda daha büyük bir mikroskop olsaydı görebilirdim. Mesela şimdi hayal gücüm ölçüsünde tahmin edebiliyorum. Kitaplarda moleküllerin resimleri var bunları görüyoruz fakat bunları biliyoruz ki bunlar hayali çizilmiş resimler. Çok merak ediyorum da açıkçası gerçekte nasıl olduklarını. Bu konuda deneyler çok yetersiz oluyor (K1-M8).	%100 (8)	%100 (8)	-
Moleküler düzeyi algıladım	Evet inceledim. Özellikle çökme-çözünme deneyi. O deneyin moleküler düzeyinde çok güzel görünüyor her şey (D-M2). Evet. Mesela çökme-çözünme deneyinde iki molekül karşılaşmış nasıl birleşerek çöküyor görebildim. Bence bunlar çok faydalı oldu (D-M6).	-	-	%100 (8)

Tablo 53'te verilen cevaplar incelendiğinde KG-I ve KG-II öğrencilerinin %100'ünün moleküler düzeyde gerçekleşen olayları algılayamadıkları buna karşılık DG öğrencilerin tamamının süreçte aktif oldukları element ya da bileşiklerin moleküler düzeylerini inceleme fırsatı buldukları ve bu nedenle moleküler düzeyi algılayabildikleri görülmektedir. Öğrencilere yaptıkları deneyin günlük hayatla ilişkisini kurup kuramadıklarına ilişkin yöneltilen soruya verdikleri cevaplar Tablo 54 ile verilmiştir.

Tablo 54. Öğrencilerin yaptıkları deney ile günlük hayatı ilişkilendirebilme durumları

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Evet	Derste kimya ile ilgili kavramları hep bir şeylerle ilişkilendirerek verir hoca. Mesela elektron alış-verişini uçan balonlarla anlattı. Dersi hep böyle bir şeylerle ilişkilendirerek veriyor. Böyle olunca da aklımızda kalıyor (K2-M6)./ Yaptığımız her deneyin “günlük hayatla ilişkilendir” bölümünü inceliyorduk. Bu bölüm sayesinde konunun günlük hayatla ilişkisini kuruyorduk. Bir de o bölümdeki müzik çok güzeldi. Hem müzik hem resimler aklımda kaldı (D-M2).	%37.5 (3)	%50 (4)	%100 (8)
Kısmen	Arada veriyordu. Ama siz geldikten sonra hoca robot gibi oldu. Sürekli kendini ders anlatma çabası içine soktu. Arada böyle daha samimi olurdu şimdi sadece ders anlatıyor (K1-M7).	%50 (4)	%50 (4)	
Hayır	Hayır ilişkilendiremiyoruz. Zaten çok deney yapmadık. Deneyi zor yetiştiriyoruz (K1-M3).	%12.5 (1)	0	

Tablo 54 incelendiğinde DG öğrencilerinin tamamının, KG-II öğrencilerin %50'sinin, KG-I öğrencilerinin ise %37.5'inin yaptıkları deneyin günlük hayatla olan ilişkisini kurabildikleri görülmektedir. Buna karşılık KG-I ve KG-II öğrencilerin %50'si kısmen yaptıkları deneyi günlük hayatla ilişkilendirebildiklerini, KG-I öğrencilerinin %12.5'i ise yaptıkları deneyle günlük hayat arasındaki ilişkiyi kuramadıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin yaptıkları deneylerde almaları gereken güvenlik önlemlerinin neler olduğunu bilip bilmedikleri yönünde sorulan soruya verdikleri cevaplar Tablo 55'de sunulmuştur.

Tablo 55. Öğrencilerin “deneylerde alınması gereken güvenlik önlemleri” hakkındaki düşünceleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Bildiğini düşünüyor	Evet. Mesela asit-baz deneyinde kullandığımız asitler kuvvetli, tehlikeli asitlerdi. Bunların elimize üzerimize değmesi durumunda zarar görebiliriz. Mesela bir asidi başka bir tüpe aktaracaksak birimiz tüpü tutuyoruz diğerimiz yavaşça asidi döküyoruz üzerine. Eldiven kullanmıyoruz ama kullanmamız gerekiyor (K1-M1). Tümünü biliyorum diyebilirim. Her seferinde güvenlik önlemlerini okumadan deneye giremiyorduk zaten. Ayrıca laboratuvarı temizlemeden çıkamıyorduk. Bu sayede bunları öğrendik (D-M7).	%37.5 (3)	-	%100 (8)
Kısmen Bildiğini düşünüyor	Mesela asit-bazlarla yaptığımız deneylerde asitler dökülebilir dikkat etmeliyiz ama neyi ne şekilde kullanmamız gerektiği ile ilgili bir bilgiye sahip değilim (K2-M5)./ Genel hatlarını sadece. Hepsini bilmiyoruz önemli galiba güvenlik. O gün elim karıncalanmıştı zaten bayağı korktum acaba dökülen asit yüzünden mi elim karıncalandı yoksa başka bir nedenden mi diye bayağı endişelendim (K1-M6).	%50 (4)	%100 (8)	
Bilmediğini düşünüyor	Bilmiyorum. Çok deney de yapmadım zaten (K1-M7).	%12.5 (1)	-	-

Tablo 55 incelendiğinde DG öğrencilerinin tümünün deneyler sırasında alınması gereken güvenlik önlemlerini bildikleri ve bu önlemleri sanal ortamda olarak deneye başladıklarını, KG-I öğrencilerinin %37.5'i almaları gereken güvenlik önlemlerinin neler olduğunu bildiklerini ama bu önlemleri almadıkları yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. KG-II öğrencilerinin tümü ise alınması gereken güvenlik önlemlerinin bir kısmını bildiklerini ancak bu önlemleri almadan deneye başladıklarını ifade etmektedirler. KG-I öğrencilerinin %12.5'i ise alınması gereken güvenlik önlemlerinin neler olduğunu bilmemesini çok fazla deney yapmaması ile ilişkilendirmiştir.

Öğrencilerin laboratuvar (sanal veya gerçek kimya laboratuvarı) ortamında gerçekleştirdikleri deneyleri, (gerçek) bir kimya laboratuvarında yardım almadan bireysel olarak yapabilirliklerine dair düşünceleri Tablo 56'da sunulmuştur.

Tablo 56. Öğrencilerin gerçek kimya laboratuvar ortamında deney yapabilirliklerine dair düşünceleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Yaparım	Yapabileceğimi düşünüyorum (K1-M4)/. Yaparım ama sanal laboratuvarında daha zevkli oluyor. Bir derece zorluk yaşarım ama bu deneyi sanal kimya laboratuvarında yapmamış olsaydım hiç yapamazdım. Şimdi deneye nasıl başladığımı, yapılış yolunu öğrendim. Bu işimi çok kolaylaştırdı (D1-M6).	%37.5 (3)	-	%100 (8)
Kısmen Yaparım	Deney düzeneği hazırlanıp ne yapacağım söylenirse yapabilirim (K2-M8)/ Biri olmadan yapamam. Biri bana hatırlatırsa ya da önümde bir kağıt olursa yapabilirim (K2-M4)/ Deney malzemelerin isimleri tüplerin filan üzerinde yazsa yapabilirim (K1-M2).	%50 (4)	%100 (8)	
Yapamam	Yapamam (K1-M8).	%12.5 (1)		

Tablo 56’da verilen cevaplar incelendiğinde sanal kimya laboratuvarı yazılımı yardımıyla deneylerini gerçekleştiren DG öğrencilerinin tümünün gerçek kimya laboratuvarında da bireysel olarak deney yapacaklarına dair kendilerine güvendikleri görülmektedir. Buna karşılık KG-I öğrencilerinin yalnızca %37.5’i gerçek kimya laboratuvarında bireysel olarak bir deney yapabileceklerini ifade etmişlerdir. KG-II öğrencilerinin tümü KG-I öğrencilerinin %50’si farklı şekillerde yardım alarak kısmen bir deneyi tamamlayabileceklerini ifade etmişlerdir. KG-I öğrencilerinin %12.5’i ise tek başına bir deneyi tamamlayamayacağını belirtmiştir.

Öğrencilere deney raporlarını ne şekilde oluşturduklarına ilişkin yöneltilen soruya verdikleri cevaplar Tablo 57’de sunulmuştur.

Tablo 57. Öğrencilerin deney raporlarını ne şekilde oluşturduklarına dair verdikleri cevaplar

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Arkadaşlarımızla birlikte yazdık	Genelde aklımda kalanlarla ve arkadaşlarla konuşarak (K2-M8).Grup arkadaşlarımızla bir araya gelip aldığımız notları birleştirdik rapor çıktı ortaya (K1-M5).	%25 (2)	%50 (4)	%50 (4)
Deney sırasında aldığımız notları kullandık	Biz deneyleri yaparken bir taraftan da notlar alıyor. İlk olarak bize sorulan soruyu yazıyoruz, Bizim verdiğimiz cevabı da yazıyoruz. Tüm deney aşamalarında ne yaptıysak onları da not ediyoruz, otlarımıza bakarak tek başımıza hazırladık (D-M4).	-	-	%25 (2)
Kitaptan yardım aldık	Genelde aklımızda kalanlarla yazıyoruz ama deney malzemelerinden aklımızda kalmayanlar olduğunda kitaptan yardım alıyoruz (K2-M2). /Genelde aklımda kalanlarla yazdım sadece birkaç malzemeyi unuttum onun için kitaptan yardım aldım (D-M8).	-	%12.5 (1)	%12.5 (1)
Hazırlanmış raporları kopyaladık	Deney raporu yazmadım. Bizim gruptaki kimse hiç bir şey anlamamış. Raporu dolduracak kadar ayrıntılı bilgi aklımıza gelmedi. Kullandığımız kimyasal maddeler, deney araç-gereçleri neydi ki adlarını kimse söylemedi. Nasıl yazayım (K1-M7). Aslında raporu ben yazmadım. Grup arkadaşım yazmıştı ondan alıp doldurdum (D-M7).	%75 (6)	%37.5 (3)	%12.5 (1)

Tablo 57’de verilen cevaplar incelendiğinde KG-I öğrencilerinin %25’inin, KG-II ve DG öğrencilerinin ise %50’sinin “deney sırasında öğrendiklerini arkadaşları ile tartışarak” deney raporu haline getirdikleri görülmektedir. Buna karşılık DG öğrencilerinin %25’i sanal laboratuvar yazılımını kullanırken aldıkları notları kullanarak raporlarını oluşturduklarını belirtmiştir. KG-II ve DG öğrencilerinin %12.5’i deney raporlarını “kitaptan” bakarak hazırladıklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık hiç rapor yazmayan veya arkadaşının yazdığı raporu alarak kendi raporunu hazırlayan öğrencilerin oranı KG-I’de %75, KG-II’de %37.5 ve DG’ de ise %12.5’tir. Deney raporu hazırlama konusunda en yetersiz kalan grup KG-I öğrencileri olmuştur.

Öğrencilerin deneylerin öğrenmelerine etkisinin ne olduğuna dair yöneltilen soruya verdikleri cevaplar Tablo 58’de sunulmuştur.

Tablo 58. Kimya laboratuvar uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisi

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>KG-I % (f)</i>	<i>KG-II % (f)</i>	<i>DG % (f)</i>
Etkili öğrenme	Evet mesela çökeltme deneyini öğretmen önce tahtada çizerek anlatmıştı sonra laboratuvarıda yaptık bu daha etkili oldu (K2-M1)./Evet, asit-baz tepkimeleri ve ya çökeltme deyince aklımızda hemen bir şeyler çağrışıyor. Sınavda mesela soru sorulunca aklımıza daha çabuk geliyor (K1-M8). Dersten daha yararlı oluyor bence. Kimyayı bu sene ilk defa laboratuvarıda ve daha iyi anladım (D-M4).. Önce öğretmen ders anlatılıyordu sonra sanal laboratuvarıda yapıyorduk, anlatılanlar daha kolay pekişiyordu (D-M2).	%75 (6)	%50 (4)	%75 (6)
Hızlı öğrenme-hızla unutma	Deneyleri öğrendim de aralarda not almadığım için fazla aklımda kalmadı (K2-M8). Öğrendim aslında. Ama bir şeyi bir şeye kattık sarı renkli çözelti oluştu bunu biliyorum ama o karıştırılan çözeltiler neydi, sonuçta ne oluştu onu hatırlamıyorum (K2-M4). Deneyleri sanal laboratuvarıda yaptık o sırada öğrenmişim ama aklımda çok fazla bir şey kalmadı. Zaten deneyleri yaparken notlar aldık. Not tutmasaydık o raporları zaten çok güzel bir şekilde hazırlayamazdık. Not tutmanın yararı oluyor (D-M7).	%12.5 (1)	%50 (4)	%25 2
Bir etkisi yok	Bence deney yapmakla yapmamak arasında bir fark yok. Zaten sadece iki deney yaptık. Ben fark hissetmedim (K1-M7).	%12.5 (1)	-	-

Tablo 58 ile verilen cevaplar incelendiğinde KG-I ve DG öğrencilerinin %75'i, KG-II öğrencilerinin ise %50'sinin, deneylerin daha etkili bir öğrenme ortamı oluşturduğu ve öğrenmelerine olumlu etkide bulunduğunu düşündükleri görülmektedir. Buna karşılık KG-I öğrencilerinden biri gerçekleştirilen deneylerin öğrendiği kavramlar üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Mülakata katılan KG-II öğrencilerinin %50'si, DG öğrencilerinin %25'i ve KG-I öğrencilerinin %12.5'i ise deney sırasında gerçekleşen olayları ve süreci deney sırasında anladıklarını ancak aradan geçen zaman içinde hızla unuttuklarını ifade etmişlerdir. Deney sırasında öğrenilen bilgileri unuttuklarını ifade eden öğrencilere öğrenilenlerin daha kalıcı olması için alınabilecek önlemlerin neler olduğu sorulmuş, verilen cevaplar Tablo 59'da sunulmuştur.

Tablo 59. Kontrol ve deney grubu öğrencilerin, laboratuvarda öğrenilen bilgilerin daha kalıcı olabilmesi için sundukları öneriler

Kategori	Verilen cevaplardan örnekler	KG-I % (f)	KG-II % (f)	DG % (f)
Deney sırasında not alınmalı	Deney yaparken not alsak akılda kalabilir (K2-M8).	-	%12.5 (1)	-
Laboratuvar ortamı yeniden düzenlenmeli	Laboratuvardaki oturma düzeni değiştirilebilir. Hocanın yaptığı deneyi göremiyoruz. En güzeli tekli sıralar olsa, herkesin kendi deney malzemeleri olsa ve deneyi tek başına yapabilse daha başarılı olabilir (K2-M6).	-	%12.5 (1)	-
SKL yazılımı çoğaltılarak öğrencilere dağıtılmalı	Deneyler yazılı olarak ya da bu yazılımın olduğu CD bize verilse, evde tekrar etsek daha iyi olur (D-M3).	-	-	%37.5 (3)
SKL 'a soru bölümü eklense	Yazılıma bir de soru çözümü eklense, yapılan deneylerle ilgili soru çözssek daha kalıcı olur (D-M4).	-	-	%12.5 (1)
Bilmiyorum	Bilmiyorum. Aklıma gelmiyor (K2-M4).	%100 (8)	%75 (6)	%50 (4)

Tablo 59’da verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genel olarak bu konu hakkında bir fikirlerinin olmadığı, fikri olan öğrencilerinin önerileri arasında da fikir birliği olmadığı görülmektedir. Buna kontrol grubu öğrencileri deneyde öğrendikleri bilgilerin akıllarında daha uzun süre kalması için deney sırasında not almanın ya da laboratuvar yerleşim düzeninin yeniden yapılandırılmasını önermektedirler. DG öğrencilerinin önerileri ise sanal kimya laboratuvarı yazılımının çoğaltılarak kendilerine verilmesi (%37.5) ve sanal kimya laboratuvarı yazılımına bilgilerinin daha kalıcı hale gelmesi için deneyler ile ilgili bir test bölümü eklenmesi (%12.5) yönünde olmuştur.

3.4.4.2. Geliştirilen SKL Yazılımını Değerlendirmeye Yönelik Deney Grubu Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde deney grubu öğrencileri ile sanal kimya laboratuvar yazılımının uygulama sürecinin değerlendirilmesine yönelik yarı yapılandırılmış bir mülakat yapılmıştır. Öğrencilere bu kapsamda yöneltilen ilk soru sanal kimya laboratuvarının gerçek bir kimya laboratuvarından farkının ne olduğu yönündedir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar Tablo 60’da sunulmuştur.

Tablo 60. Öğrencilerin sanal ve gerçek laboratuvar ortamları arasında gördükleri farklar

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Fark yok	Sanal olması tek fark. Gerçek bir kimya laboratuvarı ile aynı her şeye sahip güvenlik önlemleri alma bölümü var, moleküler düzeyi var, laboratuvar araç-gereçleri dolapları var. Böylece malzemeleri tanıyoruz. Neyin ne olduğunu biliyoruz (D-M6)./Pek bir farkı yok bence. Hatta daha da iyi olduğunu söyleyebilir. Çünkü gerçek laboratuvarda bir deneye ayrılan zaman çok fazla. Biz sanal kimya laboratuvarında o süre de bazen 4 deney yaptık. Gerçek laboratuvarda bu kadar deney yapabileceğimizi düşünmüyorum. Malzemeleri hazırla filan. Sanal laboratuvar çok gerçekçiydi bence. Bir de şeyler çok güzeldi güvenlik önlemleri ve laboratuvarı temizle butonları. Bu sayede kendimi gerçek bir laboratuvardaymış gibi hissettim (D-M4)./ Bence olumsuz anlamda hiçbir farkı yok. olumlu olarak çok farkı var. Hem daha pratik oluyor, malzemeleri seçmeniz daha kolay (D-M2).	%100 (8)

Tablo 60 incelendiğinde DG öğrencilerinin ilköğretimdeki fen derslerinde gerçekleştirdikleri deneyler ile kıyasladıklarında (ortaöğretimde kimya dersinde hiç laboratuvara gitmedikleri için) “sanal laboratuvar ile gerçek laboratuvar ortamı arasında fark bulmadıkları” (%100) görülmektedir. Ancak bu öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar sırasında farklı sorulara verdikleri cevaplar içinde sanal laboratuvarın bazı olumsuz yönlerine değindikleri tespit edilmiştir. Bu yönde öğrencilerinin sanal laboratuvarında olumsuz olarak değerlendirdikleri unsurlar Tablo 61’de sunulmuştur.

Tablo 61. DG öğrencilerinin SKL yazılımına yönelik eleştirileri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Olumsuz yönü yok	Olumsuz hiçbir yanı yok. Her şey gerektiği gibi gerçek bir kimya laboratuvarında olduğu gibi yapılmış (D-M3).	%50 (4)
Gerçek laboratuvar daha etkili	Gerçek ortamda görsek daha iyi olurdu ama sanal da güzel. Ama gerçek ortam daha güzel. Doğrudan dokunuyoruz cam şişeler filan (D-M5).	%25 (2)
Deneyi kendimiz yapmak zorunda kalıyoruz	Bir tek olumsuz yanı var mesela biz deneyi yaparken bize hiç yardımcı olmuyor. Şunu al şuraya dök gibi. Karışık bir deneyde neyi nereye koyacağımızı bilmediğimiz için bazen tüm alternatifleri denemek zorunda kalabiliyoruz (D-M6).	%25 (2)

Tablo 61 incelendiğinde öğrencilerin %50’sinin sanal kimya laboratuvar yazılımı ile ilgili hiçbir olumsuz görüş beyan etmediği görülmektedir. Buna karşılık DG öğrencilerinin

%25'i deney araç-gereçlerine dokunamamaktan, %25'i ise deney sürecinde yardım alamamaktan şikâyet ettikleri görülmektedir.

DG öğrencileri ile gerçekleştirilen mülakatlar sırasında öğrencilerin tümü moleküler düzeyde gösterim bölümüne dikkat ettiklerini ifade etmişlerdir. SKL yazılımı dahilindeki “moleküler düzeyde gösterim” bölümünün öğrenciler üzerindeki katkısının ne olduğu yönünde yöneltilen soruya verilen cevaplar Tablo 62’de sunulmuştur.

Tablo 62. DG öğrencilerinin SKL yazılımı dahilindeki “moleküler düzeyde gösterimin” bölümüne dair düşünceleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Daha iyi anlama	Örneğin, çökelti deneylerinde bazen çıplak gözle bakınca altta çökelti var mı diye göremiyorduk. Yapılan deneylere sadece dışarıdan bakmak yerine içyapısında neler gerçekleştiğini de anlamamızı sağladı (D-M2)./ Önceden kitaba bakardık anlaşılmazdı oluyor nasıl birleşiyor (D-M8)./ O bana çok yararlı oldu. O elementin ya da atomun iç yapısını görmemi sağladı. Mesela tuzlu su oluşuyor iyi ama nasıl oluşuyor? Biz sadece tuzlu suyun oluştuğunu görüyorduk. Şimdi ne ile neyin birleştiğini biliyoruz (D-M6).	%87.5 (7)
Katkısı olmadı	Pek büyük bir katkısı olmadı ama. Sadece çökme- çökeltme deneyinin moleküler düzeyini inceledim. O kısımları çok iyi anladım diyebilirim (D-M4).	%12.5 (1)

Tablo 62’de verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %87,5’inin moleküler düzeyde gösterim bölümü sayesinde çalıştıkları konuyu daha iyi anladıkları yönünde görüş bildirdikleri görülmüştür. DG öğrencilerinin yalnızca %12.5’i moleküler düzeyde gösterimin kendilerine çok katkı sağlamadığını ifade etmişlerdir.

DG öğrencilerin, sanal kimya laboratuvarında yapmamış bile olsalar, herhangi bir deneyi gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirebileceklerine dair sorulan soruya verdikleri cevaplar Tablo 63’de verilmiştir.

Tablo 63. DG öğrencilerinin gerçek kimya laboratuvarında deney gerçekleştirmeye yönelik düşünceleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Zorluk yaşamam	Yapabilirim. Zorluk çekmem (D-M6).	% 50 (4)
Zorluk çekerdim	Yazılımı kullanmasaydım ne yapacağımı, hangi güvenlik önlemlerini almam gerektiğini bilemezdim ve sonucunu o kadar ayrıntılı bilemezdim (D-M1).	%25 (2)
Yapamazdım	Bu yazılımı kullanmazsam yapamam sanırım ama sanal ortamda olsa yapabilirim (D-M5).	%25 (2)

Tablo 63’de verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %50’sinin sanal laboratuvarında yapmadıkları bir deneyi gerçek ortamda yaparken zorluk yaşamayacakları, %25’inin yazılım dahilinde olmayan bir deneyi zorluk çekerek de olsa yapabilecekleri, öğrencilerin %25’i ise yazılım dahilinde olmayan deneyleri yapamayacaklarını ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin zorluk yaşayacaklarını düşündükleri konular ise Tablo 64’de sunulmuştur.

Tablo 64. Öğrencilerin gerçek bir kimya laboratuvarında deney yaparken zorluk yaşayacaklarını düşündükleri konular

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>Yüzde</i>
Deney işlem adımlarında	Sanal laboratuvarında bir sıra var malzemeleri sırayla seçiyoruz, eksik ya da yanlış malzeme seçersek uyarı geliyordu. Gerçek laboratuvarında sıraya uyamayabiliriz, yanlış malzemeler seçebiliriz ve aksilikler çıkabilir (D-M1)./ Belki aşamaları unuttum. Ama tüm malzemeleri tanıdım o sıkıntı olmaz (D-M3).	%37.5 (3)
Araç-gereç seçiminde	Çok fazla malzeme olursa malzeme seçimini karıştırabilirim. Onun dışında zorlanmam (D-M4).	%12.5 (1)
Zorluk yaşamam	Zorluk yaşayacağımı düşünmüyorum (D-M6).	%50 (4)

Tablo 64 ile verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %50’si gerçek kimya laboratuvarında deney yaparken yine bir zorluk yaşamayacaklarını belirtirken öğrencilerin %37.5’i deney işlem adımlarını karıştırabileceklerini, %12.5’i ise araç-gereç seçiminde bir zorluk yaşayabilecekleri görülmektedir.

Öğrencilere yöneltilen “SKL yazılımı size ne kazandırdı” şeklinde yöneltilen soruya verilen cevaplar Tablo 65’de sunulmuştur.

Tablo 65. SKL yazılımının öğrencilere kazandırdıkları

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Deney sürecini yaşadık	Deneyleri gördük, bizzat deneyerek yaptık, yaptıklarımızı yorumlayabildik ve yeni bilgiler öğrendik (D-M1).	%75 (6)
Laboratuvara aşinalık kazandık	Kimya laboratuvarını öğrencilere tanıtıyor. Şimdi bir kimya laboratuvarına girsem o nedir bu nedir diye hiç şaşmam. Konuları pekiştiriyor (D-M8).	%12.5 (1)
Cevapsız	... (D-M3).	%12.5 (1)

Öğrencilerin Tablo 65 incelendiğinde, SKL yazılımının öğrencileri “deney sürecine dahil” ettiği (%75) görülmektedir. Buna karşılık öğrencilerin %12.5’i SKL yazılımının onları “laboratuvara daha aşına” kıldığını belirtmişlerdir.

Öğrencilere “seçme şansınız olsaydı deneyleri hangi ortamda yapmayı tercih ederdingiz?” şeklinde yöneltilen soruya verilen cevaplar Tablo 66’de sunulmuştur.

Tablo 66. Deney grubu öğrencilerinin sanal ve gerçek laboratuvar ortamı tercihleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
SKL	Sanal laboratuvarı seçerdim. Çünkü burada hem moleküler düzeyi izliyoruz hem deneyi yaparken bir hayati tehlikemiz olmuyor. Hem de orada değişik sorular var mesela deneyden önce sorulan sorular. Deneyden sonra da açıklama yapılıyor. Sanal laboratuvar olmasa sadece gerçek laboratuvar olsa o deney havada kalır sadece yapılmış olur. Mesela tuzun su içinde çözülmesi deneyini normal kimya laboratuvarında yapsak hoca bize sorsa ne anladınız: tuzu suyun içine attık başka da bir şey görmedik deriz ama SKL’de molekül düzeyinde, günlük hayatta ne işe yaradığını ve sonunda bize verilen bilgileri öğrenmiş oluyoruz (D-M6)./ Sanal kimyayı seçerdim sanırım. 2’ye ayırırdım. Mantık bir de ruh desek. Ruhum gerçek laboratuvarı ister daha eğlenceli olduğu için ama mantığım sanal laboratuvarı seçer. Çünkü daha verimli olur (D-M4).	%50 (4)
Gerçek laboratuvar	Gerçek laboratuvar, çünkü hissetmek önemli (D-M3).	%37.5 (3)
Hem SKL hem gerçek	Gerçek kimya laboratuvarını seçerdim ancak bazı konularda sanal laboratuvarı seçerdim. Daha doğrusu önce gerçek laboratuvar, sonra SKL. Gerçek ortamda pratik olarak yapabiliyoruz ama teoride SKL daha etkili (D-M1).	%12.5 (1)

Tablo 66’da verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %50’sinin sanal kimya laboratuvarını, %37.5’inin ise gerçek kimya laboratuvarını seçtiği görülmektedir. Buna karşılık öğrencilerin %12.5’i bu konuda tercihlerini, bazı deneyler için sanal bazı deneyler için gerçek kimya laboratuvarından yana kullanacaklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin SKL yazılımının hangi aşamada kullanılırsa daha verimli olacağına dair görüşleri Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Öğrencilerin SKL yazılımının dersin hangi aşamasında kullanılmasına dair önerileri

<i>Kategori</i>	<i>*Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
Konu anlatımından sonra ispat amacıyla	Ders sırasında önce konu anlatılsa sonra öğretmen deneyi yapmamızı istese daha iyi olur. Bir de o deneyleri yaparken neyi, nereye götüreceğimiz konusunda bize yardımcı bir şey olsa daha iyi olur. Mesela bir ok gelse ekrana “bunu buraya dökün gibi” işlem adımlarını söylese daha iyi olur (D-M3)./ Biz dersten sonra tekrar yapmayız. Ders sırasında öğretmen anlattıktan sonra biz yazılımı kullansak daha iyi olur (D-M8).	%62.5* (5)
Evde tekrar amacıyla	CD bizde olsa ve biz onu evde kullansak da çok yararlı olabilirdi diye düşünüyorum (D-M2)./ Haftada 2 saat kimya dersimiz 2 güne yayılmış. Bir derste konuyu anlatsın onunla ilgili sorularımızı çözelim sonra onunla ilgili deneylerimizi yapalım ve eve gittiğimizde CD’leri bize verseniz çok daha iyi olur. Çünkü deneyleri okulda yapmakla aklımızda kalması çok zor (D-M7).	%37.5* (3)
Konu anlatılırken	Ders sırasında hoca anlatırken kullanılabilir (D-M2).	%25* (2)
Konuya başlamadan önce	Biz deneyi sanal ortamda yaptıktan hemen sonra öğretmen konuyu anlatsa daha iyi olurdu araya hafta girmese. Bazen yapıyoruz unutuyoruz sonra öğretmen anlatınca yeniden hatırlıyoruz (D-M4).	%12.5* (1)

*: Öğrenciler birden çok fikir belirtmişlerdir

Tablo 67 incelendiğinde DG öğrencilerinin en fazla (%62.5) SKL yazılımını “konu anlatımından sonra” kullanılması gerektiği yönünde fikir belirttikleri görülmektedir. Bu cevabı sırası ile “evde tekrar amacıyla kullanım” (%37.5), “konu anlatımı sırasında kullanım” (%25) ve “konuya başlamadan önce kullanım” (%12.5) izlemektedir.

Öğrencilerin yazılımı kendi istekleri ile kullanıp kullanmayacağına yönelik sorulan soruya verilen cevaplar Tablo 68 ile sunulmuştur.

Tablo 68. Öğrencilerin SKL yazılımını kullanmalarına yönelik düşünceleri

<i>Kategori</i>	<i>Verilen cevaplardan örnekler</i>	<i>DG % (f)</i>
SKL’yi isteyerek kullandık	Okula gelmeden açarım onu sonrada konuyla ilgili deneyleri yaparım bilgi butonundaki içeriği güzelce okurum gerekli yerlerde notlar alırım. Çok yararlı olur (D-M6). Pekiştirmek amacıyla kullanmak isterim (D-M1)./ Tabi ki kullanırım neden kullanmayayım. Kimyayı seviyorum zaten deney yapmayı da çok seviyorum. Bilgisayarda var evde sürekli girerim diye düşünüyorum (D-M7)./ Kullanırım. Oyun olarak kullanırım. Zaten en iyi oyunla anlaşılır. İngilizceyi bile oyunla öğreniyoruz (D-M8).	%100 (8)

Tablo 68 incelendiğinde öğrencilerin %100’ünün sanal kimya laboratuvarı yazılımını isteyerek ve çeşitli biçimlerde hayatlarına dahil etmek istedikleri görülmektedir.

Öğrencilerin bir bölümü yazılımı derse hazırlık amacıyla, bir bölümü konuyu daha iyi anlamak amacıyla bir bölümü ise yazılımı oyun aracı gördüğü için kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilere sanal kimya laboratuvarı yazılımına eklenirse yazılımın etkisini artıracığını düşündükleri bir değişikliğin olup olmadığına yönelik sorulan soruya verdikleri cevaplar Tablo 69’da sunulmuştur.

Tablo 69. Öğrencilerin SKL yazılımına yönelik önerileri

Kategori	Verilen cevaplardan örnekler	DG % (f)
Değişikliğe gerek yok	Gayet yeterli (D-M1). /Her şeyiyle güzeldi (D-M5).	%37.5 (3)
Kapsamı artırılmalı	Sadece bu kimyasal değişimler ünitesiyle sınırlı olmamalı. Başka konularla ilgili deneylerde olsa. Tüm sınıfları (9-10-11-12) kapsamalı (D-M7).	%25 (2)
İpuçları	Yazılımda yardımcı bir kılavuz gibi bir sonraki adımda ne yapmamız gerektiğini bize söyleyen ses yada bir işaret olsa daha iyi olur. Ama bir kısmından sonrasını bize bırakabilir sadece bir yere kadar, deneyi başlatana kadar yardım etsin sonrasını bize bıraksın (D-M6).	%12.5 (1)
Soru çözümleri olsa	Mesela çökme-çökme deneyini yapıyoruz. Keşke burada bir de soru çözümü olsa. Çünkü biz soru çözmeden pek öğrenemiyoruz. Deneylerin de bize soru çözümü olarak çok katkısı olmuyor. Diğer sınıflar soru çözüyor biz deney yapıyoruz. O yüzden yazılıma bir de soru bölümü eklense daha iyi olur diye düşünüyorum. Daha pekiştirici olur (D-M4).	%12.5 (1)
Animasyonlar daha etkili hale getirilse	Aralardaki bazı animasyonlar daha etkili olabilirdi. Bir de yanlış şeyleri karıştırınca keşke patlama olsaydı. Gerçi onun önünü alamazdınız ama olsun. Mesela kibriti yaktık attık HCl’nin içine. Gerçi öyle de çok karışık olurdu ama olsun (D-M8).	%12.5 (1)

Tablo 69’daki cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %37.5’inin yazılım yeterli buldukları ve ilave bir öneri getirmediikleri görülmektedir. Buna karşılık öğrencilerin %25’i yazılımın diğer ünite ve sınıfları da kapsamasını istediği, %12.5’inin yazılımı kullanırken işlem adımları sırasında ipuçlarının görüntülenmesini istediği görülmektedir. Soru çözümleri (%12.5) yazılıma dahil edilmesi istenen bölümlerden bir diğerini oluştururken, öğrencilerin bir diğer önerisi de animasyonların daha gerçekçi olması ve öğrenciyi sınırlandırmamasıdır (%12.5). Ancak bu değişikliği öneren öğrenci aynı zamanda önerisinin gerçekleşmesi durumunda yazılımın amacından sapabileceğini de ifade etmektedir.

3.4.4.3. SKL Yazılımını Değerlendirmeye Yönelik D Öğretmeni ile Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Mülakata Dair Bulgular

DG öğrencileri “kimyasal değişimler” ünitesi boyunca SKL yazılımını takip ederek derslerinin uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Bu sürecin etkililiğine yönelik öğretmen D’nin görüşleri, gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakat ile belirlenmeye çalışılmıştır. Gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakata ait bulgular bu bölümde sunulmuştur.

Öğretmen D’ye yöneltilen “SKL yazılımının öğrencileriniz üzerindeki etkisi ne yöndedir?” sorusuna verdiği cevap “..ders dışında konuştuğum öğrencilerin çoğu sanal laboratuvarı kullanarak ders işlemekten memnun olduklarını söyledi. Ancak bunun yanında birkaç öğrenci de bu uygulamayı sıkıcı bulduklarını belirtti. Ama genele bakıldığında olumlu etkiledi” şeklindedir. Öğretmen D’nin SKL yazılımını, öğrencilerinin bakış açısıyla değerlendirdiği anlaşılmaktadır.

Öğretmen D’ye kendi gözlemlerine dayanarak, yazılımın öğrencilere sunduğu olumlu ve olumsuz özellikleri nelerdir?” yönünde sorulan soruya Öğretmen D “olumlu yönleri; öğrencilerin konuyu daha kısa bir zamanda anlamasına neden oluyor. Bu deneyleri laboratuvar da yaptığımızda biliyorsunuz çok zaman kaybediyorduk. Malzemeler dolaplarda bizim yerleştirdiğimiz şekilde kalmıyor. Malzeme aramada zaman kaybımız oluyordu. Bu süre azaldı. Genel olarak üniteye harcadığım zaman azaldı. Deney yapmaya daha fazla zaman ayırabiliyoruz. Bir de öğrenci bilgiyi daha kolay alıyor. Zihinsel yeteneklerini geliştiriyor. Olumsuz yönü ise; yazılımı kullandıklarında bunu ders olarak görmüyorlar. Oyun gibi görüyorlar tek olumsuzluk bu ancak bilgiyi almaları, bilgiyi anlamaları açısından bu yazılım çok etkili olduğu. Bu derslerde ortaya çıktı.” Cevabını vermiştir. Öğretmen D genel olarak yazılımın öğrenciler üzerindeki etkisinin olumlu yönde olduğunu ancak deneyler sanal ortamda gerçekleştiği için öğrencilerin bazılarının gereken dikkati gösteremediklerinden yakınmıştır.

Sanal kimya laboratuvar yazılımında beğendiği özelliklerin neler olduğu sorusuna öğretmen D “Öğrenci laboratuvara girdiği zaman neler yapılacağını, nelere dikkat edeceğini, o deneye başlamadan önce biliyor. Gerçek bir laboratuvar da olması gereken tüm güvenlik önlemlerini alıyor. Gerçek bir laboratuvara gittiğinde bunu yapmak isteyecektir. Bir de kimya laboratuvarında bir deneyi yanlış yaptığımız zaman deneyi tekrarlamak zorunda kalıyorduk. Sanal laboratuvar ile bunun önüne geçiliyor. Sanal laboratuvar da zaman kaybı yok. En beğendiğim özellikleri bunlar.” şeklinde cevap vermiştir.

Sanal kimya laboratuvar yazılımında beğenmediği özelliklerin neler olduğu sorusuna öğretmen D “ beğenmediğim özelliği, deney yapmadan önce teorik bir bilgi verilmiyor. Yazılımda var ama deneyi yaptıktan sonra var. Önce olsa öğrenci deneyi yapmadan o teorik bilgiyi okuyup sonra deneyi yapsa daha iyi olur. Deneyden önce o bilgiyi verseydik çocuk bilgiyi okuduktan sonra ben bu işlemten sonra bu bilgiyi bulabilirim derdi.” şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen D, sanal kimya laboratuvarı yazılımının yapılandırmacı yaklaşımın bir gereği olarak bilgiyi araştırma sürecinin sonunda öğrenciye verildiğini bilmesine karşılık, öğrencilerin genel süreç içinde bilgiyi hazır ve hızlı almaya alıştıkları için öğrencilerden gelen talepler doğrultusunda bu şekilde bir fikir beyan etmiştir.

Sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanarak işlediğiniz dersleri göz önüne alarak bu yazılımı diğer kimya öğretmenlerine tavsiye etme ya da etmeme nedenleri sorusuna öğretmen D “Anadolu lisesindeki öğrencilerde bilgiyi alma, bilgiyi kullanma gibi bir sorunları yok. Bilgiyi kolay alıyorlar. Ama diğer liseler öyle değil bilgiyi onlara daha zor veriyorsunuz. Bu nedenle sanal laboratuvarın Anadolu liseleri dışında görev yapan kimya öğretmenleri için daha yararlı olacağını düşünüyorum. Her şeyden önce yapılandırmacı kurama uygun olarak ders işlemeye yardımcı bir materyal. İçeriğindeki moleküler düzeyde gösterim bölümü çok önemli, öğrenciye çok şey katıyor. Özellikle zamandan çok tasarruf sağlıyor. Zaman çok önemli” şeklinde cevap vermiştir.

Öğretmen D’ye yöneltilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının kendisine bir yük getirip getirmediği yönündeki soruya “ Bu yazılım benim üzerimdeki yükü kesinlikle hafifletti. Ben gerçek laboratuvardan ziyade sanal laboratuvarda deney yapmayı tercih ederim. Zaman kaybı az oldu. Deneyde hata yaptığımda öğrenciye bunun nedenini açıklamak filan bunun yerine sanal laboratuvarda yapmak ve deneyi tüm ayrıntılarıyla göstermek daha iyi. Hem deneyin tüm ayrıntılarını görüyorlar, hem oluşan bileşiklerin formüllerini görüyorlar hem de moleküler düzeyini izliyorlar. Öğrenciler bilgisayarı açıp CD’yi taktılar ve laboratuvarda deneylerini yaptılar.” şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen D sanal kimya laboratuvarı yazılımının kendi üzerinde bulunan yükü hafiflettiğini, deneyler sırasında ortaya çıkacak muhtemel hataların yazılımda olmaması nedeniyle sanal kimya laboratuvarı yazılımını gerçek ortamda deney yapmaya tercih edeceğini ifade etmiştir.

Öğretmen D’ye kimyasal değişimler ünitesinde yaşadığı tecrübe hatırlatılarak sanal kimya laboratuvarı yazılımını tekrar uygulaması istense dersin hangi aşamasında

kullanmayı tercih ettiği yönündeki soruya verdiği cevap “Deneyi sanal laboratuvarda yapıp sonra gerçek laboratuvara gitmesini tercih ederim. Böylece öğrenci daha az hata yapacak ve daha az zaman kaybedecektir ve hata yaptığında nerede hata yaptığını kendisi anlayacaktır.” Yönünde olmuştur. Öğretmen D, SKL yazılımının aslında öğrencinin deneyi gerçek kimya laboratuvarında yapmadan önce hazırlık amaçlı kullanılmasının daha yararlı olacağını belirtmiştir. Bu sayede gerçek laboratuvar ortamına gelmeden önce öğrenci sanal ortamda alınması gereken güvenlik önlemlerinin neler olduğunu, deneyin hangi adımlardan meydana geldiğini ve ulaşılan sonucun moleküler düzeyini öğrenmiş olacaktır. Öğretmen D, bu bilgilerle donanarak gerçek kimya laboratuvarına gelen öğrencinin, gerçek ortamda nelere dikkat edilmesi gerektiğinin bilincinde olarak süreci daha iyi gözlemleyebileceğini ve bu sayede az hata ile deneyi tamamlayabileceğini düşünmektedir.

Bir sonraki bölümde, bu bölümde sunulan ve farklı veri toplama araçlarından elde edilen bulgular detaylı olarak farklı yönleriyle tartışılmaktadır.

4. TARTIŞMA

Ortaöğretim dokuzuncu sınıf “kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında bulunan deneylerin yapılandırıcacı öğrenme kuramına uygun, öğrenciyi aktif kılan sanal kimya laboratuvarı ortamında geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi bu çalışmanın temel amacıdır. Bu bölümde araştırmanın alt problemleri doğrultusunda elde edilen bulgular, alanyazında yapılmış benzer nitelikteki çalışmalar ile ortak olan ya da olmayan yönleri ile karşılaştırılarak yorumlanmış ve tartışılmıştır. Tartışma bölümünün, çalışmanın alt problemleri temel alınarak yapılması tercih edilmiştir.

4.1. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Başarılarına İlişkin Tartışma

“Kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında geliştirilen SKL yazılımının, DG öğrencilerinin kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarı düzeylerinde ne gibi bir değişim sağladığını ortaya çıkarmak amacıyla KİDÜBAT testi KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin tümüne uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanarak grup içi ve gruplar arasındaki değişim değerlendirilmiştir.

Uygulama öncesinde çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin başarı testinden elde ettikleri puanların ortalamalarına bakıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı (Tablo 23, sayfa 117), grupların başarı yönünden hemen hemen aynı seviyede oldukları görülmüştür (Tablo 19, sayfa 113). Örnekteki öğrenciler, uygulamanın yapıldığı Anadolu Lisesine merkezi sınavla birbirlerine yakın puanlar alarak yerleştirildiği için başarılarının aynı seviyede olması beklenen bir sonuçtur.

“Kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında DG öğrencilerinin SKL yazılımı, KG-I ve KG-II öğrencilerinin ise gerçek kimya laboratuvarı ortamında yaptıkları uygulamalar tamamlandığında öğrencilerin başarı düzeylerinde belli bir artışın olduğu görülmüştür. KG-I öğrencilerinin not ortalamalarının 42.66’dan 50.83’e, KG-II öğrencilerinin 39.66’dan 55.33’e, DG öğrencilerinin ise 39.66’dan 59.33’e yükseldiği tespit edilmiştir (Şekil 25, sayfa 115). Elde edilen bu veriler doğrultusunda KG-I öğrencilerinin başarı düzeylerinin beşte bir oranında; KG-II öğrencilerin başarı düzeylerinin beşte iki oranında ve DG öğrencilerin başarı düzeylerinin ise yarı yarıya arttığı söylenebilir. Tek yönlü varyans

analizi ile uygulama sonrasında KG-I, KG-II ve DG öğrencilerin başarı testi sonuçları karşılaştırıldığında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde $F(2-87)= 4,500$ ve $p<0,05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. KİDÜBAT başarıları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin ($\bar{X}=59,33$), KG-I ($\bar{X}=50,83$) ve KG-II ($\bar{X}=55,33$) öğrencilerine kıyasla daha başarılı oldukları, ancak bu başarının yalnızca KG-I ile DG arasında DG lehine anlamlı bulunduğu görülmüştür. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (Tablo 24, sayfa 117). Benzer bir sonuca Atam ve Tekdal (2007), tarafından gerçekleştirilen çalışmada rastlanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak hazırlanan benzetim tabanlı yazılımın uygulandığı deney grubu ile yapılandırmacı yaklaşım temelli mevcut öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu arasında akademik başarı son-test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle öğrencilerin “kimyasal değişimler” ünitesi sonundaki akademik başarıları üzerinde, sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen uygulamalar kadar etkili olduğu söylenebilir. Alanyazında öğrencilerin başarıları üzerinde yapılan çalışmalarda sanal laboratuvarların en az gerçek laboratuvar kadar etkili olduğu yönündeki görüşü desteklemektedir (Rieber vd.,1990; Carlsen ve Andre, 1992; Regan ve Sheppard, 1996; Mercer-Chalmers vd., 2004; Dalgarno, 2004; Özdener, 2005; Yu vd., 2005; Winn vd., 2006; Marshall ve Young, 2006; Nickerson vd., 2007; Bozkurt, 2008; Chang vd., 2008; Demirer, 2009)

Sanal laboratuvar çalışmalarının içeriklerinin zengin ve aktif olması nedeniyle, öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, öğrenci başarısının daha yüksek olması yönünde bir beklenti oluşmaktadır (Yaman vd., 2008). Ancak alanyazın incelendiğinde sanal laboratuvar kullanılarak yürütülen çalışma sonucunda öğrenci başarısının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Sanal laboratuvarları konu alan çoğu çalışmanın sonucunda öğrenci başarısının arttığı (Geban vd., 1992; Burke vd., 1998; Clark, 1998; Monaghan ve Clement, 1999; Akpan ve Andre 2000; Jimoyiannis ve Komis, 2000; Dori ve Barak, 2001; Kennepohl, 2001; Huppert vd., 2002; Blaylock ve Newman 2005; Yu vd., 2005; Hughes vd., 2007; Bozkurt, 2008; Limniou vd., 2009; Chen, 2010), bazılarında geleneksel ortam ile sanal ortamdaki başarı arasında çok fazla bir fark görülmediği (Bernard vd., 2004; Cavanaugh vd., 2004) bir kısmında ise sanal laboratuvarların pek çok faydası olmasına rağmen, geleneksel laboratuvarların daha etkili olduğu (Gorghiu vd., 2009) belirlenmiştir.

DG öğrencileri ile gerçekleştirilen mülakat ile “SKL yazılımının hangi öğesinin” öğrencilerin başarılarını etkilediği araştırılmıştır. Öğrenciler, sanal ortamdaki deneyin başında sorulan tahmin sorusunun deneye başlarken daha ilgili ve farkında olarak bir deney gerçekleştirmelerine neden olduğunu, deneyin sonunda ulaştıkları sonuç ile başlangıçtaki tahminlerinin karşılaştırılarak kendilerine sunulmasının deneyin ve konunun anlaşılabilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. Geliştirilen sanal laboratuvar çalışmalarında etkileşimli ortamlar kullanıldığında, öğrencilerin pasif gözlemci olmaktan çıkıp aktif düşünür haline geldiği, etkili ve anlamlı bir etki-tepki sürecinin sonucunda daha anlamlı öğrenmeler olduğu alanyazında da belirtilmektedir (Trindade vd., 2002). Alanyazında kimya eğitiminde TGA stratejisinin yer aldığı çalışmalar incelendiğinde, bu türden ortamların öğrencilerin kendi aralarındaki ve öğretmenleriyle olan etkileşimi artırdığı, yapılan çalışmaya etki eden faktörlerin sorgulandığı, öğrencilerin istekli bir biçimde çalıştıkları ve bilginin kalıcılığının arttığı tespit edilmiştir (Thomas vd., 2004; Margel vd., 2004; Ergül vd., 2006; Karaer, 2007; Tekin, 2008; Chairam vd., 2009).

Mülakata katılan DG öğrencileri yazılımdaki etkileşim sayesinde, daha fazla sorumluluk aldıklarını ve sürece daha fazla önem verdiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanında yazılım kapsamındaki “moleküler düzeyde gösterim” ve “günlük hayatla ilişkilendir” bölümleri sayesinde, gerçekleştirdikleri deneydeki moleküler düzeydeki olayları anladıklarını, deneyle ilgili sembolik gösterimler sayesinde makro, mikro ve sembolik boyut arasındaki ilişkiyi kurabildiklerini ifade etmişlerdir. Kimya dersinde kullanılan modeller öğrenciler tarafından görülmesi çok zor olan mikroskobik dünyayı görselleştirmektedir. Öğrencinin öğrenmesinin sağlanmasında bu türden ortamların etkili olduğu belirtilmektedir (Pekdağ, 2010). Kimya dersinin soyut kavramların yoğunluklu (Nakhleh, 1992; Ayas ve Demirbaş, 1997) olduğu bir alan olması nedeniyle birçok öğrenci kimyayı anlamakta zorluk çekmekte ve bu alanda başarısız olmaktadır (Gabel, 2003; Pekdağ, 2010). Sanal laboratuvar yazılımları, zihinsel becerilere yönelik uygulamaların geliştirilmesine imkân sağladığı için kavramsal model oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Sanal laboratuvar uygulamalarının daha iyi kavramsal anlamaya imkan sağladığı ve fiziksel kimyasal süreçlerin canlandırılmasında da yararlı olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Trindade vd., 2002). Bu kapsamda geliştirilen yazılımlar, duyu organları ile algılanamayan kimyasal olayları, moleküler seviyede gösterme yeteneğine sahiptir. Bu özellikleri ile kimya dersinin öğrenilmesinde önemli pay sahibidir (Kennepohl, 2001; Ardaç ve Akaygün, 2004; Falvo, 2008; Pekdağ, 2010).

Öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörlerden bir diğeri de makro-mikro ve sembolik düzeydeki gösterimler arası ilişkidir (Johnstone, 1993; Harrison ve Treagust, 2000; Ebenezer, 2001; Ravialo, 2001; Özmen vd., 2002). Makroskobik, mikroskobik ve sembolik düzey arasındaki ilişkinin doğru kurulması bilimsel olarak doğru, kapsamlı ve birbiri ile tutarlı zihinsel modellerin oluşturulmasında önem taşımaktadır (Johnstone, 1993; Demircioğlu, 2003; Gabel, 2003; Çalık vd., 2006). Özellikle sembolik gösterimler ve moleküler düzeyde gerçekleşen olaylar, öğrencilerin kimyanın çıplak gözle göremedikleri ve kolay anlayamadıkları kavramlardır. Bu kavramların öğretiminde benzetimlerin kullanılması önem taşımaktadır (Kozma vd., 2000). Bu kapsamda sanal laboratuvarlar, öğretim amacıyla kullanılabilen, disiplinler arası öğrenmeyi destekleyen, bilgiyi kalıcı kılan sistemlerdir. Çünkü sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin makro- mikro ve sembolik düzey arasındaki ilişkinin doğru kurulmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda kavramsal anlamayı desteklediği, öğrenci başarısını artırdığı da bilinmektedir (Trindade vd., 2002; Miaoliang vd., 2005; Finkelstein vd., 2005; Dikmenli vd., 2007; Falvo, 2008; Pekdağ, 2010).

Ayrıca DG öğrencileri yazılım dahilinde bulunan “günlük hayatla ilişkilendir” bölümü sayesinde yaptıkları deneyin günlük hayatla ilişkisini kurabildiklerini ve bunun hatırlamalarının kolaylaştığını ve cevabını bilmedikleri bir soru ile karşılaştıklarında yorum yaparak cevabı bulmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Zaten kimya alanı günlük hayatımızla yakından ilgili olan ve yaşantımızdan soyutlayamayacağımız bir bilim dalıdır (Seçken vd., 1999). Sanal ortamlar sayesinde kimya alanında gerçek laboratuvar şartlarında görülemeyen bilimsel kavramlar ve olaylar görülebilir, değiştirilebilir ve üzerinde yeniden değişiklik yapılabilir biçimde kullanıcıya sunulmaktadır.

DG öğrencileri ile gerçekleştirilen mülakatlarda, öğrencilerin sanal laboratuvar ortamında yaptıkları deneylerden elde ettikleri sonuçları, başarı testinde sorulan sorular ile ilişkilendirebildiklerini ve böylece soruları daha kolay cevapladıklarını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanlar incelendiğinde bir farklılığın olduğu ancak beklenen düzeyde bir puan artışının oluşmadığı görülmektedir. Bu doğrultuda kontrol ve deney gruplarıyla yapılan mülakatlarda öğrencilerin tümü başarı testinin ne zaman uygulanacağını bilmedikleri için çalışmadıklarını, eğer sınav tarihini önceden bilmiş olsalardı daha yüksek puanlar alabileceklerini belirtmişlerdir. Bu durum D-M1 öğrencisinin başarı testinde suyun elektrolizi ile ilgili olarak “güç kaynağının (+) ucuna bağlı olan elektrotun adı nedir” şeklinde yöneltilen soruya “*kırmızı bağlantı*

kablosunu taktığımız uç” şeklinde deneye dair zihninde kalan resimle cevap verdiği görülmüştür. Öğrencilerle yapılan mülakatlarda tümü sınav tarihinin önceden belirtilmemesinden yakılarak *“biz sınav olacağımızı bilmediğimiz zaman tekrar yapmayız”* şeklinde sınavda sadece akıllarında kalan bilgilerle cevap verdiklerini belirtmişlerdir.

DG öğrencilerinin KİDÜBAT başarı puanlarının diğer sınıflardan yüksek bir ortalamaya sahip olmasına rağmen, uygulamalar sırasında DG öğrencilerinin bir süreden sonra başarısız olacaklarından kaygı duydukları gözlenmiştir. Bunun sebebi ise öğrencilerin “başarı” olgusunu “soru çözmekle” ilişkilendirmeleridir (Tablo 69, sayfa 155). KG-I ve KG-II öğrencileri ile ders dışı zamanlarda görüş alış-verişinde bulunan DG öğrencileri, diğer sınıflarda daha fazla soru çözüldüğünü, kendilerinin ise daha ziyade sanal laboratuvar yazılımı üzerinde çalıştıklarını ve bu durumun onları daha başarısız kılacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Bu durum D öğretmeni ile görüşülmüş ve öğretmen buna sebep olarak öğrencilerin üniversite sınavına odaklı çalıştıklarını, öğrendikleri konuya dair soru çözümü yapmanın, konunun doğasını anlamaktan daha önemli olduğuna dair duydukları inanç olduğunu belirtmiştir. Ancak yapılan uygulama sonucunda DG öğrencilerinin daha başarılı oldukları görülmüştür. Dole’un uygulama konisi bu durumu, “gösteri deneylerinin hatırd tutulma oranı %30 iken, öğrencinin aktif olarak rol aldığı deneylerin hatırd tutulma oranı % 90 düzeyindedir. Yani öğrenciler laboratuvarlarda ne kadar aktif olursa, öğrenme de o kadar kalıcı olur” şeklinde açıklamaktadır (Orbay vd., 2003). Özden (2005), yaptığı çalışmada sanal laboratuvar türünden yazılımların öğrenci başarısına daha olumlu etkide bulunabilmesi için yazılımlarda öğrenciyi, daha etkin kılacak ve deneyde kullanması gerekli araçları kendisinin bulacağı benzetimlerin yer almasının önemli olduğunu belirtmektedir.

Öğrencilerin başarılarını etkileyen bir diğer faktörde öğretmenin öğretim yaklaşımıdır. Çalışmada öğretmenlerin benimsedikleri yaklaşımlara genel olarak bakıldığında C öğretmenin KG-I öğrencileri ile gerçekleştirdiği derslerde (sınıf ve laboratuvar) “geleneksel”, D öğretmenin KG-II öğrencileriyle gerçekleştirdiği derslerde “yapılandırmacıya yakın”, DG öğrencileriyle gerçekleştirdiği derslerde ise “yapılandırmacı” yaklaşıma uygun davranışlar sergilediği tespit edilmiştir (Tablo 44, sayfa 130). Benzer biçimde kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarı puanlarına bakıldığında, en başarılı grubun DG olduğu ve bunu sırasıyla KG-II ve KG-I’in takip ettiği tespit görülmektedir. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir öğretim ortamında ders alan öğrencilerin, geleneksel öğretim yöntemine göre ders alan öğrencilere kıyasla kimya

dersinde daha başarılı oldukları alanyazında rastlanan tespitlerdendir (Bilgin vd., 2002). Dolayısıyla öğrencilerin başarıları üzerinde, öğretmenlerin sahip oldukları/sergiledikleri öğretim yaklaşımının da etkili olduğu söylenebilir.

Deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştiren öğrencilerin KİDÜBAT puanları değerlendirildiğinde KG-I ile DG öğrencileri arasında DG lehine bir anlamlı fark oluştuğu, diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı görülmektedir. Bu durum SKL yazılımının KİDÜBAT başarısı bakımından en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir.

4.2. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimya Dersine Yönelik Tutumlarına İlişkin Tartışma

“Kimyasal değişimler” ünitesine yönelik olarak hazırlanan SKL yazılımının öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarını ne şekilde etkilediğini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere KIDEYTUT uygulanmıştır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin uygulama öncesindeki kimya dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık olmadığı ve öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarının "kısmen olumlu" olduğu belirlenmiştir (Tablo 26, sayfa 120). Ortaöğretime yeni başlayan öğrencilerin zihinlerinde fen bilimleri dersi fizik, kimya ve biyoloji olarak ayrılmadığı için öğrencilerin genel olarak bu derslere yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğu bilinmektedir (Owen vd., 2008). Ancak yapılan çalışmalarda süreç ilerledikçe öğrencilerin bu özelleşmiş fen derslerine karşı olumsuz tutum gösterdikleri tespit edilmiştir (Geban vd., 1998; Jenkins ve Newton, 2005; Owen vd., 2008). Ön test kapsamında uygulanan KIDEYTUT verilerine göre, öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları kısmen olumlu yöndedir. Bu durum öğrencilerin bahsedilen geçiş sürecinde olduklarının bir göstergesi olabilir. Öğrencilerin geçiş sürecindeki eğilimlerini olumlu yöne çevirmek oldukça önemlidir. Eğer öğrenci bu süreçte tutumunu olumsuz yöne çevirirse dersten soğuyabilir, verilen görev ve sorumluluktan uzaklaşabilir ve derse katılmamak için bahaneler öne sürebilirler (Ülgen, 1995). Bu nedenle bu süreçte öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkileyecek etkinliklerin içinde olmaları önerilmektedir (Kozma vd., 2000).

Farklı şekillerdeki etkinliklerle yürütülen KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin uygulama sonrasındaki kimya dersine yönelik tutumları incelendiğinde gruplar arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde $F(2-87)= 12.350$ ve $p<0,05$ anlamlı bir farklılık oluştuğu -

görülmektedir. KIDEYTUT puanları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencileri ile öğrencileri arasında DG öğrencileri lehine bir anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Tablo 27, sayfa 120). Bu sonuç, sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanan öğrencilerin “kimya dersine yönelik tutumlarının”, deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren KG-II öğrencilerinin tutumlarına kıyasla arttığını göstermektedir. Sanal laboratuvar ile geleneksel laboratuvar ortamlarının öğrencilerin tutumlarına etkisinin araştırıldığı çalışmalarda bu sonucu destekler niteliktedir (Levin ve Donitsa, 1998; Dalgarno, 2004; Oloruntegbe ve Alan, 2010; Tüysüz, 2010).). Fizik ve matematik gibi alanlarda yapılan sanal laboratuvar çalışmalarında da tutum gelişimi incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilen bilgisayar destekli öğretim ortamının öğrencilerin derse yönelik tutumları üzerinde olumlu etkide bulunduğu ve öğrencilerin bu tür sanal laboratuvar ortamlarının fizik, kimya gibi uygulama ağırlıklı dersler içinde geliştirilmesini istedikleri tespit edilmiştir (Marchal vd., 2006; Ogbuehi ve Fraser, 2007; Owen vd., 2008).

Öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu yönde değişmesine sebep olan birden çok faktör mevcuttur. Haladyna ve Shaughnessy (1982), bu faktörlerin öğrenci, öğretmen ve öğretim ortamından kaynaklandığını belirtmektedir. Bu faktörlerden ilki olan öğrenci, yaş, cinsiyet ve kültürel arka plan değişkenlerini içerir. Bu nedenle öğrenci üzerine eğitim sistemi veya öğretmenin müdahalede bulunması neredeyse imkânsızdır. Oysaki üzerinde değişiklik yapılmaya daha müsait olan öğretmen faktörü, öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının değişmesinde büyük pay sahibidir. Öğretmenin öğrettiği derse yönelik sevgisi, anlattığı konuyu günlük hayatın içinden örneklerle sunması ve üstlendiği rol önem taşımaktadır. Üçüncü faktör olan öğretim ortamı ise üzerinde en fazla değişikliğin yapılabileceği unsurdur. SKL yazılımının kullanıldığı grupta olduğu gibi öğretim ortamında öğrenci etkileşiminin üst düzeyde tutulması ve öğrenciyi merkeze alan bir anlayışın benimsenmesi, öğrencinin derse yönelik tutumu olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Kahle ve Lakes 1983; Joyce ve Farenga, 1999; Owen, 2008;).

Çalışma kapsamında laboratuvar ortamındaki süreç ölçüt alındığında KG-II öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarının “geleneksele yakın”, DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarının ise “yapılandırmacı” yaklaşıma uygun olarak gerçekleştiği tespit edilmiş ve DG öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumlarının KG-II öğrencilerine kıyasla daha olumlu olduğu görülmüştür. Benzer nitelikte Bilgin vd. (2002), yapmış oldukları çalışmada kimya öğretmenlerinin öğretim yaklaşımlarının lise 1 ve 2.

sınıf öğrencilerinin kimya tutumlarına etkisini incelemiştir. Çalışma sonunda, dersleri yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak gerçekleştirilen öğrencilerin, dersleri geleneksel yöntemle göre yürütülen öğrencilere kıyasla kimya dersine yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda, KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumlarında olumlu yönde bir değişim olduğu tespit edilmiştir. Bu değişimin hangi alt faktörler boyutunda oluştuğunu araştırmak amacıyla tutum testi dört alt faktörde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öğrencilerin kimya dersine yönelik ilgi alt boyutunda KG-I, K-II ve DG öğrencilerinin aldıkları puanlar arasında DG öğrencileri lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 28, Tablo 121). Bu sonuç, deneylerini sanal kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilerin, kimya dersine yönelik ilgilerinin deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilere kıyasla daha yoğun olduğunu göstermektedir. Buna göre öğrenme sürecinde öğrencinin merkeze alınması ve süreçte aktif kılınması, öğrencilerin derse yönelik ilgilerinin artmasına neden olmuştur. Bu durum öğrencinin aktif olduğu bilgisayar destekli etkinliklerle gerçekleştirilen farklı çalışmalarla uyum göstermektedir (Geban , 1992; Mallow, 2001; Akçay vd., 2003).

Fen derslerine yönelik olumlu tutum geliştirilmesinde öğrencilere dersin, yaşamın bir parçası olduğunun aşılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Karaer, 2007). Bu nedenle SKL yazılımının bir parçası olan günlük hayatla ilişkilendir bölümünün, DG öğrencilerinin kimya dersine yönelik ilgilerini olumlu yönde artmasına etkide bulunduğu düşünülmektedir. Ayrıca alanyazında kimya derslerinin, deneylerle birlikte işlenmesi sonucunda öğrencilerin kimya dersine ilişkin tutumlarının olumlu yönde arttığı görülmektedir (Woolnough, 1995; Aydoğdu, 2000; Aycan vd., 2001). Benzer biçimde bu çalışma sonucunda, DG (11) öğrencilerinin, “kimyasal değişimler” ünitesi süresince KG-I (2) ve KG-II (5) öğrencilerinden daha fazla deney etkinliklerinin içinde yer aldıkları ve aynı ölçüde “kimya dersine yönelik” tutumlarının olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir (Tablo 17, sayfa 109).

Akçay vd. (2008), yapmış oldukları çalışmada lise-1 kimya programında bulunan atom ve atom modelleri konuları kullanılarak hazırlanan bilgisayar destekli programın uygulanan yöntemlere bağlı olarak öğrencilerin tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubu öğrencilerine kıyasla bilgisayar tabanlı ve bilgisayar destekli öğrenme yöntemleri kullanılan öğrencilerin kimya dersine karşı olan tutumlarının arttığı, bu artışın en fazla bilgisayar destekli eğitim

alan grubunda olduğu saptanmıştır. Bu bilgidен hareketle SKL yazılımı dahilindeki “moleküler düzeyde gösterim” bölümünün, öğrencilerin derse yönelik tutumlarının olumlu yönde etkide bulunduğu düşünülmektedir.

“Kimya laboratuvarına yönelik tutum” alt boyutunda ise KG-I ($\bar{X}=11,5000$), KG-II ($\bar{X}=10,2333$) ve DG (9,8667) öğrencilerinin aldıkları puanlar arasında KG-I lehine anlamlı [$F(2-87)=7,039, p<.05$] bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 29, sayfa 121). Laboratuvar uygulamalarına en az zaman ayıran KG-I grubunun, laboratuvar uygulamalarına daha fazla zaman ayıran KG-II ve DG gruplarına kıyasla “kimya laboratuvarına yönelik” tutumlarının daha olumlu yönde değiştiği görülmektedir. Bu sonucun aksine öğrencilerin kimya laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumlarının incelediği alanyazındaki bazı çalışmalarda, geleneksel öğrenme gruplarındaki öğrencilerin laboratuvar dersine karşı olumsuz yönde tutum geliştirdikleri (Kaya, Doğan ve Kılıç, 2005; Taşdemir ve Sarıkaya, 2005) ya da öğrencilerin kimya laboratuvarına yönelik tutumları arasında bir farkın oluşmadığı (Köseoğlu ve Tümay, 2010) tespit edilmiştir. Bu değişikliğin nedeni KG-I öğrencileri ile gerçekleştirilen mülakatlarla araştırılmıştır. “Kimyasal değişimler” ünitesinden daha önce hiç laboratuvara gitmeyen KG-I öğrencilerinin, ünite süresince yapmış oldukları toplam 2 ders saati süren laboratuvar uygulamasında çoğu kez deney araç-gereçlerinin nerede bulunduğu, bu araç-gereçleri ne amaçla kullandıklarını bilemedikleri, deney yaparken güvenlik kaygısı taşıdıkları tespit edilmiştir. Buna karşılık mülakata katılan öğrencilerin yarısı ilköğretime devam ettikleri dönemde, fen derslerini genellikle laboratuvar ortamında işlediklerini belirtmişlerdir. Morgil vd. (2009), Okebukola (1986)’nın çalışmasına atıfta bulunarak fen bilimi laboratuvarına devamlı katılmanın genelde kimya öğrenimine, özelde ise kimya laboratuvarındaki öğrenmeye karşı olan tutumu olumlu etkilediğini iddia etmişlerdir. Çalışma süresince KG-I öğrencilerinin süreçte yaşadıkları kaygı ve belirsizliğin onların tutumlarını olumsuz etkileyeceği tahmin edilmiş olmasına rağmen, elde edilen veriler çalışma sonucunda öğrencilerin kimya laboratuvarına yönelik tutumlarının KG-II ve DG öğrencilerine kıyasla arttığını göstermektedir. Bu durumun öğrencilerin ortaöğretim sürecinde edindikleri laboratuvar tecrübelerinden ve öğrencilerin en iyi öğrenmenin “deney yaparak” gerçekleşeceğine dair duydukları inançtan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kimya dersine yönelik düşünce alt boyutunda KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin aldıkları puanlar değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı tespit edilmiştir (Tablo 30, sayfa 122). Bu sonuç, öğrencilerin çalışma süresince kimya

dersine yönelik düşüncelerinin değişmediğini göstermektedir. Uygulamanın yapıldığı sürenin 6 hafta ile sınırlı olması öğrencilerin ortaöğretim dokuzuncu sınıfa kadar zihinlerinde oluşturmuş oldukları “kimya” dersine yönelik düşünceyi değiştirememiştir. Alanyazındaki çalışmalar bu türden bir etkinin gerçekleşebilmesi için daha uzun süren çalışmaların gerçekleşmesi gerektiğini ve öğrenci tutumlarının daha çok ilköğretim seviyesinde değiştiğini ileri kademelerde değişime karşı direnç gösterdiğini vurgulamaktadırlar (Akgün, 1998; Gürkan ve Gökçe, 2000; Deese vd., 2000; Wong, 2001; Sarıçayır, 2007).

Kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik tutum alt boyutunda değerlendirildiğinde grupların tümünün son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu ancak KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin aldıkları son test tutum puanları arasında KG-I lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 31, sayfa 122). Bu sonucun nedenlerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilen mülakatlarda, DG öğrencilerinin “gerçek laboratuvar ortamını daha fazla sevdikleri”, KG-II öğrencilerinin “gerçek laboratuvar ortamında yaptıkları deneylerin yerini benzetimlerin tutmayacağını düşündükleri” tespit edilmiştir. Ayrıca DG öğrencileri çalışma boyunca SKL fazla yoğunluk verildiğini düşünmeleri ve soru çözümünde diğer sınıflara göre geri kaldıklarını düşünmeleri de bir diğer neden olarak görülmüştür.

Bu sonuç “bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin derse yönelik tutumlarının etkisi” konulu çalışma sonucu ile benzerlik göstermektedir (Akgün, 2005). Bahsedilen çalışmada “tepkimelerde kütlelin korunumu, tepkimelerde ısı alışverişi ve asitler ve bazların özellikleri” deneyleri 1. deney grubu ile ilköğretim 8. Sınıf düzeyinde fen bilgisi laboratuvarında gösterim deneyleri biçiminde yapılırken, 2.deney grubu ile bilgisayar laboratuvarında çoklu ortam materyali kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, hem deneylerini fen laboratuvarında gösteri deneyi biçiminde yapan öğrenciler hem de bilgisayar laboratuvarında benzetimler eşliğinde yapan öğrenciler “gerçek laboratuvar ortamını, sanal ortama tercih edeceklerini” belirtmişlerdir.

Uygulama sürecinde gerçekleştirilen gözlemlerde, KG-I öğrencilerinin, KG-II ve DG öğrencilerinin kendilerinden farklı bir uygulamaya tabi tutulduklarını fark ettikleri ve deney grubunun tabi tutulduğu süreci kendilerinin de dahil olmak istedikleri tespit edilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen mülakatlar sırasında K1-M7, araştırmacıya “*siz diğer sınıflarda sanal laboratuvarı kullanıyormuşsunuz, bizi sadece gözlüyorsunuz. Bir de bize*

verdiğiniz testleri onlara da uygulamışsınız. Sonuçta ne olacak onlar daha başarılı olacak biz daha başarısız!. Bu yüzden mi bizim derslerimize giriyorsunuz” şeklinde tepkisini ifade etmiştir. Uygulamaların son haftasında ise C öğretmeni araştırmacıya *“uygulama bitiminde sanal kimya laboratuvarı yazılımını KG-I’de uygulayalım. Öğrenciler bu konuda çok baskı yapıyorlar. Onlarda bilişim teknolojileri sınıfına giderek, orada deney yapmak istiyorlar”* şeklinde KG-I öğrencilerinin sanal kimya laboratuvarı yazılımını merak ettiklerini belirtmiştir.

Çalışma sonucunda KG-I öğrencilerinin “kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik tutum” puanlarının KG-II ve DG öğrencilerine kıyasla yüksek olması, öğrencilerinin ders saatleri dışında birbirleriyle derste yaptıkları etkinlikleri paylaşması, sanal kimya laboratuvarı yazılımının kontrol grupları tarafından merak edilmesi, öğrencilerin genel olarak bilgisayar destekli etkinliklere ilgi duymaları ile açıklanabilir.

Günümüzde öğrencilerin derslerde verilen bilgileri kalıcı olarak öğrenmelerini sağlamak için derse karşı ilgilerini sürekli canlı tutmak önem taşımaktadır. Sanal laboratuvarlar, bu amaca ulaşmak için bir eğitim aracı olarak görülmektedir. Özellikle uygulamaların ağırlıklı olduğu kimya dersleri, sanal laboratuvar ortamlarının geliştirilmesi için oldukça elverişlidir (Dalgarno, 2004; Williams, 2003). Alanyazında yapılan çalışmalar kimya dersine yönelik tutum ile derse yönelik başarı arasındaki ilişkiye vurgu yapmaktadır (Cannon ve Simpson, 1985; Lin, 1992; Woolnough, 1995; Joyce ve Farenga, 1999; Üce, Sarıçayır ve Demirkaynak, 2003; Yücel, 2004; Jenkins ve Nelson, 2005; Sarıçayır, 2007; Sevinç, 2008). Kimya eğitiminin çeşitli yöntemler ve etkinlikler kullanılarak verilmesinin önemli olduğu belirtilmekte ancak bu yöntemler ve etkinlikler uygulanırken öğrencilerin kimya dersinde başarılı olmaları amaç edinilmesine rağmen öğrencilerin derse karşı olan tutumları çok fazla dikkate alınmamaktadır. Geliştirilen SKL yazılımının, gerek yapılandırmacı felsefe ve TGA stratejisi gerekse sanal ortamın sunduğu olumlu özellikler ile öğrencilerin, kimya dersine yönelik tutumlarına olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

4.3. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin “Laboratuvar Araç-Gereçlerini” Tanıma Başarılarına İlişkin Tartışma

“Kimyasal Değişimler” ünitesi kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarının DG öğrencilerinin laboratuvar araç-gereçlerini tanımalarına ilişkin başarı düzeylerinde ne gibi bir değişim sağladığını ortaya çıkarmak amacıyla LAGTAT testi KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin tümüne çalışma öncesinde ve sonrasında uygulanmış ve gruplar arasındaki gelişim değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde çalışmaya katılan KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin başarı testinden elde ettikleri puanların ortalamalarına bakıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı, grupların uygulama öncesinde laboratuvar araç-gereçlerini tanımalarına yönelik başarılarının aynı düzeyde ve oldukça düşük olduğu görülmektedir (Tablo 39, sayfa 127). Bu durum öğrencilerin ilköğretim eğitimleri boyunca sınav odaklı çalışmalarına ve bu nedenle laboratuvar uygulamalarına fazla yer verilmemesine bağlanabilir. Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlarda, çoğu öğrencinin ilköğretim seviyesinde laboratuvar etkinliklerinde yer almadıkları, fen derslerini daha ziyade soru çözümü yaparak işledikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerden biri bu durumu “*biz araç-gereçleri neredeyse hiç elimize almadık, kimse bize bunun adı şudur diye söylemedi, hatta ilk kez bu araç-gereçlerin adını bize siz sordunuz*” şeklinde deney araç-gereçlerine dersleri sırasında çok önem verilmediğini belirtmiştir. Saka (2002), ilköğretim seviyesinde fen bilgisi derslerini yürütecek sınıf öğretmenliği adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmen adaylarının kendilerini deney yapmak için yeterli görmediklerini belirlemiştir. İlköğretim fen dersleri kapsamında laboratuvar uygulamalarına yeterli düzeyde yer verilememesi ve öğrencilerin laboratuvar etkinliklerinin merkezinde yer alamaması sonucunda laboratuvar araç-gereçlerini yeterli düzeyde tanımamaktadırlar (Güzel, 2000). Alanyazında yapılan çalışmalarda ilköğretim fen derslerinin ülkemizde genellikle laboratuvar uygulamalarına ya çok az yer verilerek yada hiç yer verilmeden işlendiği, yapılan laboratuvar uygulamaların büyük çoğunluğunun ise gösteri deneyi şeklinde gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (Gürdal, 1991; Güzel, 2000; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 2000; Taşkın Ekici vd., 2002; Uluçınar vd., 2004; Telli vd., 2004;). Hatta ilköğretim Matematik, Fen Bilgisi ve Kimya Öğretmenliği programlarında Genel Kimya I, II ve laboratuvar uygulamalarına katılmış olan öğrencilerle gerçekleştirilen bir çalışmada bile, öğretmen adaylarının laboratuvar araç-gereçlerini yeterli düzeyde tanımadıkları tespit edilmiştir (Coştu vd., 2005).

“Kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında bulunan deney uygulamalarını, DG öğrencileri sanal kimya laboratuvarında, KG-I ve KG-II öğrencileri ise gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirmişlerdir. KG-I; 2 deney gerçekleştirmek için 2 ders saatini, KG-II; 5 deney gerçekleştirmek için 3 ders saatini ayırırken DG; 11 deney için 5 ders saatini ayırmıştır (Tablo 17, sayfa 109). Dolayısıyla grupların laboratuvar ortamında geçirdikleri süreler farklılık göstermiştir. Uygulama sonunda öğrencilerinin LAGTAT ön-son test sonuçları değerlendirildiğinde; KG-I öğrencilerinin not ortalamalarının 24.80’den 22.19’a düştüğü, KG-II öğrencilerinin not ortalamalarının 28.53’den 35.43’e, DG öğrencilerinin not ortalamalarının ise 29.45’den 67.41’e yükseldiği tespit edilmiştir (Tablo 38, sayfa 126). Elde edilen bu veriler doğrultusunda KG-I öğrencilerinin başarı düzeylerinin %10 azaldığı; KG-II öğrencilerin başarı düzeylerinin %24 ve DG öğrencilerin başarı düzeylerinin ise %128 arttığı görülmektedir. Tek yönlü varyans analizi ile uygulama sonrasında KG-I, KG-II ve DG öğrencilerin başarı testi sonuçları karşılaştırıldığında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde $F(2-87)= 135.56$ ve $p<0.05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. LAGTAT son testi arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonucunda DG öğrencilerinin, KG-I ve KG-II öğrencilerinden, KG-II öğrencilerinin ise KG-I öğrencilerinden daha yüksek başarı gösterdikleri tespit etmiştir (Tablo 43, sayfa 129). Etki değerine bakıldığında toplam varyansın %75’inin öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımalarının bir sonucu olduğu söylenebilir. Bu sonuç öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımalarında, laboratuvar etkinlikleri ile iç içe olmalarının önemli olduğunu ve sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir. Sanal laboratuvar yazılımlarının gerçek laboratuvar etkinlikleri ile kıyaslandığı çalışmalarda, sanal laboratuvar ortamında deney yapan öğrencilerin laboratuvar ortamına ve deney araç-gereçlerine daha fazla aşinalık kazandıkları tespit edilmiştir (Dalgarno vd., 2003; Mercer-Chalmers vd., 2004; Gorghiu vd., 2009). Araştırmada ulaşılan sonuçların, sanal laboratuvarların deney araç-gereci ve öğrenci performansı gibi birçok avantaja sahip olduğunu tespit eden alanyazındaki bazı çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmektedir (Joseph vd., 1999; Özdener ve Erdoğan, 2001; Özdener, 2005).

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin LAGTAT ön ve son testlerdeki ortalamaların yüzde olarak değişimlerine bakıldığında en fazla başarı artışının DG (29.45-67.41) öğrencilerinde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 27, sayfa 127). DG öğrencileri ile gerçekleştirilen formal ve informal mülakatlarda öğrenciler LAGTAT’ta kendilerine

yöneltildiği halde doğru cevap veremedikleri deney araç-gereçlerini aslında tanıdıklarını, hangi deneyde ne amaçla kullandıklarını bildiklerini ancak ismini hatırlayamadıkları için testte cevaplandıramadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum öğrencilerin aslında yansıttıklarından daha fazlasını bildikleri şeklinde yorumlanabilir. Öğrenciler laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testinden daha yüksek puanlar alamamalarına gerekçe olarak “bu araç-gereçleri sadece yazılımı kullanırken gördük. Bize uyguladığınız test gibi bir kağıt verseniz üzerinde doğru cevaplarda olsa biz hepsini öğrenebilirdik” şeklinde öğrenmelerinin sadece uygulamalar ile sınırlı kaldığını ve yazılı bir kaynağın öğrenmelerini olumlu yönde etkileyeceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca yöneltilen soruların açık uçlu olmasının ve öğrencilerin sınavın yapılacağı tarihten habersiz olmalarının not ortalamalarını olumsuz yönde etkileyen faktörler arasında olduğu düşünülmektedir.

Okullardaki laboratuvar eksikliği, malzeme yetersizliği ve kalabalık sınıflardan kaynaklanan nedenlerle, deneylerin ancak gösteri yöntemi ile gerçekleştirilebildiği düşünüldüğünde, sanal laboratuvarların laboratuvar uygulamalarına bir alternatif olabileceği açıktır (Özdener, 2005).

Öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımaları için daha fazla uygulama etkinliklerinin içinde yer almaları gerekmektedir. Laboratuvar araç-gereçleri hakkında yeterli ön bilgi ve deneyime sahip olmayan öğrencilerin, gerçekleştirdikleri deneylerde başarılı olamadıkları (Temiz ve Kanlı, 2005) düşünüldüğünde sanal laboratuvar etkinliklerinin öğrencilere daha başarılı olacakları etkinlikleri gerçekleştirmeleri için fırsatlar sunduğu görülmektedir.

4.4. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Öğrenme-Öğretme Süreçlerine Etkisi İle İlgili Tartışma

Bu bölümde “sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapılan deneylerin öğrenme-öğretme süreçleri arasında bir farklılık var mıdır” ifadesi ile verilen çalışmanın alt problemine ilişkin tartışma, “sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının yapılandırmacı öğrenme ortamının oluşmasına etkisi”, “sanal ve gerçek laboratuvar ortamlarındaki deneylerin gerçekleştirilme süreçleri”, “geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğrenci görüşleri” ve “geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğretmen görüşleri” alt başlıkları ile sunulmuştur.

4.4.1. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarının Yapılandırmacı Öğrenme Ortamlarının Oluşmasındaki Etkisine İlişkin Tartışma

2007 yılında günümüzdeki şeklini kazanan kimya öğretim programı bilgiyi, öğrencinin yapılandırmasını temel alan yapılandırmacı yaklaşımın izlerini taşımaktadır (MEB, 2007). Yapılandırmacı yaklaşım öğrenciye öğrenim sürecinde aktif olma görevini verirken öğretmenlere, süreci organize etme ve rehberlik yapma misyonunu yüklemiştir (Baki, 2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğretmenler, sınıfta öğrencinin ilgisini çekmek için problemler, sorular ve kavramlar etrafında bilgiyi organize ederek öğrencilerin yeni bakış açıları geliştirmelerine ve önceki öğrenmeleri ile bağlantı kurmalarına yardımcı olacak etkinlikler düzenlerler. Düzenlenen öğrenci merkezli etkinliklerle, deney yapmaları, soru sormaları ve sordukları soruyu yine kendilerinin cevaplamaları önemlidir (Özerbaş, 1996). Bu kapsamda geliştirilen etkinliklerde öğrencinin geçmiş bilgi yapılandırmaları, inançları, değer yargıları ve eğilimleri mutlaka dikkate alınmalı, öğrencilerin hataları onlara düşünce yapılarını ve bilgiyi yapılandırma biçimlerini anlatabilmek için bir fırsat olarak kullanılabilir (Arı, 2008). Başka bir ifade ile öğrencilerin okulda kazandıkları bilgiler, onların bu ortama gelmeden önce sahip oldukları ön bilgilere ve eğitim ortamının onlara sağladıklarına bağlıdır. Bu nedenle öğrencilerin ön bilgileri hatalı ise onlar üzerine inşa edilen bilgiler de hatalı olabilir (Hewson ve Hewson, 1984; Senemoğlu, 1997; Üstüner ve Sancar, 1999). Etkili bir öğrenme için öğrenenin önceki bilgilerini dikkate alan etkinliklerin düzenlenmesi önemlidir (Driver, 1989; Grayson vd., 2001).

Yapılandırmacı öğretimde, öğrenmenin gerçekleşebilmesi için derse iyi bir problemle başlanması gerektiği önerilmektedir. Şahin (2007) aktardığına göre Dewey problematik bir durumun söz konusu olması gerektiğini ve işbirliğine dayalı bir öğretim yürütülmesinin önemine değinmiş, Cunningham (1991) ise yapılandırmacı yaklaşımda, öğrencilere kesin bir şeyleri bilmeleri gerektiğini göstermekten ziyade, mantıklı bir yorumun nasıl yapılabileceğini göstermeye odaklanmıştır. Bundan dolayı öğretmenin, öğrencinin ön bilgisini ortaya çıkarabilecek nitelikteki sorularla öğrenme sürecini şekillendiren TGA stratejisi, kimya kavramlarının öğretiminde önemli bir yere sahiptir. Bu yöntemin tahmin etme aşamasında, öğrencilere kavram hakkında bilgi verilerek deney sonucunu tahmin etmeleri ve tahminlerinin nedenlerini açıklamaları istenir. Gözlem aşamasında, öğrencilere tahminde buldukları deney bizzat yaptırılarak süreci gözlemeleri sağlanır. Gözlemler sırasında öğrencilerin notlar almaları için uygun ortam

hazırlanır ve gerekirse deney tekrar edilir. Açıklama aşamasında, öğrencilerin deney yapmadan önceki tahminleri ile deney gözlemleri arasında çelişkiler varsa, bu çelişkiler tartışılır. Öğretmen bu süreçte öğrencilerde oluşmuş olan çelişkiyi açıklamak yerine rehberlik ederek; onların tüm olası düşüncelerini dikkate alarak alternatif yorumlar getirmelerini sağlarsa TGA yöntemi amacına ulaşmış olur (White ve Gunstone, 1992; Karaer, 2007) Geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yapılandırmacı yaklaşıma ve TGA stratejisine uygun, öğrenci etkileşimini temel alan bir anlayışla hazırlanmıştır. Ancak bu süreçte öğrenci bir cam fanus içinde saklanmadığından öğretmen ve arkadaşları ile etkileşim içindedir. Bu kapsamda SKL, yazılımı kullanan öğrenciye, önce deneyle ilgili tahminde bulunma, deneyi aktif etkileşim sonucunda gerçekleştirme ve deney sonucunda eski ile yeni bilgisini karşılaştırma fırsatı sunmaktadır. Bu süreçte D öğretmeninden, DG ile gerçekleştirdiği derslerde yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak derslerini yürütmesi istenmiştir. Yazılım bu süreçte derslerin yapılandırmacı anlayışa uygun olarak yürütülmesi sürecinde bir araçtır. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin dersleri “kimyasal değişimler” ünitesi süresince gözlenmiş ve gerek sınıf gerekse laboratuvarında gerçekleşen dersler öğretim felsefesi anketi ve laboratuvar gözlem formu kullanılarak gözlenmiştir. Çalışma sonunda C öğretmenin hem sınıf ortamında “geleneksel”, laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği uygulamaların ise “geleneksele yakın” yaklaşıma uygun olduğu görülmüştür (Tablo 44, sayfa 130). C öğretmeni sınıf ortamında gerçekleştirdiği derslerde genellikle konuyu önce anlatım yönteminden faydalanarak geleneksel yaklaşımla işlenmiş, konu bitiminde ise soru çözümü üzerinde durduğu görülmüştür. Soru çözümü yapılan derslerde C öğretmenin öğrencilerin süreç içinde gösterdikleri gelişime önem vermediği, öğrencilerin yanlış verdikleri cevap karşısında hemen cevabın yanlış olduğunu belirtip doğru cevap üzerinde açıklama yaptığı gözlenmiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar ne kadar anlamsız veya yanlış olursa olsun, öğrencilerin soruyu algılayış şekli ve sahip olduğu zihinsel yapıların bir göstergesi olduğu için öğretmen tarafından önem verilmesi gerekmektedir. Bu durumda cevabın doğrudan yanlış olduğunun söylenmesi öğrencinin cesaretini kıracağı için, öğrenciyi ilk cevabı ile çelişkiye düşürecek problemlerle karşı karşıya bırakılması önerilmektedir (Brooks ve Brooks, 1993). Geleneksel yaklaşıma göre öğrenme, çevreden verilen belirli bir uyarıcıya karşı uygun tepki verildiğinde oluşur. Önemli olan sadece öğrencinin gösterdiği davranışlardır (Ertmer ve Newby, 2008). C öğretmenin geleneksel yaklaşıma yakın biçimde davrandığı, genellikle sınıfta baskın olduğu ve kuralları kendisinin belirlediği görülmüştür. Bu nedenle

aktif olmak isteyen ve düşüncesini ifade etmek isteyen öğrenciler gerek sınıf gerekse laboratuvar ortamında buna fırsat bulamamaktadırlar. Kimya laboratuvarındaki bir gözlemde öğretmen C deneyi hazırlarken öğrencilerden birinin yönelttiği “*öğretmenin bir şey sorabilir miyim?*” şeklindeki soruya “*hayır soramazsın*” karşılığını verdiği gözlenmiştir. Ayrıca KG-I öğrencileri laboratuvarında yürütülen dersler sırasında deneyle ilgili bir tahminde bulunmadıkları, deney sürecini tam olarak izleyemedikleri gözlenmiştir. KG-I öğrencilerinin yaptıkları deneyin sonucunda ne gerçekleştiğini çoğu zaman anlayamadıkları, deney sonucu ile ilgili açıklamanın öğretmen tarafından bir sonraki derste yapıldığı görülmüştür. Öğrenciler sadece gözlem sürecinin bir kısmında aktif, diğer sürelerde pasif konumdadırlar. Öğretmen C ile gerçekleştirilen mülakatta bu durumu “*.. ben öğrencilerin süreçte aktif olmasını isterim. Sınıfta gürültü olsun, tartışınlar önemli değil. Ancak sınıfın kapısının önünden bir idareci geçtiği zaman kapıyı açıp burada öğretmen yok mu diye kontrol ediyor. Durum böyle olunca sizde mecbur eski düzene devam ediyorsunuz*” şeklinde süreçte izlediği yolu ifade etmiştir. Ayrıca D öğretmeni, öğrencileri ve okulu için üniversite sınavının ne kadar önem taşıdığını ve bu sebeple derslerde soru çözümünün öne çıkmak zorunda kaldığını belirtmiştir. Yıldırım (2009) da yaptığı çalışmada öğretmenlerin üniversite sınav kaygısı ile soru çözümüne ağırlık vermek zorunda kaldıkları sonucuna ulaşmıştır. Öğretmenler için öğretim yaklaşımının bir tercihten ziyade mecburiyet haline geldiği anlaşılmaktadır.

Benzer biçimde Kang ve Wallace (2005), yapmış oldukları çalışmada üç fen bilgisi öğretmenin derslerini izlemiş ve bu derslerde hangi öğretim yaklaşımına uygun olarak derslerini yürüttüklerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda aynı öğretmenin tüm derslerde aynı biçimde davranmadığı, farklı ders ve farklı sınıflarda farklı öğretim yaklaşımlarına uygun olarak derslerini gerçekleştirdiklerini belirlemişlerdir. Bunun sebebini, öğretmenlerin epistemolojik inançları ile öğretilecek konu ve öğretimsel amaçlar arasındaki ilişkiye bağlamışlardır. D öğretmenin KG-II grubu ile laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği derslerde kontrolü elden bırakmak istemediği, öğrencilere müdahalede bulunduğu ve öğrencilerin kalabalık gruplar halinde çalıştıkları gözlenmiştir (Tablo 45, sayfa 132). Öğretmen deneye başlamadan yalnızca deneyin adını öğrencilere belirtmekte ve çoğu zaman deney araç-gereçlerini öğrencilere hazır olarak sunmaktadır. Laboratuvar uygulamaları sırasında öğretmenin, yapılması gereken işlemleri öğrencilere adım adım belirttiği, öğrencilere deneyle ilgili bir tahmin veya yorumda bulunacakları bir ortam oluşturmadığı, deneyin gözlem boyutunda öğrencilerin kısmen aktif olduğu, deney

sonucunu tartışmak için ise çoğu zaman yeterli zamanın kalmadığı belirlenmiştir. (Tablo 47, sayfa 137). K2-M4 ile gerçekleştirilen mülakatta öğrenci deneyin ne amaçla yapıldığı ve sonucu hakkında bilgi edinemediğini “...bir şeyi bir şeye kattık sarı renkli çözelti oluştu bunu biliyorum ama o karıştırılan çözeltiler neydi, sonuçta ne oluştu onu hatırlamıyorum...” biçiminde ifade etmiştir. Geleneksel sınıflar genellikle öğretmen merkezli konuşmaların yoğunluklu olduğu ortamlar olarak tanımlanmaktadır (Özerbaş, 1996). Bu ortamda öğrencinin bilmesi gereken sabit bir bilginin olduğu temel alınarak dersin içeriği önceden belirlenir ve ders bu düzene göre gerçekleştirilir. Öğrencilerin süreç içindeki gelişimleri dikkate alınmaz (Özden, 2003). Öğrencilerin mutlaka öğrenmesi gereken sabit, değişmeyen bilgiler bulunmaktadır ve bu bilgiler parçalara bölünerek öğretmenin aktif, öğrencinin pasif olduğu ortamlarda öğrenciye aktarılmaktadır. Öğrenciler tarafından çok fazla soru sorulmaması ve öğrenciler arası etkileşimin az olması geleneksel öğretim ortamlarında sıklıkla rastlanan durumlardır (Özerbaş, 1996). Öğretmen D oluşan öğrenme ortamının neden bu şekilde geliştiğini “laboratuvarda malzemeler yetersiz, öğrencinin hata yapmadan deneyi tamamlaması gerekli. O nedenle öğrenciye çoğu yerde ne yapacağını söylemek zorundayım. Gümüş nitrat olmadığı için gümüş kaplama deneyini yapamadık mesela. Bir de deney düzeneğini önceden hazırlayamıyorum, çok zaman kaybediyoruz. Burası Anadolu Lisesi zaman önemli bizim için. O yüzden genellikle deneyi gösteri deneyi şeklinde yapmayı tercih ediyorum ya da öğrencilere çok fazla serbestlik vermiyorum...” şeklinde öğrenmenin değil konuları geçiştirmenin daha önemli olduğunu ifade etmiştir.

Buna karşılık yapılandırmacı ortamlarda öğretmenin rolü, öğrenci ilgisini çekmek için problemler, sorular ve kavramlar etrafında bilgiyi organize etmek, öğrencilerin yeni bakış açıları geliştirmelerine ve önceki öğrenmeleri ile bağlantı kurmalarına yardımcı olmaktır. Öğretmen, öğrenciye doğrudan bilgi aktarmaz, aksine öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırabilecekleri ortamlar sunarak öğrenmeyi kolaylaştırır. Bu süreçte öğrenciye dış dünyaya ilişkin kendi bilgisini kurabileceği, elde ettiği bilgiyi yorumlayabileceği etkinlikler sunulur (Şahin, 2007). Düzenlenen etkinlikler öğrenci merkezlidir ve öğrencilerin kendi sorularını sormaları, deney yapmaları ve sonuçlara ulaşmaları özendirilir (Özerbaş, 1996). D öğretmenin DG öğrencileriyle gerçekleştirdiği laboratuvar uygulamalarında yapılandırmacı bir öğretmen rolü üstlendiği görülmüştür (Tablo 44, sayfa 130 ve Tablo 47, sayfa 137). D öğretmeni uygulamalarında, diğer sınıfların aksine 2-3 kişilik öğrenci grupları oluşturarak dersleri gerçekleştirmiştir.

Deneyde adı geçen konunun öğretiminden önce öğrencileri bilgi teknolojileri sınıfına getirerek önce yapılacak deneyin sonucu ile ilgili öğrencilerin bir tahminde bulunmalarını sağlamış ve bu tahmini gerekçesi ile birlikte ilgili ekrana girerek kaydetmelerini sağlamıştır.

Deneylerin gözlem bölümünde öğrenciler deneyi (eğer alternatif durum mevcut ise) tüm alternatif durumları deneyerek gerçekleştirmişler ve ulaştıkları sonuç ile ilk tahminlerini bilgisayar ekranında karşılaştırmışlardır (Tablo 45, sayfa 132, Tablo 46, sayfa 134 ve şekil 28, sayfa 137). Bu bölümde öğrenciler elde ettikleri sonucu önce grup içinde sonra gruplar arasında tartışmışlar en son içinden çıkamadıkları noktada öğretmenden yardım istemişlerdir. Öğrencilerin tümü ünitadaki tüm deneyleri en az iki defa yapmışlardır. Her dersin sonunda öğretmen en az 10 dakikayı yapılan deney hakkında tartışma yapmak için ayırdığı gözlenmiştir (Tablo 47, sayfa 137). Öğretmen süreçte öğrencilere rehberlik ettiği, süreci iyi organize ederek öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmalarını sağlamaya çalıştığı gözlenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlar sırasında bu konuda sanal kimya laboratuvarının işini kolaylaştırdığını ifade eden öğretmen D, sanal kimya laboratuvarı yazılımının yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşturma konusunda kendisine yardımcı olduğunu, süreci ve süreci bu sayede kolaylıkla organize edebildiğini belirtmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin SKL yazılımını yalnızca kimya dersi kapsamında ve uygulama derslerinde kullanımlarına izin verilmiştir. Bu derce kısıtlı zaman diliminde öğrencilerin gösterdikleri başarı göz önüne alındığında, sanal ortamların zaman ve mekân bağımsız öğrenme ortamı özelliği ile ders dışı zamanlarda kullanımına izin verilmesi ile daha yüksek başarı oranlarının elde edileceği tahmin edilmektedir. Öğretmen D, bu tahmini “günlük hayatla ilişkilendir” bölümünün bazı derslerde yer veremediği ya da unuttuğu kavramları öğrencilere ses ve görüntü eşliğinde sunduğunu, bu uygulamalardan sonra öğrencilerin yaptıkları her deneyin günlük hayatla ilişkisinin ne olduğunu kendilerinin merak edip araştırdığını ve tartıştıklarını belirterek desteklemiştir. Yapılan gözlemlerde de DG öğrencilerinin uygulama süresince aktif oldukları, işbirliği içinde çalıştıkları, makro, mikro ve sembolik düzeydeki gösterimleri isteyerek ve zevk alarak araştırdıkları, kendi bilgilerini oluşturmaya çalıştıkları, süreçte bir bilim adamı rolü üstlendikleri gözlenmiştir. Öğrenme sürecinde öğrencilerin mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgilerini kendine özgü biçimde oluşturmaları yapılandırmacı yaklaşımın bir gereğidir (Özmen, 2004). Uygulama sürecinde her öğrenci gerçekleştirdiği deneyle ilgili olarak ön bilgisini sonraki öğrenmesi ile karşılaştırma fırsatı bulmuş, elde ettiği sonucu

arkadaş ve öğretmenleri ile tartışmıştır. Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencinin bilgiyi yapılandırmasına odaklandığı için öğretmenin buradaki rolü geleneksel yönteme göre daha zor ve dolaylıdır. Öğretmen, doğru cevaptan daha ziyade öğrencinin düşüncesi üzerine odaklanmalı ve öğrenciyi düşünmeye teşvik etmelidir (Brooks ve Brooks, 1993). Ayrıca bu rolün her öğrenci için ayrı ayrı uygulanması gerekliliği ve sınıfların kalabalıklığı göz önüne alındığında bu durumun zorluğu bir kat daha artmaktadır. Ancak geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımı bu süreci kendisi gerçekleştirmektedir. Her öğrenciden deneyle ilgili tahminde bulunmasını isteyen yazılım, öğrenci tahminini kaydetmekte deney sonunda ulaşılan bilgi ile öğrencinin tahminini karşılaştırmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen SKL yazılımının, yapılandırmacı öğrenme ortamının oluşturulmasında öğretmene yardımcı olduğu, yazılım kullanılarak gerçekleştirilen laboratuvar derslerinin öğrenciyi merkeze alan, süreçte aktif kılan yapılandırmacı yaklaşıma uygun olduğu söylenebilir. Özmen (2004), yaptığı çalışmada yapılandırmacı öğretime uygun etkinliklerin geliştirilmesinde bilgisayar teknolojisinin kullanımının önemli olduğunu ifade etmiştir. Bennet ve Pilkington (2001)'in yapmış oldukları çalışma sonucunda elde ettikleri “sanal öğrenme ortamlarının bağımsız ve işbirlikli öğrenmeye olumlu etkide bulunduğu” bulgusu bu çalışmayı desteklemektedir. Alanyazında incelenen diğer sanal laboratuvar uygulamalarının, yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasını desteklediği görülmüştür (Josephsen ve Kristensen, 2006; Bakar ve Zaman, 2007; Dikmenli vd., 2007; Winberg ve Berg, 2007; Akbulut ve Akdeniz, 2008; Falvo, 2008; Korakakis vd., 2009; Limniou vd., 2009).

4.4.2. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamlarındaki Deneylerin Gerçekleştirilme Süreçlerine İlişkin Tartışma

“Kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneylerin gerçek ve sanal ortamda gerçekleştirilmesi sonucunda süreçte meydana gelen farklılıklara dair elde edilen bulgular incelendiğinde, “geleneksele yakın” felsefeye sahip olduğu belirlenen C öğretmenin KG-I öğrencileri ile 1 ders saatinde en fazla 1 deneyi tamamlayabildiği görülmektedir. Buna karşılık KG-II öğrencileri ile gerçekleştirdiği laboratuvar uygulamalarında “geleneksele yakın” felsefeye sahip olduğu belirlenen D öğretmenin 1 ders saatinde ikinci bir deneye

başlayabildiği ancak bu deneyi çoğu kez tamamlayamadığı DG öğrencileri ile gerçekleştirdiği 1 ders saatinde öğrencilerin defalarca tekrar ederek, en az 2deney gerçekleştirdikleri ayrıca yazılımın günlük hayatla ilişkilendirilmesinde, sanal TV veya Sanal sözlük bölümlerini inceleme imkanı buldukları tespit edilmiştir. Laboratuvar ortamında (gerçek kimya laboratuvarı veya bilişim teknolojileri sınıfı) gerçekleşen uygulamalar incelendiğinde, KG-I öğrencilerinin toplam 40 dakikalık zaman diliminin 20, KG-II öğrencilerinin ise 17.5 dakikasını “deney gerçekleştirme” ve “gerçekleştirilen deneyin sonucunu tartışma” için ayırdıkları görülmüştür (Tablo 47, sayfa 137). Ancak okullarımızın fiziki imkân yetersizlikleri, kimya laboratuvarı uygulamaları açısından yetersiz kalmaktadır. Ayrıca konuları yetiştirme kaygısından dolayı öğretmenlerin, yeterli fiziki imkâna sahip olsalar dahi, birçok deneyi çok zaman alabileceği düşüncesiyle yapmadıkları vurgulanmaktadır (Lagowski, 1989; Odubunni ve Balagun, 1991; Çalılıca vd., 2000; Güzel, 2001; Güzel, 2002; Tezcan ve Günay, 2003; Tatlı vd., 2008; Ceyhun ve Karagölge, 2010). Bu durumun bir sonucu olarak da derslerde uygulamalara yer verilememesinin öğrenci başarısını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir (Mdledshe vd., 1995; Akbulut vd.,2008). Buna karşılık DG öğrencilerinin “kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneylerin tümünü en az ikişer defa gerçekleştirdikleri 40 dakikalık ders süresinin 32.5 dakikasını aktif olarak deney gerçekleştirme ve sonucunu tartışma için kullandıkları tespit edilmiştir (Tablo 47, sayfa 137). Yapılan çalışmalarda sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar ortamında yapılan deneyleri daha kısa sürede ve aynı deneyin birden çok tekrar edilerek gerçekleştirilmesinin yanı sıra sürece etkin olarak katılma ve en az zaman kaybı ile deneyleri tamamlama imkanı sunduğu görülmektedir (Winn ve Jakson, 1999; Kennepohl, 2001; Jeschke vd., 2004; Mercer-Chalmers vd., 2004; Renshaw ve Taylor 2004).

“Kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneyler, KG-I öğrencileri tarafından 6-7 kişiden oluşan öğrenci grupları ile gerçekleştirilirken, KG-II öğrencileri 4-5, DG öğrencileri ise 2-3 kişilik öğrenci grupları ile gerçekleştirmişlerdir (Tablo 45, sayfa 132). KG-I ve KG-II öğrenci gruplarındaki birey sayılarının belirlenmesinde, laboratuvar araç-gereçlerinin yeterliliği ve öğretmenin tutumu etken olmuştur. Buna karşılık DG, KG-I ve KG-II öğrencileri ile gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarında öğrenci gruplarının belirlenmesinde, bilişim teknolojileri sınıfındaki bilgisayar sayısı (sınıf mevcudu/bilgisayar adedi) etkili olmuştur. Yapılan çalışmalarda mevcut okul ve laboratuvar imkânlarının deney yapmak için yeterli olmadığı, bu nedenle yapılan deneylerin oldukça kalabalık

öğrenci grupları ile ya da gösteri deneyi biçiminde yapılabildiği belirtilmektedir (Güven ve Gürdal, 2002). Kalabalık gruplarla gerçekleştirilen deneylerde ise öğrencilerin kontrolü ve yönlendirilmesi istenen düzeyde olamamakta (Koray vd., 2004; Akçay vd., 2005) ve öğrencilerin performans ve motivasyonları da olumsuz etkilenmektedir (Ayas vd., 2002; Keleş, 2007).

Bu nedenlerle eğitim sisteminin iyileştirilebilmesi için mevcut sorunları geleneksel yaklaşımlarla çözmek yerine yapılması gereken, kaliteyi düşürmeden öğrenci başına düşen öğretmen sayısını arttırmanın bir yolunu bulmaktır. Bunun en etkili ve hızlı yolu ise, öğrenme ortamında öğrencilere problem çözme, yaratıcılık ve kritik düşünme becerilerinin kazandırılmasında, etkin bir rol oynayan bilgisayarlara yer vermektir (Akçay vd., 2005). Geleneksel öğretim ortamlarındaki öğrenciler, belli konuları belli zaman dilimleri içinde, belirlenmiş öğretimsel etkinlikler ile gerçekleştirmek zorundadırlar. Oysaki sanal ortam, öğrenciye istediği öğretimsel etkinliği istediği yerde ve istediği zamanda tekrar tekrar gerçekleştirme imkânı sunmaktadır (Bozkurt, 2008). Okullarda bulunan laboratuvar eksikliği, malzeme yetersizliği ve kalabalık sınıflardan kaynaklanan nedenler düşünüldüğünde, benzetişim yazılımlarının laboratuvar yöntemine alternatif olabileceği açıktır (Özdener, 2005).

Gerçek kimya laboratuvarında KG-I ve KG-II öğrencilerinin gerçekleştirdikleri laboratuvar etkinliklerinde gürültülü bir ortamda deney yaptıkları, süreçte kendilerini rahat hissetmedikleri ve bazı deneylerde araç-gereçlere dokunamadan laboratuvardan ayrıldıkları gözlenmiştir (Tablo 47, sayfa 137). Bu durumun oluşmasındaki en önemli neden deney gruplarının kalabalık olması, laboratuvar şartlarının uygun olmaması, deney araç-gereçlerinin yetersiz durumda ve sayıda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Alanyazında yapılan çalışma sonuçları kimya laboratuvarlarının gerek fiziki mekan olarak gerekse malzeme-araç gereç yeterliliği bakımından ideal seviyede olmadığını göstermektedir (Aydoğdu, 1999; Ayas vd., 2002; İlhan vd., 2009, Turan, 2005; SuccessLink, 2007). Yetersiz şartlarda gerçekleştirilen deneyler sonucunda, öğrencilerin laboratuvardaki gözlemlerinin teorik bilgi ile ilişkilendirilemediği ve laboratuvarlarda yapılan uygulamaların arzu edilen başarıyı yakalayamadığı bilinmektedir (Aydoğdu, 2000; Cansoy, 2001; Bozdoğan ve Yalçın, 2004; Güler, 2005). Geleneksel laboratuvar ortamında gerçekleştirilen etkinliklerde, öğrenci sürece dahil edilemediğinde oluşan öğrenme yine ezbere olmaktadır. Oysa laboratuvar çalışmalarının temel hedefi, bilginin öğrencinin zihninde yapılanması için öğrencinin aktif olduğu ve sorumluluk aldığı çalışmaların içinde

bulunarak anlamlı öğrenmenin artırılmasıdır Hatta bu noktada Yücel (2004), kimya derslerinde laboratuvar uygulamalarının bazen ev ödevi dahilinde verilmesinin gerekli olduğunu ancak değil ödev, ders sürecinde bile bu etkinliklerin yapılamadığını vurgulamıştır. Bu noktada sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvar uygulamalarına iyi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Çünkü SKL yazılımı kullanarak deneylerini tamamlayan DG öğrencilerinin, uygulama sürecinde oldukça aktif oldukları, öğrencilerin kendilerini rahat ve güvende hissettikleri, yazılımda kendilerine yöneltilen tahmin sorularını cevaplamadan ve gerekli güvenlik önlemlerini almadan deneye başlamadıkları ve bu etkinliklerin çok gürültülü olmayan ortamda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda da simülasyon programını kullanan öğrencilerin geleneksel laboratuvar ortamında deney yapan öğrencilere kıyasla kendilerini daha rahat hissettikleri, daha az yoruldukları ve süreci daha ayrıntılı gözleme imkanı buldukları ve konuyu daha kolay anladıkları tespit edilmiştir (Dalgarno, 2004; Mercer-Clamers vd., 2004; Limniou vd., 2007; Bakar ve Zaman, 2007; Harrison vd., 2009; Gorghiu vd., 2009; Tüysüz, 2010).

Gerçek kimya laboratuvarlarında öğrencilerin deneye başlarken yeterli ön bilgi alamadıkları, laboratuvar güvenlik kurallarının öğrencilere anlatılmadığı ve herhangi bir kaza durumunda öğrencilerin kendilerini ve çevresindekileri ne şekilde koruyacakları konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmadıkları bilinmektedir (Yılmaz ve Morgil, 1999). Uygulama kapsamında KG-I ve KG-II öğrencilerinin, deney sırasında almaları gereken güvenlik önlemlerini öğretmenlerinin uygulama esnasında belirttikleri kadarı ile sınırlı olduğu ve bu bilgileri de “kısmen” bildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin deneyler sırasında almaları gereken güvenlik önlemleri ve laboratuvar kurallarına dair bilgileri öğretmenlerinden, ders kitaplarından ya da öğrenme ortamından edinmeleri beklenmektedir. Yılmaz (2005), ortaöğretim 9.sınıf kimya ders kitapları üzerinde yaptığı çalışma sonucunda ders kitaplarında laboratuvarda alınması gereken güvenlik önlemlerinin yer olmadığını tespit etmiştir. Laboratuvar ortamında yapılan incelemelerde de bu yönde bilgi içeren bir levha ya da panoya rastlanmamıştır. Öğrencilerin bu bilgiyi alabilecekleri son seçenek öğretmenleridir. Çalışma sonucunda KG-I ve KG-II öğrencilerinin bu bilgiye çok sınırlı olarak öğretmenleri aracılığı ile eriştikleri görülmüştür. Genel olarak laboratuvarda alınması gereken güvenlik önlemlerinin öğrencilere anlatılmadığı ve herhangi bir kaza durumunda öğrencilerin kendilerini ve çevresindekileri ne şekilde koruyacakları konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmadıkları daha önce yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Yılmaz ve Morgil, 1999; Turan, 2005). Buna karşılık

sanal ortamlarında bir güvenlik kaygısı olmadığı için güvenlikten kaynaklanan eksiklerin ortadan kaldırılması boyutunda da bir alternatif olarak önerilmektedir (Tüysüz, 2010). Benzer biçimde SKL yazılımı dahilinde hem laboratuvarında güvenlik kurallarının yer aldığı “laboratuvarında güvenlik” ve her deney için o deneyde alınması gereken güvenlik önlemlerinin kullanıcıya hatırlatıldığı “güvenlik” bölümleri ile gerçek laboratuvar ortamlarında olmayan bu boşluk giderilmeye çalışılmıştır. DG öğrencileri ile gerçekleştirilen mülakatlarda öğrenciler yazılım aracılığı ile farkında olmadan deneylerde alınması gereken güvenlik önlemlerini öğrendiklerini belirtmişlerdir.

KG-I ve KG-II öğrencileri, laboratuvar uygulamaları boyunca gerçekleştirilen deneyleri bazen ne amaçla yaptıklarını anlayamadıklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında öğrencilerin sadece bir bölümünün (KG-I:%37.5, KG-II:%50) gerçekleştirdikleri deney ile günlük hayat arasında bir ilişki kurabildikleri, öğrencilerin tamamının (%100) gerçekleştirdikleri deneyin moleküler düzeyinde oluşan değişikliklerden haberdar olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık DG öğrencilerinin deney sürecini detaylı olarak sembolik ve moleküler düzeydeki gösterimlerini inceleyebildikleri, yaptıkları deney ile günlük hayat arasındaki ilişkiyi kurabildikleri ve deneyleri anlayarak tamamladıkları gözlenmiştir (Tablo 54, sayfa 144). Alanyazında yapılan çalışmalarda başarı testlerinde çok başarılı olan öğrencilerin bile öğrendiklerini bütünleştirme ya da karşılaştırmada ve okul dışında gündelik yaşama uyarlamada başarılı olamadıkları bilinmektedir (Yager, 1991). Bu nedenle öğrenilen kavramların günlük hayatla ilişkilendirilmesi önemlidir. Sanal laboratuvarları konu alan çalışmalarda, öğrencilerin makro-mikro ve sembolik düzey arasındaki ilişkiyi kolaylıkla kurabildikleri ve süreci daha kapsamlı inceleyebildikleri tespit edilmiştir (Winn ve Jakson, 1999, Dalgarno, 2005; Abdul-Kader, 2010). Ayrıca gerçek laboratuvarların bir tamamlayıcısı olarak sanal laboratuvarlar, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte, öğrenciler gerçek bir laboratuvardaymış gibi deney yapmakta ve laboratuvar raporları hazırlamak için veri toplamaktadırlar. Öğrencilerin görev ve ilgilerini artırmak için hata yapmalarına, (belli bir sınır dahilinde) yanlış yönlere gitmelerine ve sonra deneyi doğru yapmak için geri dönmelerine izin verilmektedir. Sanal laboratuvarlar fen ve teknolojiadaki gerçek laboratuvar deneyimlerini artırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Subramanian ve Marsic, 2010). Öğrenciler laboratuvar deneylerini sanal laboratuvarında tamamlayarak bilgi ve deneyim kazanmaktadır. Sanal laboratuvarında öğrenciler sanki gerçek bir laboratuvardaymış gibi materyal ve araçları kontrol ederek ve onlarla etkileşime girerek deneysel becerilerini geliştirmektedir. Sanal ortamlar öğrencilere

anlamalı, gerçeğe yakın deneyimler sunmakta ve önemli kavramları, prensipleri ve süreçleri göstermektedir. Öğrenciler önceden yanlış olarak uyguladıkları süreçleri anında yaparak, doğrularak ve tekrarlayarak derin bir anlayış kazanmaktadır. Öğrenciler bir hata yaptıklarında, bilgisayar tarafından öğrencilerin hareketlerini düzeltmek için ekranda bir mesaj görüntülemekte ve öğrencileri doğru öğrenme yoluna yöneltmektedir (Yu vd., 2005).

Kimya derslerinde laboratuvar uygulamaları ile, öğrenilen teorik olarak bilinen gerçeklerin nasıl meydana geldiğinin kanıtlanmasının yanı sıra öğrencilerin bilginin mutfağına girmeleri amaçlanır. Bu sayede öğrencilerin eleştirel düşünme, sorgulama, problem çözme yeteneklerini geliştireceği ve bilimsel bakış açısı kazanacaklarına inanılır (Orbay vd., 2003). Laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin hipotezler üzerinde düşünecekleri, hipotezleri seçecekleri, oluşturacakları, test edecekleri, hipotezlerin etkililiğini değerlendirecekleri ve elde ettikleri sonuçları yorumlayacakları deneysel süreçlere ağırlık vermelidir (Johnson vd., 2006). Geleneksel sınıflardaki pasif bilgi alıcıları olarak görülen öğrencilerin, aktif olarak öğrenme ortamlarına katıldıkları laboratuvarlar öğrencilerin bilimsel sorular sorma yeteneklerini geliştirecekleri ideal ortamlardır (Polacek ve Keeling, 2005). Bunun için, sonucun öğrenci tarafından önceden bilindiği, her türlü işlem basamaklarının verildiği kapalı uçlu deneyler yerine, öğrencinin problemi kendisinin belirlediği, hipotezlerini kurduğu, değişkenlerini belirleyip deney tasarlayıp, uyguladığı ve sonuca kendisinin vardığı açık uçlu deneylerin eğitime entegrasyonu daha önemlidir. Öğrenciler deneyler yoluyla bilimsel süreç becerilerini kazanmakta ve bu kazanmış oldukları becerileri günlük yaşamlarını kolaylaştırmak için kullanmaktadırlar (Akpınar ve Yıldız, 2006). Çalışma sonucunda SKL yazılımını kullanarak deneylerini gerçekleştiren DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamaları ile hedeflenen becerileri elde ettikleri görülmüştür. Ayrıca DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarını gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren KG-I öğrencilerinden deney raporu hazırlama bakımından daha başarılı oldukları KG-II öğrencileri ile aralarında bir farklılık oluşmadığı (DG:4.7, KG-II: 4.7, KG-I:2.7) tespit edilmiştir (Tablo 45, sayfa 132).

Kimya laboratuvar ortamında gerçekleştirilen uygulamalar sırasında, sürecin öğretmen merkezli olduğu ancak öğrencilerin buna rağmen deneyler esnasında yardıma ihtiyaç duydukları gözlenmiştir. Ancak süreç içinde öğrencilerin laboratuvar ortamında bulunmalarından dolayı memnun oldukları ve deney süresince ilgilerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. KG-I ve KG-II öğrencilerinin deney yapmaya istekli oldukları ancak deneyde

meydana gelen herhangi bir olumsuzluğun ilgi ve motivasyonu dağıttığı, süreçte öğrencilerin hareket özgürlüklerinin sınırlı olduğu ve deney sonunda yapılan açıklamaları “yetersiz” buldukları yine çalışma sonucunda ulaşılan bulgular arasındadır. Buna karşılık DG öğrencilerinin uygulamaları öğrenci merkezli olarak yürütülmüş ve sorumluluğun öğrencide olduğu bu etkinliklerde hemen hiçbir öğrenci yardım (öğrenci el kitapları dahil) istemeden tüm deneyleri tamamlamışlardır (Tablo 46, sayfa 134). Uzaktan kimya eğitimi kapsamında sanal laboratuvar kullanımının incelendiği bir çalışmada, daha önce hiç deney tecrübesi olmayan öğrencilerin sanal laboratuvar yazılımını kullanarak (öğretmen yardımına ihtiyaç duymadan) kolaylıkla istedikleri deneyleri yapabildikleri ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçları ölçüsünde ilerleyebildikleri görülmüştür (Georgiou vd., 2007). DG öğrencilerinin bilişim teknolojileri sınıfında gerçekleşen uygulamaların sonlarına doğru ilk derslerdeki heyecanı göstermedikleri, bazı derslerde deney yapmaktan sıkıldıkları gözlenmiştir. Ancak yazılımın işitsel öğelerinin bulunduğu bölümleri izlemeleri için kulaklık verildiğinde bu durum öğrencilerin ilgilerini yeniden üst seviyeye taşımıştır. DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamaları süresinde öğrenci-öğrenci, öğrenci-bilgisayar ve öğrenci-öğretmen etkileşiminin üst düzeyde olduğu gözlenmiştir. Bilgisayar destekli yapılan çalışmalarda öğrencilerin ilgilerinin genel olarak yüksek olduğu (Renshaw ve Taylor 2004; Taş, 2006) ancak çalışma uzun bir döneme yayıldığında öğrencilerin ilgilerinin azaldığı (Keleş, 2007) alanyazında rastlanan bir durumdur.

KG-I ve KG-II öğrencilerinin uygulamalarını yaptıkları gerçek kimya laboratuvarının, deney yapmak için uygun şartlarda olmadığı (uygun olmayan yerleşim düzeni), deney öncesinde gerekli güvenlik önlemlerini alamadıkları, deneyle ilgili araç gereçleri kendilerinin seçemediği, deney düzeneğini yardım almadan kuramadıkları, tüm öğrencilerin deney sürecini doğrudan gözlemlene imkânlarının olmadığı ve deney sonunda öğrencilerin araç-gereçlerle uğraşmaktan deney raporu hazırlayamadıkları gözlenmiştir (Tablo 47, sayfa 137). Buna karşılık gerçekleştirilen deney için öğrencilere verilen malzemenin kısmen yeterli olduğu ve öğrencilerin buldukları ortamda kendilerini çok rahat hissetmedikleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda değerlendirildiğinde KG-I ve KG-II öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarının genel olarak “kısmen yeterli” olduğu, özele indirildiğinde ise “deney süreci”, “süreçte ortam” boyutlarında “yetersiz” yalnızca “öğrenci motivasyonu” boyutunda “ideal” seviyede olduğu görülmüştür (Tablo 46, sayfa 134). Buna karşılık DG öğrencileri, gerçekleştirdikleri deneylerin tümünde gerekli araç-gereçleri malzeme dolaplarından bizzat kendileri seçmiş, deney düzeneklerini

ise deneyin zorluğu ölçüsünde kısmen kendileri oluşturmuştur. Bu süreçte öğrenciler deneyle ilgili tahminlerini bilgisayara kaydetmişler, gerekli güvenlik önlemlerini alarak deneye başlamışlardır. Sanal ortamda malzeme sınırlılığı olmadığından öğrenciler aynı deneyi defalarca tekrarlama, deneyin farklı alternatiflerini gerçekleştirme ve deney sürecini doğrudan gözleme imkânı bulmuşlardır. Sanal ortamlarda kullanıcıların bireysel hız ve ihtiyaçlarının farklı olduğu düşünülerek, öğrenciye deneyi tekrar edebilme imkanı verilmesinin önemli bir özellik olduğu bilinmektedir (Nijoo ve Jong, 1993; Kabapınar vd., 2000). Bu doğrultuda değerlendirildiğinde DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarının genel olarak “ideal” seviyede olduğu, özele indirildiğinde ise “deneye hazırlık”, “deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “süreçte ortam” boyutlarında yine “ideal” seviyede olduğu görülmüştür. Bu durum geliştirilen SKL yazılımının laboratuvar sürecinin öğrencilere kazandırması gereken yetenekleri kazandırması açısından doğru stratejiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

KG-I öğrencilerinin yalnızca %37.5’i “Kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneyleri yardım almadan yapma konusunda kendilerine güven duyduklarını ifade ederken bu oran KG-II öğrencilerinde %0, DG öğrencilerinde ise %100 seviyesindedir (Tablo 56, sayfa 146). KG-II öğrencilerinin tümü deney sürecinde yardım almadan bir deneyi tamamlayabileceklerine dair kendilerine güven duymamaktadırlar. Bu durum deney sırasında zorluk yaşayıp yaşamadıkları yönünde sorulan soruya öğrencilerin verdikleri cevaplarla da desteklenmektedir. KG-I öğrencilerinin %62.5’i, KG-II ve DG öğrencilerinin ise %100’ü kolaylıkla deneyleri tamamlayabildiklerini belirtmişlerdir (Tablo 51, sayfa 141). Ancak verilen cevaplar incelendiğinde KG-I ve KG-II öğrencilerinin zorluk yaşamama nedenlerinin deney araç-gereçlerinin hazır olarak kendilerine verilmiş olması ve süreçte yapacakları işlemlerin öğretmen tarafından kendilerine adım adım belirtilmesinden, DG öğrencilerinin ise SKL yazılımının kullanımının kolay olmasından kaynaklandığı görülmektedir. Bir başka ifade ile KG-I ve KG-II öğrencilerinin deney sürecinde çok fazla sorumluluk almadıkları ve yardım almadan bir deney gerçekleştirmek için kendilerine güven duymadıkları, DG öğrencilerinin ise deney sürecine aktif olarak katıldıkları için yardım almadan bir deney gerçekleştirme konusunda kendilerine güven duydukları tespit edilmiştir. Çünkü bu yöntemle eğitim gören öğrenciler laboratuvar uygulamalarında, deneylerle ilgili konuları derinliğini inceleme imkânı bulmuşlar, eleştirel ve yaratıcı bakış açılarını, bu bilgi temeline göre oluşturmuşlardır. Ayrıca deney grubunda bulunan çalışma gruplarının, dersteki tartışmaları esnasında, farklı fikirler değerlendirilerek uygulama

imkanı buldukları görülmüştür. Bozkurt (2008)'un yaptığı çalışmada bu sonucu destekler niteliktedir.

Özdener (2005), sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarını karşılaştırdığı çalışmasında sanal laboratuvar kullanımının, geleneksel laboratuvarlara destekçi olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Araştırma sonucunda sanal laboratuvar yazılımlarının öğrenciyi daha etkin kılacak ve deneyde kullanması gerekli olan araçları kendisinin bulacağı benzetimlerin daha etkili olabileceğini belirtmiştir. Çalışma sonucunda ulaşılan bulgu Özdener (2005)'in önerisini doğrular niteliktedir. Benzer nitelikte sonuçlara sanal laboratuvarların etkililiğini konu alan çalışmalarda rastlanmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda öğrencilerin sanal laboratuvar yazılımını eğlenceli ve faydalı buldukları, motive olarak çalıştıkları, süreçte daha aktif oldukları ve bireysel hızları ölçüsünde defalarca tekrar yaparak süreci daha detaylı gözleme imkanı buldukları bildirilmiştir (Joseph vd., 1999; Gönen ve Kocakaya, 2003; Finkelstein vd., 2005; Özdener, 2005; Atam ve Tekdal, 2007; Tüysüz, 2010).

Eğitim ile bireyin, olaylar ve olaylar arasındaki ilişkileri, akıl süzgecinden geçirerek değerlendirmesi ve günlük hayatla bu olgular arasında bağlantı kurabilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle, geleceğin bireyleri çocuklar, öğrenimlerinin farkında olma, yani; onlara verilen bilgiyi sorgulama ve o bilgiyi nerede kullanabileceklerini tahmin etme konusunda yetiştirilmelidir. Nitelikli bireylerin ancak bu şekilde yetiştirilebileceği düşünülmektedir (Koray vd., 2004). Bu açıdan değerlendirildiğinde sanal laboratuvar ortamının, gerçek laboratuvar ortamından daha nitelikli bir öğrenme ortamı sunduğu görülmektedir.

“Kimyasal değişimler” ünitesinde yer alan deneylerin öğrenciler üzerinde bıraktığı etkiler benzerdir. KG-I ve DG öğrencilerinin %75'i, KG-II öğrencilerinin ise %50'si gerçekleştirdikleri deneylerin öğrenme ortamının etkililiğini artırdığını belirtmişlerdir (Tablo 58, sayfa 148). Bu sonuç sanal laboratuvar ortamının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir. DG öğrencilerinin %87.5'i sanal laboratuvar ortamının etkili öğrenme için yeterli özelliklere sahip olduğu kanısındadırlar. Yapılan çalışmalarda mevcut kimya laboratuvarlarının yeterli fiziksel donanıma sahip olmadığı bilgisi ile uyumlu olarak KG-I öğrencilerinin %87.5'inin, KG-II öğrencilerinin ise %100'ünün mevcut laboratuvar uygulamalarından memnun olmadığı görülmektedir (Tablo 52, sayfa 142). Gerçek laboratuvar şartlarında yapılan uygulamalardan sonra laboratuvar uygulamalarının daha verimli olması için nelerin yapılması gerektiği konusu

öğrencilerle görüşülmüştür. KG-II öğrencilerinin %50'si öğrencilerin uygulama sürecine daha fazla katılması gerektiğini, diğer bir %50'lik kısmı ise laboratuvar imkânlarının iyileştirilmesi gerektiği yönünde görüş belirtmiştir. KG-I öğrencilerinin %25'i laboratuvar imkanlarının iyileştirilmesi görüşüne katılırken diğer bir %25'i deney düzeneğinin ders saatinden önce hazırlanması, %12.5 güvenlik kurallarına dikkat edilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir (Tablo 52, sayfa 142). Geliştirilen SKL yazılımı öğrenci merkezli yapısı, ideal laboratuvar şartlarının benzetimini sunması, deney düzeneğinin deneyin zorluk derecesine göre öğrenciye kısmen hazır sunması gibi özellikleri ile kontrol grubu öğrencilerinin isteklerine cevap verecek niteliktedir. Bu durum DG öğrencilerinin SKL ortamını yeterli gördükleri görüşü ile de desteklenmektedir. Öğretim sürecinde öğrencilere temel bilgi ve becerilerin kısa zamanda kazandırılması esasına dayanan laboratuvar uygulamaları ile araç-gereç ve malzemenin doğru bir şekilde kullanılarak, güvenle araştırma yapılması amaçlanmaktadır (Yılmaz, Uludağ ve Morgil, 2001). Gerçek kimya laboratuvarlarında, öğretmenlerin güvenlik önlemlerine dikkat etmedikleri ve laboratuvar uygulamalarında bilgisayar teknolojisinden faydalanmadıkları bilinmektedir (Turan, 2005). KG-I ve KG-II öğrencileri gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen uygulamalarda kendilerinin yeterince aktif olmadıklarını, laboratuvarın mevcut durumunun iyileştirilmesinin gerektiğini, deney sırasında çok fazla zaman kaybı yaşadıklarını ve güvenlik önlemlerini alamadıklarını belirtmişlerdir. Sanal laboratuvarların gerçek laboratuvar şartlarından kaynaklanan yetersizlikler göz önüne alındığında tükenmeyen deney araç-gereçleri, ideal ve öğrencilerin güvenlik kaygısı taşımadan defalarca tekrar yapabilecekleri, zaman kaybının en alt seviyede olduğu öğrenme ortamları gibi özellikleri ile gerçek laboratuvarlar için bir alternatif olduğu görülmektedir (Özdener, 2005; Harrison vd., 2009; SAVVIS, 2010; Tüysüz, 2010). Sanal kimya laboratuvarı uygulaması sırasında yapılan gözlem sonuçlarına göre, öğrencilerin bireysel olarak çalışmalarının, konulara karşı ilgisini arttırdığı ve onların kendi kendilerine öğrenmelerinde büyük etkisinin olduğu görülmüştür. Sanal laboratuvar uygulamalarıyla öğrencilerin, geleneksel laboratuvar ortamında öğrenebilecekleri ve keşfedebilecekleri kavramları daha ucuz maliyetle, kısa zamanda, etkili ve güvenli şekilde öğrenebilecekleri söylenebilir.

4.4.3. Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğrenci Görüşleri ile İlgili Tartışma

Bu bölümde altı hafta süre ile kimya derslerinin uygulama ağırlıklı kısımlarını SKL yazılımıyla gerçekleştiren DG öğrencileri ile uygulamalar ve yazılım hakkındaki görüşleri tartışılmıştır. DG öğrencilerinin SKL yazılımında en beğendikleri özelliklerden biri “moleküler düzeyde gösterim” dir. Uygulamalar süresince KG-I ve KG-II öğrencilerinin tamamı gerçekleştirdikleri deneylerle ilgili olarak moleküler düzeyde gerçekleşen olayları gözleyemezken, DG öğrencilerin tamamının süreçte üzerinde çalıştıkları bileşik ya da elementlerin moleküler düzeyinde neler olduğunu gözleme imkânı buldukları tespit edilmiştir. Ayrıca SKL yazılımı dahilinde deney gerçekleştirken eş zamanlı olarak moleküler düzey ve sembolik gösterimlerin aktif hale gelmesiyle öğrenciler süreci daha detaylı incelediklerini ve bu sayede daha etkili bir öğrenme ortamında daha kolay öğrenebildiklerini (%87.5) belirtmişlerdir (Tablo 62, sayfa 151). Herhangi bir kimyasal kavramın anlaşılabilmesi için öğrencinin o kavramla ilgili makro-mikro ve sembolik düzey hakkında bilgi sahibi olması ve bu seviyeler arasındaki ilişkiyi doğru biçimde kurması gerekmektedir (Gabel ve Samuel, 1987; Schmidt, 1991; Nakhleh, 1992; Johnstone, 1993; Harrison ve Treagust, 2000; Ebenezer ve Fraser, 2001; Raviola, 2001; Özmen vd., 2002;). Ancak moleküler düzey söz konusu olduğunda bazen kimya öğretmen adaylarının bile zorluklar yaşadıkları bilinmektedir (Demircioğlu vd., 2001). SKL yazılımının sahip olduğu bu özelliğin öğrencilerin başarısından pay sahibi olduğu ifade edilebilir.

DG öğrencilerinin tamamı SKL yazılımını kullanarak yapmış oldukları laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvardaki süreci yansıttığı konusunda fikir birliğine sahiptir (Tablo 60, sayfa 150). Ayrıca SKL değerlendirme anketine öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genel yargılarının, yazılımın kullanışlı olduğu ve yazılım dahilindeki menülerin bekledikleri şekilde çalıştığı yönündedir. Ayrıca öğrenciler yazılımın sahip olduğu “günlük hayatla ilişkilendir” bölümü sayesinde gerçekleştirdikleri deneylerin günlük hayatla olan ilişkisini kurabildiklerini belirtmişlerdir. Tobin (1990), yaptığı çalışmada laboratuvar etkinliklerinde anlamlı öğrenmenin sağlanmasında, yapılan deneyin günlük hayatın içine dahil edilmesinin ve öğrencilerin ilgilerini çeken etkinliklerin önemli olduğunu belirtmektedir. Öğrencilerin %75’i SKL yazılımı sayesinde gerçek laboratuvar sürecini yaşadıklarını, %12.5’i ise gerçek laboratuvar ortamına girdiklerinde yabancılaşmadan sürece dahil olabileceğini belirtmiştir (Tablo 65, sayfa 152). Öğrencilerin bu yöndeki görüşlerinde deney araç-gereçlerini öğrencinin seçebilmesi,

güvenlik önlemlerini almadan deneye başlanamaması, laboratuvarı temizlemeden yazılımın kapatılmaması, süreçteki etkileşim ve öğrenci merkezli yapısının etkili olduğu gözlenmiştir. Ancak öğrencilerin bazılarının gerçek laboratuvar ortamını daha etkili buldukları (%25), yazılımın deneyi öğrencinin yapmasına odaklandığı ve bu noktada öğrenciye çok ipucu vermediği için eleştirdiği (%25) tespit edilmiştir. Buna karşılık DG öğrencilerinin %50'si yazılımda eleştirilecek hiçbir öge olmadığını belirtmiştir (Tablo 61, sayfa 150). Öğrencilerin %25'i her ne kadar deneyleri gerçek ortamda yapmanın daha etkili olduğunu belirtmiş olsalar da ortaöğretime geldikleri ilk günden uygulamanın başlangıcına kadar olan sürede hiçbir deneyi kimya laboratuvarına gitmek suretiyle gerçekleştirmedikleri bilinmektedir. Yani öğrenciler olağan süreçte laboratuvar uygulamalarına dahil olamamaktadırlar. Bu durum sadece uygulamanın yapıldığı AUO'da değil hemen tüm ortaöğretim okullarında çeşitli nedenlerle laboratuvar uygulamalarının yapılamadığı bilinmektedir (Lagowski, 1989; Odubunni ve Balagun, 1991; EARGED, 1995; Çallica vd., 2001; Güzel, 2001; Güzel, 2002; Tezcan ve Günay, 2003; Özden, 2005; Turan, 2005; Tatlı vd., 2008; Ceyhun ve Karagölge, 2010). Sanal laboratuvar ortamlarının zamanı etkin biçimde kullanması, herhangi bir madde sarfiyatına veya bir harcamaya gereksinim duymadan mevcut bilgisayarlar üzerinden çalışabilir yapısı ile bu boşluğu doldurabileceği düşünülmektedir. Çünkü başarı, hızlı bir internet bağlantısı ve son sistem bilgisayarlarla değil, öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen arasındaki iyi iletişim, aktif öğrenme yöntemleri, anında geri bildirim, öğrencinin iyi yönlendirilmesi ve öğrenci ihtiyaçları göz önünde tutularak hazırlanmış bir öğretim süreci ile mümkün olduğu bilinmektedir. Bu süreçte teknoloji, pedagojinin önünde değil eğitimin daha verimli hale getirilmesinde bir araç olarak kullanılmalı (Mimimrinis ve Bhattacharya, 2007; İnal, Karakuş ve Çağıltay, 2008) ve etkileşimin mümkün olduğunca üst düzeyde olması sağlanmalıdır (Yang ve Heh, 2007). DG öğrencileriyle gerçekleştirilen uygulamalarda DG öğrencilerinin diğer gruplara kıyasla deney sürecinde daha aktif rol aldıkları gözlenmiştir. SKL yazılımının TGA stratejisini destekleyen yapısı ile öğrenci-bilgisayar, öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen etkileşimi diğer gruplara kıyasla DG öğrencilerinde çok daha fazla olmuştur. Alanyazında da sanal laboratuvarların gerçek laboratuvarlara alternatif olabileceğini belirten pek çok çalışma mevcuttur (Özden, 2005; SAVVIS, 2008; Harrison vd., 2009; Tüysüz, 2010). Öğrencilerin SKL yazılımına yönelik getirdikleri eleştirilerden biri de yazılımda ipuçlarının olmaması yönündedir. Ancak öğrencinin öncelikle benzetimleri nasıl kullanacağını bilmesi gerekeceğinden, yazılımda kullanıcıyı

yönlendiren yönergeler yer verilmesi gerektiği bilinmektedir (Akpınar, 1999). Bu nedenle yönergelerde, öğrenciye ne yapması gerektiği ve nasıl yapabileceğini anlatan, anlaşılır ifadelerin yer almasına dikkat edilmiştir. Ancak ipuçları, yapılandırmacı yaklaşımdan uzaklaşmamak için yazılımın genel kullanımı ile sınırlı tutulmuş ve deney işlem adımları genel hatlarıyla öğrenci el kitapları ile öğrencilere anlatılmaya çalışılmıştır. Yapılan araştırmalarda, kullanıcıların yazılımlarda, basılı kaynakları okumak yerine hareketli görsel öğeleri (resim, animasyon, video) tercih ettikleri tespit edilmiş (Jonassen, 1990) ve bu nedenle yazılımda ekran ipuçlarından da faydalanılmıştır. Öğrenciler genel olarak yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak ders işlemedikleri için her şeyi hazır olarak istemektedirler. Bu durumu D-M3, kimya dersine yönelik tutum anketinin arka yüzüne yazdığı “...biz ilköğretimde yoğun bir süreçten geçerek buraya geldik. Öğretmenlerimiz bize bilgiyi verdi bizlerde ezberledik ve sınavda sorulunca da yaptık, şimdi tutturmuşsunuz bir yapılandırmacılıktır gidiyor. Tamam iyi hoş, uygulamalar gerçekten eğlenceli ama bizim vaktimiz yok. Önümüzde üniversite sınavı duruyor. Aynı ilköğretimdeki gibi siz bilgiyi verseniz biz ezberlese ve sonrada sınavda sorduğunuzda yapıversek güzel olmaz mı?..” şeklindeki notla açıkça ortaya koymuştur.

DG öğrencilerinin yarısı yazılım dâhilinde olmayan deneyleri bile SKL yazılımı sayesinde gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirebileceklerini ve bu süreçte zorluk yaşamayacaklarını düşünmektedirler. DG öğrencilerinin dörtte biri ise SKL yazılımının kendilerine deney sürecini birebir yaşattığı için laboratuvarda yapmaları gerekenleri öğrendiklerini ama yine de bilmedikleri bir deneyi yaparken bir miktar zorluk yaşayacaklarını belirtmiştir. Yine öğrencilerin dörtte biri sanal ortamda farklı bir deneyle karşılaşsalar bile o deneyi kolaylıkla yapabileceklerini ancak gerçek ortamda yapamayacaklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin zorluk yaşayacaklarını düşündükleri konular ise deney işlem adımları (%37.5) ve araç-gereç seçimi (12.5)'dir (Tablo 64, sayfa 152). Öğrenciler SKL yazılımında belli sınırlar dâhilinde ilerlemelerine izin verildiği için çok fazla hata yapmadan deneyi tamamlayabildiklerini ifade etmişlerdir. Gerçek kimya laboratuvarında bu sınırlar olmadığı için deney işlem adımları sırasında zorluk yaşayabileceklerini düşünmektedirler. Bu cevabı veren öğrenciler araç-gereç seçiminde zorluk çekmeyeceklerini özellikle vurgulamışlardır. Buna karşılık DG öğrencilerinden yalnızca biri gerçek ortamda araç-gereç seçimi yaparken SKL yazılımında seçim yaptıkları deney dolabından daha yoğun dolaplarla karşılaşabilecekleri için zorluk yaşayabileceğini ancak deney sürecinde bir sıkıntı yaşamayacağını belirtmiştir. Geliştirilen SKL yazılımı

“işbirlikli modlu sanal laboratuvar” modeline uygun olarak tasarlanmıştır. Bu tür sanal laboratuvarlarda kullanıcı, sistemin kendine sunduğu değişkenlerle sınırlı olarak istediği değişikliği yapabilmektedir (Karagöz, 2006). Kullanıcının amaçtan sapmadan araştırma yapması, alternatif yollar sunması ancak kullanıcının amaçtan uzaklaşmasını engelleyen yapısı nedeniyle bu model tercih edilmiştir. SKL yazılımındaki araç-gereç dolaplarının çok yoğun olmamasının nedeni ise bu dolaplarda yer alan malzemelerin ilköğretim fen dersi kapsamında bulunan ve kimya dersi ile ilişkili deneylerin malzemeleri ve ortaöğretim 9.sınıf kimya programı dâhilindeki deney malzemelerini içermesinden kaynaklanmaktadır. SKL yazılımı kapsamında öğrencilere sunulan araç-gereçler, öğrencilerin zihinlerinde bir karışıklık yaratmak amacıyla değil mevcut bilgilerini tazelemek ve buldukları basamaktaki kazanımlara ulaşmalarını sağlamak amacıyla sınırlı tutulmuştur.

Uygulama süreci tamamlandığında DG öğrencileri ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrencilerin %50’sinin seçme imkanı olsa daha etkili olduğunu düşündükleri için “sanal kimya laboratuvarını”, %37.5’inin süreci hissedebilmek için “gerçek kimya laboratuvarını”, %12.5’inin ise teorik olarak daha etkili öğrenme sağlayan sanal laboratuvar ile bu öğrenmelerini pratiğe dönüştürme imkanı sunan gerçek laboratuvarı tercih edecekleri görülmüştür (Tablo 66, sayfa 153). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisi aynı düzeyde olmamaktadır (Mercer-Chalmers vd., 2004; Britain ve Liber, 2008). Bu nedenle elde edilen sonuç alanyazınla uyumludur. Buna karşılık öğrencilerin tümünün SKL yazılımını etkili ve kullanışlı buldukları ve çoğaltılıp kendilerine verildiği takdirde kişisel bilgisayarlarında isteyerek ve zevkle kullanacakları görülmektedir. Öğrencilerin %62.5’i SKL yazılımı “konunun anlatımından sonra”, %37.5’inin “evde tekrar amacıyla”, %25’inin “konu ile eşzamanlı” ve %12.5’inin ise “konu anlatımından önce” kullanılmasının daha yararlı olacağını düşündükleri görülmektedir (Tablo 67, sayfa 154). Sanal laboratuvar yazılımlarının içeriklerine bağlı olarak eğitim-öğretim sürecinde, tekrar ve alıştırma amacıyla, öğrenciyi çeşitli yönlerden destekleme, benzetim programları ile çalıştırma, etkileşimli açıklama, verileri çekici bir şekilde gösterme, bilgisayar uygulamalı ve yönlendirmeli öğrenme gibi birçok açıdan öğrenciye alacağı eğitimde katkı sağlamaktadır (Tanyıldızı, 2007). Yapılandırmacı yaklaşımın TGA strateji temel alınarak geliştirilen SKL yazılımının, eğitim ve sunum amaçları için destekleyici olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlarda öğrencilerin %37.5’inin yazılımın mevcut halini yeterli gördükleri ilave bir değişiklik istemedikleri anlaşılmaktadır. Buna

karşılık öğrencilerin önerdikleri değişikliklerin bir konu üzerinde yoğunlaşmadığı dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin, SKL yazılımını etkili buldukları ve bu nedenle ortaöğretimdeki tüm kademeleri kapsayacak hale getirilmesi, deneyler sırasında bazı ipuçları verilmesi, yazılıma “soru çözümü” bölümünün eklenmesi, mevcut animasyonların daha etkili hale getirilmesi, “sanal TV” ve “bilgi” bölümlerinin kapsamalarının genişletilmesi üzerinde en fazla durulan değişiklik önerileridir (Tablo 69, sayfa 155). DG öğrencilerinin uygulama sürecinde “diğer sınıflara göre daha az soru çözümü yapmaları” onları en rahatsız eden konu olmuştur. Öğrenciler bu rahatsızlıklarını burada da ifade etmişler ve yazılıma soru çözümü yapabilecekleri bir bölümün dâhil edilmesini istemişlerdir.

Alanyazında sanal laboratuvarlar ile öğrenme-öğretme sürecinin geliştirmesi (Jenkins vd., 2007), öğrenci merkezli, bağımsız öğrenme ortamlarının oluşması (Pahl, 2003) ve öğrenme sürecinin daha detaylı ve kapsamlı anlaşılabilmesi (Collis, 1997) amaçlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında SKL yazılımının öğrencilere, gerçek bir kimya laboratuvarında yaşayacakları deneyimi kazanabilecekleri, öğrenci merkezli ve daha anlamlı ve etkili bir öğrenmenin oluşması için gerekli ortamı sunduğu söylenebilir.

4.4.4. Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğretmen Görüşleri ile İlgili Tartışma

Alanyazında yapılan çalışmalarda sanal laboratuvarların her öğrenci üzerindeki etkiyi göstermediği bilinmektedir (Mercer-Chalmers vd., 2004; Britain ve Liber, 2004). Yapılan çalışma sonucunda alanyazında bu yönde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. DG öğrencileri ile gerçekleştirilen uygulamaları öğrenciler açısından değerlendiren öğretmen D, öğrencilerin büyük bölümünün uygulamalardan memnun olduğunu ancak bir grup öğrencinin bu uygulamaları sıkıcı bulduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler ve gözlemlerle de bu durum doğrulanmıştır.

Öğretmen D'nin yazılım aracılığı ile gerçekleştirilen uygulamalarda öğrencilerin bir bölümünün yazılımı oyun olarak gördükleri için gereken dikkati verememelerini bir olumsuz özellik olarak belirtmiştir. Bilgisayarlar, eğitime dahil olma sürecinde beraberlerinde pek çok özellik getirmişlerdir. Bu özelliklerin olumlu ya da olumsuz olması biraz da kullanım amacı ve kullanan kişiler ile ilgilidir (Akkoyunlu, 2006). Özellikle ilk ve orta dereceli okullardaki öğrenciler bilgisayarı bir oyun aracı olarak kullanmaktadırlar. Bu nedenle kullandıkları yazılım etkileşime izin veriyorsa bunu oyun olarak algılayıp süreçten

ziyade bilgisayarlara verdikleri komutların sonuca odaklanmaları beklenen bir durumdur. Bu öğrencilere bilgisayar yazılımlarının oyun dışında da eğitime katkısı olabileceğini göstermek bunu uygulatmak öğrencinin, hem gelişimini hem de eğitimini olumlu yönde etkileyebilir (Ünal ve Bay, 2009). Kaya ve Önder (2002) ise yaptıkları çalışmada oyun yoluyla öğrenmenin önemine değinerek öğrencilerin aslında oyun içinde yer alan olaylara da odaklandıklarını tespit etmişlerdir. Sürecin başında uzmanların öğrencilerin öğrenmekten zevk alarak değerli bir deneyim edinebileceklerine inanmamalarından kaynaklanan önyargıları nedeniyle oyun temelli öğrenmenin bugün arzu edilen düzeye erişemediğini belirtmişlerdir. Eğlence ile öğrenme arasına bir çizgi çekmek her zaman kolay olmamakla beraber gerekli de değildir. Öğretmen bu süreçte öğrencilerin bilgisayarı oyun aracı olarak görmelerini alanyazına uygun olarak olumsuzluk olarak algıladığı görülmektedir. Ancak SKL yazılımını oyun aracı olarak gören öğrenci ile gerçekleştirilen mülakatta “ *bu yazılımı çoğaltıp bize verseniz evde oynasak olmaz mı?. Hem zevkli hem de öğretici*” şeklinde görüşlerini paylaşmıştır. Öğrenciler uygulanan KIDUBAT son test sonuçlarında da bu öğrencinin aldığı puanın sınıf ortalamasında olduğu görülmektedir. Başka bir ifade ile öğrencilerin SKL yazılımını oyun olarak görmeleri olumsuz bir sonuç doğurmamıştır.

Öğretmen uygulama sürecini kendi açısından değerlendirdiğinde ise sanal kimya laboratuvarı yazılımının, öğrencilere gerçek bir kimya laboratuvarındaki tüm süreci (araç-gereç seçimi, güvenlik önlemleri, deney işlem adımları) yaşattığını ve deney sırasında yanlış yapma şansı en alt düzeye indirildiğinden zaman kaybının önüne geçildiğini ifade etmiştir. Bu nedenle DG öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarının daha verimli geçtiğini ve öğrencilerin bu yolla anlatılan kavramları daha kolay anladıklarını, işbirliği içinde çalıştıklarını belirtmiştir. Öğretmen D, bu süreçten geçen öğrencilerinin gerçek bir kimya laboratuvarında deney yapmak için yeterli seviyede olduklarına inandığını belirtmiştir. Öğretmen D “ *...bu uygulamalardan önce de ben yapılandırmacı yaklaşımı biliyordum ve ona uygun ders işlemeye çalışıyordum. Ancak programı yetiştirme kaygısı filan, bir de bizim öğrenciler soru çözmedikleri zaman ders yaptıklarına ikna olmuyorlar o yüzden tam olarak bu yöntemi uygulayamıyorum. Laboratuvarımız çok yeterli değil, sizde gördünüz zaten. Özellikle sarf malzemeler yetersiz, Laboratuvarı kaç kimyacı kullanıyoruz. Düzeneği ben kuruyorum hafta başında, haftanın sonuna geliyorum ki başka bir kimya öğretmeni değiştirmiş. Al baştan süre kaybediyoruz. Ben laboratuvarı yerleştirmek için 1 haftamı harcadım. Tüm malzemeleri deneylere göre sıraladım. Bir hafta kullanabildim. Geliyorum*

biri aldığı malzemeyi başka bir yere koymuş, kimi kapağı açık unutmuş bileşiğin özelliği değişmiş, hava ile etkileşmiş...” şeklinde neden KG-II ve DG öğrencileri ile gerçekleştirdiği laboratuvar uygulamalarında farklı biçimde davrandığı konusuna açıklık getirmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar, SKL değerlendirme anketine verilen cevaplar ve sürecin gözlenmesinden elde edilen bulgular da öğretmenin bu inancını doğrulamaktadır. Sanal laboratuvar uygulamalarının öğretim sürecinde zaman kaybını en aza indirerek süreci etkili kullandığı bilinmektedir (Winn ve Jakson, 1999; Kennepohl, 2001; Jeschke vd., 2004; Mercer–Chalmers vd., 2004; Renshaw ve Taylor 2004). Hughes vd.’nin (2007) yaptığı çalışma sonucunda, sanal ortamlarda öğrencilerin arkadaşlarıyla birlikte organize biçimde çalışmasının geleneksel ortamlara kıyasla daha kolay olduğunu ve sanal ortamlarda ders işlemenin öğretmenin yükünü hafiflettiğini belirtmektedir. Öztekin (2001) ise, eğitim sürecine bilgisayarların dahil edilmesiyle öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına uygun öğrenme ortamlarında çalışabildiklerini ve grup çalışmalarının bu yolla daha etkili gerçekleştirildiğini belirtmiştir. Çalışma bu yönü ile de alanyazınla uyum göstermektedir. Gerçekleştirilen SKL yazılımının öğretmen açısından da bu şekilde değerlendirilmesi yazılımın amacına uygun olarak geliştirildiği görüşünü desteklemektedir.

Öğretmen D’nin SKL yazılımında eksik olarak nitelendirdiği tek unsur öğrenciye bilgiyi hazır olarak vermemesidir. Öğretmen D ile gerçekleştirilen mülakatta bu durumu “*yazılımın beğenmediğim özelliği, deney yapmadan önce teorik bir bilgi verilmiyor. Yazılımda var ama deneyi yaptıktan sonra var. Önce olsa öğrenci deneyi yapmadan o teorik bilgiyi okuyup sonra deneyi yapsa daha iyi olur. Deneyden önce o bilgiyi verseydik çocuk bilgiyi okuduktan sonra ben bu işlemden sonra bu bilgiyi bulabilirim derdi.*” şeklinde cevap vermiştir. Bu sonuç öğretmenin her ne kadar yapılandırmacı yaklaşıma yakın bir öğretim felsefesi sergilemiş olsa da geleneksel öğretimin izlerini taşıdığını göstermektedir. Çünkü yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ezbere bilgiden kaçınan, öğrencilere verilen bilgilerin önceden sahip oldukları bilgilerle birleştirilmesi ve öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında, öğrencilere zengin ve kendilerinin yapabilecekleri öğrenme etkinliklerin sunulmasında teknoloji destekli eğitimin önemine vurgu yapar (Özmen, 2004). Bu nedenle geliştirilen yazılımın yapılandırmacı yaklaşıma uygun olduğu ancak öğretmenlerin hala yapılandırmacı yaklaşıma uygun davranmakta zorluk yaşadıkları söylenebilir. Çünkü eğitim fakültelerindeki öğretim halen davranışçı yaklaşımın etkisi altındadır. Pek çok derste öğretmen adayları davranışçı yaklaşıma uygun olarak eğitim

almaktadırlar. Bu türden eğitim alan öğretmenin, sınıflarında yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak ders işlemleri beklenemez (Kutluca ve Birgin, 2007). Yapılandırmacı yaklaşımın başarıyla uygulanabilmesi ise uygulayıcıların becerisine bağlıdır. Öğretmen yetiştirme programlarının da buna bağlı olarak gözden geçirilmesi, öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğretim konusunda yeterli olacak biçimde yetiştirilmeleri gerekmektedir (Turoğlu, 2006; Arslan, 2007). Mevcut öğretmenlerin derslerinde, hala geleneksel yaklaşımın izlerine belirgin şekilde rastlanmaktadır (Geçit, 2009; Gençel Ataman ve Okay, 2009).

Öğretmen D ile gerçekleştirilen mülakatta öğretmenin SKL yazılımını etkili bulduğunu ancak bu yazılımının özellikle öğrenci bilgi seviyesi daha alt düzeyde olan okullarda görev yapan öğrenci ve bu öğrencilerin kimya öğretmenleri için daha yararlı olacağını düşündüğü görülmüştür. Öğretmen D, “...Anadolu lisesindeki öğrencilerde bilgiyi alma, bilgiyi kullanma gibi bir sorunları yok. Bilgiyi kolay alıyorlar. Ama diğer liseler öyle değil bilgiyi onlara daha zor veriyorsunuz. Bu nedenle sanal laboratuvarın Anadolu liseleri dışında görev yapan kimya öğretmenleri için daha yararlı olacağını düşünüyorum. Her şeyden önce yapılandırmacı kurama uygun olarak ders işlemeye yardımcı bir materyal. İçeriğindeki moleküler düzeyde gösterim bölümü çok önemli, öğrenciye çok şey katıyor. Özellikle zamandan çok tasarruf sağlıyor. Zaman çok önemli” şeklinde cevap vermiştir. Aynı sınıfta yer alan öğrencilerin önbilgileri dikkate alındığında, araştırma sürecinin daha verimli geçmesi için hemen hemen aynı basamakta bilgi birikimine sahip olan ve kavrama seviyeleri yüksek olan öğrencilerden oluşan okullarda (Fen Liseleri, Anadolu Liseleri) uygulamaların yapılması önerilmektedir (Susam, 2006). Çalışma için bu nedenle Anadolu Liseleri seçilmiştir. Ancak önemli olan başarılı öğrencinin başarısını daha da artırmak değil, düşük seviyedeki öğrenciye yardım edecek etkili bir sistem geliştirmektir. Gerek öğretmenin verdiği cevaplar gerek süreçteki öğrencilerin başarıları, gerekse yazılımın sahip olduğu özellikler göz önünde bulundurulduğunda yazılımın başarısı daha düşük olan öğrenciler için daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü sanal kimya laboratuvarı yazılımı gerçek laboratuvar ortamına kıyasla öğrenciyi süreçte daha etkin kılmakta ve sınıf kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Sınıf yönetiminin özellikle başarısı düşük okullarda önemli bir sorun olduğu (Berberoğlu, 2007), öğrencilerin aktif olarak derslere katılımının sağlandığı yöntemlerde akademik başarının artacağı (Sezer ve Tokcan, 2003) göz önüne alındığında sanal kimya laboratuvarının, akademik başarısı düşük öğrenciler için bir umut olacağı

açıktır. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama süreçleri incelendiğinde DG öğrencilerinin tümü uygulama sürecinde aktif rol aldığı, yaptıkları işlemin yanlış olacağı ve ya eleştiri alacağını düşünmeden bilgisayar ile karşılıklı etkileşim içinde uygulamalarını tamamladıkları görülmüştür. Ancak KG-I ve KG-II öğrencilerinin süreç içinde bir bölümünün aktif olduğu bir bölümünün ise pasif izleyici rolünde süreci izledikleri gözlenmiştir. Tüysüz ve Tatar (2008)'ın aktardığına göre Collison (1999) da yaptığı araştırmada başarı düzeyleri yüksek olan öğrencilerin bağımsız çalışmayı, başarı düzeyleri düşük olan öğrencilerin pasif dinleyici öğrenme stillerini tercih ettiklerini ortaya koymuştur. Bu nedenle SKL yazılımının başarı düzeyi düşük olan öğrencilerde daha başarılı sonuçların ortaya çıkmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Öğretmen D'nin yazılımda deneyler dışında en etkili bulduğu özelliklerin ise “günlük hayatla ilişkilendir”, “moleküler düzeyde gösterim” ve “sanal TV” bölümleri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen deneylerin gerekli güvenlik önlemlerinin alınmadan deneye başlanamamasından duyduğu memnuniyeti “..bazen biz bile eldiven takmadan deneye başlıyoruz. Ama yazılım bunu sınırlandırmış ve öğrenciler bunları öğrenmiş biliyor musunuz ...” şeklinde ifade etmiştir. Yazılımın sahip olduğu bu özelliklerden hem öğretmenin hem de uygulamaya katılan öğrencilerin memnun oldukları görülmektedir. Öğretmen D, sanal kimya laboratuvarında gerçek ortamda oluşacak deneyin yanlış sonuçlanması gibi durumların sınırlandırılması, deney düzeneğini hazırlamak ve laboratuvarı temizlemek gibi zaman kayıplarının olmaması, deneyin makro, mikro ve sembolik düzeylerinin tüm ayrıntıları ile gösterilebilmesi gibi özelliklerinden dolayı seçme şansı olsa tüm deney uygulamalarını SKL yazılımı ile gerçekleştireceğini ifade etmiştir. Ayrıca sanal kimya laboratuvarı yazılımının kendi üzerindeki yükü hafiflettiğini belirtmiştir. Alanyazında yapılan çalışmalarda yapılandırmacı yaklaşımın okullarda uygulanmaya koyulmasıyla birlikte öğretmenlerin üzerlerine düşen yükün arttığını ayrıca yeni programın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli altyapı ve olanakların yetersiz olduğu ifade edilmektedir (Çınar vd., 2006). Bu açıdan değerlendirildiğinde SKL yazılımının öğretmenlerin bu ihtiyaçlarını giderebileceği söylenebilir. Benzer biçimde Pekdağ (2010), çalışmasında kimya eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, geleneksel öğretim yolu ile giderilmeyen problemlerin (anlama ve kavramsallaştırma güçlükleri, kavram yanılgıları vs.) üstesinden gelmede başarılı olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen D sanal kimya laboratuvarı yazılımının tamamen öğrenci tarafından laboratuvar derslerinden önce kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu sayede öğrencinin

gerçek kimya laboratuvarına geldiğinde, alınması gereken güvenlik önlemlerinin, deney işlem adımlarının ve ulaşılan sonucun moleküler düzeyinin farkında olacağını bu bilgilerle donanarak gerçek kimya laboratuvarına gelen öğrencinin, süreci daha iyi gözlemleyebileceğini ve az hata ile deneyi tamamlayabileceğini düşünmektedir. Ancak öğretmenin bu görüşü öğrencilerin düşünceleriyle çelişmektedir. Öğrenciler SKL yazılımı daha ziyade konu anlatımından sonra kullanılmayı tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Sanal laboratuvarların öğretim sürecinde tam olarak ne aşamada kullanılması gerektiğine dair kesin bir yargı bulunmamaktadır. Ancak gerçekleştirilen uygulamalarda bu tür ortamların zengin öğrenme ortamları oluşturduğu, etkileşimi artırdığı (Sutherland, 2004), öğrenmeyi desteklediği (Jonassen, 1996) ve kimyasal süreçleri çoklu boyutta sunabildiği (Winn ve Jakson, 1999, Dalgarno, 2005; Abdul-Kader, 2010) belirtilmiştir. Bu yönü ile sanal laboratuvarların, kimyanın öğretimini ve öğrenilmesini kolaylaştırmada büyük potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Georgiou vd., 2007).

5. SONUÇLAR

Bu araştırmanın temel amacı, 9. sınıf kimya öğretim programı içerisinde yer alan kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneylerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesine imkân veren yapılandırmacı öğrenme kuramını temel alan ve TGA stratejisinin adımlarının izlendiği etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmektir. Tartışma bölümünde verilerin yorumlanması sonucunda elde edilen sonuçlar çalışmanın alt problemleri doğrultusunda aşağıda sunulmuştur.

5.1. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Başarılarına İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde “deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ifadesi ile belirtilen alt probleme ilişkin çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Kimyasal değişimler ünitesinde yer alan deneyler, DG öğrencileri tarafından SKL yazılımı kullanılarak, kontrol gruplarında ise gerçek kimya laboratuvarı ortamında gerçekleştirilmeden önce KG-I, KG-II ve DG öğrencilerine bir başarı testi (KİDÜBAT) uygulanmıştır. Bu ön test sonuçlarına tek yönlü varyans analizi uygulandığında; 0,05 anlamlılık düzeyinde gruplar arasında uygulama öncesinde anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde kimyasal değişimler ünitesine yönelik başarılarının aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

2. Ünite bitiminde son test kapsamında uygulanan KİDÜBAT sonuçları analiz edildiğinde çalışmaya katılan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. KİDÜBAT başarıları arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin, KG-I ve KG-II öğrencilerine kıyasla daha başarılı oldukları, ancak bu başarının yalnızca KG-I ile DG arasında DG lehine anlamlı bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Bu sonuç öğrencilerin kimyasal değişimler ünitesi sonundaki başarıları üzerinde, SKL yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir.

3. Genel olarak çalışmaya katılan öğrencilerin ön ve son KİDÜBAT sonuçları

incelendiğinde; KG-I öğrencilerinin not ortalamalarının 42.66'dan 50.83'e, KG-II öğrencilerinin not ortalamalarının 39.66'dan 55.33'e, DG öğrencilerinin not ortalamalarının ise 39.66'dan 59.33'e yükseldiği tespit edilmiştir. Grupların ön ve son testlerden aldıkları puanlar kendi içlerinde değerlendirildiğinde son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu ve en fazla başarı artışının DG öğrencilerinde gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuç öğrencilerin kimyasal değişimler ünitesi sonundaki başarıları üzerinde, SKL yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu sonucunu desteklemektedir.

4. SKL yazılımının öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkileyen özellikleri;

- SKL yazılımının sahip olduğu nitelikler,
- Öğrencilerin yazılımı etkili bir biçimde kullanımı,
- Sınıf mevcudunun az olması,
- Öğretmenin uygulamalar sırasında “rehber” rolünü başarıyla üstlenmesi,
- Laboratuvar sonucunda ulaşılan bilgilerin tartışılabilme imkânı,
- Öğrencilerin motivasyonunu sağlama,
- Öğrencilerin derse aktif katılımını sağlama
- Öğrencilerin deneyleri yaparken belli sınırlar dâhilinde (aynı konu altındaki farklı deneyleri yapabilmeleri, sanal TV ve günlük hayatla ilişkilendir bölümlerini kullanabilmeleri) özgür olmalarının sağlanması olarak tespit edilmiştir.

SKL yazılımının öğrencilerin başarılarını olumsuz yönde etkileyen bazı durumlar da belirlenmiştir. Yazılımının öğrenci başarılarını olumsuz yönde etkileyen özellikleri;

- Öğrencilerin yazılımı oyun olarak görmeleri,
- Diğer sınıflarda daha fazla soru çözülmesinin kendileri için dezavantaj olduğunu düşünmeleri, bu nedenle uygulamanın sonuna doğru ilgilerinin dağılması,
- Öğrencilerin başarıyı, soru çözme olarak algılamaları,
- Deney yapmanın gerekli olduğunu belirtmelerine karşın, deney için ayrılan süreyi gereksiz görmeleri şeklinde belirlenmiştir.

“Kimyasal Değişimler” ünitesine yönelik geliştirilen SKL yazılımının kullanımı sırasında öğrencilerin başarı düzeylerini olumlu ve olumsuz etkileyen unsurlar incelendiğinde; öğrenci başarısının sağlanabilmesi için sadece teknik donanımın ve öğretmen yeterliliğinin başlı başına yeterli olmadığı bu unsurların yanında öğrencilerin yazılıma yönelik tutumlarının da başarı üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

5.2. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin Kimya Dersine Yönelik Tutumlarına İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde “deneylerini SKL yazılımını kullanarak yapan öğrenciler ile deneylerini gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin “kimya dersine” yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ifadesi ile belirtilen alt probleme ilişkin çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Kimyasal değişimler ünitesi öncesinde kontrol ve deney gruplarına ön test kapsamında uygulanan kimya dersine yönelik tutum testi sonuçları, çalışma öncesinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum çalışma öncesinde öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarının aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

2. Ünite bitiminde aynı tutum testi, son test kapsamında uygulanmış ve elde edilen sonuçlar, çalışma sonunda öğrencilerin KİDEYTUT toplam puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ve bu farkın DG ile KG-II arasında DG lehine anlamlı bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, SKL yazılımını kullanan öğrencilerin “kimya dersine yönelik tutumlarının”, deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren KG-II öğrencilerinin tutumlarına kıyasla arttığını göstermektedir.

3. Dört alt faktörden oluşan tutum testi bu alt faktörler bazında değerlendirildiğinde; KG-I, K-II ve DG öğrencilerinin “kimya dersine yönelik ilgi” alt boyutunda aldıkları puanlar arasında DG lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile deneylerini sanal kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilerin, deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilere kıyasla “kimya dersine yönelik ilgileri” daha yüksektir. Bu sonuç öğrencilerin bilgisayara karşı olan ilgilerinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

4. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin “kimya laboratuvarına yönelik tutum” alt boyutunda aldıkları puanlar arasında KG-I lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, laboratuvar uygulamalarına en az zaman ayıran KG-I grubunun, laboratuvar uygulamalarına daha fazla zaman ayıran KG-II ve DG gruplarına kıyasla “kimya laboratuvarına yönelik” tutumlarının daha olumlu yönde değiştiğini göstermektedir.

5. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin “ Kimya dersine yönelik düşünce” alt boyutunda aldıkları puanlar değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık

oluşmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin çalışma süresince kimya dersine yönelik düşüncelerinin değişmediğini göstermektedir.

6. KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin “kimya dersinde benzetim kullanımına yönelik tutum” alt boyutunda aldıkları puanlar değerlendirildiğinde gruplar arasında KG-I lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ders saatleri dışında birbirleriyle derste yaptıkları etkinlikleri paylaşması, SKL yazılımının kontrol grupları tarafından merak edilmesi gibi faktörlerin KG-I öğrencilerinin deney yapmaya ve laboratuvara yönelik tutumlarını etkilemiş olabileceğini düşündürmektedir.

5.3. Deneylerini Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapan Öğrencilerin “Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma” Başarılarına İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde “deneylerini sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapan öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanıma başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ifadesi ile belirtilen alt probleme ilişkin çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Kimyasal değişimler ünitesi yer alan deneyler, DG öğrencileri tarafından SKL yazılımı kullanılarak, kontrol gruplarında ise gerçek kimya laboratuvarı ortamında gerçekleştirilmeden önce KG-I, KG-II ve DG öğrencilerine laboratuvar araç-gereçlerini tanıma testi ön test olarak uygulanmıştır. Uygulanan ön test sonuçlarına tek yönlü varyans analizi uygulandığında gruplar arasında anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde laboratuvar araç-gereçlerini tanımlarına yönelik başarılarının aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

2. Ünite bitiminde aynı test, son test kapsamında uygulanmış ve elde edilen sonuçların varyans analizine göre çalışmaya katılan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. LAGTAT son testi arasındaki farklılığın hangi grupta olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, DG öğrencilerinin ortalama puanın, KG-I ve KG-II öğrencilerinin LAGTAT puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Benzer biçimde KG-II öğrencilerinin de LAGTAT puan ortalamalarının, KG-I öğrencilerine göre anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini tanımlarına yönelik başarıları üzerinde, SKL yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir.

3. Genel olarak çalışmaya katılan öğrencilerin ön ve son LAGTAT sonuçları

incelendiğinde; KG-I öğrencilerinin not ortalamalarının 24.80'den 22.19'a düştüğü, KG-II öğrencilerinin not ortalamalarının 28.53'den 35.43'e, DG öğrencilerinin not ortalamalarının ise 29.45'den 67.41'e yükseldiği tespit edilmiştir. Gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde KG-I öğrencilerinin LAGTAT ön ve son test puanları arasında anlamlı bir değişimin olmadığı buna karşılık KG-II ve DG öğrencilerinin ön ve son testlerden aldıkları puanlar arasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu sonuç öğrencilerin kimyasal değişimler ünitesi sonundaki laboratuvar araç-gereçlerini tanımalarına yönelik başarıları üzerinde, SKL yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu sonucunu desteklemektedir.

4. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin LAGTAT ön ve son testlerdeki ortalamaların yüzde olarak değişimleri incelendiğinde en fazla başarı artışının DG (29.45-67.41) öğrencilerinde gerçekleştiği görülmüştür. DG öğrencileri ile gerçekleştirilen formal ve informal mülakatlarda öğrenciler LAGTAT'ta kendilerine yöneltildiği halde doğru cevap veremedikleri deney araç-gereçlerini tanıdıklarını, hangi deneyde ne amaçla kullandıklarını bildiklerini ancak ismini hatırlayamadıkları için testte cevaplandıramadıklarını belirtmişlerdir. Uygulamalar sırasında DG öğrencilerinin yaptıkları deneylerde araç-gereç seçimi sırasında zorlanmadıkları gözlenmiştir. DG öğrencilerinin LAGTAT son testten aldıkları not ortalamalarının beklendiğinden düşük olması, yöneltilen soruların açık uçlu olması ve öğrencilerin sınavın yapılacağı tarihten habersiz olmalarından kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

5.4. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Öğrenme-Öğretme Süreçlerine Etkisi İle İlgili Sonuçlar

Bu bölümde “sanal ve gerçek laboratuvar ortamında yapılan deneylerin öğrenme-öğretme süreçleri arasında bir farklılık var mıdır” ifadesi ile verilen çalışmanın alt problemine ilişkin sonuçlar, “sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının yapılandırmacı öğrenme ortamının oluşmasına etkisi”, “sanal ve gerçek laboratuvar ortamlarındaki deneylerin gerçekleştirilme süreçleri”, “geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğrenci görüşleri” ve “geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğretmen görüşleri” başlıkları ile sunulmuştur.

5.4.1. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarının Yapılandırıcı Öğrenme Ortamlarının Oluşmasındaki Etkisine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde “sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının yapılandırıcı öğrenme ortamının oluşmasında ne derece etkilidir?” ifadesi ile verilen alt problemle ilgili olarak çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Yapılan uygulama sonucunda, KG-I öğrencilerinin öğretmeni C'nin “geleneksele yakın” bakış açısına, Öğretmen D'nin KG-II öğrencileri ile gerçekleştirdiği dersler genel olarak incelendiğinde “yapılandırıcıya yakın”, DG öğrencileri ile gerçekleştirdiği derslerde ise “yapılandırıcı” yaklaşıma uygun davranışlar sergilediği tespit edilmiştir. Sınıf ve laboratuvar alt boyutlarında incelendiğinde Öğretmen D'nin, KG-II öğrencileriyle sınıfta gerçekleştirdiği derslerde “yapılandırıcıya yakın”, laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği derslerde ise “geleneksele yakın” davrandığı görülmüştür. Buna karşılık DG öğrencileriyle sınıf ortamındaki derslerde “yapılandırıcıya yakın”, laboratuvar ortamında ise “yapılandırıcı” yaklaşıma uygun bir ortam oluşturduğu görülmüştür.

2. D öğretmenin görüşleri değerlendirildiğinde; uygulamanın yapıldığı DG öğrencileri ile gerçekleştirdiği derslerde yapılandırıcı yaklaşımı kolaylıkla uygulayabildiğini, SKL yazılımını uygulayabilmek için okulun teknik imkânlarının da yeterli düzeyde olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık gerçek kimya laboratuvarında gerçekleşen derslerde öğretmenin, okulun teknik ve fiziki alt yapısının yetersizliği, deney için gerekli deney malzemelerinin eksikliği, bir deney için ortalama bir ders saati süre gerekmesi ve programı yetiştirememeye kaygısı gibi nedenlerle bu ortamda yapılandırıcı yaklaşıma uygun davranmadığını belirtmiştir. Bu sonuç sanal kimya laboratuvarı yazılımının yapılandırıcı yaklaşıma uygun olarak geliştirildiğini desteklemektedir.

3. Yapılan gözlemler ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlarla da kontrol gruplarında öğretmenlerin çoğu kez gösteri deneyi yaptıkları, öğrencilerin grup olarak gerçekleştirdikleri deneylerde ise gruptaki eleman sayısının fazla olması nedeniyle kendilerine sıra gelmediği ve bu nedenle laboratuvar uygulamalarına aktif olarak katılamadıkları tespit edilmiştir. Bu şekilde gerçekleşen laboratuvar uygulamaları öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmasını sağlayamadığı, öğrendikleri bilgileri günlük hayata transfer edemedikleri tespit edilmiştir. SKL yazılımı ile laboratuvar çalışmalarını tamamlayan DG öğrencilerinin ise, deney sürecini tamamen kendilerinin kontrol ettiği, süreç içinde aktif oldukları ve yaptıkları tüm deneylerin günlük hayatla olan ilişkilerini kurdukları böylece bilgilerini kendilerinin yapılandırdığı bir ortamda deney yaptıkları

tespit edilmiştir. Bu sonuç SKL yazılımının gerçek kimya laboratuvarına kıyasla, öğrencilere kendi bilgilerini yapılandırmaları ve günlük hayata transfer etmeleri için daha aktif bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir.

5.4.2. Sanal ve Gerçek Laboratuvar Ortamlarındaki Deneylerin Gerçekleştirilme Süreçlerine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde “sanal ve gerçek laboratuvar ortamlarındaki deneylerin gerçekleştirilme süreçleri arasında bir farklılık var mıdır?” ifadesi ile belirtilen alt probleme ilişkin çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bu doğrultuda kontrol ve deney gruplarının tümünün ortak olarak yaptıkları iki laboratuvar uygulaması “çökme-çözünme tepkimeleri” ve “asit-baz titrasyonu” deneylerine ait hazırlanan öğrenci deney raporlarından elde edilen sonuçlar, laboratuvar gözlemleri ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. Kimyasal değişimler ünitesinde yer alan deneyleri, KG-I öğrencileri altı ya da yedi, KG-II öğrencileri ise dört ya da beş kişiden oluşan kalabalık gruplarla gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca KG-I ve KG-II öğrencilerinin laboratuvar uygulamaları sırasında kendilerinin deney sürecine çok fazla dâhil olmadıklarını, deney araç-gereçlerine bazen hiç dokunmadan laboratuvardan ayrıldıklarını ve uygulamalar sırasında laboratuvarın çok gürültülü olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık DG öğrencileri kimyasal değişimler ünitesinde yer alan deneyleri SKL yazılımını kullanarak ve iki ya da üç kişiden oluşan gruplarla gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte öğrenciler deneyi önce grup olarak yapmış ardından bireysel olarak tekrar etmişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin tümü deney ile meşgul oldukları için çalışma oldukça sakin bir ortamda tamamlanmıştır. Bu sonuç SKL yazılımının gerçek kimya laboratuvar uygulamalarına göre öğrencileri daha fazla deney sürecine dahil ettiğini, öğrencilere aynı sürede deneyi birden çok tekrar etme fırsatı verdiğini, öğrencilere daha küçük gruplarla çalışma imkanı sunduğunu ve oluşan ortamın daha ideal olduğunu göstermektedir.

2. Öğrencilerin gerçekleştirdikleri deneylere ilişkin deney raporu hazırlama oranları incelendiğinde KG-I öğrencilerinin %43'ünün, KG-II öğrencilerinin %80'inin, DG öğrencilerinin ise %100'ünün deney raporu hazırladıkları görülmüştür. Öğrencilerin deney raporu hazırlarken genellikle akıllarında kalan bilgilerle, bazen de kitaptan yardım alarak rapor hazırladıkları görülmüştür. Yalnız DG öğrencilerinin %25'inin deney raporlarını

hazırlarken deney sırasında aldıkları notları kullandıkları tespit edilmiştir. Buna karşılık mülakat yapılan KG-I öğrencilerinin %75'inin, KG-II öğrencilerinin %37.5'inin, DG öğrencilerinin ise %12.5'inin deney raporlarını başka bir arkadaşından bakarak hazırladıkları ya da rapor hazırlamadıkları tespit edilmiştir. Bu sonuç SKL yazılımını kullanarak deney yapan öğrencilerin deney raporu hazırlama oranlarının da diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğunu ve hazırlanan raporların daha fazla emek verilerek yapıldığını göstermektedir.

3. Öğrencilerin hazırladıkları deney raporları genel olarak değerlendirildiğinde KG-I öğrencilerinin hazırladıkları raporların “eksik”, KG-II ve DG öğrencilerinin hazırladıkları raporların ise “tam doğru” kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Hazırlanan deney raporlarında KG-I öğrencilerinin deneyin sonucunu kısmen doğru ifade ettikleri, hedef ve davranışları ifade etmede eksiklerinin olduğu, deney malzemeleri ve deneyin yapılışı boyutlarını ise yanlış yazdıkları tespit edilmiştir. Buna karşılık KG-II ve DG öğrencilerinin yazmış oldukları deney raporlarındaki “hedef ve davranış”, “deney malzemeleri”, “deneyin yapılışı” ve “sonuç” boyutlarının tam doğru kategorisine karşılık gelecek şekilde hazırladıkları görülmüştür. Sonuç olarak laboratuvar uygulamalarına daha az yer verilen KG-I öğrencileri, KG-II ve DG öğrencilerine kıyasla deney raporu hazırlama boyutunda daha başarısız olmuşlardır. Buna karşılık deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren KG-II öğrencileri ile deneylerini SKL yazılımını kullanarak gerçekleştiren DG öğrencileri arasında deney raporu hazırlama boyutunda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durum sanal kimya laboratuvarı yazılımının deney raporu hazırlama konusunda en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğunu göstermektedir.

4. Öğrenci gruplarının laboratuvar ortamında yaptıkları uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde; KG-I öğrencilerinin uygulamalarının “deneye hazırlık”, “deney süreci” ve “deney sürecinde ortam” boyutlarında yetersiz düzeyde kaldığı, yalnızca uygulamalar esnasında “öğrenci motivasyonlarının” ideal seviyede olduğu tespit edilmiştir. KG-II grubundaki laboratuvar uygulamalarının “deneye hazırlık” boyutunda çok yetersiz, “deney sürecinde ortam” ve “deney süreci” boyutunda yetersiz kaldığı yalnızca uygulamalar esnasında “öğrenci motivasyonlarının” ideal seviyede olduğu tespit edilmiştir. DG öğrencileri ise laboratuvar uygulamalarının “deneye hazırlık”, deney süreci”, “öğrenci motivasyonu” ve “ortam” boyutlarında ideal seviyede olduğu görülmektedir. Bu sonuç SKL yazılımının, gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen uygulamalara kıyasla

“deneye hazırlık”, “deney süreci” ve “deney sürecinde ortam” boyutlarında olumlu yönde etkide bulunduğunu göstermektedir. Gerçek kimya laboratuvarında yeterli seviyede gerçekleştirilemeyen deneye hazırlık, deney süreci ve deney sürecinde ortam sanal kimya laboratuvarında ideal seviyede gerçekleştirilmektedir. Öğrencilerin motivasyonları ise her iki ortamda da ideal düzeydedir.

5. Öğrenci gruplarının laboratuvar ortamında yaptıkları uygulamalar zamanı etkin kullanma boyutunda değerlendirildiğinde KG-I öğrencilerinin toplam 40 dakikalık bir dersin 20, KG-II 17.5, DG öğrencilerinin ise 32.5 dakikasını deneyi gerçekleştirme ve elde ettikleri sonucu tartışma için ayırdıkları görülmektedir. Bu sonuç SKL yazılımını kullanarak gerçekleştirilen uygulamaların gerçek kimya laboratuvarında gerçekleşen uygulamalara kıyasla zamanı daha etkin ve verimli kullanıldığını, öğrencilerin deneyi yapmak ve sonucu tartışmak için daha fazla zaman bulduklarını göstermektedir.

6. Öğrenci gruplarının laboratuvar ortamında yaptıkları uygulamalar deneyin yapılma kolaylığı boyutunda değerlendirildiğinde KG-I öğrencilerinin %62.5'inin, KG-II ve DG öğrencilerinin tamamının deneyi hiç zorluk yaşamadan tamamladıkları görülmektedir. Buna karşılık KG-I öğrencilerinin %37.5'inin deneyler sırasında bazen zorluk yaşadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Bu sonuç sanal kimya laboratuvarında bir deney gerçekleştirmenin en az gerçek kimya laboratuvarında bir deneyi gerçekleştirmek kadar kolay olduğunu göstermektedir.

7. Öğrenci gruplarının laboratuvar ortamında yaptıkları uygulamaların nasıl daha verimli hale getirileceğine ilişkin verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde KG-I öğrencilerinin uygulamalar sırasında öğrencilerin sürece dâhil edilmesi, laboratuvar güvenlik önlemlerine dikkat edilmesi, laboratuvar ortamının yeniden düzenlenmesi ve deney düzeneğinin dersten önce hazırlanmasının gerekli olduğunu belirttikleri görülmüştür. KG-II öğrencilerinin ise uygulamalar sırasında öğrencilerin sürece dahil edilmesi, laboratuvar ortamının yeniden düzenlenmesinin gerekli olduğunu ancak bu unsurlara kendi uygulamalarında dikkat edilmediğini ifade etmişlerdir. Buna karşılık DG öğrencileri kendi uygulamaları ile ilişkili olarak bir düzenlemeye gerek olmadığını (%87.5), laboratuvar uygulamalarına ayrılan sürenin artırılması (%12.5) ile uygulamaların daha verimli geçeceğini düşündüklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç gerçek kimya laboratuvarında yapılan uygulamalar sırasında öğrencilerin şikayet ettikleri sürece çok fazla dahil olamama, güvenlik önlemlerine dikkat edilememesi, laboratuvar ortamının şartlarının ideal olmaması, deney düzeneğinin hazırlanması için gereken fazla zaman gibi

olumsuzlukların SKL yazılımını kullanarak deneylerini gerçekleştiren öğrenciler tarafından yaşanmadığını göstermektedir. Sanal kimya laboratuvarında gerçekleştirilen uygulamaları öğrenciler oldukça verimli bulmaktadırlar.

5.4.3. Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğrenci Görüşlerinden Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde “geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğrenci görüşleri nelerdir?” ifadesi ile belirtilen alt probleme ilişkin çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Kimyasal değişimler ünitesi boyunca KG-I ve KG-II öğrencilerinin tümü gerçekleştirdikleri hiçbir deneye ait moleküler düzeyde gerçekleşen olayları inceleme fırsatı bulamadıklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık DG öğrencilerinin tümü yaptıkları tüm deneylere ait moleküler düzeyde gerçekleşen olayları inceleyebildiklerini belirtmiştir. Bu sonuç SKL yazılımının, gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen deneylere kıyasla öğrencilere moleküler düzeyde gerçekleşen olayları izleme fırsatı sunduğunu göstermektedir. Başka bir ifade ile SKL yazılımı, gerçek kimya laboratuvarına göre mikro düzeyde gerçekleşen olayların gösteriminde daha etkilidir.

2. Kimyasal değişimler ünitesi süresince gerçek kimya laboratuvarında, gerek C gerekse D öğretmeni deneyi yetiştirmek, doğru şekilde sonuçlandırmak ve sonucu tartışmak için gayret göstermiş ancak gerçek kimya laboratuvarında yapılan hiçbir uygulama sonunda yapılan deneye ait sembolik gösterim üzerinde durulmamıştır. Buna karşılık SKL yazılımı dâhilindeki deneylerin tümünde gerçekleştirilen deneyin sembolik gösterimlerine yer verilmiştir. Bu gözlem sonucuna göre SKL yazılımının sembolik gösterim boyutunda, gerçek laboratuvardan daha etkili olduğu söylenebilir.

3. Kimyasal değişimler ünitesi boyunca KG-I öğrencilerinin %37.5, KG-II öğrencilerinin ise %50'si gerçekleştirdikleri deneylerin günlük hayatla olan ilişkisini kurabildiklerini belirtirken bu oran DG öğrencilerinde %100'dür. SKL yazılımındaki “günlük hayatla ilişkilendir” bölümü sayesinde öğrenciler gerçekleştirdikleri deneyin günlük hayatla olan ilişkisini kurduklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık KG-I ve KG-II öğrencileri deneyi yetiştirememesi, dersin bir araştırmacı tarafından gözleniyor olması gibi nedenlerle öğretmenlerinin deney sürecine daha fazla ağırlık vermeleri nedeniyle bu bölümün eksik kaldığını belirtmişlerdir. Bu sonuç gerçekleştirilen deneyin günlük hayatla ilişkilendirilme boyutunda SKL yazılımının, gerçek kimya laboratuvarından daha etkili

olduğunu göstermektedir.

4. KG-I öğrencilerinin %37.5'inin, DG öğrencilerinin %100'ünün kimyasal değişimler ünitesi boyunca yapmış oldukları deneylerde hangi güvenlik önlemlerine dikkat edilmesi gerektiğini bildiklerini ifade etmişlerdir. Buna karşılık KG-II öğrencilerinin %100'ü alınması gereken güvenlik önlemlerini kısmen bildiklerini belirtmişlerdir. Gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen gözlemler de genel olarak güvenlik önlemlerinden çok söz edilmediği, genellikle güvenlik önlemleri alınmadan deneye başlandığı tespit edilmiştir. Buna karşılık SKL yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen deneylerde her deneye başlamadan önce o deney için gerekli olma önlemlere dikkat çekilmiş ve öğrenciler bu önlemleri okumadan deneye başlayamamışlardır. Bu sonuç SKL yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen deneylerin gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen deneylere kıyasla “güvenlik önlemleri” boyutunda daha etkili olduğunu göstermektedir.

5. SKL ortamında yapılan deneylerde deneye başlarken deney araç-gereçlerinin, kimyasal malzemeler ve deney araç-gereçleri isimli iki ayrı dolaptan seçilmesi gerekliliği sayesinde öğrenciler gerçek bir kimya laboratuvarında deney malzemelerinin nasıl ve nereden seçilmesi gerektiği, deney malzemelerinin ne şekilde saklandığı hakkında bir bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ayrıca DG öğrencileri gerçekleştirdikleri deney sonunda başka bir deneye veya bölüme geçiş yapmak için “laboratuvarı temizle” butonuna tıklanarak sanal ortamda da olsa kimya laboratuvarını temizlemeden dışarı çıkamadıkları gözlenmiştir. SKL yazılımı dâhilinde bulunan “laboratuvar kuralları” bölümü tüm öğrenciler tarafından en az bir defa okunduğu ve öğrencilerin bu kurallardan haberdar oldukları da çalışmanın sonuçlarındandır. Buna karşılık gerçek kimya laboratuvarı ortamında yapılan deneylerde deney araç gereçleri öğrencilere öğretmen tarafından sağlandığı için öğrenciler hangi malzemeyi nerede bulacaklarını ve hangi deney malzemesinin ne şekilde muhafaza edildiğine dair bir bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. Ayrıca KG-I ve KG-II öğrencilerinin laboratuvar kurallarından haberdar olmadıkları, ne sınıf ne de laboratuvar ortamında “laboratuvar kuralları” ile ilgili bir basılı görselin bulunmadığı gözlenmiştir. Öğrenciler kimya uygulamalarında ders bitiş zili çaldığı anda tüm kuralları göz ardı ettikleri deneyle ve dersle olan tüm ilişkilerini kesip deney masasını olduğu gibi bırakıp çıktıkları gözlenmiştir. Bu sonuç SKL yazılımının, kimya laboratuvarını tanıma ve laboratuvar kuralları boyutunda gerçek kimya laboratuvarından daha etkili olduğunu göstermektedir.

6. Kimyasal değişimler ünitesinde yer alan deneyleri KG-I öğrencilerinin %37.5'i,

DG öğrencilerinin ise %100'ü bireysel olarak gerçek bir kimya laboratuvarında yardım almadan KG-II öğrencilerinin %100'ü ise deneyin belli aşamalarında yardım sağlanırsa deneyi tamamlayabileceklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç SKL yazılımının öğrencileri gerçek kimya laboratuvarında bireysel olarak deney yapabilecek yeterliliğe getirdiğini göstermektedir. Öğrencilerin deney yapma yeterlilikleri boyutunda değerlendirildiğinde SKL gerçek kimya laboratuvarından daha etkili bulunmuştur.

7. Kimyasal değişimler ünitesi süresince KG-I, KG-II ve DG öğrencilerinin gerçekleştirdikleri deneylerin öğrenmelerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. KG-I öğrencilerinin %12.5'i, KG-II öğrencilerinin %50'si ve DG öğrencilerinin %25'i deneyler sırasında hızlı öğrendiklerini ancak tekrar etmedikleri için bu bilgileri hızla unuttuklarını belirtmişlerdir. Deneyler sırasında öğrendiklerini kalıcı kılmak için yapılması gerekenler hakkında KG-I öğrencilerinin bir önerisi olmadığı görülmüştür. Buna karşılık KG-II öğrencileri deney yapılırken not almak için fırsat sağlanması (%12.5) ve laboratuvar ortamının yeniden düzenlenmesi (%12.5) ile verimin artacağını ifade ederken, DG öğrencileri yazılımın çoğaltılarak evde çalışmalarını için kendilerine verilmesi (%37.5) ve SKL yazılımına bilgilerini daha kalıcı olması için bir soru bölümü eklenmesi yönünde görüş belirtmişlerdir. KG-II öğrencilerinin ifade ettikleri kalıcılık önerilerinin SKL yazılımında mevcut olduğu ve DG öğrencilerinin belirttikleri önerilerin ise kolaylıkla gerçekleştirilebilir nitelikte olduğu görülmektedir. Bu sonuç SKL yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar öğrencilerin öğrenmesi üzerine olumlu etkileri olduğu ve öğrencilerin öğrenmelerini daha kalıcı hale getirmek için daha kolay modifiye edilebileceğini göstermektedir.

5.4.4. Geliştirilen SKL Yazılımına İlişkin Öğretmen Görüşlerinden Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde “Geliştirilen SKL yazılımına ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?” ifadesi ile belirtilen alt problemle ilgili olarak çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

1. Uygulama öğretmeni D, kimyasal değişimler ünitesi süresince yer alan deneyleri SKL yazılımını takip ederek geçen süreci öğrenciler açısından değerlendirdiğinde öğrencilerin büyük bölümünün uygulamalardan memnun olduğunu ancak bir grup öğrencinin ise bu uygulamaları sıkıcı bulduğunu ifade etmiştir. Bu sonuç SKL yazılımının

tüm öğrenciler üzerinde aynı etkiyi bırakmadığını göstermektedir.

2. Öğretmen uygulama sürecini kendi açısından değerlendirdiğinde ise laboratuvarında kaybedilen gereksiz zamanın sanal kimya laboratuvarında oluşmadığını bu nedenle laboratuvar uygulamalarının daha verimli geçtiğini ve öğrencilerin bu yolla anlatılan kavramları daha kolay anladıklarını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilerin bir bölümünün yazılımı oyun olarak gördükleri için gereken dikkati verememelerini bir olumsuz özellik olarak belirtmiş ancak öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerde bu durumun bir olumsuzluk yaratmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç SKL yazılımının gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştirilen uygulamalara kıyasla zamanı daha etkili ve verimli kullandığını ve öğrencilerin anlamaları üzerinde olumlu etkide bulunduğunu göstermektedir. Öğrencilerin bir kısmının deneyin sanal ortamda gerçekleşiyor olmasından dolayı uygulamaları oyun olarak nitelendirdikleri ancak oynarken öğrendikleri tespit edilmiştir.

3. Öğretmen D, SKL yazılımını kullanan öğrencilerin gerçek bir kimya laboratuvarındaki tüm süreci (araç-gereç seçimi, güvenlik önlemleri, deney işlem adımları) yaşadıklarını ve deneyi yanlış yapma şansları olmadığı için zaman kaybının önüne geçtiklerini ve öğrenciyi bir kimya laboratuvarında deney yapmak için yeterli hale getirdiğini belirtmiştir. Bu sonuç sanal kimya laboratuvarının deney süreci boyutunda en az gerçek kimya laboratuvarı kadar öğrenci üzerinde etkisinin olduğunu göstermektedir.

4. Sanal kimya laboratuvarının öğretmen tarafından eksik bulunan özelliği ise öğrenciye bilgiyi hazır olarak vermemesidir. Bu sonuç öğretmenin her ne kadar yapılandırmacı yaklaşıma yakın bir öğretim felsefesi sergilemiş olsa da geleneksel öğretimin izlerini taşıdığını göstermektedir.

5. Öğretmen D, SKL yazılımını özellikle öğrenci bilgi seviyesi daha alt düzeyde olan okullarda görev yapan kimya öğretmenleri için daha yararlı olacağını ve bu öğretmenlere tavsiye ettiğini belirtmiştir. Yazılımın moleküler düzeyde gösterime izin veren ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun yapısının öğrencinin anlamasını kolaylaştırdığını ve öğrenciye olumlu etkide bulunduğunu ifade etmiştir. Bu bulgu SKL yazılımının sahip olduğu özelliklerin öğrencilerin anlamaları üzerinde olumlu etki ettiğini göstermektedir.

6. Öğretmen D, sanal kimya laboratuvarında gerçek ortamda oluşacak deneyin yanlış sonuçlanması gibi durumların oluşmaması, deney düzeneğini hazırlamak ve laboratuvarı temizlemek gibi zaman kayıplarının olmaması, deneyin makro, mikro ve sembolik düzeylerinin tüm ayrıntıları ile gösterilebilmesi gibi özelliklerinden dolayı seçme şansı olsa

tercihini SKL yazılımından yana kullanacağını ifade etmiştir. Ayrıca SKL yazılımının kendi üzerindeki yükü hafiflettiğini belirtmiştir. Bu bulgu SKL yazılımının öğretmen üzerindeki yükü hafiflettiğini, laboratuvarında yaşanan aksilikleri en alt düzeye indirdiğini ve deneyin daha ayrıntılı olarak yapılmasını sağladığını göstermektedir.

7. Öğretmen D SKL yazılımının laboratuvar derslerinden önce öğrenci tarafından kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu sayede öğrencinin gerçek kimya laboratuvarına geldiğinde, alınması gereken güvenlik önlemlerinin, deney işlem adımlarının ve ulaşılan sonucun moleküler düzeyinin farkında olacağını bu bilgilerle donanarak gerçek kimya laboratuvarına gelen öğrencinin, süreci daha iyi gözlemleyebileceğini ve az hata ile deneyi tamamlayabileceğini düşünmektedir. Bu sonuç sanal kimya laboratuvarının öğrencileri gerçek kimya laboratuvarına hazırlama amacıyla da kullanılabileceğini göstermektedir.

6. ÖNERİLER

Ortaöğretim 9.sınıf seviyesinde “kimyasal değişimler” ünitesi kapsamında bulunan deneyleri yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının TGA stratejisine uygun olarak sanal kimya laboratuvarında geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmek üzere yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve araştırmacının deneyimleri doğrultusunda, bu konuda çalışmak isteyen diğer araştırmacılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

6.1. SKL Yazılımının Geliştirilmesine Yönelik Öneriler

Kimya dersi kapsamındaki deneylerin yer aldığı nitelikli sanal laboratuvar uygulamalarının geliştirilebilmesi için kimya alan uzmanları ile bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi alan uzmanlarının işbirliği içinde çalışması önerilebilir.

Bazı öğrenciler için dokunmak ve hissetmenin öğrenme sürecinde önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle SKL yazılımının dokunma hissini veren hapticlerle uyumlu olarak yeniden düzenlenmesi ve uygulanarak değerlendirilmesi diğer araştırmacılara önerilmektedir.

Geliştirilen yazılım ortaöğretim 9. Sınıf kimya dersi “kimyasal değişimler” ünitesi ile sınırlıdır. Bu alanda çalışacak araştırmacılara yazılımın kapsamının ortaöğretim kimya alanındaki tüm deneyleri kapsayacak biçimde geliştirilmesi önerilebilir.

Ortaöğretim kimya programına uygun olarak geliştirilecek olan sanal laboratuvar türünden yazılımların ders kitaplarının arka sayfalarına CD içinde ilave edilmesi ile tüm öğrenci ve öğretmenlerin laboratuvar uygulamalarını istedikleri an ve istedikleri yerde gerçekleştirmeleri sağlanabilir.

Geliştirilen SKL yazılımı yapılandırmacı öğrenme ortamlarının oluşturulmasında etkili olduğu, daha kısa sürede daha fazla uygulamaya izin vermesi, etkin öğrenme ortamları gibi pek çok açıdan yararlı bulunmuştur. Bu nedenle sanal laboratuvar çalışmalarının, uygulama ağırlıklı diğer bilim dallarında (fen ve teknoloji, fizik, biyoloji vb.) geliştirilerek eğitime kazandırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

6.2. SKL Yazılımının Uygulanmasına Yönelik Öneriler

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının TGA stratejisine uygun olarak “Kimyasal Değişimler” ünitesi için geliştirilen SKL yazılımının öğrencilerin “kimyasal değişimler ünitesine yönelik” başarılarını, “laboratuvar araç-gereçlerini tanıma” başarılarını ve öğrenci “tutumlarını” olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Uygulamaya katılan öğretmen ve öğrencilerin geliştirilen SKL yazılımını beğendikleri, kullanışlı buldukları ve uygulama kapsamında olmasa da bu yazılımdan faydalanmak istediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle SKL yazılımının ortaöğretim 9. sınıf “kimyasal değişimler” ünitesinin öğretiminde kimya öğretmenleri ve öğrenciler tarafından kullanılması önerilebilir.

Uygulamalar sonucunda ünite süresince tüm deneylerin SKL yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmesi bir grup öğrencinin sürecin sonlarına sonra doğru ilgilerinin dağılmasına neden olmuştur. Öğrenciler yazılımın çoğaltılarak kendilerine verildiği takdirde evde sıkılmadan çalışma imkânı bulacaklarını ve deneyleri gerçekleştirebileceklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle SKL yazılımının, çoğaltılarak öğrencilere dağıtılması ve kazandırılması hedeflenen bilimsel süreç becerilerine bağlı olarak, belli deneylerin SKL yazılımı ile okulda öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesi önerilebilir. Bu sayede laboratuvar uygulamalarına yer ver(e)meyen öğretmenler nedeniyle yapılamayan deneyler gerçekleştirilebilir.

SKL yazılımı, gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilmesi mümkün olmayan, zaman alan ya da güvenlik nedeniyle yapılamayan deneylerin öğrenciler tarafından yapılabileceği kullanışlı bir destek eğitim aracı olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra çok fazla kabul görmese de öğretmenlerin çok fazla bir kısmının deneyleri gösteri deneyi olarak yaptıkları bilinmektedir. SKL yazılımının sınıfa yerleştirilecek bir bilgisayar ve projektör yardımıyla öğrencilerin süreci daha kolay anlayabilecekleri ve detaylı gözleyebilecekleri gösteri deneylerinin yapılması da mümkündür. Fatih projesi ile tüm okulların belirtilen fiziksel özelliklere sahip olacağı düşünüldüğünde, SKL yazılımının öğretmen veya öğrenci tarafından gerçekleştirilecek deneyler için gerçekleştirilesi kolay bir alternatif olduğu söylenebilir.

Çalışma sonucunda öğretmenle yapılan görüşmeler doğrultusunda SKL yazılımının başarısı daha düşük öğrenciler üzerinde uygulanarak sonuçların değerlendirilmesi önerilebilir.

SKL özellikle maliyet bakımından çok avantajlıdır. Çünkü bir laboratuvar için ihtiyaç duyulan araç ve gereçlerin maliyetini çok büyük oranda azalmaktadır. Sınırlı bir ekonomiye sahip olan ülkemizde her ortaöğretim kurumuna bir kimya laboratuvarı kurulması ve içindeki sarf malzemelerin sürekli güncellenmesi bütçeye büyük yük getirmektedir. Ancak ülke genelinde, sistemli bir proje kapsamında geliştirilecek sanal laboratuvarlar önemli ölçüde maliyeti azaltacak, eğitim kalitesini artıracak ve kolayca güncellenebilecektir. Hatta bir ürün olarak ülke ekonomisine katkıda bulunabilecektir.

Okullardaki sınıfların bir bilgisayar ve projektörle donatılması sağlanarak yapılamayan deneylerin hiç değilse gösteri deneyi şeklinde sınıflarda yapılması sağlanabilir.

Öğrencilerin birebir etkileşimde bulunabilmesine ve böylece kendi öğrenmelerini kendilerinin gerçekleştirmesine olanak sağlayan bilgisayar teknolojisi eğitim ortamlarında hızla yaygınlaştırılmalı ve bilinçli bir şekilde kullanılmaya başlanmalıdır. Bunun için okullardaki mevcut bilişim teknolojileri sınıflarındaki bilgisayarlarla uyumlu olarak çalışabilen ve yapılandırmacı öğrenmeyi temel alan yazılımların sayılarının artırılması gerekmektedir.

Pilot çalışmada kazanılan deneyimler doğrultusunda asıl çalışma kapsamında yazılım CD'lere kopyalanmış ve çalışmadan hemen önce öğrencilere verilmiştir. Bu nedenle uygulama sürecinde ağ sistemi ve internetten kaynaklanabilecek sorunların önüne geçilmiş ve teknik bir sıkıntı yaşanmamıştır. Bu nedenle bilgisayar destekli materyallerle uygulama yapacak araştırmacılara çalışmalarını CD'lere kopyalayarak gerçekleştirmeleri önerilebilir.

Uygulama sürecinin sıkıntı yaşanmadan tamamlanmasında en önemli değişkenlerden birinin okul idaresi olduğu görülmüştür. İlk veya ortaöğretim kurumlarında araştırma yapacak araştırmacılara yasal izinlerini almalarının yanında çalışma yapacakları okul idaresinden ayrıca izin almaları ve gönüllü bir öğretmen ile çalışmalarını yürütmeleri önerilebilir.

Kimya öğretmenlerinin, geliştirilen yeni yaklaşım modellerini bilgisayar destekli öğretime uygulayabilmelerini sağlamak amacıyla hizmet içi eğitim kursları düzenlenmelidir.

6.3. SKL Yazılımının Değerlendirilmesine Yönelik Öneriler

Geliştirilen SKL değerlendirilmesi iki kontrol bir deney grubu ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol gruplarından biri deneyleri mümkün olduğu kadar kimya laboratuvarında gerçekleştirirken, diğer gruba müdahale edilmemiştir. Deney grubu ise derslerin uygulama sürecini SKL yazılımını kullanarak yapmışlardır. Uygulama süreci sonunda “öğrenci gruplarının birinin okulda uygulamalara katılmayıp ders dışı saatlerde SKL yazılımını kullanmaları sağlanabilir miydi” sorusu merak edilmiştir. Bu türden çalışma yapmak isteyen araştırmacılara, çalışmalarını iki kontrol iki deney grubu ile gerçekleştirmelerinin veri çeşitliliğini sağlayacağı ve bu nedenle yararlı olacağı söylenebilir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerini, gerçek laboratuvara, kontrol grubu öğrencilerini ise sanal laboratuvar ortamına getirip yaptıkları deneyleri bireysel olarak yaptırmak planlanmıştır. Ancak programın yoğun olması, ünitenin planlanan tarihten sonraki döneme sarkması ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin 19 Mayıs Atatürk'ü Anma, Gençlik ve Spor Bayramı çalışmalarına katılmaları nedeniyle bu plan gerçekleştirilememiştir. Bu alanda çalışma yapacak olan araştırmacılara planlanan sürecin uygulanması ve bu sayede sanal laboratuvarın gerçek laboratuvara alternatif mi yoksa destekleyici bir unsur olarak mı kullanılması gerektiği hakkında daha çeşitli veriler elde edilebileceği önerilmektedir.

Çalışma sonunda deneylerini sanal kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilerin, deneylerini gerçek kimya laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilere kıyasla “kimya dersine yönelik ilgilerinin” daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu sonucun öğrencilerin bilgisayara karşı olan ilgilerinden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmiştir. Bu nedenle sürece bilgisayarların dâhil olduğu çalışmalara başlamadan önce ve çalışma sonunda ilgili alana yönelik tutum testinin yanı sıra bilgisayara yönelik tutum testinin de uygulanması önerilmektedir.

Geliştirilen SKL yazılımının genelleştirilebilmesi için bu yazılımın sosyo-ekonomik düzeyi farklı olan bölgelerde ve okul türlerinde (fen lisesi, endüstri meslek lisesi, düz lise vb.) uygulanarak sonuçlarının karşılaştırılması çalışmanın bir başka önerisidir.

KAYNAKLAR

- A.A.A.S., 1993. Benchmarks for Science Literacy, American Association for the Advancement of Science, Oxford University Press, New York.
- Abdul-Kader, H., M., 2010. E-Learning Systems in Virtual Environment, The International Arab Journal of Information Technology, 8, 1, 60-66.
- Abraham, M., R., Williamson, V., M. ve Westbrook, S., L., 1994. A Cross-Age Study of the Understanding Five Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 31, 2, 147-165.
- Akbulut Ö., E. ve Akdeniz, A., R., 2008. Etkileşimli Bir Benzetim Yazılımı ile Yapılandırıcı Bir Öğretim Materyalinin Tasarlanması ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri: Transformörler, E-Journal of New World Sciences Academy, 3, 4, 83.
- Akbulut Ö., E., Akdeniz, A., R. ve Tural Dinçer, G., 2008. Bilgisayar Destekli Bir Öğretim Materyalinin Tasarlanması ve Değerlendirilmesi, 8th International Educational Technology Conference, Mayıs, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, 894-898.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Feyzioğlu, B., 2003. Bilgisayar Destekli Fen Bilgisi Öğretiminin Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisine Bir Örnek: Mol Kavramı ve Avogadro, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 2, 2, 57-66.
- Akçay, C., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B. ve Oğuz, B., 2008. Bilgisayar Tabanlı ve Bilgisayar Destekli Kimya Öğretiminin Öğrenci Tutum ve Başarısına Etkisi, Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4, 2, 169-181.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H., İ. ve Şensoy, Ö., 2005. Fen eğitiminde ilköğretim 6. Sınıflarda Çiçekli Bitkiler Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 13, 1, 103-116.
- Akgün, Ö. ve E., Deryakulu, D., 2007. Düzeltici Metin ve Tahmin-Gözlem-Açıklama Stratejilerinin Öğrencilerin Bilişsel Çelişki Düzeyleri ve Kavramsal Değişimleri Üzerindeki Etkisi, A.Ü. Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 40,1, 17-40.
- Akgün, Ş., 1998. Okullarımızda Fen Bilimlerine Olan İlginin Azalma Sebepleri, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Trabzon.
- Akgün, Ö., E., 2005. Bilgisayar Destekli ve Fen Bilgisi Laboratuvarında Yapılan Gösterim Deneylerinin Öğrencilerin Fen Bilgisi Başarısı ve Tutumları Üzerindeki Etkisi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 1.
- Akın, E. ve Karaköse, M., 2003. Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Eğitiminde Sanal Laboratuvarların Kullanımı, Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi, I.Ulusal Sempozyumu ve Sergisi, Mayıs, Ankara.

- Akkoyunlu, B., Bilgisayar ve Eğitimde Kullanılması, <http://www.acikogretim.edu.tr/kitap/IOLTP/1265/unite03.pdf> 18 Ekim 2006.
- Akkuş, H. ve Kadayıfçı, H., 2005. Kimya Eğitiminde Etkin Laboratuvar Dersleri, Kimya Laboratuvarı Kullanım Kursu Ders Notları, Sinop.
- Akpan, J., P. ve Andre, T., 2000. Using a Computer Simulation Before Dissection To Help Students Learn Anatomy, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 19, 297-313.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2005. Yapılandırmacı Kurama Dayalı Fen Öğretimine Yönelik Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 9-17.
- Akpınar, E. ve Yıldız, E., 2006. Açık Uçlu Deney Tekniğinin Öğrencilerin Laboratuvara Yönelik Tutumlarına Etkisinin Araştırılması, DEÜ. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 69-76.
- Akpınar, Y., 1999. Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Ardaç, D. ve Akaygün, S., 2004. Effectiveness of Multimedia-Based Instruction The Emphasizes Molecular Representations On Students' Understanding of Chemical Change, Journal of Research in Science Teaching, 41, 4, 317-337.
- Arı, E., 2008. Yapılandırmacı Yaklaşım ve Öğrenme Stilllerinin Genel Kimya Laboratuvar Uygulamalarında Öğrencilerin Başarısı Bilimsel İşlem Becerileri ve Tutumları Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, M.Ü., Eğitimi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arslan, M. 2007. Eğitimde Yapılandırmacı Yaklaşımlar, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 40, 1, 41-61.
- Ata, M., 2006. Sanal Bir Deney Laboratuvarının Tasarımı ve Uyarlanmasında İlk Adımlar, G.Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 56-78.
- Atam, O. ve Tekdal, M. 2007. Fen vVe Teknoloji Dersi Isı-Sıcaklık Konusunda Hazırlanan Simülasyon Tabanlı Bir Yazılımın İlköğretim 5.Sınıf Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığa Etkisi, I. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Çanakkale, Bildiriler Kitabı, 635-641.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H., 2007. Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler Konusunu Anlamalarında İşbirlikli Öğrenmenin Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32,12-21.
- Atış, M., Özdoğan, C. ve Güvenç, Z. 2007. Yüksek Ölçekli Paralel Atomistik Bilgisayar Simülasyonu: Yüzey-Iyon Çarpışması. <http://siber.cankaya.edu.tr/ozdogan/papers/ypbs2002.pdf> 12 Haziran 2007.
- Atwater, M., M., 1996. Social Constructivism: Infusion into the Multicultural Science Education Research Agenda, Journal of Research in Science Teaching, 33, 8, 821-837.

- Ayas, A., 1993. A Study Of Teachers' And Students'views Of The Upper Secondary Chemistry Curriculum and. Students' Understanding Of Introductory Chemistry Concepts in the East Black-Sea Region of Turkey, Doctoral Thesis, University of Southampton, Southampton.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A., R., 1994. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-I, Çağdaş Eğitim, 204, 21-24.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A., R., 1994. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-II, Çağdaş Eğitim, 205, 7-11.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A., 1997. Turkish Secondary Students' Conceptions Of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education 745, 518-521.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M., F., 1997. Kimya Öğretimi, Öğretmen Eğitimi Dizisi. YÖK / Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları, Ankara.
- Ayas, A., 1998. Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuvar Kullanımı, A.Ö.F. Yayınları, Eskişehir.
- 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.
- Aycan, Ş., Aycan, N., Arı, E. ve Türkoğuz, S., 2001. Manisa Demirci Lisesi'nde Kimya Laboratuvar Uygulamalarının Kimya Dersi Başarısına Etkisi Üzerine Bir Çalışma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi 2000, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 486-489.
- Aydoğdu, C., 1991. Kimya Öğretiminde Laboratuvarın Önemi, Laboratuvarın Teknikleri ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydoğdu, C., 1999. Kimya Laboratuvar Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlüklerin Saptanması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15, 30-35.
- Aydoğdu, C., 2000. Kimya Öğretiminde Deneylerle Zenginleştirilmiş Öğretim ve Geleneksel Problem Çözme Etkinliklerinin Kimya Ders Başarısı Açısından Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 29-31.
- Aydoğdu, C., 2003. Kimya Eğitiminde Yapılandırmacı Metoda Dayalı Laboratuvar ile Doğrulama Metoduna Dayalı Laboratuvar Eğitiminin Öğrenci Başarısı Bakımından Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 25, 14-18.
- Bağcı Kılıç, G., 2002. Dünyada ve Türkiye'de Fen Öğretimi, V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 63-68.

- Bakar H., N., B. ve Zaman, H., H., B., 2007. Development of VLab-Chem for Chemistry Subject Based on Constructivism-Cognitivism-Contextual Approach, Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics Institut Teknologi Bandung, June, Indonesia, Proceedings Book, 567-570.
- Baki, A. 2008. Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi, Harf Eğitim Yayıncılığı, Ankara, 174-177.
- Baki, H., Alpdemir, N. ve Söylemez, M., T., 2000. Sanal Laboratuvar Ortamında Modelleme ve Kontrol, TOK'2000 Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Eylül, Ankara, Bildiri Kitabı, 181-186.
- Balcı, A., 2005. Sosyal Bilimlerde Araştırma, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Barak, M. ve Dori, Y., J., 2004. Enhancing Undergraduate Students' Chemistry Understanding Through Project-Based Learning in an IT Environment, Science Education, 89, 1, 117-139.
- Beach, D., H. ve Stone, H., M., 1988. Provocative Opinion: Survival of the High School Chemistry Lab., Journal of Chemical Education, 65, 7, 619-620.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. ve Silberstein, J., 1988. Theories, Principles and Laws, Education in Chemistry, 25, 89-92.
- Bennett, C. ve Pilkington, R., 2001. Using a Virtual Learning Environment in Higher Education to Support Independent and Collaborative Learning, Second IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'01), August, Wisconsin, Proceedings Book, 285.
- Berberoğlu, G., Türk Bakış Açısından Pisa Araştırma Sonuçları, <http://www.konrad.org.tr/Egitimturk/07girayberberoglu.pdf> 19 Ağustos 2007
- Bernard, R., M., Abrami, P., C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A. ve Wozney, L., 2004. How Does Distance Education Compare with Classroom Instruction? A Meta-Analysis of The Empirical Literature, Review of Educational Research, 74, 3, 379-439.
- Bilek, M. ve Skalická , P., 2010. Combination of Real and Virtual Environment In Early Chemistry Experimental Activities, XIV IOSTE Symposium, June, Bled, Slovenia, Proceeding Book, 1-8.
- Bilgin, İ., Uzuntiryaki, E. ve Geban, Ö., 2002. Kimya Öğretmenlerinin Öğretim Yaklaşımlarının Lise 1 ve 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimya Dersi Başarı ve Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 155.
- Birgin, O., 2008. Alternatif Bir Değerlendirme Yöntemi Olarak Portfolyo Değerlendirme Uygulamasına İlişkin Öğrenci Görüşleri, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi (TEBD), 6, 1, 1-24.

- Blaylock, T., H. ve Newman, J., W., 2005. The Impact Of Computer-Based Secondary Education, Education Chula; Vista, 125, 3, 373–384.
- Bodner, G., M., 1990. Why Good Teaching Fails And Hard-Working Students Do Not Always Succeed?, Spectrum, 28, 1, 27-32.
- Bozdoğan, A., E. ve Yalçın, N., 2004. İlköğretim Fen Bilgisi Derslerindeki Deneyleerin Yapılma Sıklığı ve Fizik Deneyleerinde Karşılaşılan Sorunlar, G.Ü. Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi 5, 1, 59-70.
- Bozkurt, E., 2008, Fizik Eğitiminde Hazırlanan Bir Sanal Laboratuvar Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Britain, S., ve Liber, O., A Framework for the Pedagogical Evaluation of Virtual Learning Environments Report 41, [http://www.cetis.ac.uk/members/pedagogy/files/4thMeetframework/VLEfullReport1 Mayıs 2008](http://www.cetis.ac.uk/members/pedagogy/files/4thMeetframework/VLEfullReport1Mayıs2008).
- Brooks, J., G. ve Brooks, M., G., 1993. In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms, Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, U.S.A.
- Bruder, I., 1993. Redefining Technology and The New Science Literacy. Electronic Learning, 2, 6, 20-24.
- Budak, E., 2001. Üniversite Analitik Kimya Laboratuvarında Öğrencilerin Kavramsal Değişimi, Başarısı, Tutumu ve Algılamaları Üzerine Yapılandırmacı Öğretim Yönteminin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Burgess, R., G., The Research Process in Educational Settings: Ten Case Studies [http://www.google.com/books?hl=tr&lr=lang_en|lang_tr&id=Da89AAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=%22Burgess+\(1984\)%22&ots=LRQrXNqHA5&sig=7bH9wibbZCnRgu61A2oBgRJ2HfA#v=onepage&q=%22Burgess%20\(1984\)%22&f=false](http://www.google.com/books?hl=tr&lr=lang_en|lang_tr&id=Da89AAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=%22Burgess+(1984)%22&ots=LRQrXNqHA5&sig=7bH9wibbZCnRgu61A2oBgRJ2HfA#v=onepage&q=%22Burgess%20(1984)%22&f=false) 17 Mayıs 2010.
- Burke, K., A., Greenbowe, T., J. ve Windschitl, M., A., 1998. Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. Journal of Chemical Education, 75, 12, 1658-1660.
- Büyüköztürk, Ş., 2005. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Can, E., 2007. Laboratuvar Çalışmalarının Bilgisayar Mühendisliği Eğitimindeki Yeri ve Önemi, Elektrik Mühendisliği Dergisi, 430, 94-96.
- Cannon, R., K. ve Simpson, R., D., 1985. Relationships Among Attitude, Motivation, And Achievement of Ability Grouped Seventh-Grade Life Science Students, Science Education, 69, 121-138.

- Cansoy, R., 2001. Kimya Öğretiminde Model ve Deneysel Yöntemin Başarıya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Carlsen, D., D. ve Andre, T., 1992. Use of A Microcomputer Simulation and Conceptual Change Text to Overcome Student Preconceptions About Electric Circuits. Journal of Computer-Based Instruction, 19, 105–109.
- Cavanaugh, C., Gillan K. J., Kromrey, J., Hess, M. ve Blomeyer, R., 2004. The Effects of Distance Education On K–12 Student Outcomes: A Meta-Analysis, IL: Learning Point Associates, Naperville, London, 1-32.
- Ceyhun, İ. ve Karagölge, Z., 2010. Öğretmen Ve Öğrenci Algılamalarına Göre Kimya Öğretiminin Değerlendirilmesi (Erzurum İli Örneği), Uluslararası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu II, Mayıs, Ankara.
- Chairam, S., Somsook, E. ve Coll, R., 2009. Enhancing Thai Student Learning of Chemical Kinetics, Research in Science and Technological Education, 27, 1, 95-115.
- Challoner, J., 2006. Kimya, Tübitak Popüler Bilim Kitapları Yayınları, Ankara.
- Champagne, A., B., Klopfer, L., E. ve Anderson, J., H., 1980. Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics, American Journal of Physics, 48, 9.
- Chang K., E., Chen, Y., L., Lin, H., Y. ve Sung, Y., T., 2008. Effects of Learning Support in Simulation-Based Physics Learning, Computers and Education, 51, 4, 1486–1498.
- Chen, S., 2010. The View Of Scientific Inquiry Conveyed By Simulation-Based Virtual Laboratories, Computers and Education, 55, 1123–1130.
- Clark, D., 1998. Developing, Integrating and Sharing Web-Based Resources for Materials Education, Jom-E, 50, 5.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K., 2003. Research Methods in Education, RoutledgeFalmer, New York.
- Collette, A., T. ve Chiappetta E., L., 1989. Science Instruction in the Middle Secondary Schools, Second Edition, Merrill Publishing Company, USA.
- Collis, B. 1997. Tele-learning in a Digital World: The Future of Distance Learning, International Thomson Computer Press, London.
- Corel, Corel's Chemistry Laboratory. rapidog.com/corel-chemlab-rapidshare.html 10.10.2010.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F., Ö., 2005. Fen Öğretmen Adaylarının Çözelti Hazırlama ve Laboratuvar Malzemelerini Kullanma Yeterliliklerinin Belirlenmesi, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 65-72.

- Creswell, J., W., 2002. Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, Second Edition, Sage Publications, London.
- Crowther, D., T., 1997. The Constructivist Zone, Electronic Journal of Science Education, 2, 2.
- Çakıroğlu, Ü. ve Baki, A., 2006. E-Öğrenme Ortamları İçin Tekrar Kullanılabilir Öğrenme Nesneleri Tasarımı , XI. Türkiye'de İnternet Konferansı, Aralık, Ankara.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2003. Çözümlerde Kavram Başarı Testi Hazırlama ve Uygulama, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 2, 14, 1-14.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ünal, S., 2006. Çözünme Kavramıyla İlgili Öğrenci Kavramlarının Tespiti: Bir Yaşlar Arası Karşılaştırma Çalışması, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 4,3, 309-322.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2007. Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Çözünme Esnasında Kütlelinin Korunumuyla İlgili Anlamaların Tespiti, Milli Eğitim Dergisi, 173, 219-230.
- Çallica, H., Erol, M., Sezgin, G. ve Kavcar, N., 2000. İlköğretim Kurumlarında Laboratuvar Uygulamalarına İlişkin Bir Çalışma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiler Kitabı, 217-219.
- Çelikler, D., Güneş M., H., ve Şendil, K., 2006. Metaller ve Ametaller Konusunun Yapısalcı Öğrenme Kuramına Dayalı Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi, Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD), 7, 2, 51-59.
- Çepni, S., Akdeniz, A., R., Ayas, A., 1995. Fen Bilimlerinde Laboratuvarın Yeri ve Önemi (III): Ülkemizde Laboratuvarın Kullanımı ve Bazı Öneriler, Çağdaş Eğitim Dergisi, 206, 24-28.
- Çepni, S., 2005, Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, II.Baskı, Üçyol Kültür Merkezi, Trabzon.
- Çepni S, ve Ayvacı H., Ş., 2006. Laboratuvar Destekli Fen Öğretimi Yaklaşımları, Fen ve Teknoloji Öğretimi, PegemA Yayıncılık, Ankara. 190-217.
- Çepni, S., Akyıldız, S., Baki, A., Ayas, A. ve Demircioğlu, G. , 2009. Ölçme ve Değerlendirme, Çepni, S., Akyıldız, S. (Editör), I. Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çınar, O., Teyfur, E. ve Teyfur, M., 2006. İlköğretim Okulu Öğretmen ve Yöneticilerinin Yapılandırmacı Eğitim Yaklaşımı ve Programı Hakkındaki Görüşleri, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 11, 47-64.
- Çilenti, K., 1985. Fen Eğitimi Teknolojisi, Kadioğlu Matbası, Ankara.
- Çilenti, K.,1988. Eğitim Teknolojisi ve Öğretim, Kadioğlu Matbaası, Ankara.

- Dalgarno, B., Bishop, A., G., 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, Proceedings Book, 90-95.
- Dalgarno, B., 2004. Characteristics of 3D Environments and Potential Contributions to Spatial Learning, Doctoral Thesis, University of Wollongong, Australia.
- Dalgarno, B., 2005. A VRML Virtual Chemistry Laboratory Incorporating Reusable Prototypes for Object Manipulation <http://www.siaa.asn.au/get/2411855836.pdf> 12 Aralık 2005.
- Dalkılıç, İ., Dalkılıç, N., 2003. Lise 3 Kimya Ders Kitabı, Mega Yayıncılık, Ankara.
- Dare, D., E., 2001. Learner-centered Instructional Practices Supporting The New Vocationalism, New Directions for Community Colleges Special Issue: The New Vocationalism in Community Colleges, 115, 81-91.
- DAYM., 2007. Kimya 9 Laboratuvar Araç Gereçleri, Milli Eğitim Bakanlığı Ders Araçları Yapım Merkezi Resmi Web Sitesi <http://www.daym.gov.tr/index2.php?kat=58&ad=10> 15 Ocak 2007.
- 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, July, Moscow.
- Deese, C., W., Ramsey, L., L., Walczyk, J. ve Eddy, D., 2000. Using Demonstrations Assesments to Improve Learning, Journal of Chemical Education, 77, 11, 1511-1516.
- Demirci, B., 1993. Çağdaş Fen Bilimleri Eğitimi ve Eğitimcileri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9, 155-157.
- Demircioğlu G., Özmen, H. ve Ayas, A., 2001. Kimya Öğretmen Adaylarının Asitler ve Bazlarla İlgili Yanlış Anlamalarının Belirlenmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 451-463.
- Demircioğlu, G., 2003. Lise II Asitler Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H. ve Geban, Ö., 2004. Fen Bilgisi Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim ve Geleneksel Problem Çözme Etkinliklerinin Ders Başarısı Bakımından Karşılaştırılması, The Turkish Online Journal Of Educational Technology (TOJET), 3, 2, 21.

- Demirer, C., 2009. Gazlar Ünitesinde Bilgisayar Destekli ve Laboratuvar Temelli Öğretimin Öğrencilerin Başarısına, Kavram Öğrenimine ve Kimya Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirkuş, N., 1999. Fen Bilgisi Öğretim Yöntemleri ve Uygulamalarının Verimli Hale Getirilmesi, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 11, 414-425.
- Derry, S., J., 1996. Cognitive Schema Theory in The Constructivist Debate, Educational Psychologist, 31, 163-174.
- Deters, K., M., 2006. What Are We Teaching in High School Chemistry, Journal of Chemical Education, 83, 10, 1492-1498.
- Dikmenli, M., Bozkurt, E. ve Altunsoy, S., 2007. Fen Öğretiminde Sanal Gerçeklik Uygulamaları, I. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Mayıs, Çanakkale, Bildiri Kitabı, 42-58.
- Dori, Y., J. ve Barak, M., 2001. Virtual and Physical Molecular Modeling: Fostering Model Perception and Spatial Understanding, Educational Technology and Society, 4, 1, 61-74.
- Drever, E., 1997, Using Semi-Structured Interviewed in Small-Scale Research, Scottish Council for Research in Education, Edinburgh.
- Driver, R., 1989. Students' Conceptions and the Learning of Science, International Journal of Science Education, 11, 481-490.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. ve Scott, P., 1994. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom, Educational Researcher, 23,7, 5-12.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. ve Wood-Robinson, C., 1994. Making Sense of Secondary Science: Research Into Children's Ideas, Routledge, London, 32-43.
- Duman, B., 2004. Öğrenme-Öğretme Kuramları ve Süreç Temelli Öğretim, Anı Yayıncılık, Ankara.
- EARGED., 1995. Gösterim için Fen Laboratuvarları, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.
- Ebenezer, J., 2001. A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt, Journal of Science Education and Technology, 10, 73-91.
- Ebenezer, J., V. ve Fraser, M., D., 2001. First Year Chemical Engineering Students' Conception of Energy in Solution Process: Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction, Science Education, 85, 509-535.
- Ekiz, D., 2009. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Anı Yayıncılık, Ankara.

- Erdemir, Ü., 2007. Biyoloji Öğretiminde Yapılandırmacı Bilgisayar Destekli Yazılım Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi, I. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Mayıs, Çanakkale, Bildiri Kitabı, 338-352.
- Erdoğan, E., Altun, H. ve Görür, A., 2006. Java Tabanlı Sanal Eğitim Platformu Geliştirme Süreci ve Öneriler, <http://www.emo.org.tr/resimler/etkinlikbildirileri/0306a0237c000d3ek.doc> 20 Aralık 2006.
- ERG., 2005. Yeni Öğretim Programlarını İnceleme ve Değerlendirme Raporu, (Eğitim Reformu Girişimi). <http://www.erg.sabanciuniv.edu.tr>. 18. Aralık 2005.
- Ergül, S., Bolat, M ve Mazı, C., 2006. Öğretim Yönteminin Kaynama ve Buharlaştırma Kavramlarının Öğretimine Etkisinin İncelenmesi, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiri Özetleri Kitabı, 447.
- 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, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 459.
- Ernest, P., 1995. The One And The Many Constructivism in Education, Erlbaum, Hillsdale, New York, 459-486.
- Ertmer, N., A. ve Newby, T., J., 2008. Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features from an Instructional Design Perspective, Performance Improvement Quarterly, 6, 4, 50-72
- Ezrailson, C., M., Allen, G., D. ve Loving, C., C., 2004. Analyzing Dynamic Pendulum Motion in an Interactive Online Environment Using Flash, Science and Education, 13,437-457.
- Falvo, D., A., 2008. Animations and Simulations For Teaching and Learning Molecular Chemistry, International Journal of Technology in Teaching and Learning, 4, 1, 68-77.
- Fetaji, M., Loskovska, S., Fetaji, B. ve Ebibi, M., 2007. Combining Virtual Learning Environment and Integrated Development Environment to Enhance E-Learning 29th International Conference on Information Technology Interfaces, June, Cavtat, Proceeding Book, 319-324.
- Feyzioğlu, B., 2006. Farklı Öğrenme Süreçlerinin Temel Kimya Öğretmesinde ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kıyaslamalı Olarak Uygulanması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Finkelstein, N., D., Perkins, K., K., Adams W., Kohl, P. ve Podolefsky, N., 2005. Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories, Physics Education Research Conference, Conference Proceedings Book, 101-104.
- Foulquie, P., 1994. Pedagoji Sözlüğü, Sosyal Yayınlar, İstanbul.

- Friedrichsen, P., M., Dana, T., M., Zembal-Saul, C., Munford, D. ve Tsur, C., 2001. Learning To Teach With Technology Model: Implementation In Secondary Science Teacher Education, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20, 377-394.
- Funk H., J, Fiel R., L, Okey J., R. ve Jaus H., H., 1995. Learning Science Process Skills, Constance Stewart Sprague, 2nd Ed., Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa.
- Gabel, D., L. ve Samuel, K., V., 1987. Understanding the Particulate Nature of Matter, Journal of Chemical Education, 64, 8, 695-697.
- Gabel, D., 2003. Enhancing The Conceptual Understanding Of Science, Educational Horizons, 81,2,70-76.
- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ., 1992. Effects of Computer Simulations And Problem-Solving Approaches On High School Students, Journal of Educational Research, 8, 1, 5–10.
- Geban, Ö., Ertepmar, H., Topal, T. ve Önal, A., M., 1998. Asit-Baz Konusu ve Benzeşme Yöntemi, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 176-178.
- Geçit, Y., 2009. Trabzon Merkez Ortaöğretim Öğrencilerinin Görüşleri Doğrultusunda Yeni (2005) Coğrafya Öğretim Programı ve Yapılandırmacı Kuram İlişkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, 19, 30-54.
- Gençel Ataman, Ö. ve Okay, H., H., 2009. İlköğretim Müzik Öğretmenlerinin Yapılandırmacı Yaklaşımına Dayalı İlköğretim Müzik Dersi Öğretim Programına Yönelik Görüşleri (Balıkesir İli Örneği) , 8. Ulusal Müzik Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Samsun, Bildiri Kitabı, 18.
- 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.
- Gilbert, J., K., Osborne, J. ve Fensham, P., J., 1982. Children's Science and Its Consequences For Teaching, Science Education, 66, 4, 623-633.
- Gijbels, D., Watering, G., V., D., Dochy, F. ve Bossche, P., V., D., 2006. New Learning Environments and Constructivism: The Students' Perspective, Instructional Science, 34, 3, 213-226.
- Glaserfeld, E., V., 1995, Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning, RoutledgeFalmer, London.
- 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, M-ICTE, April, Lisbon, Proceedings Book, 371-375.

- Gönen, S. ve Kocakaya, S., 2003. Lise-1 Öğrencilerinin Farklı İki Öğretim Yöntemine Göre Fizik Başarı ve Bilgisayar Tutumlarının Karşılaştırılması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17, 2.
- Grayson, D., J., Anderson, T., R. ve Crossley, L., G., 2001. A Four-Level Framework for Identifying and Classifying Student Conceptual and Reasoning Difficulties, International Journal of Science Education, 23,6, 611-622.
- 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. ve Champagne, A., B. 1990. In The Student Laboratory And The Science Curriculum, Hegarty-Hazel, Routledge London, 159-182.
- Güler, N., 2005. Ortaöğretimde Isı, Sıcaklık, Genleşme Ve Elektrik Akımı Konularının Deney Yöntemi İle Anlatımının Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Güneş, G. ve Asan, A., 2005. Oluşturmacı Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamının Matematik Başarısına Etkisi, G.Ü.,Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 1, 105-12.
- Güneş, G., 2008. Yeni İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programının Öğretme Öğrenme Ortamına Yansımaları, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gündüz, M., Baykan, Ö., K. ve Yıldız, F., 2007. Elektronik DeneYleri İçin Sanal Laboratuvar Uygulaması, Teknik-Online Dergi, 6, 2, 61-74.
- Gündüz, Ş. ve Odabaşı, F., 2004. Bilgi Çağında Öğretmen Adaylarının Eğitiminde Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme Dersinin Önemi, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 3, 1, 7.
- Gürbüz, R., 2001. Laboratuvar Uygulamalarında Etkileşimli Yazılım Kullanımının Geleneksel Yöntemler İle Karşılaştırılması, Bilişim Teknolojileri Işığında Eğitim Konferansı ve Sergisi, Mayıs, Ankara, Bildiriler Kitabı, 57-63.
- Gürdal, A. 1991. Fen Öğretiminde Laboratuvar Etkinliğinin Başarıya Etkisi, Eğitimde Nitelik Geliştirme, Eğitimde Arayışlar I. Sempozyumu, Nisan, İstanbul, Bildiri Metinleri Kitabı, 285-287.
- Gürdal, A., 1997. Fen Eğitiminde Laboratuvarın Başarıya Etkisi, Yaşadıkça Eğitim Dergisi, 55, 14-19.
- Gürkan, K. ve Gökçe, E., 2000. İlköğretim Öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutumları, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 188-192.

- Gürol, M., 2005. Oluşturmacı Öğrenme Yaklaşımının Uzmanlaşmaya Etkisi, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 4, 1, 19.
- Güven, İ. ve Gürdal, A., 2002. Ortaöğretim Fizik Derslerinde Deneylerin Öğrenme Üzerindeki Etkileri, V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 116.
- Güzel, H., 2000. İlköğretim okulları I. ve II. Kademedeki Fen Bilgisi Derslerinde Laboratuvar Etkinlikleri ve Araç Kullanımının Düzeyi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 181-187.
- Güzel, H., 2002. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Lâboratuvar Kullanımı ve Teknolojik Yenilikleri İzleme Eğilimleri Yerel Bir Değerlendirme, V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 290.
- Halaç, A., 2001., Flash 5 ActionScript ile Yaratıcı Web Animasyonları, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Haladyna, T. ve Shaughnessy, J., 1982. Attitudes Toward Science: A Quantitative Synthesis Science Education, 66, 4, 547-563.
- Hand, B. ve Treagust, D., F., 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructivist Framework. School Science and Mathematics, 91, 4, 172-176.
- Harré, R., 2008. Büyük Bilimsel Deneyler, Tübitak Popüler Bilim Kitapları Yayınları, Ankara.
- Harrison, A., G. ve Treagust, D., F., 2000. Learning About Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry, Science Education, 84, 352-381.
- 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.
- Heath, M., J., 1997. Instructional Design Models for Emerging Technologies, The Eighth International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education, April, Orlando, Proceeding Book, 460.
- Henriques, L., 1997. Constructivist Teaching and Learning, Doctoral Thesis, University of Iowa, USA.
- Hewson, P., W. ve Hewson, M., G., 1984. The Role Of Conceptual Conflict In Conceptual Change and The Design of Science Instruction, Instructional Science, 13, 1-13.
- Hounshell, P., B. ve Hill, S., R., 1989. The Microcomputer and Achievement and Attitudes in High School Biology, Journal of Research in Science Teaching, 26, 6, 543-549.

- Hughes, J., E., McLeod, S., Brown, R., Maeda, Y. ve Choi, Y., 2007. Academic Achievement and Perceptions of the Learning Environment in Virtual and Traditional Secondary Mathematics Classrooms, The American Journal of Distance Education, 21, 4, 199–214.
- Huppert, J., Lomask, S. M. ve Lazarowitz, R., 2002. Computer Simulations in The High School: Students' Cognitive Stages, Science Process Skills and Academic Achievement, International Journal of Science Education, 24, 803–821.
- İlhan, N., Sadi, S., Yıldırım, A. ve Bulut, H., 2009. Kimya Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Uygulamaları Hakkındaki Düşünceleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 17, 1, 153-160.
- İlter, C., Çoban, H.H., Reis, İ., Nazlı, A. ve Piraz, D., 2008. ÖSS Hazırlık ve Okula Yardımcı 9.Sınıf Kimya Konu Anlatımlı, Güvender Yayınları, İstanbul.
- İnal, Y., Karakuş, T. ve Çağıltay, K., 2008. Turkish High School Students' Considerations, Expectations and Awareness on Distance Education, Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE), 9, 63-76.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M.B. ve Kıyıcı, M., 2002. Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalcı Yaklaşım, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 1, 1, 7.
- Jenkins, E., W. ve Nelson, N., W., 2005. Important But Not For Me: Students' Attitudes Towards Secondary School Science in England, Research in Science and Technological Education, 23, 1, 41–57.
- Jenkins, M., Browne, T. ve Armitage, S., Management and Implementation of Virtual Learning Environments Report. <http://www.ucisa.ac.uk/groupstlig/vle/VLEReport.doc> 10 Mart 2007.
- Jeschke, S., Richter, T. ve Zorn, E., Virtual Labs in Mathematics and Natural Sciences, Online Educa Berlin. http://www.ibi.tu-berlin.de/diskurs/veranst/online_educa/oeb_04/Zorn%20TU.pdf 10 Şubat 2010.
- Jimoyiannis, A. ve Komis, V., 2000. Computer Simulations in Physics Teaching and Learning: A Case Study on Students' Understanding of Trajectory Motion, Computers and Education, 36,183-204.
- Johnson, D., Levy, F., Karsai, I., ve Stroud, K., 2006. Turning the Potential Liability of Large Enrollment Laboratory Science Courses Into an Asset, Journal of College Science Teaching, 35, 6, 46–51.
- Johnstone, A., H., 1991. Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem, Journal of Computer Assisted Learning, 7, 75–83.
- Johnstone, A., H., 1993. The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand, Journal of Chemical Education, 70,701-705.

- Johnstone, A., H., 1999. The Nature Of Chemistry, Education in Chemistry, 36, 45–47.
- Jonassen, D., H., 1996. Computers in The Classroom: Mindtools For Critical Thinking, Prentice Hall, NewJersey.
- Joseph, L., G., Deborah, H. ve Edward, J., S., 1999. User-Centered Design and Evaluation of Virtual Environments, IEEE Computer Graphics and Applications, 19, 6, 51-59.
- Josephsen, J. ve Kristensen, A., K., 2006. Simulation of Laboratory Assignments to Support Students' Learning of Introductory Inorganic Chemistry, Chemistry Education Research and Practice, 7, 4, 266-279.
- Joyce, B., A. ve Farenga, S., J., 1999. Informal Science Experience, Attitudes, Future Interest In Science And Gender of Highability Students: An Exploratory Study, School Science and Mathematics, 99, 8, 431-437.
- Kabapınar, F., Özdener N. ve Salan Ü., 2000. Ortaöğretim Fizik ve Kimya Derslerinde Yaygın Olarak Kullanılan Yazılımların Dizayn Açısından İncelenmesi, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 721-727.
- Kabapınar, F., M. ve Adik, B., 2005. Ortaöğretim 11. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel Değişim ve Kimyasal Bağ İlişkisini Anlama Seviyesi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38, 1, 123-147.
- Kahle, J., B. ve Lakes, M., K., 1983. The Myth of Equality in Science Classrooms, Journal of Research in Science Teaching, 20, 131–140.
- Kang, N., H. ve Wallace, C., 2005. Secondary Science Teachers' Use of Laboratory Activities: Linking Epistemological Beliefs, Goals, And Practices, Science Teacher Education, 89, 1, 140-165.
- Kaptan, F., 1996. Bilimsel Yapı Fen Öğrenmeyi ve Öğretmeyi Nasıl Etkiler, Çağdaş Eğitim Dergisi, 219, 23.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., 2001. İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi, İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı, M.E.B. Yayınları, Ankara.
- Kaptan, S., 1973. Eğitim ve Sosyal Bilimler Bilimsel Araştırma Teknikleri, Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- Karaca, F., 1993. Ders Geçme ve Kredi Sistemine Göre Kimya 1 Ders Kitabı, Mega Yayıncılık, Ankara.
- Karadağ, R. ve Gültekin, M., 2007. İlkokuma Yazma Öğretiminde Çözümleme ve Bireşim Yöntemlerinin Etkililiğine İlişkin Öğretmen Görüşleri, Eğitimde Kuram ve Uygulama, 3, 1, 102-121.

- Karaer, H., 2007. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayalı Bir Laboratuvar Aktivitesi Kromotografi Yöntemi İle Mürekkebin Bileşenlerine Ayrılması, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15, 2, 591-602.
- Karaer, H., 2007. İlköğretim İkinci Kademe 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi, Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 9, 1, 107-120.
- Karagöz, Ö., 2006. Fizik Derslerinde Kullanılan Farklı Sanal Laboratuvar Programlarının Tasarım ve Kullanışlılık Açısından Değerlendirilmesi ve Farklı Öğretim Yöntemleriyle Kullanılmaları Durumunda Öğrenci Başarısı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, M.Ü., Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karamustafaoğlu, O., 2000. Fizik Öğretiminde Laboratuvar Uygulamalarının Yürütülmesinde Karşılaşılan Güçlükler, TFD Fizik Kongresi, Eylül, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Karasar, N., 1984. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Hacettepe Taş Kitapçılık, Ankara.
- Karasar, N., 2005. Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayın-Dağıtım, Ankara.
- Karalar, H. ve Sarı, Y., 2007. Bilgi Teknolojileri Eğitiminde BDÖ Yazılımı Kullanma ve Uygulama Sonuçlarına Yönelik Bir Çalışma, Akademik Bilişim, Şubat, Kütahya, Bildiriler Kitabı, 1-9.
- Kavcar, N. ve Erol, M., 1998. Fizikte Deney Yöntemi Laboratuvar Yaklaşımları ve Uygulama Örneklemine İlişkin Bir Araştırma. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 115-117.
- Kaya, O., N., Doğan, A. ve Kılıç, Z., 2005. Üniversite Öğrencilerinin Kimya Laboratuvarına Karşı Tutumları: Kavram Haritasına Dayalı Tartışmacı Söylevin Etkisi, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 2, 201-213.
- Kaya, Z. ve Önder, H. H., 2002. İnternet Yoluyla Öğretimde Ergonomi, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 1, 1, 8.
- Kearney, M. ve Treagust, D., F., 2001. Constructivism as a Referent in the Design and Development of A Computer Program Which Uses Interactive Digital Video to Enhance Learning in Physics. Australian Journal of Educational Technology, 17, 1, 64-79.
- Keleş, E., 2007. Altıncı Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik Beyin Temelli Öğrenmeye Dayalı Web Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keller, H., E. ve Keller, E., E., 2005. Making Real Virtual Labs, The Science Education Review, 4, 1, 1-10.

- Kelly, G., J., 1997. Research Traditions in Comparative Context: A Philosophical Challenge to Radical Constructivism, Science Education, 81, 355-375.
- Kennepohl, D., 2001. Using Computer Simulations to Supplement Teaching Lab. in Chemistry for Distance Delivery, The Journal of Distance Education, 16, 2, 58-65.
- Kılıç, G., B., 2001. Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi (KUYEB), 1, 7-22.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A., 2005. Fen Bilgisi Laboratuvarı Dersinde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi; Asit-Baz Kavramları ve Titrasyon Konusu Örneği, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 4, 4, 16.
- Koneru, I., 2010. ADDIE: Designing Web-Enabled Information Literacy Instructional Modules, DESIDOC Journal of Library and IT, 30, 3, 23-34.
- Korakakis, G., Pavlatou, E. A., Palyvos, J., A. ve Spyrellis, N. 2009. 3D Visualization Types in Multimedia Applications For Science Learning: A Case Study For 8th Grade Students in Greece, Computers and Education, 52, 2, 390-401.
- Koray, Ö., Yaman, S. ve Altunçekiç, A., 2004. Yaratıcı ve Eleştirel Düşünmeye Dayalı Laboratuvar Yönteminin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Problem Çözme ve Laboratuvar Tutum Düzeylerine Etkisi, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, Temmuz, Malatya, Bildiriler Kitabı, 1-14.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J. ve Marx, N., 2000. The Roles Representations and Tool in The Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning, The Journal of the Learning Sciences, 9, 2, 105-143.
- Köse, S. Coştu, B. ve Keser, Ö., F., 2003. Fen Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: TGA Yöntemi ve Örnek Etkinlikler, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 13, 43-53.
- Köseoğlu, F. Tümay, H. ve Kavak, N., 2002. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Etkili Bir Öğretim Yöntemi: Tahmin Et – Gözle – Açıkla – “Buz ile Su Kaynatılabilir mi?”, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 145.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Kavak, N., 2002. Üniversite Temel Kimya Laboratuvarlarında Öğrencilerin Başarısı Üzerine Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayalı Öğretim Yönteminin Etkisi, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 166.
- Köseoğlu, F., Altun, Y., Demirelli, H., Kavak, N., 2002. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Laboratuvar Aktivitesi Kısım-II: Üniversite Öğrencilerine Suyun Otoprotoliz Sabiti Tayininin Öğretilmesi, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 165.

- Köseoğlu, F. ve Tümay, H., 2010. Temel Kimya Laboratuvarlarında Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Kavramsal Değişim, Tutum ve Algılarına Etkisi, Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 11, 1, 279-295.
- Kubala T., 1998. Addressing Student Needs: Teaching and Learning On The Internet Transforming Education Through Technology Journal (THE Journal), 12,1.
- Kumar, A., Pakala, R., Ragade R., K. ve Wong, J., P., 1998. The Virtual Learning Environment System, IEEE Computer Society, FIE Conference, November, Arizona, Proceeding Book, 711-716.
- Kuş, E., 2003. Nicel-Nitel Araştırma Teknikleri, Anı Yayınevi, Ankara.
- Kutluca, T. ve Birgin, O., 2007. Doğru Denklemi Konusunda Geliştirilen Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali Hakkında Matematik Öğretmeni Adaylarının Görüşlerinin Değerlendirilmesi, G.Ü., Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 2, 81-97.
- Küçüközer, H. ve Kocaküllah, S., 2008. Effect of simple Electric Circuits Teaching on Conceptual Change in Grade 9 Physics Course, Journal of Turkish Science Education, 5, 1, 59-74.
- Lagowski, J., J., 1989. Reformatting the Laboratory, Journal of Chemical Education, 66, 1, 12-14.
- Langer, J., ve Applebee, A., N., 1987. How Writing Shapes Thinking: A Study of Teaching and Learning, NCTE Research Report, 22, 100-173.
- Laverty, D., T. ve McGarvey, J., E., B., 1991. A Constructivist Approach to Learning, Education in Chemistry, 28, 99-102.
- Lechtanski, L., V., 2000. Inquiry-Based Experiments in Chemistry Oxford University Press, NewYork.
- Levine T. ve Donitsa, S., 1998. Computer Use, Confidence Attitudes, and Knowledge: A Causal Analysis, Computer in Human Behaviour, 14, 1, 125-146.
- Liew, C., W. ve Treagust, D., F., 1995. A Predict-Observe-Explain Teaching Sequence For Learning About Students' Understanding of Heat And Expansion of Liquid, Australian Science Teachers' Journal, 41, 1, 68-71.
- Liew, C., W. ve Treagust, D., F., 1998. The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement, Annual Meeting of The AERA, April, San Diego.
- Lily, Q., Gang, Z., Yong, P., Tingfu, M. ve Ming, G., 2008. Three-Dimensional Virtual Chemical Laboratory Based on Virtual Reality Modeling Language, Proceedings of IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education, December, Xiamen, Proceeding Book, 491-496.

- Limniou, M., Papadopoulos, N., Giannakoudakis, A., Roberts, D. ve Otto, O., 2007. The Integration of A Viscosity Simulator in A Chemistry Laboratory, Chemistry Education Research and Practice, 8, 2, 220-231.
- Limniou, M., Papadopoulos, N. ve Whitehead, C., 2009. Integration of Simulation Into Pre-Laboratory Chemical Course: Computer Cluster Versus WebCT, Computers and Education, 52, 1, 45-52.
- Lin, H., S., 1992. Trend Analysis And Prediction Of Students' Science Attitude and Achievement in Taiwan, Doctoral Thesis, University of Minnesota, Minneapolis.
- Mallow, J., V., 2001. Student Group Project Work: A Pioneering Experiment in Interactive Engagement, Journal of Science Education and Technology, 10, 2.
- Marchal, M., Provent, P., Ruyer, F., Djoharian, P. ve Neyret, F., 2006. Computer-Assisted Teaching in Class Situation: A High-School Math Lab on Vectors, Edutainment'2006 Conference, January, Hangzhou, Lecture Notes, 281-290.
- Margel, H., Eylon, B., S. ve Scherz, Z., 2004. We Actually Saw Atoms with Our Own Eyes, Journal of Chemical Education , 81, 4, 558-566.
- Marshall, J., A., ve Young, E., S., 2006. Preservice Teachers' Theory Development in Physical and Simulated Environments, Journal of Research in Science Teaching, 43, 9, 907-937.
- McCoy, P, 1991. The Effect of Geometry Tool Software on High School Geometry Achievement, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 10, 51-57.
- McInerney, D., M. ve McInerney, V., 1994. Educational Psychology Constructing Learning Prentice Hall, Sydney.
- Mdledshe, K., D., Manale, J., Vorster, L. ve Lynch, P., 1995. Student Perceptions of and Attitudes Toward Science, Improving Science and Mathematics Teaching, ICASE Conference: Effectiveness of Interventions in Southern Africa, December, Nambia, Proceeding Book, 105-113.
- MEB., 1998. Tebliğler Dergisi, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 1080, Ankara.
- MEB., 2005. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB., 2007. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim 9. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB., 2010. Öğrenci Merkezli Eğitim Uygulama Modeli (V.Bölüm). <http://denizli.meb.gov.tr/mlkurs/dosyalar/ome/06omearaclar2.htm> 02 Temmuz 2010.
- 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.

- Miaoliang, Z., Rong, G., Yabo, D., Dandan, S. ve Yonggu, W., 2005. A Case Study of Virtual Circuit Laboratory for Undergraduate Student Courses, ITHET 6th Annual International Conference, July, Juan Dolio, Proceeding Book, 21-24.
- Mimimrinis, M. ve Bhattacharya, M., 2007. Design of Virtual Learning Environments for Deep Learning, Journal of Interactive Learning Research, 18, 1, 55-64.
- Mirzalar Kabapınar, F. ve Adik, F., 2005. Secondary Students' Understanding of The Relationship Between Physical Change And Chemical Bonding, Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences, 381, 123-147.
- Mirzalar, F., 2006. Çözünürlük Kavramının Yeni Bir Öğretim Yöntemi ile Lise Birinci Sınıf Öğrencilerine Öğretilmesi ve Öğrenmelerindeki Gelişimin İncelenmesi <http://www.yok.gov.tr/egfak/filiz.html> 16.10.2006
- Monaghan, J. M. ve Clement, J., 1999. Use of a Computer Simulation To Develop Mental Simulations For Understanding Relative Motion Concepts, International Journal of Science Education, 21, 921-944.
- Moore M. ve Tait A., 2007. Open and Distance Learning: Trends, Policy and Strategy Considerations, UNESCO, Division of Higher Education, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001284/128463e.pdf> 30 Ağustos 2007
- Morgil, F. İ. ve Yılmaz, A., 1999. Fen Öğretmeninin Görevleri ve Nitelikleri, Fen Öğretmeni Yetiştirilmesine Yönelik Öneriler, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 15, 181-186.
- Morgil, İ., Güngör Seyhan, H. ve Seçken, N., 2009. Proje Destekli Kimya Laboratuvarı Uygulamalarının Bazı Bilişsel ve Duyuşsal Alan Bileşenlerine Etkisi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 6, 1, 89-107.
- Nakhleh, M., B., 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions, Journal of Chemical Education, 69, 3191-196.
- Nakiboğlu, C. ve Meriç, G., 2000. Genel Kimya Laboratuvarlarında V-Diyagramı Kullanımı ve Uygulamaları, B.A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 1.
- Nakiboğlu, C., ve Sarıkaya, Ş., 2000. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Laboratuvarlardan Yararlanma Durumlarına Hizmet-içi Eğitimin Etkisinin Değerlendirilmesi, II. Ulusal Öğretmen Yetiştirme Sempozyumu, Mayıs, Çanakkale.
- Nakiboğlu, C., Benlikaya, R. ve Kalın, Ş., 2002. Kimya Öğretmen Adaylarının "Kimyasal Kinetik" İle İlgili Yanlış Kavramlarının Belirlenmesinde V-Diyagramının Kullanılması, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiri Kitabı, 179.
- Nelson, P., G., 1999. Levels of Description in Chemistry. Journal of Chemical Education, 76, 16-22.

- Newmark,A., 2008. Kimyanın Öyküsü, Tübitak Popüler Bilim Kitapları Yayınları, Ankara.
- Niaz, M., 1995. Relationship Between Students Performance on Conceptual and Computational Problems of Chemical Equilibrium, International Journal of Science Education, 17, 3, 343-355.
- Nickerson, J., V., Corter, J., E., Esche, S., K. ve Chassapis, C., 2007. A Model For Evaluating The Effectiveness Of Remote Engineering Laboratories And Simulations in Education, Computers and Education, 49, 708–725.
- Njoo, M. ve Jong D., T., 1993. Exploratory Learning With Computer Simulation For Control Theory:Learning Processes and Instructional Support, Journal of Research in Science Teaching, 30, 821-844.
- Odabaş, N., 2004. İnternet Tabanlı Uzaktan Öğrenim Modelinin Bilgi Hizmetlerine Yönelik Yüksek Öğretim Programlarında Kullanımı, Kütüphaneciliğin Destanı Uluslararası Sempozyumu, Ekim, Ankara, Bildiri Kitabı, 121-139.
- Odubunni, T. ve Balagun, A., 1991. The Effect of Laboratory and Lecture Teaching Methods on Cognitive Achivement in Integrated Science, Journal of Research in Science Teaching, 28, 213-224.
- Ogbuehi, P., I. ve Fraser, B., J., 2007. Learning Environment, Attitudes and Conceptual Development Associated With Innovative Strategies in Middle-School Mathematics, Learning Environment Research, 10, 101–114.
- Oloruntegbe, K., O. ve Alam, G., M., 2010. Evaluation of 3D Environments and Virtual Realities in Science Teaching and Learning: The Need To Go Beyond Perception Referents, Scientific Research and Essays, 5, 9, 948-954.
- 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.
- Osborne, J., F., 1996. Beyond Constructivism, Science Education, 81, 1, 53-82.
- Ostlund, K., L., 1992. Science Process Skills: Assessing Hands-On Student Performance, Addison-Wesley Publishing Company, New York.
- Owen,S., Dickson, D., Stanisstreet, M. ve Boyes, E., 2008. Teaching Physics: Students' Attitudes Towards Different Learning Activities, Research in ScienceandTechnological Education, 26, 2, 113–128.
- Oylumlu, F., 2004. ÖSS Konu Anlatımlı Kimya, Birey Eğitim Yayınları, İstanbul.
- ÖSYM., 2010. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Sistemi Yükseköğretim Programları ve Kontenjanları Kılavuzu, Ankara.

- Özden, Y., 2003. Öğrenmeye Farklı Bir Bakış: Yapılandırmacılık, Öğrenme ve Öğretme. Pegem-A Yayıncılık, Ankara.
- Özdener, N. ve Erdoğan, B., 2001. Deneysel Verileri Değerlendirme İmkânı Tanıyan ve Dönüt Verebilen Sanal Laboratuvarların Geliştirilmesi, M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 14, 107-120.
- Özdener, N., 2005. Deneysel Öğretim Yöntemlerinde Benzetişim Kullanımı, Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 4, 4, 13.
- Özerbaş, M., A., 1996, Yapılandırmacı Öğrenme Ortamının Öğrenci Akademik Başarı ve Transfer Becerilerine Etkisi, I. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Mayıs, Çanakkale, Bildiriler Kitabı, 1696- 1719.
- Özerbaş, M., A., 2007. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığına Etkisi, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5, 4, 609-635.
- Özgüven, İ., E., 1994. Psikolojik Testler, Yeni Doğu Matbaası, Ankara.
- Özkuş, A., E., 2004. E-Öğrenme ve Mühendislik Eğitimi, TMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, 419, 18-27.
- Özmen, H., Ayas, A. ve Coştu, B., 2002. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Hakkındaki Anlama Seviyelerinin ve Yanılgılarının Belirlenmesi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 2, 2, 507-529.
- Özmen, H., 2004. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 3, 1.
- Özmen, H., 2005. Kimya Öğretiminde Yanlış Kavramalar: Bir Literatür Araştırması, G.Ü. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 3, 1, 23-45.
- Öztekin, B., 2001. Excel Yardımıyla Birinci ve İkinci Dereceden Fonksiyonlar Konusunun Öğretim Tasarımı, Uygulama, Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Öztürk, C., 2006. Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler Öğretimi “Yapılandırmacı Bir Yaklaşım”, 2.Baskı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Öztürk, C., 2009. Sosyal Bilgiler Öğretimi, Pegem Akademi, Ankara.
- Pahl, C., 2003. Managing Evolution and Change in Web-Based Teaching and Learning Environments, Computers in Education, 40, 99-114.
- Palmer B. ve Treagust, D., 1996. Physical and Chemical Change in Textbooks: An initial View, Research in Science Education, 261, 129-140.

- Palmer, D., H., 1995. The "POE" in The Primary School: An Evaluation. Research in Science Education, 25, 3, 323-332.
- Pekdağ, B., 2010. Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme, Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUFED), 7, 2, 79-110.
- Perkins, D., 1999. The Many Faces Constructivism, Educational Leadership, 57, 3, 6-11.
- Peterson, R., F. ve Treagust, D., F., 1989, Grade-12 Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure, Journal of Chemical Education, 66, 6, 459-460.
- Polacek, K. M. ve Keeling, E., L., 2005. Easy Ways to Promote Inquiry in a Laboratory Course the Power of Student Questions, Journal of College Science Teaching, 35, 1, 52-55.
- Puacharearn, P., 2004. The Effectiveness of Constructivist Teaching on Improving Learning Environments in Thai Secondary School Science Classrooms, Doctoral Thesis, Curtin University of Technology, Science and Mathematics Education, Thai.
- Ravialo, A., 2001. Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium, Journal of Chemical Education, 78, 5, 629-631.
- Regan, M. ve Sheppard, S., 1996. Interactive Multimedia Courseware and The Hands-on Learning Experience, An Assessment Journal of Engineering Edu., 85, 123-131.
- Renshaw C., E. ve Taylor H., A., 2004. Improving Computer Assisted Instruction in Teaching Higer Order Skills, Computer and Education, 42, 169-180.
- Richards, J., 1995. Construc(ion-iv)ism, Pick One Of The Above, Constructivism in Education, Erlbaum, Hillsdale, 57-63.
- Rieber, L., P., Boyce, M. ve Assad, C., 1990. The Effects of Computer Animation on Adult Learning and Retrieval Tasks, Journal of Computer-Based Instruction, 17, 46-52.
- Robins, B., 2006. Creative Dramatics in the Language Arts Classroom. <http://www.askeric.org> 10 Aralık 2006.
- Romli, R., Bakar, N., A., A., A. ve Shiratuddin, M., F., 2001. The Virtual Lab (Physics and Chemistry) for Malaysia's Secondary School, Proceedings ICIMU 2001 Recent Advances and Future Trends in IT and Multimedia, August, Malaysia.
- Rusten, E., 2004, Using Computer in School, http://www.learnlinkaed.org/publications/ook/chapter4/computer_in_schools_modelofuse.pdf 10 Aralık 2004.
- Saka, M. 2002. Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Fen Bilgisi Laboratuvarı Uygulamaları ve Laboratuvar Şartlarına İlişkin Görüşleri, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 302.

- Sanger, M., J., 2000. Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies, International Journal of Science Education, 22, 5, 521- 537.
- Sarıçayır, H., 2007. Kimya Eğitiminde Kimyasal Tepkimelerde Denge Konusunun Bilgisayar Destekli ve Laboratuar Temelli Öğretiminin Öğrencilerin Kimya Başarılarına Hatırlama Düzeylerine ve Tutumlarına Etkisi, Doktora Tezi, M.Ü., Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- SAVVIS, 2010. Software As A Service Virtual Lab. <http://www.savvis.net/enUS/InfoCenter/Documents/SAAS-US-VirtualLab.pdf> 23 Temmuz 2010.
- Schmidt, H., J., 1991. A label as a Hidden Persuader: Chemists' Neutralization Concept, International Journal of Science Education, 13, 4, 459-471.
- Schneider, R., M., Krajcik, J., Marx, R., W., ve Soloway, E., 2002. Performance of Students in Project-Based Science Classrooms on a National Measure of Science Achievement. Journal of Research in Science Teaching, 39, 5, 410- 422.
- Seal, K., C. ve Przasnyski, Z., H., 2001. Using the World Wide Web for Teaching Improvement, Computers and Education, 36, 33-40.
- Seçken, N., Morgil, F., İ, Erökten, S., Erdem, O., R. ve Çağlayangöl, I., 1999. Lise IX, X ve XI Sınıf Kimya Öğrenci Deneyleri, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 15, 66-73.
- Sencer, M., 1989. Toplum Bilimlerinde Yöntem, Beta Basım, İstanbul.
- Senemoğlu, N., 1997. Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Spot Matbaacılık, Ankara.
- Senge, P., 1990. The Fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization, Doubleday, Currency, New York.
- Serin, G., 2001. Fen Eğitiminde Laboratuvar, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 403-406.
- Sevinç, E., 2008. 5E Öğretim Modelinin Organik Kimya Laboratuvarı Dersinde Uygulanmasının Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına, Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Organik Kimya Laboratuvarı Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sezer, A. ve Tokcan, H., 2003. İş Birliğine Dayalı Öğrenmenin Coğrafya Dersinde Akademik Başarı Üzerine Etkisi, G.Ü., Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GEFAD), 23, 3, 227-242.
- Sezgin, E. ve Köymen, Ü., 2002. İkili Kodlama Kuramına Dayalı Olarak Hazırlanan Multimedya Ders yazılımının Fen Bilgisi Öğretiminde Akademik Başarıya Etkisi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4, 137.

- Sheppard, K., 2006. High school Students' Understanding Of Titrations And Related Acid-Base Phenomena. Chemistry Education Research and Practice, 7, 1, 32-45.
- Sherman, J., S., 2000. Science and Science Teaching, The College of New Jersey, U.S.A.
- Shiland, T., W., 1999. Constructivism: The Implications for Laboratory Work, Journal of Chemical Education, 76, 1, 107-108.
- Sirhan, G., 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview, Journal of Turkish Science Education, 4,2, 2-20.
- Slavin, R., E., 1994. Educational Psychology, Fourth Edition, Allyn and Bacon, Massachusetts.
- Sökmen, N. ve Bayram, H., 1999. Lise 1.Sınıf Öğrencilerinin Temel Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 16-17, 89-94.
- Staver, J., R., 1998. Constructivism: Sound Theory for Explicating the Practice of Science and Science Teaching, Journal of Research in Science Teaching, 35, 5, 501-520.
- Stieff, M. ve Wilensky, U., 2003. Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations Into the Chemistry Classroom, Journal of Science Education and Technology, 12, 3.
- Subramanian, R. ve Marsic, I., VIBE: Virtual Biology Experiments. <http://www.hkwebsym.org.hk/2001/E4-track/vibe.pdf> 22 Ağustos 2010
- SuccessLink., 2007. The State of Middle and High School Science Labs. http://www.kauffman.org/uploadedFiles/kc_science_labs_0807.pdf 22 Ağustos 2007.
- Sudzina, M., R., 1997, Case Study as a Constructivist Pedagogy for Teaching Educational Psychology, Educational Psychology Review 9, 2.
- Sutherland, R., 2004. Designs For Learning: ICT and Knowledge in The Classroom, Computers and Education, 43, 5-16.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V., 2002. Biyoistatistik. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Svec, M., T. ve Anderson, H., 1995. Effect of Microcomputer Based Laboratory on Students Graphing Interpretation Skills and Conceptual Understanding of Motion, Dissertation Abstract International, 55, 8, 23-38.
- Şahin, İ., 2007. Yeni İlköğretim 1. Kademe Türkçe Programının Değerlendirilmesi, İlköğretim Online, 6, 2, 284-304.
- Şencan, H., 2005. Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlik ve Geçerlilik, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Şengel, E., Özden, M., Y. ve Geban Ö., 2002. Bilgisayar Simülasyonlu Deneilerin Lise Öğrencilerinin Yer Değiştirme ve Hız Kavramlarını Anlamalarına Etkisi, V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiri Kitabı 323.
- Şengül, S. ve Ekinözü, E.2006. Canlandırma Yönteminin Öğrencilerin Matematik Tutumuna Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14,2 517-526.
- Şimşek, N., 2004. Yapılandırmacı Öğrenmeye Öğretime Eleştirel Bir Yaklaşım, Eğitim Bilimleri ve Uygulama, 3, 5, 115-139.
- Şirin, A., 2008. Oluşturmacılığın Kuramsal Temelleri, Marmara Coğrafya Dergisi, 17, 196-207.
- Tamir, P., 1997. How Are Laboratories Used?, Journal of Research in Science Teaching, 14, 4, 311-316.
- Tanyıldızı, E. ve Orhan, A., 2005. Sanal Öğrenme ve Uzaktan Eğitim. http://www.emo.org.tr/ekler/445e314138101ee_ek.doc 19 Aralık 2005
- Tanyıldızı, E., 2007. Sanal Elektrik Makinaları Laboratuvarının Oluşturulması, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Tao, P. ve Gunstone, R., 1999. The Process of Conceptual Change in Force and Motion During Computer-Supported Physics Instruction, Journal of Research in Science Teaching, 36, 7, 859–882.
- Taş, G., 2006. Maddenin İç Yapısına Yolculuk Ünitesinin Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşımın Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taşdelen, K., 2004. Mühendislik Eğitimi İçin İnternete Dayalı, İnteraktif, Sanal Mikrodenetleyici Laboratuvar Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü., Isparta.
- Taşdemir A. ve Sarıkaya, M., 2005. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çözeltiler Kimyasını Öğretmenlerine İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkilerinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 2, 197-207.
- Taşkın Ekici, F., Ekici, E. ve Taşkın, S., 2002. Fen Laboratuvarlarının İçinde Bulunduğu Durum, V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Eylül, Ankara, Bildiri Kitabı, 90.
- Tatlı, Z., H., Yıldırım, N. ve Ayas, A., 2008. Teachers' Opinions About Feasibility of Chemistry, Experiments and Their Views on the Virtual Chemistry Laboratory VCL, European Conference on Research in Chemical Education, July, Istanbul.
- Tavşancıl, E., 2002. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi, Nobel Yayınları, 34-47, 148-151.
- TDK., 2010. Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlüğü, <http://tdkterim.gov.tr/bts/> 25 Temmuz 2010

- Tekin, H., 1993. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Yargı Kitap ve Yayınevi, Ankara.
- Tekin, S., 2008. Kimya Laboratuvarının Etkililiğinin Aksiyon Araştırması Yaklaşımıyla Geliştirilmesi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 16, 2, 567-576.
- Temiz, K., B. ve Kanlı, U., 2005. Üniversite 1. Sınıf Öğrencilerinin Temel Fizik Laboratuvar Araçlarını Tanıma Bilgileri, Milli Eğitim Dergisi, 168.
- Tezbaşaran, A., 1996. Likert Tipi Ölçek Geliştirme Klavuzu, Psikologlar Derneği Yayınları, Ankara.
- Tezcan, H. ve Günay, S., 2003. Lise Kimya Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına İlişkin Öğretmen görüşleri, Milli Eğitim Dergisi, 159, 195-201.
- Tezcan, H. ve Bilgin, E., 2004. Liselerde Çözünürlük Konusunun Öğretiminde Laboratuvar Yönteminin ve Bazı Faktörlerin Öğrenci Başarısına Etkileri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 3, 175-191.
- Tezcan, H., 2006. Lise Kimya Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri, G.Ü., Türk Eğitim Bilimleri Dergisi (TEBD), 4, 1, 31-43.
- Thomas, R., Ashton, H., Austin, B., Beevers, C., Edwards, D. ve Milligan, C., 2004. Assessing Higher Order Skills Using Simulations, Proceedings of 8th. International Computer Assisted Assessment Conference, December, Loughborough.
- Tilstra, R., 2001. Using Journal Articles to Teach Writing Skills for Laboratory in General Chemistry, Journal of Chemical Education, 78, 762.
- Tobin, K. ve Gallagher, J., J., 1987. What Happens High Schools Science Classrooms?, Journal of Curriculum Studies, 196, 549-560.
- Tobin, K., 1990. Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning, School Science and Mathematics, 90, 5, 403-418.
- Tobin, K. ve Tippins, D., 1993. Constructivism as a Deferent for Teaching and Learning. The Practise of Constructivism in Science Education, Tobin, K. (Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- Treagust, D., F., 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using A Constructive Framework, School Science and Mathematics, 91,4, 172-176.
- 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.

- Tsaparlis, G., 1997. Atomic and Molecular Structure in Chemical Education: A Critical Analysis From Various Perspectives of Science Education, Journal of Chemical Education, 74, 922–925.
- Turan, Y., 2005. Ortaöğretim Kimya Derslerinde Laboratuvar Kullanımının Öğretmen Ve Öğrenciler Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Turoğlu, H., 2006. Orta Öğretim Coğrafya Müfredatında Yapılandırmacı Öğrenme, Türk Coğrafya Dergisi, 47, 115–130.
- Tüysüz C. ve Tatar, E., 2008. Öğretmen Adaylarının Öğrenme Stillерinin Kimya Dersine Yönelik Tutum Ve Başarılarına Etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5, 9, 97-107.
- 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.
- Uluçınar, Ş., Cansaran A. ve Karaca, A., 2004. Fen Bilimleri Laboratuvar Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2, 4, 465-475.
- URL-1. http://tr.wikipedia.org/wiki/3ds_Max 3D Max. 11 Mayıs 2010
- URL-2. http://www.bilgisayardershanesi.com/bilgisayar_dersleri/3d-max-nedir.html 3D Max Nedir. 11 Mayıs 2010.
- URL-3. <http://www.csht.com/web-tasarim/24970-dreamweaver-photoshopflashvideolu-ders-anlatimlari-rapidshare.html> PhotoShop Dersleri. 12 Mayıs 2010.
- URL-4. <http://www.cep-x.com/program-arsivi/51778-adobe-photoshop-cs3-extended> 10a.htm PhotoShop Program Tanıtımı 12 Mayıs 2010.
- URL-5. <http://www.adobe.com/tr/products/photoshop/family/> PhotoShop Özellikleri 12 Mayıs 2010
- URL-6. [http://www.inndir.com/Adobe_Audition_\(Cool_Edit_Pro\)_Tryout-516p.html](http://www.inndir.com/Adobe_Audition_(Cool_Edit_Pro)_Tryout-516p.html) Adobe Audition 12 Mayıs 2010
- URL-7. <http://www.muzikkeyfi.com/yazilim/166-adobe-audition-cool-edit-pro-kullanimi-resimli-anlatim> Adobe Audition Cool Edit Programı Kullanımı 12 Mayıs 2010
- URL-8. <http://www.reallusion.com/crazytalk/?ClickID=dt2oz0ybzzsxo0ncz2oosyoy2o0wrkwtyrws> CrazyTalk 12 Mayıs 2010
- URL-9. <http://www.forumsepeti.com/crazytalk-5-pro-edition-full-t3636.html?s=2cbe3c6b76b832daad056a2ea8c9dd4d&> CrazyTalk 12 Mayıs 2010.

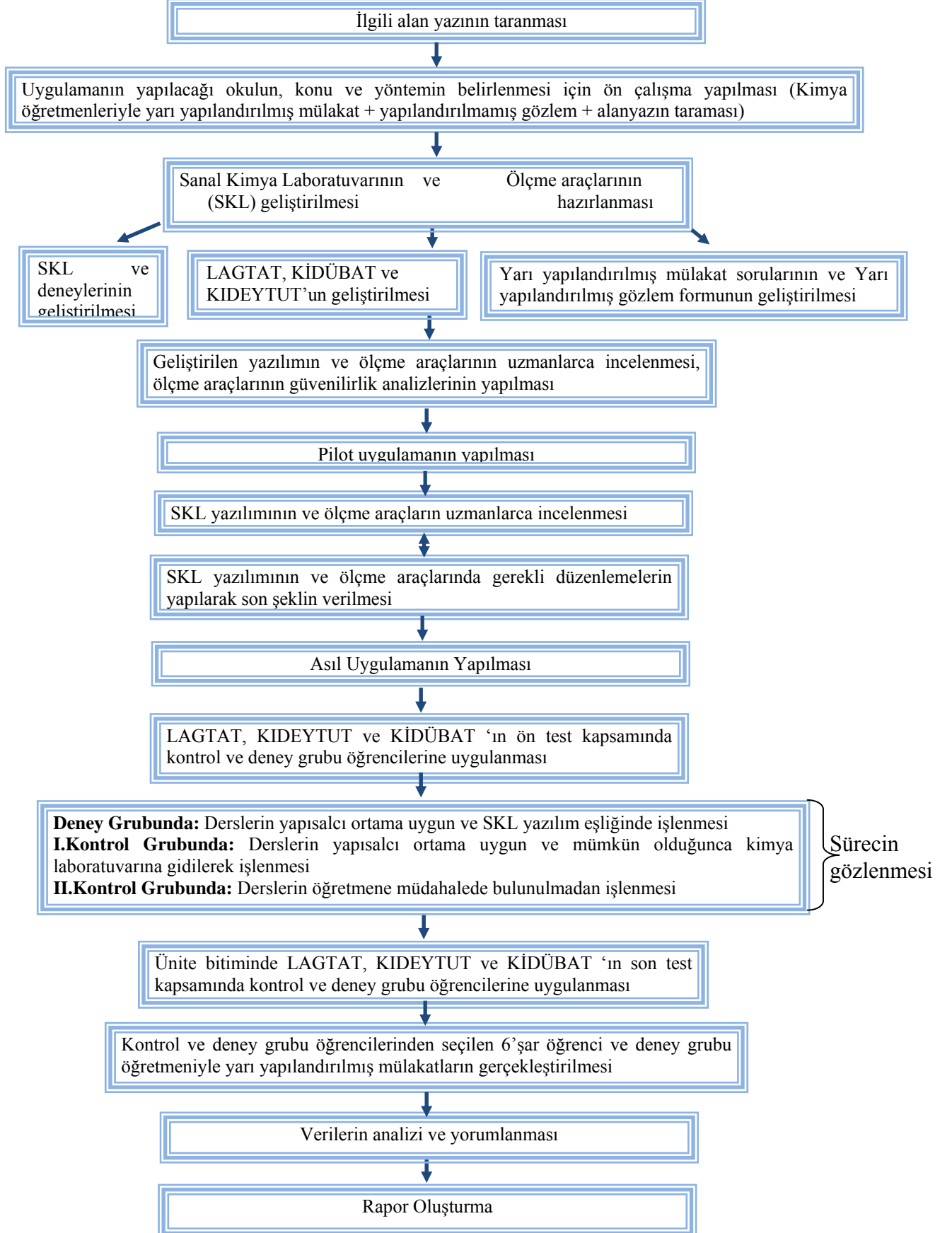
- URL-10. <http://www.tamindir.com/program/6336/CrazyTalk.htm> CrazyTalk 12 Mayıs 2010.
- URL-11. <http://www.gezginler.net/modules/mydownloads/singlefile.php?download=crazy-talk-media-studio&lid=1337> Program Download CrazyTalk 12 Mayıs 2010.
- URL-12. <http://www.resimliprogram.net/crazy-talk-6-0-indir/> CrazyTalk 12 Mayıs 2010
- URL-13. http://www.inndir.com/Crazy_Talk_Web_Edition-22366p.html CrazyTalk 12 Mayıs 2010
- Usal, M., R., Albayrak, M. ve Usal, M., 2004. İnteraktif Web Tabanlı İşbirliği Yapan Sanal Laboratuvarların Eğitimde Rolü ve Önemi, IV. International Educational Technology Sempodium, November, Sakarya, Proceeding Book, 558-565.
- Uşun, S., 2004. Bilgisayar Destekli Öğretimin Temelleri, Nobel Yayınları, Ankara.
- Üce, M., Sarıçayır, H. ve Demirkaynak, N., 2003. Ortaöğretim Kimya Eğitiminde Asitler ve Bazlar Konusunun Öğretiminde Klasik ve Deneysel Yöntemlerin Başarıya ve Kimya Tutumuna Etkisinin Karşılaştırılması, M.Ü., Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 18, 93-104.
- Ülgen, G., 1995. Eğitim Psikolojisi Birey ve Öğrenme, Bilim Yayınları, Ankara.
- Ünal, C. ve Bay, Ö., F., 2009. Java Programlama Dili'nin Bilgisayar Destekli Öğretimi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2, 1, 1-14.
- Üstüner, I., Ş. ve Sancar, M., 1999. Lise Öğrencilerinin Fizik Kavramlarını Anlama Düzeylerini ve Tutumlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 11, 147-155.
- Vischem, Chemistry Laboratory, <http://www.learningdesigns.uow.edu.au/exemplars/info/LD9/index.html> 10. 10. 2010.
- Vogeleer, D., 2005. Macromedia Flash Professional 8 Unleashed, SAMS Publishing, Indiana, USA, 5-21.
- Vygotsky, L., 1978. Mind And Society: The Development of Higher Psychological Processes, MA: Harvard University, Cambridge.
- Walton, P., H., 2002. On The Use of Chemical Demonstrations in Lectures, The Royal Society of Chemistry Journal, 6, 1, 22-27.
- White, R. ve Gunstone, R., 1992. Probing Understanding, Falmer Press, London.
- Wikipedia, 2010, Virtual Laboratory, http://tr.wikipedia.org/wiki/Sanal_ger%C3%A7eklik_Sanal_Laboratuvar, 15 Mayıs 2010

- Williams, V., 2003. Designing Simulations for Learning, E-Journal of Instructional Science and Technology, 16, 1.
- Winberg, T., M. ve Berg, A., R., 2007. Students' Cognitive Focus During a Chemistry Laboratory Exercise: Effects of a Computer-Simulated Prelab, Journal of Research in Science Teaching, 44, 8, 1108–1133.
- Winn, W. ve Jackson, R., 1999, Fourteen Propositions About Educational Uses of Virtual Reality, Educational Technology, 39, 4, 5-14.
- Winn, W., Stahr, F., Sarason, C., Fruland, R., Oppenheimer, P.ve Lee, Y., 2006. Learning Oceanography From A Computer Simulation Compared With Direct Experience At Sea, Journal of Research in Science Teaching, 43, 25–42.
- Wong, C., K., 2001. Attitudes and Achievement, Journal of Research on Computing in Education, 33, 5.
- Woodfield, B., 2005. Virtual ChemLab Getting Started, Pearson Education, http://www.mypearsontraining.com/pdfs/VCL_getting_started.pdf 25 Mayıs 2005
- Woolnough, B., 1995. School Effectiveness for Different Types of Potential Scientists And Engineers, Research in Science and Technological Education 13, 1, 54.
- Wu, Y., T. ve Tsai C., C., 2005. Effects of Constructivist-oriented Instruction on Elementary School Students' Cognitive Structures, Journal of Biological Education, 39, 3, 113-120.
- Yager, R., 1991. The Constructivist Learning Model: Towards Real Reform in Science Education, The Science Teacher, 58, 6, 53-57.
- Yaman, M., Nerdel, C. ve Bayrhuber, H., 2008. The Effects of Instructional Support and Learner Interests When Learning Using Computer Simulations, Computers and Education, 51, 4, 1784–1794.
- 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.
- Yaşar, Ş., 1993. Yabancı Dilde Okuma Becerilerinin Geliştirilmesinde Küçük Gruplarla ÖğretimYönteminin Etkililiği, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları. Eskişehir, 34.
- Yetkin, C., Gülbay, İ. ve Çetin, S., 2006. Ortaöğretim Kimya 9, Devlet Kitapları, Ankara.
- Yıldırım, C., 1983. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, ÖSYM Eğitim Yayınları, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2006. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Yıldırım, N., 2009. Kimyasal Denge Konusuyla İlgili Materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, A. ve Morgil, F., İ., 1999. Kimya Öğretmenliği Öğrencilerinin Laboratuvar Uygulamalarında Kullandıkları Laboratuvarların Şimdiki Durumları ve Güvenli Çalışmaya İlişkin Öğrenci Görüşleri, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 15, 104-109.
- Yılmaz, A., Uludağ, N. ve Morgil, İ., 2001. Üniversite Öğrencilerinin Organik Kimya Laboratuvar Tekniğine Ait Temel Bilgileri, Uygulamaların Yeterliliği ve Öneriler, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 21, 151-157.
- Yılmaz, A., 2005. Lise 1 Kimya Ders Kitabındaki Bazı Deneylerde Kullanılan Kimyasalların Tehlikeli Özelliklerine Yönelik Öğrencilerin Bilgi Düzeyleri ve Öneriler, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 226-235.
- Yu, J., Q, Brown, D., J. ve Billet, E., E., 2005. Development of Virtual Laboratory Experiment For Biology, European Journal of Open, Distance and E-Learning, 1-14.
- Yücel, S., 2004. Ortaöğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Kimya Derslerinde Verilen Ev Ödevlerine Karşı Tutumlarının İncelenmesi, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 1, 147-159.
- Zarotiadou, E. ve Tsaparlis, G., 2000. Teaching Lower-Secondary Chemistry With A Piagetian Constructivist and An Ausbellian Maeningful-Receptive Method: A Longitudinal Comparison, Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 1, 1, 37 -50.
- Zayas, B., 2001. Learning From 3D VR Representations: Learner-Centred Design, Realism and Interactivity, AI-ED 2001 Workshop, External Representation in AIED: Multiple Forms and Multiple Roles, May., San Antonio.
- Zor, L. ve Zor, M., 1999. Laboratuvar Uygulamaları ve Fen Öğretiminde Güvenlik, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 122-123.

EKLER














Ek 1. Tezin Akış Şeması






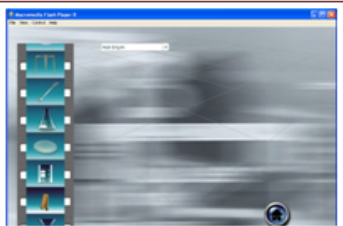
Ek 2. Kimyasal Değişimler Ünitesine Ait Kazanımlar

<i>1. Kimyasal tepkimeler</i>
<p>1.1. Kimyasal tepkimelerde maddelerin kimlik özelliklerinin değiştiğini Dalton atom teorisi ile ilişkilendirerek açıklar.</p> <p>1.2. Kimyasal özelliklerin kimyasal değişmeler ile ortaya çıktığını fark eder.</p> <p>1.3. Yanıcılık, asitlik-bazlık, asallık gibi kimyasal özelliklere temel olan örnek tepkimelerin denklemlerini yazar.</p> <p>1.4. Kimyasal değişmelere enerji değişmelerinin de eşlik ettiğini örneklerle gösterir.</p>
<i>2. Farklı kimyasal tepkimeler</i>
<p>2.1. Basit çözünme-çökme tepkimelerinin denklemlerini yazar.</p> <p>2.2. Nötralleşme tepkimelerinin genel özelliğini açıklar.</p> <p>2.3. Çözünme-çökme ile nötralleşme tepkimelerinin ortak özelliğini belirtir.</p> <p>2.4. Elektron alış-verişi ile yürüyen değişmelerde indirgeni ve yükseltgeni belirler.</p> <p>2.5. Yaygın yükseltgen ve indirgen maddelere, kullanım alanları ile birlikte örnekler verir.</p>
<i>3. Polimerleşme ve hidroliz</i>
<p>3.1. Verilen basit polimerleşme tepkimelerinde monomer, dimer..... polimer türlerini gösterir.</p> <p>3.2. Farklı polimerleşme tepkimelerine örnekler verir.</p> <p>3.3. Bazı büyük moleküllerin su molekülü katılması ile parçalanmasına örnekler verir.</p>

Ek 3. SKL Yazılımı Öğrenci El Kitabı

<div style="text-align: center;"> <h2>SANAL KİMYA LABORATUVARI</h2>  <h3>ÖĞRENCİ EL KİTABI</h3> </div>	<div style="text-align: center;"> <h4>İçindekiler</h4> <table border="0"> <tr><td>Giriş</td><td>1</td></tr> <tr><td>Deneyler</td><td>1</td></tr> <tr><td>Laboratuvar Güvenlik</td><td>4</td></tr> <tr><td>Sanal Sözlük</td><td>4</td></tr> <tr><td>Sanal TV</td><td>5</td></tr> <tr><td>Laboratuvar Araç-Gereçleri</td><td>5</td></tr> <tr><td>Yardım</td><td>6</td></tr> <tr><td>Hakkında</td><td>6</td></tr> </table> <p>Sanal Kimya Laboratuvarı (SKL) yazılımı 9. sınıf kimya dersi "Kimyasal Değişimler" ünitesi kapsamında Prof. Dr. Ayşe AYAS danışmanlığında Arş. Gör. Zeynep TATLI tarafından geliştirilmiştir. Öğrenci el kitabı, yazılımı kullanırken size yardımcı olması amacıyla hazırlanmıştır. SKL yazılımına verilen CD içindeki "index.Z" dosyasını çift tıklayarak çalıştırabilirsiniz. Karşınıza aşağıdaki açılış ekranı gelecektir. Bu ekranda sırasıyla "Deneyler", "Lab. da güvenlik", "Sanal sözlük", "Sanal TV", "Lab. Malzemeleri", "Yardım" ve "Hakkında" bölümleri yer almaktadır.</p> <h4>Deneyler</h4> <p>İl k seçeneğe olan "Deneyler" tıkladığınızda karşınıza aşağıdaki ekran gelecektir. Bu ekranda 4 ana başlığın altında toplam 11 deney bulunmaktadır. Ana başlıklar ve deneyler şu şekilde sıralanmaktadır:</p> <table border="1"> <tr> <td> <h4>FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİM DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Çinko levhanın asitle etkileşimi Magnezyum şerh asitle etkileşimi $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin ısıtılması NaCl tuzunun suda çözünmesi <h4>KİMYASAL TEPKİME DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Suyun elektrolizi Na metalinin su ile tepkimesi </td> <td> <h4>TEPKİME TÜRLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Yanma tepkimesi Çözünme-çökeltme tepkimeleri Asit-baz titrasyonu Bakırın gümüş kaplanması <h4>POLİMERLEŞME VE HİDROLİZ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Naylon şerh </td> </tr> </table> </div>	Giriş	1	Deneyler	1	Laboratuvar Güvenlik	4	Sanal Sözlük	4	Sanal TV	5	Laboratuvar Araç-Gereçleri	5	Yardım	6	Hakkında	6	<h4>FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİM DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Çinko levhanın asitle etkileşimi Magnezyum şerh asitle etkileşimi $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin ısıtılması NaCl tuzunun suda çözünmesi <h4>KİMYASAL TEPKİME DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Suyun elektrolizi Na metalinin su ile tepkimesi 	<h4>TEPKİME TÜRLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Yanma tepkimesi Çözünme-çökeltme tepkimeleri Asit-baz titrasyonu Bakırın gümüş kaplanması <h4>POLİMERLEŞME VE HİDROLİZ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Naylon şerh
Giriş	1																		
Deneyler	1																		
Laboratuvar Güvenlik	4																		
Sanal Sözlük	4																		
Sanal TV	5																		
Laboratuvar Araç-Gereçleri	5																		
Yardım	6																		
Hakkında	6																		
<h4>FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİM DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Çinko levhanın asitle etkileşimi Magnezyum şerh asitle etkileşimi $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin ısıtılması NaCl tuzunun suda çözünmesi <h4>KİMYASAL TEPKİME DENEYLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Suyun elektrolizi Na metalinin su ile tepkimesi 	<h4>TEPKİME TÜRLERİ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Yanma tepkimesi Çözünme-çökeltme tepkimeleri Asit-baz titrasyonu Bakırın gümüş kaplanması <h4>POLİMERLEŞME VE HİDROLİZ</h4> <ul style="list-style-type: none"> Naylon şerh 																		
<p>Öğrenci El kitabı Ön Kapak Sayfası</p>	<p>Sayfa No: 1</p>																		
<p>Deneyler menüsünden yapılmak istenen deney seçildiğinde deney araç gereçlerinin seçileceği aşağıdaki malzeme dolabı görüntüsü ekrana gelir.</p>  <p>Örneğin Tepkime türleri başlığı altında bulunan "bakırın gümüş kaplanması" deneyini seçerek işlem adımlarını izleyelim. bakırın gümüş kaplanması deneyini gerçekleştirmek için gereken kimyasal malzemeler "Deneyde kullanılacak Kimyasal Malzemeler" dolabında, araç gereçler ise "Deneyde kullanılacak Araç-gereçler" dolabında bulunmaktadır.</p> <p> Simgesi ise ana sayfaya geri dönmek için kullanılır. Buradan önce "Deneyde kullanılacak Kimyasal Malzemeler" dolabına tıklayarak kimyasal malzemelerin seçileceği bölüme ulaşabilirsiniz. Dolap kapaklarının her birine tek tıkladığınızda (sol tuş) dolabın kapakları açılacak ve karşınıza aşağıdaki gibi bir ekran çıkacaktır. Ekranın sağında bulunan malzeme listesindeki sıraya göre sizden istenen malzemelere tıkladığınızda seçtiğiniz malzeme doğru ise malzeme ekranın altında bulunan "seçilen malzemeler" bölümüne taşınacaktır.</p> 	<p>Bu dolapta bulunan malzemelerin tümünü seçtiğinizden emin olduğunuzda, butonuna tıklayarak diğer dolaba geçebilirsiniz. "Deneyde kullanılacak araç gereçlerin" seçimini tamamladıktan sonra emin olduğunuzda (Malzeme listesinin tümü seçilmiş ise)  butonuna tıklayarak deneye geçebilirsiniz. Deneye geçtiğinizde aşağıdaki ekran görüntüsüyle karşılaşacaksınız.</p>  <p>Bu ekranda sizden öncelikle deneyin sonucu hakkında bir tahminde bulunmanız istenecektir. Ekranda sizin doldurmanız için ayrılan alana tahmininizi yazdıktan sonra "birlikte görelim" butonuna tıklayarak sonraki aşamaya geçebilirsiniz. Daha sonraki adımda sizden deneye başlayabilmemiz için ekranın sol üst köşesinde sıralı olarak bulunan güvenlik önlemleri simgelerine sırasıyla tıklayarak alınması gereken güvenlik önlemlerini okumanız istenmektedir. Bu adımdan sonra "Artık deneye başlayabilirsiniz" uyarısına "tamam" butonuna tıkladığınızda karşınıza aşağıdaki deney ekranı gelecektir. Bu ekranda deneyi tamamen sizin yapmanız istenmektedir. Seçmiş olduğunuz deney araç-gereçleri ve kimyasallar deney masası üzerinde, sizin deneyi yapmanıza olanak tanıyan şekilde yerleştirilmiştir.</p> <p>Deneyi başlattığınızda ilk başta pasif olan  "moleküler düzeyde gösterim" butonu aktif hale gelecektir. Bu butona tıklayarak deneyde moleküler düzeyde neler gerçekleştiğini izleyebilir,  butonunu kullanarak tepkimeyi durdurabilir, ya da  butonuyla tepkimeyi başa alabilirsiniz. Deney bittiğinde deneyin başında pasif olan  bilgi butonu aktif hale gelir. Bu butona tıkladığınızda deneyin başında sizin yapmış olduğunuz tahmin ile deneyin sonucunda ortaya çıkan sonucu karşılaştırabilirsiniz. Deney ekranının sağ alt kısmında bulunan menüler ve   : Sesi açma/kapatma amacıyla kullanılır.  : Deneyi tekrar başlatmak amacıyla kullanılır.</p>																		
<p>Sayfa No: 2</p>	<p>Sayfa No: 3</p>																		

Ek-3'ün Devamı

<p>: Ana menüye dönmek için ESC tuşuna kullanılır</p> <p>: Laboratuvarı temizlemek amacıyla kullanılır. Laboratuvar temizlenmeden YAN deneye başlanamaz.</p> <p>: Deneyin günlük hayatta olan ilişkisinin görsel olarak anlatıldığı bölüme SOZLUK amacıyla kullanılır.</p> <h3>Laboratuvarda Güvenlik</h3> <p>Bu bölümü seçtiğinizde laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarının neler olduğu ile ilgili bilgileri içeren aşağıdaki ekranla karşılaşacaksınız; Yukarı aşağı okları kullanarak sayfa içinde gezinebilirsiniz.</p>  <h3>Sanal Sözlük</h3> <p>9. Sınıf kimya dersi kapsamında adı geçen tüm kimyasal terimlerin açıklamalarına sanal sözlüğü kullanarak ulaşabilirsiniz. Sanal sözlükte aradığınız terimin baş harfine tıkladığınızda seçtiğiniz harfle başlayan tüm terimler ekranda listelenecektir. Buradan istediğiniz terime tıklayarak onunla ilgili açıklamalara ulaşmanız mümkündür.</p>  <p style="text-align: center;">4</p>	<h3>Sanal TV</h3> <p>Deneyler başlığı altında yer alan tüm deneylerin ekrandaki karakter yardımıyla anlatıldığı ve aynı zamanda görüntülü olarak yapıldığı bölümdür. İzlemek istediğiniz bölümü ekrana gelen menüden seçtikten sonra aşağıdaki gibi bir ekranla karşılaşacaksınız.</p>  <p>Bu ekranın sağında deney ekranı yer alırken sol bölümdeki karakter ise bize deneyin nasıl yapıldığını anlatmaktadır. Sol altta ise deneyin adı ve deneyde kullanılan malzemeler yer almaktadır. Ekranın altındaki menüyü kullanarak anlatımı durdurabilir, yeniden başlatabilir, ileri veya geri alabilirsiniz. Ayrıca yine bu bölümü kullanarak anlatımın sesini kontrol (artırıp-azaltma) edebilirsiniz.</p> <h3>Lab. Araç-Gereçleri</h3> <p>Bu bölümü seçtiğinizde karşınıza yandaki gibi bir ekran gelecektir; Deneylerde kullanılan tüm laboratuvar araç-gereçlerinin resimleri ekranın solunda bir film şeridi gibi akmaktadır. Buradan istediğiniz resmin üzerine tıklayarak ya da "Hızlı erişim" menüsünü kullanarak seçmiş olduğunuz lab. araç-gerecinin ilişkin bilgiye ulaşabilirsiniz. Ana sayfaya erişmek için ana sayfa butonuna tıklamak yeterlidir.</p> <p style="text-align: center;">5</p>
<p style="text-align: center;">Sayfa No: 4</p>	<p style="text-align: center;">Sayfa No: 5</p>
 <h3>Yardım</h3> <p>Bu bölümü seçtiğinizde karşınıza aşağıdaki gibi bir ekran gelecektir; Sanal Kimya Laboratuvar yazılımında kullanılan tüm simgeler ekranın solunda bir film şeridi gibi akmaktadır. Buradan istediğiniz simgenin üzerine tıklayarak ya da "Hızlı erişim" menüsünü kullanarak seçmiş olduğunuz simgenin ne amaçla kullanıldığına ilişkin bilgiye ulaşabilirsiniz. Ana sayfaya erişmek için ana sayfa butonuna tıklamak yeterlidir.</p> <h3>Hakkında</h3> <p>Yazılımın kimler tarafından ve ne amaçla hazırlandığı ile ilgili bilgileri içerir.</p> <p style="text-align: center;">6</p>	<p>Sanal Kimya Laboratuvarı (SKL) yazılımı 9. sınıfkimya dersi "Kimyasal Değişimler" ünitesi kapsamında bulunan deneyleri bilgisayar ortamında yapabilemeniz amacıyla hazırlanmıştır. Öğrenci el kitabı yazılımı kullanırken sizlere yardımcı olacaktır. Bu çalışma KTU Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi Prof. Dr. Alipaşa AYAS danışmanlığında Arş. Gör. Zeynep TATLI tarafından geliştirilmiştir.</p> <p style="text-align: right;">Tr @ b2009-2009</p> <p style="text-align: center;">Öğrenci El kitabı Arka Kapak Sayfası</p>

Ek 4. Yasal İzin Belgesi

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.61.00.12.01(360) - 10989

07 NISAN 2008

Konu : Proje Çalışmasının Okullarda Yapılması

VALİLİK MAKAMINA

TÜBİTAK için hazırlanan "Sanal Kimya Laboratuvarı Geliştirilmesi, Uygulanması ve Gerçek Laboratuvar ortamıyla karşılaştırılması" isimli projenin Müdürlüğümüze bağlı aşağıda adları yazılı okullarda Kimya derslerinde uygulanması isteği ile ilgili KTÜ Fatih Eğitim Fakültesinin 01/04/2008 tarih ve 954 sayılı yazısı ve eki Yrd.Doç.Dr.Bayram COŞTU'nun dilekçesi ilişikte sunulmuş olup, istenen uygulamanın belirtilen okullarda gerçekleştirilmesi Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Orhan GENÇ
Şube Müdürü

OLUR
01/04/2008

Süleyman ÇAKAR
Vali a.
Müdür V.

OKULUN ADI
KANUNİ ANADOLU LİSESİ
TEVFİK SERDAR ANADOLU LİSESİ
TRABZON ANADOLU LİSESİ
CUMHURİYET LİSESİ
FATİH LİSESİ
YUNUS EMRE LİSESİ
ERDOĞDU LİSESİ

Trabzon Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Telefon : (0 462) 2302336 -357
Faks : (0 462) 230 20 96
e-posta : trabzonmem@meb.gov.tr

Bilgi İçin : Orhan GENÇ Şb.Md.
C.YILMAZ Tesis Md.
İnt.Adresi : Trabzon.meb.gov.tr



Ek 5 . Öğretim Felsefesi Belirleme Anketi İçin Kullanılan Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU

Öğretmen:

Gözlem yapılan Sınıf:

Tarih:

Süre:

Açıklama: Bu formda öğretmen felsefesini belirlemek üzere; “bilgiyi yapılandırma, öğrenci merkezli öğrenme, öğretmenin rolü ve değerlendirme” başlıkları altındaki durumlara yer verilmiştir. Formu doldurmadan önce her bir maddeyi dikkatle incelemeniz yararlı olacaktır.

Gözlenen Durumlar	Yapılandırmacı (4)	Yapılandırmacıya Yakın (3)	Geleneksele Yakın (2)	Geleneksel (1)
Bilgiyi Yapılandırma				
Öğrencilerin ön bilgilerinin dikkate alınması				
Günlük yaşamla ilişkilendirerek sunumlar yapma				
Kavramsal öğrenmeyi arttırmak için farklı öğretim yöntemlerini kullanma				
Öğrenmenin (etkinlikler, performans ve projeler yardımıyla) sınıf dışına taşınması				
Tahmin etme etkinliklerine yer verme				
Problemlere alternatif çözüm yolları üretmeye teşvik etme				
Öğrenci Merkezli Öğrenme				
Öğrenciler arasında sosyal etkileşim ortamı oluşturma				
Grup çalışmalarına yer verme				
Dersin içeriğini öğrencilerin yönlendirmesi				
Etkinliklerde öğrencilerin aktif rol alması				
Öğrencilerin çözümlerini ve düşüncelerini paylaşıp tartışabilecekleri ortamların oluşmasına izin verme				
Açık uçlu sorularla öğrencileri sonuca ulaştırma				
Öğrencilerin ürünlerini sergilemelerine fırsat verme				
Öğretmenin Rolü				
Öğrencilerde merak uyandırma				
Öğrencilere soru sorma fırsatı tanınması				
Öğrencinin sonuca varması için zaman tanınması				
Öğrenci görüşlerine önem verme				
Öğrenciye gerektiği kadar ve yerde yardım sağlanması				
Dersi öğrencilerle beraber planlama				
Öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurabilmeleri için fırsat tanınması				
Derste araç-gereç ve materyal kullanma				
Değerlendirme				
Süreç değerlendirmeye yer verme				
Öğrenci ürün dosyalarını kullanma				
Alternatif değerlendirme ölçeklerini kullanma				

Araştırmacının Yorumu:.....

Ek-5'in devamı**Gözlenen Dersin Puanlama Ölçütleri**

Gözlem yapılan derslerde kullanılan gözlem formu doldurulurken aşağıdaki ölçütler dikkate alınmıştır

Yapılandırmacı 4	Yapılandırmacıya yakın 3	Geleneksele yakın 2	Geleneksele yakın 2
Belirtilen duruma öğretmen dersin büyük bir çoğunluğunda yer vermiş ve tam anlamıyla sınıfta gerçekleştirilmiştir.	Belirtilen duruma derste birkaç kez yer verilmiş, ancak eksiklikler vardır.	Belirtilen durum dersin içinde bir kez gözlenmiş veya yeterli düzeyde gerçekleşmemiştir.	Belirtilen durum hiç gözlenememiş veya yetersiz düzeyde gerçekleşmiştir.

Sınıf ve Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen derslerin gözlenmesi sonucunda elde edilen veriler, öğretmenlerin benimsemiş oldukları felsefeyi ortaya çıkaracak şekilde çeşitli temalar altında irdelendikten sonra öğretmenlerin ifade ettikleri görüşler aşağıda Güneş (2008) tarafından verilen öğretmen özelliklerine göre sınıflandırılmış daha sonra frekansları alınmıştır.

Yapılandırmacı öğrenme felsefesini ve geleneksel anlayışı yansıtan öğretmen özellikleri belirlenmiş ve bu doğrultuda görüşmelerde ortaya çıkan ifadeler dört sınıfta gruplandırılmıştır. Tam olarak yapılandırmacı özellikleri sağlamayan ancak gelenekselden daha çok yapılandırmacı özellikleri içeren öğretmen ifadesi yapılandırmacıya yakın olarak değerlendirilmiştir. Tam olarak geleneksel anlayışı yansıtmayan ancak yapılandırmacı felsefeden daha çok geleneksele yakın olan ifadeler ise geleneksele yakın olarak sınıflandırılmıştır.

Ek 6. KIDÜBAT İlk Halı

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi elektroliz ile ilgili değildir?

- A. Elektrotlar B. İyon yapılı bileşik C. Termometre
D. Güç kaynağı E. Bağlantı kabloları

2. I. PVC II. PS III. PET

Yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangileri bir polimer adının kısaltılması olabilir?

- A. I, II ve III B. I ve II C. I ve III D. II ve III E. Yalnız II

3. I. Suyun kaynaması IV. Bitkilerin fotosentez yapması
II. Çimentonun donması V. Grizu patlaması
III. Yumurtanın pişmesi VI. Camın kırılması

Yukarıda verilen olayların hangisi ya da hangilerinde bir fiziksel değişim meydana gelmiştir?

- A. I ve II B. II ve III C. IV. ve V D. III ve V E. I ve IV

4. Bir fiziksel değişimde aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A. Enerji değişimi küçüktür D. Geri dönüştürülemez
B. Maddenin iç yapısı değişir E. Yeni maddeler oluşur
C. Isıtıldığında molekül yapısı değişir

5. I. Toplam kütle IV. Toplam molekül sayısı
II. Toplam hacim V. Atomların türü ve sayısı
III. Fiziksel ve kimyasal özellikler

Kimyasal tepkimelerle ilgili olarak yukarıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri kesinlikle korunmaz?

- A. Yalnız I B. Yalnız III C. I ve II D. II ve III E. I ve III

6. I. $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
II. $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow$
III. $\text{Na} + \text{HCl} \rightarrow$

Tepkimeleri verilmektedir. Alkali metallerden olan Na, ile ilgili yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri gerçekleşir?

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

7. Suyu bileşenlerine ayırıştırmak için kullanılan enerji türü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A. Isı Enerjisi B. Elektrik enerjisi C. Işık Enerjisi
D. Nükleer Enerji E. Biyoenerji

8. I. Isı verendir II. Su reaktiftir
III. Kimyasal olay gerçekleşmiştir.

H_2O (su)'dan H_2 ve O_2 eldesi ile ilgili olarak verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A. Yalnız I B. I ve III C. Yalnız III D. II ve III E. I, II ve III

9. Aşağıda günlük hayatta karşılaşılan bazı kimyasal tepkime örnekleri verilmektedir. Bu örneklerden hangisi yükseltgenme-indirgenme tepkimesine örnek değildir?

- A. Pillerde gerçekleşen reaksiyonlar
B. Solunum olayı
C. Yorgunluğu azaltmak için dinlenmek
D. Yiyeceklerin sindirilmesi
E. Demirin yanması

10. I. Sabun II. Etanol III. Naylon IV. Teflon

Yukarıda verilen maddelerin hangisi ya da hangileri, hidroliz tepkimeleri sonucunda oluşmuştur?

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II
D. II ve III E. II, III ve IV

11. I. $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$ II. $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ III. $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
Yukarıda verilen reaksiyonlardan hangisi ya da hangilerinde hidrojen gaz çıkışı gözlenir?

- A. Yalnız I B. I ve II C. I. ve III. D. II. ve III E. I, II ve III

12. Sodyum metali su ile tepkimeye girdiğinde aşağıdaki enerji türlerinden hangisi ya da hangileri oluşur?

- I. Isı Enerjisi II. Elektrik enerjisi III. Işık Enerjisi
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. I ve III E. I, II ve III

13. Asit-baz tepkimelerine ilişkin olarak verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Tuz ve su oluşur II. Yükseltgenme-indirgenme olmaz
III. Endotermiktir.

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve III E. II ve III

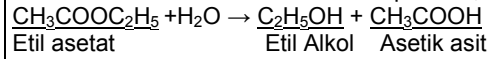
14. Çift bağ içeren moleküllerde çift bağın açılarak moleküllerin birbirine bağlanmasıyla oluşan ürün aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Polimer B. Monomer C. Nötürleşme
D. Yakıt pili E. Hidroliz

15. Aşağıda verilen reaksiyonlardan hangisi çözünme-çökme reaksiyonlarına örnek değildir?

- A. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCrO}_4(\text{k}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
B. $\text{KI}(\text{aq}) + \text{PbNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{k}) + \text{K}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
C. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{k}) + \text{FeNO}_3(\text{aq})$
D. $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{MgCl}_2(\text{k}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{k}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$
E. $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$

16. Etil asetat adlı maddenin su ile tepkimesi;



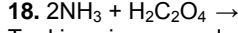
Etil asetat Etil Alkol Asetik asit şeklinde gerçekleşmektedir. Buna göre aşağıdaki yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Bu bir polimerleşme tepkimesidir
II. Etil asetat su ile etil alkol ve asetik aside hidroliz olmuştur
III. Etil asetat, Etil alkol ve asetik asidin kimyasal özellikleri aynıdır.
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

17. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri hem çözünme-çökme hem de nötrleşme tepkimeleri için doğrudur?

- I. Sulu çözeltide gerçekleşirler
II. İyonlarına ayrılan bileşikler bu tepkimeleri verir
III. Tepkime sonunda çökelek oluşur
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. II ve III E. I, II ve III

Ek 6'nın devamı



Tepkimesi sonucunda aşağıdakilerden hangisi oluşur?

- A. $\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{NO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 C. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
 D. $\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ E. $\text{NO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2$

19. Aşağıda verilen maddelerden hangisi polimerleşme sonucunda oluşmamıştır?

- A. Yumuşak dokular D. Kauçuk
 B. Nişasta E. Kireç
 C. Naylon

20. Proteinler gibi büyük moleküllerin su yardımı ile küçük moleküllere ayrılmasına(X)..... denir. Küçük moleküllerin bir araya gelerek büyük moleküller oluşturması(Y)..... olarak adlandırılır. Yukarıda verilen ifadelerde yer alan X ve Y yerine aşağıdakilerden hangisinde yazılanlar gelmelidir?

- | <u>X</u> | <u>Y</u> |
|-----------------|--------------|
| A. Hidroliz | Kondenzasyon |
| B. Esterleşme | Dimer |
| C. Polimerleşme | Monomer |
| D. Hidroliz | Polimerleşme |
| E. Diyaliz | Polimerleşme |

21. Aşağıda verilen reaksiyonlardan hangisinde çökelek gözlenir?

- A. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow$
 B. $\text{KI}(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow$
 C. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaNO}_3(\text{aq}) \rightarrow$
 D. $\text{KI}(\text{aq}) + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow$
 E. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow$

22. aşağıda verilen polimer - monomer eşleşmelerinden hangisi yanlıştır?

- A. $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)-_n$ Polietilen $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ tetrafloroetilen
- B. $-(\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN}))_n$ Poliakrilonitril (orlon) $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ Akrlonitril
- C. $-(\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl}))_n$ Poli(vinil klorür),PVC $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ Vinil klorür
- D. $(-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-)_n$ $\text{CH}=\text{CH}_2$ Stren
- E. $-(\text{CF}_2-\text{CF}_2)-_n$ Politetrafloroetilen (teflon) $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$ tetrafloroetilen

23. Suyun elektrolizi gerçekleştirilirken, güç kaynağına bağlı olan elektrotların bulunduğu tüplerde oksijen ve hidrojen gazları toplanır.

Aşağıda güç kaynağının (+) ucuna bağlı olan elektrotun adı ve burada toplanan gazın türü ile ilgili olarak verilen eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

- | | <u>Güç kaynağının (+) ucu</u> | <u>Biriken madde</u> |
|----|-------------------------------|----------------------|
| A. | Anot | Oksijen |
| B. | Katot | Oksijen |
| C. | Anyon | Hidrojen |
| D. | Katyon | Hidrojen |
| E. | Anot | Hidrojen |

24. I. Bir polimerleşme tepkimesidir.

I. C_2H_4 bir monomerdirII. Denklemdaki n sayısı 2 ve 3 olduğunda $(-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$ molekülüne sırasıyla dimer, trimer isimleri verilir.Yukarıda verilen ifadelerden hangisi yada hangileri $n(\text{C}_2\text{H}_4) \rightarrow (-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$ denklemi için söylenebilir?

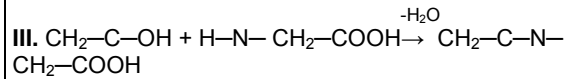
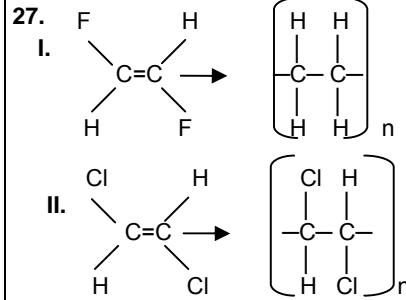
- A. Yalnız II B. I ve II C. II ve III D. I, II ve III E. Yalnız III

25. Aşağıdakilerden hangisi asit-baz reaksiyonlarına örnek olarak verilmez?

- A. $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 B. $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 C. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
 E. $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

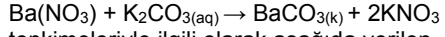
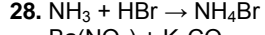
26. Aşağıda verilen yükseltgen-indirgen maddeler ve kullanım alanları eşleştirmelerinin hangisi ya da hangileri yanlıştır?

- | <u>Madde</u> | <u>Kullanım Alanı</u> |
|----------------------------|-----------------------|
| I. KMnO_4 | Antioksidan |
| II. H_2O_2 | Ağartıcı |
| III. Biberiye | Mikrop öldürücü |
- A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve III E. II ve III



Yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri polimerleşme tepkimesidir?

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve II E. I, II ve III

Ek 6'nın devamı

tepkimeleriyle ilgili olarak aşağıda verilen yargılardan hangisi ya da hangileri bu iki tepkime içinde ortaktır?

I.Sulu ortamda gerçekleşir

II.Nötralleşme tepkimesidir

III.Yer değiştirme tepkimesidir

A. Yalnız I B. Yalnız II C.I ve II D. I ve III E. II ve III

Adı Soyadı:

Sınıfı:

No:

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1						15					
2						16					
3						17					
4						18					
5						19					
6						20					
7						21					
8						22					
9						23					
10						24					
11						25					
12						26					
13						27					
14						28					

Ek 7. KİDÜBAT İkinci Pilot Çalışma Sonrasındaki Şekli

1. I. Suyun kaynaması IV. Bitkilerin fotosentez yapması
II. Çimentonun donması V. Grizu patlaması
III. Yumurtanın pişmesi VI. Camın kırılması
Yukarıda verilen olayların hangisi ya da hangilerinde bir fiziksel değişim meydana gelmiştir?
A. II ve VI B. I ve IV C. I, III ve V D. I ve VI E. I, II ve IV

2. Bir fiziksel değişimde aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
A. Enerji değişimi küçüktür D. Geri dönüştürülemez
B. Maddenin iç yapısı değişir E. Yeni maddeler oluşur
C. Isıtıldığında molekül yapısı değişir

3. I. $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
II. $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow$
III. $\text{Na} + \text{HCl} \rightarrow$

Tepkimeleri verilmektedir. Alkali metallerden olan Na, ile ilgili yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri gerçekleşir?

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

4. Suyu bileşenlerine ayırtırmak için kullanılan enerji türü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A. Elektrik Enerjisi B. Isı Enerjisi C. Işık Enerjisi
D. Nükleer Enerji E. Güneş Enerjisi

5. I. $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$
II. $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
III. $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$

Yukarıda verilen reaksiyonlardan hangisi ya da hangilerinde hidrojen gaz çıkışı gözlenir?

- A. Yalnız I B. I ve II C. I. ve III. D. II. ve III E. I, II ve III

6. Sodyum metali su ile tepkimeye girdiğinde aşağıdaki enerji türlerinden hangisi ya da hangileri oluşur?

- I. Isı Enerjisi II. Elektrik enerjisi III. Işık Enerjisi
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. I ve III E. I, II ve III

7. Asit-baz tepkimelerine ilişkin olarak verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Tuz ve su oluşur II. Yükseltgenme-indirgenme olmaz
III. Endotermiktir.

- A. Yalnız I B. I ve II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

8. Çift bağ içeren moleküllerde çift bağın açılarak moleküllerin birbirine bağlanmasıyla oluşan ürün aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Polimer B. Monomer C. Nötürleşme
D. Yakıt pili E. Hidroliz

9. Aşağıda verilen reaksiyonlardan hangisi çözünme-çökme reaksiyonlarına örnek değildir?

- A. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCrO}_4(\text{k}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
B. $2\text{KI}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{k}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
C. $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$
D. $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{MgCl}_2(\text{k}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{k}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$
E. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{k}) + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

10. Etil asetat adlı maddenin su ile tepkimesi;
 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$

Etil asetat Etil Alkol Asetik asit şeklinde gerçekleşmektedir. Buna göre aşağıdaki yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Bu bir polimerleşme tepkimesidir
II. Etil asetat su ile etil alkol ve asetik aside hidroliz olmuştur
III. Etil asetat, Etil alkol ve asetik asidin kimyasal özellikleri aynıdır.
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

11. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri hem çözünme-çökme hem de nötrleşme tepkimeleri için doğrudur?

- I. Sulu çözeltide gerçekleşirler
II. Her ikisinde de seyirci iyonlar bulunur
III. Tepkime sonunda çökelek oluşur
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. II ve III E. I, II ve III

12. $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Tepkimesi sonucunda aşağıdakilerden hangisi oluşur?

- A. $\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{NO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2$ C. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
D. $\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ E. $\text{NO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2$

13. Aşağıda verilen maddelerden hangisi polimerleşme sonucunda oluşmamıştır?

- A. Vinleks D. Kauçuk
B. Nişasta E. Kireç
C. Naylon

14. Proteinler gibi büyük moleküllerin su yardımı ile küçük moleküllere ayrılmasına(X)..... denir. Küçük moleküllerin bir araya gelerek büyük moleküller oluşturması(Y)..... olarak adlandırılır. Yukarıda verilen ifadelerde yer alan X ve Y yerine aşağıdakilerden hangisinde yazılanlar gelmelidir?

- | X | Y |
|-----------------|--------------|
| A. Hidroliz | Kondenzasyon |
| B. Esterleşme | Dimer |
| C. Polimerleşme | Monomer |
| D. Hidroliz | Polimerleşme |
| E. Diyaliz | Polimerleşme |

15. Suyun elektrolizi deneyi ile ilgili olarak aşağıda güç kaynağına bağlı olan elektrotların (+) ucuna bağlı olan elektrodun adı, burada toplanan gazın türü ve hacmi ile elektrotların (-) ucunda biriken gazın hacimleri ile ilgili olarak verilen eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

- | | Güç kaynağının (+) ucu | Biriken gaz ve hacmi | (-) ucu biriken gazın hacmi |
|----|------------------------|----------------------|-----------------------------|
| A. | Anot | Oksijen V | 2V |
| B. | Katot | Oksijen 2V | V |
| C. | Anyon | Hidrojen V | V |
| D. | Katyon | Hidrojen 2V | 2V |
| E. | Anot | Hidrojen 2V | V |

Ek 7'nin devamı

16. I. Bir polimerleşme tepkimesidir.

II. C₂H₄ bir monomerdir

III. Denklemdaki n sayısı 2 ve 3 olduğunda (-C₂H₄₋)_n molekülüne sırasıyla dimer, trimer isimleri verilir.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi yada hangileri n (C₂H₄) → (-C₂H₄₋)_n denklemi için söylenebilir?

A. Yalnız II B. I ve II C. II ve III D. I, II ve III E. Yalnız III

17. Aşağıdakilerden hangisi asit-baz reaksiyonlarına örnek olarak verilmez?

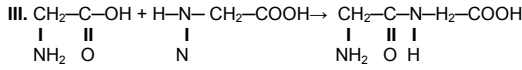
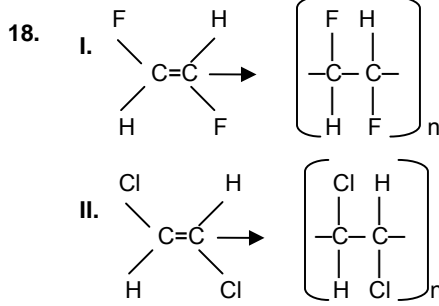
A. 2KOH + H₂SO₄ → K₂SO₄ + 2H₂O

B. Na₂O + 2HNO₃ → 2NaNO₃ + H₂O

C. Mg + 2HCl → MgCl₂ + H₂

D. Ca(OH)₂ + 2HCl → CaCl₂ + 2H₂O

E. NH₃ + HCl → NH₄Cl



Yukarıda verilen tepkimelerin hangisi ya da hangileri polimerleşme tepkimesidir?

A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve II E. I, II ve III

19. HCl(aq) + NaOH(aq) → NaCl(k) + H₂O(s)

Ba(NO₃)₂(aq) + K₂CO₃(aq) → BaCO₃(k) + 2KNO₃(aq)

tepkimeleriyle ilgili olarak aşağıda verilen

yardımlardan hangisi ya da hangileri bu iki tepkime içinde ortaktır?

I. Sulu ortamda gerçekleşir

II. Nötrleşme tepkimesidir

III. Yer değiştirme tepkimesidir

A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. I ve III

E. II ve III

20. Bir parça bakır tel sulu AgNO₃ çözeltisine daldırıldığında, mavi renkli bir çözelti oluşurken Ag(k) sı çökmektedir. Bu olayla ilgili;

I. Kimyasal bir değişmedir.

II. Cu, Ag⁺ iyonunu indirger.

III. Redoks tepkimesidir.

Yardımlardan hangileri doğrudur?

A. Yalnız I B. I, II ve III C. II ve III D. I ve II E. I ve III

21. n tane CH₂=CH₂ molekülünün



tepkimesine göre birleşmesi işleminin denklemi verilmiştir. Buna göre, tepkimesi için;

I. X'e monomer adı verilir.

II. Y'ye polimer adı verilir.

III. Polimerleşme tepkimesidir.

Yardımlardan hangileri doğrudur?

A. Yalnız II B. I ve II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

22. Plastikler ile ilgili;

I. Polimerleşme tepkimesi sonucu oluşurlar.

II. Büyük çoğunluğu yapay maddelerdir.

III. Naylon bir plastik türüdür.

Yardımlardan hangileri doğrudur?

A. Yalnız II B. II ve III C. I ve III D. I ve II E. I, II ve III

23. I. Gümüşün kirli havada zamanla kararması

II. H₂O'nun elektrik enerjisi ile H₂ ve O₂ gazına parçalanması

III. Tetrafloretenden teflon eldesi

Yukarıdaki olaylardan hangileri hidroliz tepkimesi değildir?

A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. II ve III E. I, II ve III

24. I. P₄ + O₂ → P₂O₅

II. F₂ + O₂ → OF₂

III. Fe + O₂ → Fe₂O₃

Yukarıda denkleşmemiş olarak verilen tepkimelerde O₂'nin davranışı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A. Yükseltgen	İndirgen	Yükseltgen	Yükseltgen
B. Yükseltgen	Yükseltgen	Yükseltgen	Yükseltgen
C. İndirgen	Yükseltgen	Yükseltgen	Yükseltgen
D. İndirgen	Yükseltgen	İndirgen	Yükseltgen
E. İndirgen	İndirgen	Yükseltgen	Yükseltgen

25. Aşağıda verilen yükseltgen-indirgen maddeler ve kullanım alanları eşleştirmelerinin hangisi ya da hangileri yanlıştır?

Madde	Kullanım Alanı
I. KMnO ₄	Mikrop öldürücü ve renk giderici
II. H ₂ O ₂	Tıp alanında ve saç boyamada
III. Cl ₂	Antioksidan ve kaynakçılıkta

A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve III E. II ve III

	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1					14					
2					15					
3					16					
4					17					
5					18					
6					19					
7					20					
8					21					
9					22					
10					23					
11					24					
12					25					

Ek 8. (KİDÜBAT) İkinci Pilot Çalışma Sonrasında Yapılan Madde Analizine Ait Bulgular

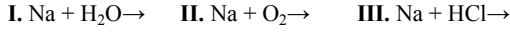
Soru	*Grup	A	B	C	D	E	Boş	Dolu	*Doğru %	*p	*d
1	D _ü	16	0	3	0	0	0	19	84,21	0,63	0,42
	D _a	8	3	2	0	6	0	19	42,11		
2	D _ü	0	0	4	1	13	0	18	72,22	0,46	0,51
	D _a	1	1	8	5	4	0	19	21,05		
3	D _ü	19	0	0	0	0	0	19	100,00	0,74	0,52
	D _a	9	10	0	0	0	0	19	47,37		
4	D _ü	2	0	0	17	0	0	19	89,47	0,55	0,68
	D _a	9	6	0	4	0	0	19	21,05		
5	D _ü	2	12	4	0	1	0	19	63,16	0,46	0,35
	D _a	6	5	2	1	4	0	18	27,78		
6	D _ü	18	0	1	0	0	0	19	94,74	0,76	0,39
	D _a	10	7	0	1	0	0	18	55,56		
7	D _ü	0	0	11	8	0	0	19	57,89	0,33	0,52
	D _a	0	2	1	13	1	0	17	5,88		
8	D _ü	0	19	0	0	0	0	19	100,00	0,86	0,31
	D _a	1	11	1	0	3	0	16	68,75		
9	D _ü	2	2	11	1	2	0	18	61,11	0,41	0,40
	D _a	6	2	4	2	5	0	19	21,05		
10	D _ü	0	1	18	0	0	0	19	94,74	0,79	0,31
	D _a	2	0	12	4	1	0	19	63,16		
11	D _ü	0	0	0	19	0	0	19	100,00	0,84	0,33
	D _a	2	0	0	12	4	0	18	66,67		
12	D _ü	15	0	0	1	2	0	18	83,33	0,54	0,59
	D _a	4	1	4	3	5	0	17	23,53		
13	D _ü	0	0	0	19	0	0	19	100,00	0,76	0,47
	D _a	1	2	6	10	0	0	19	52,63		
14	D _ü	0	0	19	0	0	0	19	100,00	0,73	0,55
	D _a	2	5	8	1	2	0	18	44,44		
15	D _ü	0	0	0	2	15	0	17	88,24	0,68	0,41
	D _a	1	0	2	6	8	0	17	47,06		
16	D _ü	1	0	4	12	2	0	19	63,16	0,43	0,40
	D _a	9	0	3	4	2	0	18	22,22		
17	D _ü	1	14	1	0	1	0	17	82,35	0,56	0,52
	D _a	2	5	4	1	5	0	17	29,41		
18	D _ü	0	0	0	0	19	0	19	100,00	0,71	0,57
	D _a	0	3	2	6	8	0	19	42,11		
19	D _ü	0	0	0	0	19	0	19	100,00	0,82	0,36
	D _a	1	2	2	2	12	0	19	63,16		
20	D _ü	10	6	0	2	0	0	18	55,56	0,30	0,50
	D _a	1	5	4	6	3	0	19	5,26		

Ek 9. Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi Son Şekli

1. Bir fiziksel değişimde aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A. Maddenin içyapısı değişir
B. Enerji değişimi küçüktür
C. Isıtıldığında molekül yapısı değişir
D. Geri dönüştürülemez
E. Yeni maddeler oluşur

2. Alkali metallere olan Na, ile ilgili aşağıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri gerçekleşir?



- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

3. Suyu bileşenlerine ayırtmak için kullanılan enerji türü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A. Elektrik Enerjisi B. Isı Enerjisi C. Işık Enerjisi
D. Nükleer Enerji E. Güneş Enerjisi

4. Sodyum metali su ile tepkimeye girdiğinde aşağıdaki enerji türlerinden hangisi ya da hangileri oluşur?

- I. Isı Enerjisi II. Elektrik enerjisi III. Işık Enerjisi
A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. I ve III E. I, II ve III

5. Asit-baz tepkimelerine ilişkin olarak verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Tuz ve su oluşur II. Yükseltgenme-indirgenme olmaz
III. Endotermiktir.

- A. Yalnız I B. I ve II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

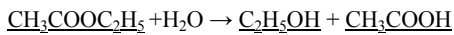
6. Çift bağ içeren moleküllerde çift bağın açılarak moleküllerin birbirine bağlanmasıyla oluşan ürün aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Polimer B. Monomer C. Nötürleşme
D. Yakıt pili E. Hidroliz

7. Aşağıda verilen reaksiyonlardan hangisi çözünme-çökeltme reaksiyonlarına örnek değildir?

- A. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCrO}_4(\text{k}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
B. $2\text{KI}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{k}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
C. $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$
D. $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{MgCl}_2(\text{k}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{k}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$
E. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{k}) + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

8. Etil asetat adlı maddenin su ile tepkimesi;



Etil asetat Etil Alkol Asetik asit

şeklinde gerçekleşmektedir. Buna göre aşağıdaki yargılardan hangisi ya da hangileri doğrudur?

I. Bu bir polimerleşme tepkimesidir

Etil asetat su ile etil alkol ve asetik aside hidroliz olmuştur

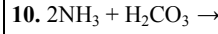
III. Etil asetat, Etil alkol ve asetik asidin kimyasal özellikleri aynıdır.

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve III D. II ve III E. I, II ve III

9. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri hem çözünme-çökeltme hem de nötrleşme tepkimeleri için doğrudur?

- I. Sulu çözümlerde gerçekleşirler
II. Her ikisinde de seyirci iyonlar bulunur
III. Tepkime sonunda çökelek oluşur

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. II ve III E. I, II ve III



Tepkimesi sonucunda aşağıdakilerden hangisi oluşur?

- A. $\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{NO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ C. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
D. $\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ E. $\text{NO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2$

11. Proteinler gibi büyük moleküllerin su yardımı ile küçük moleküllere ayrılmasına(X)..... denir.

Küçük moleküllerin bir araya gelerek büyük moleküller oluşturması(Y)..... olarak adlandırılır.

Yukarıda verilen ifadelerde yer alan X ve Y yerine aşağıdakilerden hangisinde yazılanlar gelmelidir?

X

Y

- A. Hidroliz Kondenzasyon
B. Esterleşme Dimer
C. Polimerleşme Monomer
D. Hidroliz Polimerleşme
E. Diyaliz Polimerleşme

12. Suyun elektrolizi deneyi ile ilgili olarak aşağıda güç kaynağına bağlı olan elektrotların (+) ucuna bağlı olan elektrodun adı, burada toplanan gazın türü ve hacmi ile elektrotların (-) ucunda biriken gazın hacimleri ile ilgili olarak verilen eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	<u>Güç kaynağının</u> <u>(+) ucu</u>	<u>Biriken gaz</u> <u>ve hacmi</u>	<u>(-) ucu biriken</u> <u>gazın hacmi</u>
A.	Anot	Oksijen V	2V
B.	Katot	Oksijen 2V	V
C.	Anyon	Hidrojen V	V
D.	Katyon	Hidrojen 2V	2V
E.	Anot	Hidrojen 2V	V

Ek-9'un devamı

13. Aşağıda verilen maddelerden hangisi polimerleşme sonucunda oluşmamıştır?

- A. Yumuşak dokular D. Kauçuk
B. Nişasta E. Kireç
C. Naylon

14. I. Bir polimerleşme tepkimesidir.

II. C₂H₄ bir monomerdir

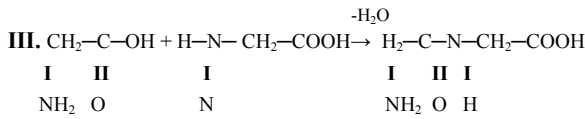
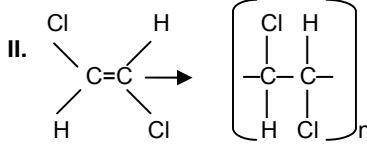
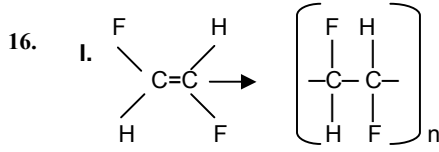
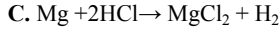
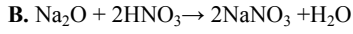
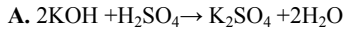
III. Denklemdaki n sayısı 2 ve 3 olduğunda (-C₂H₄)_n molekülüne sırasıyla dimer, trimer isimleri verilir.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi yada hangileri

n (C₂H₄) → (-C₂H₄)_n denklemi için söylenebilir?

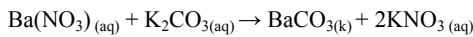
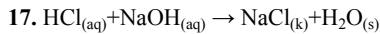
- A. Yalnız II B. I ve II C. II ve III D. I,II ve III E. Yalnız III

15. Aşağıdakilerden hangisi asit-baz reaksiyonlarına örnek olarak verilmez?



Yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri polimerleşme tepkimesidir?

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve II E. I, II ve III



tepkimeleriyle ilgili olarak aşağıda verilen yargılardan hangisi ya da hangileri bu iki tepkime içinde ortaktır?

I. Sulu ortamda gerçekleşir

II. Nötrleşme tepkimesidir

III. Yer değiştirme tepkimesidir

- A. Yalnız I B. Yalnız II C. I ve II D. I ve III E. II ve III

18. Bir parça bakır tel sulu AgNO₃ çözeltisine daldırıldığında, mavi renkli bir çözelti oluşurken Ag_(k) sı çökmektedir. Bu olayla ilgili;

I. Kimyasal bir değişmedir.

II. Cu, Ag⁺ iyonunu indirger.

III. Redoks tepkimesidir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A. Yalnız I B. I, II ve III C. II ve III D. I ve II E. I ve III

19. Aşağıda verilen yükseltgen-indirgen maddeler ve kullanım alanları eşleştirmelerinin hangisi ya da hangileri yanlıştır?

Madde	Kullanım Alanı
I. KMnO ₄	Mikrop öldürücü ve renk giderici
II. H ₂ O ₂	Tıp alanında ve saç boyamada
III. Cl ₂	Antioksidan ve kaynakçılıkta

A. Yalnız I B. Yalnız II C. Yalnız III D. I ve III E. II ve II

20. Plastikler ile ilgili;

I. Polimerleşme tepkimesi sonucu oluşurlar.

II. Büyük çoğunluğu yapay maddelerdir.

III. Naylon bir plastik türüdür.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A. Yalnız II B. II ve III C. I ve III D. I ve II E. I, II ve III

Adı Soyadı:

Sınıfı:

No:

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1						11					
2						12					
3						13					
4						14					
5						15					
6						16					
7						17					
8						18					
9						19					
10						20					

Ek 10. KIDEYTUT Geçerlik ve Güvenirlik İçin Yapılan Analizler

Kimya Dersine Yönelik Tutum Testinin Geliştirilmesi

Tutum ölçeği bir takım aşamalardan geçilerek hazırlanır. Bu aşamalar genel olarak şöyledir;

Tutum Ölçeği Maddelerini Oluşturma Aşaması

Uzman Görüşüne Başvurma Aşaması

Ön Uygulama Aşaması

Geçerlik Çalışması

Faktör Analizi ve Güvenirlik Hesaplama Aşaması (Balcı, 1995; Karasar, 2005; Tezbaşaran, 1996).

1.Aşama: Çalışma kapsamında geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının öğrencilerin kimya dersine ve bu derste yapılan etkinliklere yönelik tutumlarını belirlemekle çalışmaya başlandı. Öncelikle ilgili alanyazında tutum ölçeği geliştirme çalışmaları genel olarak incelendi ardından kimya eğitimi alanında geliştirilen tutum ölçekleri çalışmada geliştirilecek tutum testine rehber olması amacıyla yararlanıldı.

Pilot çalışma kapsamında yürütülen uygulama sırasında öğrencilerle yapılan informal görüşmeler ve öğrenci tutum ve davranışlarının yapılandırılmamış gözleminden elde edilen bulgular derlenerek kimya dersine, kimya laboratuvar uygulamalarına, kimya derslerinde simülasyon kullanımı konuları ile doğrudan ilgili veya ilgili olduğu kabul edilen olumlu olumsuz çok sayıda tutum maddesi oluşturuldu. Oluşturulan tutum maddelerine (izinleri alınarak) Ayas (1993) ve Feyzioğlu(2006)'nun geliştirmiş oldukları kimyaya yönelik tutum ölçeklerindeki maddeler arasından çalışma için uygun olan maddelerin eklenmesiyle toplam 40 maddeden oluşan ölçeğe ilk şekli verilmiştir.

Tutum maddeleri oluşturulurken (Tavşancıl, 2002);

Bütün maddelerin olumlu ve olumsuz olarak ifade edilip, olgusal ifadelerin yer almamasına,

Ölçek maddelerinin sade ve anlaşılır bir dille ifade edilmesine,

Bir maddede birden fazla düşünce ve duygunun olmamasına,

Tutum maddelerinin yarısının olumlu yarısının olumsuz ifadeleri içermesine dikkat edildi.

Ölçekte kullanılan olumlu maddeler için “katılıyorum”, olumsuz maddeler içinse

“katılmıyorum” ifadeleri kullanıldı.

2. Aşama: Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin kimyaya yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla geliştirilen taslak ölçeğin uzman görüşlerine başvurularak kapsam geçerliği incelenmiştir.

3. Aşama: Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin kimyaya yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla geliştirilen taslak ölçeğin uzman görüşlerine başvurularak kapsam geçerliği incelenmiştir

4. Aşama: a) Madde-toplam korelasyonları ile b) ölçek puanlarına göre oluşturulmuş alt % 27 ile üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların anlamlılığı için t-testi kullanılarak ölçeğin maddelerinin güvenilirlikleri; Cronbach Alpha katsayısı hesaplanarak ölçeğin güvenilirliği belirlenmiştir (incelenmiştir).

5. Aşama: Faktör analizi yapılarak ölçeğin yapı geçerliği incelenmiştir.

1.Geçerlik: Geçerlik, ölçeğin bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru ölçtüğüyle ilgili bir kavramdır. Geçerlik teknikleri için değişik sınıflandırmalardan bahsedilebilir. Bu çalışma kapsamında kullanılan geçerlik teknikleri;

1.1.Kapsam geçerliği: Ölçeği oluşturan maddelerin, ölçülmek istenen davranışı (özelligi) ölçmede nicelik ve nitelik olarak yeterli olup olmadığının göstergesi, kapsam geçerliğidir. Yetenek, tutum, güdü gibi soyut kavramlarla tanımlanan davranışların içeriğini ve sınırlarını açık bir şekilde belirlemek güçtür. Kapsam geçerliğinde esasen “ölçeğin maddeleri ölçülmek istenen davranışı yansıtıyor mu?” sorusunun cevabı aranır. Burada her bir maddenin içerik ve nitelik olarak anılan davranışı ölçmede yeterli ya da uygun bir soru olup olmadığına bakılır. Kapsam geçerliğini test etmede kullanılan mantıksal yollardan biri, uzman görüşüne başvurmaktır (Büyüköztürk, 2007). Bu amaçla geliştirilen taslak ölçek biri kimya diğeri eğitim bilimleri alanında toplam 2 uzman tarafından incelenmiştir.

1.2.Yapı geçerliği: Ölçeğin ölçülmek istenen davranış bağlamında soyut bir kavramı (faktörü) doğru bir şekilde ölçebilme derecesini gösterir. Bireyin tutum, güdü, performans, yetenek gibi psikolojik özelliklerini ölçmek amacıyla çok sayıda ölçülebilir, gözlenebilir sorular oluşturulur. Hazırlanan bu soruların belirtilen özellikleri ne derece doğru ölçtüğü sorunu, yapı geçerliğiyle ilgilidir. Yapı geçerliğini incelemek amacıyla hipotez testi, faktör analizi ve iç tutarlık analizi tekniklerinden yararlanılabilir (Büyüköztürk, 2007).

Geliştirilen taslak ölçeğin yapı geçerliğini incelemek için faktör analizi uygulanmıştır.

2.Güvenirlilik: Güvenirlilik, bireylerin ölçeğin maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılık olarak tanımlanabilir. Güvenirlilik, ölçeğin ölçmek istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir. Bu çalışma kapsamında kullanılan güvenirlilik teknikleri ;

ölçek puanlarına göre oluşturulmuş alt % 27 ile üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların anlamlılığı için t-testi işlemi, madde-toplam korelasyonlarının hesaplanması ve Cronbach Alpha katsayısının hesaplanmasıdır.

Bu tekniklerden ilk ikisi ölçeğin maddelerinin güvenirliliklerini, diğeri de ölçeğin güvenirliliğini incelemek amacıyla uygulanmışlardır (Büyüköztürk, 2007).

3.Geçerlik ve Güvenirlilik İçin Yapılan Analizler:

3.1.Alt % 27 ve üst % 27 grupları madde ortalama puanları için t-testi işlemi: Madde analizi kapsamında başvuru olan bir diğeri yol, ölçeğin toplam puanlarına göre oluşturulan alt % 27 ve üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların ilişkisiz t-testi kullanılarak sınanmasıdır. Gruplar arasında istendik yönde gözlenen farkların anlamlı çıkması, testin iç tutarlığının bir göstergesi olarak değerlendirilir. Analiz sonuçları, maddelerin bireyleri ölçülen davranış bakımından ne derece ayırt ettiğini gösterir (Büyüköztürk, 2007).

Geliştirilen taslak ölçekteki maddelerin ayırt edicilik güçlerini belirlemek amacıyla, maddelere ait puanlar büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra alt % 27 ve üst % 27'yi oluşturan grupların puan ortalamalarına ait t değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan t-değerleri incelendiğinde; 13., 19., 27., 28. ve 29. maddelerin t-değerlerinin anlamlı olmadığı ($p > .001$) bir başka ifadeyle ayırt edicilik güçlerinin düşük olduğu görülmüş ve bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Buna göre diğeri maddelerin istenen düzeyde ($p < .001$) ayırt edici oldukları söylenebilir. Sonuç itibariyle ölçek 26 maddeye indirilmiştir.

Tablo 1. Ölçeğin Alt % 27 ve Üst %27' lik Grupların Madde Ortalamaları İçin t-Testi Sonuçları

Madde no		N	\bar{X}	S	t	p
s1	üstgrup	61	3,7049	,4948	-9,704	,000
	altgrup	60	2,4000	,9242		
s2	üstgrup	61	3,5738	,5615	-10,017	,000
	altgrup	61	2,2787	,8393		
s3	üstgrup	61	3,4262	,7407	-11,363	,000
	altgrup	61	1,7705	,8640		
s4	üstgrup	61	3,5082	,7444	-4,657	,000
	altgrup	60	2,8333	,8471		
s5	üstgrup	61	1,2459	,6747	3,370	,001
	altgrup	60	1,7500	,9500		
s6	üstgrup	60	3,5500	,6993	-4,301	,000
	altgrup	61	2,8033	1,1521		
s7	üstgrup	61	3,2131	,7771	-3,692	,000
	altgrup	61	2,6066	1,0211		
s8	üstgrup	61	1,9016	,9435	3,155	,002
	altgrup	60	2,4833	1,0813		
s9	üstgrup	61	2,0820	1,0999	3,837	,000
	altgrup	60	2,8500	1,1020		
s10	üstgrup	60	3,1667	,8862	-7,843	,000
	altgrup	58	1,8966	,8724		
s11	üstgrup	61	3,0164	,8464	-7,974	,000
	altgrup	59	1,7797	,8523		
s12	üstgrup	61	3,1311	,8846	-3,362	,001
	altgrup	58	2,5517	,9942		
s13	üstgrup	60	2,0667	1,0393	,460	,647
	altgrup	61	2,1475	,8914		
s14	üstgrup	61	3,1311	1,0874	-2,101	,038
	altgrup	61	2,7213	1,0666		
s15	üstgrup	61	2,8689	,8846	-9,646	,000
	altgrup	61	1,4262	,7629		
s16	üstgrup	60	3,8333	,6152	-4,650	,000
	altgrup	57	3,1228	1,0013		

Tablo 1'in devamı

Madde no		N	\bar{X}	S	t	p
s17	altgrup	57	3,1228	1,0013		
	üstgrup	61	3,5246	,7213	-7,147	,000
s18	altgrup	58	2,4310	,9387		
	üstgrup	61	3,2787	,7986	-8,972	,000
s19	altgrup	58	1,8103	,9815		
	üstgrup	60	1,8833	1,0591	1,888	,061
s20	altgrup	60	2,2667	1,1625		
	üstgrup	61	3,3934	,7366	-10,274	,000
s21	altgrup	60	1,8667	,8919		
	üstgrup	61	3,7869	,5807	-5,149	,000
s22	altgrup	60	2,9167	1,1831		
	üstgrup	61	3,8689	,4992	-4,850	,000
s23	altgrup	61	3,0984	1,1359		
	üstgrup	60	1,3167	,7700	5,024	,000
s24	altgrup	60	2,1667	1,0603		
	üstgrup	61	3,8361	,4539	-7,864	,000
s25	altgrup	60	2,6167	1,1213		
	üstgrup	61	2,9344	1,0144	-4,051	,000
s26	altgrup	61	2,1967	,9970		
	üstgrup	60	1,3833	,8045	3,241	,002
s27	altgrup	60	1,9333	1,0393		
	üstgrup	61	2,1311	,9032	,538	,591
s28	altgrup	60	2,2333	1,1698		
	üstgrup	60	2,4000	1,0609	,118	,906
s29	altgrup	59	2,4237	1,1326		
	üstgrup	61	1,9672	1,1250	,415	,679
s30	altgrup	61	2,0492	1,0556		
	üstgrup	61	3,2951	,9008	-4,747	,000
s31	altgrup	60	2,4667	1,0163		
	üstgrup	61	3,4754	,7875	-6,059	,000
Toplam	altgrup	61	2,4918	,9937		
	üstgrup	61	2,8895	,1205	-27,140	,000
	altgrup	61	2,2940	,1219		

3.2.Madde-Toplam Puan Korelasyonu: Ölçeğin maddelerinden alınan puanlar ile ölçeğin toplam puanı arasındaki ilişkiyi açıklar. Madde-toplam puan korelasyonunun pozitif ve yüksek olması (hatta 0,25'den yüksek olması), maddelerin benzer davranışları örneklediğini gösterir. Bu da, ölçme aracının iç tutarlılığının yüksek olduğunu ifade eder. Bu kurala uymayan maddelerin ölçekten çıkarılması önerilmektedir (Fraenkel ve Wallen, 2000; Ercan,Ediz ve Kan, 2004; Topkaya ve Yalın, 2005).

Geliştirilen taslak ölçekte yer alan tüm maddeler için madde-toplam korelasyonları hesaplanmıştır. Korelasyon değerleri -0.311 ile 0.595 arasında değişmektedir. 5, 8, 9, 12, 14, 23, 25 ve 26. maddeler için hesaplanan korelasyon değerlerinin düşük olduğu ve 12, 14 ve 26. maddelerin de $\alpha = 0.01$ de anlamlı olmadığı görülmektedir ($p > 0.01$). Bu nedenle bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Diğer maddelerin aynı davranışı ölçmeye yönelik oldukları söylenebilir.

Tablo 2. Ölçeğin Madde-Toplam Korelasyon Değerleri

Madde no	Madde-toplam korelasyonu	Sig.(2-tailed)	Madde no	Madde-toplam korelasyonu	Sig.(2-tailed)
s1	,562	,000	s15	,524	,000
s2	,542	,000	s16	,355	,000
s3	,595	,000	s17	,491	,000
s4	,277	,000	s18	,480	,000
s5	-,234	,000	s20	,559	,000
s6	,347	,000	s21	,353	,000
s7	,296	,000	s22	,369	,000
s8	-,237	,000	s23	-,311	,000
s9	-,259	,000	s24	,475	,000
s10	,474	,000	s25	,214	,001
s11	,527	,000	s26	-,184	,006
s12	,202	,003	s30	,354	,000
s14	,193	,004	s31	,389	,000

Alt % 27 ve üst % 27 grupları madde ortalama puanları için t-testi işlemi ve madde-toplam puan korelasyonu sonuçlarına göre 5, 8, 9, 12, 13, 14, 19, 23, 25, 26, 27, 28 ve 29. maddeler haricindeki diğer maddelerin güvenilirliklerinin yüksek, aynı davranışı ölçmeye yönelik ve öğrencileri ölçülen davranış bakımından ayırt ettiği söylenebilir.

3.3.Faktör analizi:

Ölçeğin geçerlik çalışmalarında, faktör analizi yöntemiyle yapı geçerliği incelenmiştir. Faktör analizi, aynı yapıyı ya da niteliği ölçen değişkenleri (maddeleri) bir araya toplayarak ölçmeyi az sayıda faktör ile açıklamayı amaçlayan bir istatistiksel tekniktir. İyi bir faktörleştirmede, a) değişken (madde) azaltma olmalı, b) üretilen yeni değişken ya da faktörler arasında ilişkisizlik sağlanmalı ve c) ulaşılan sonuçlar, yani elde edilen faktörler anlamlı olmalıdır.

Faktör analizinde, faktörlerin her bir değişken üzerinde yol açtıkları ortak varyansın (ortak faktör varyansının) çoklaştırılması amaçlanır. Bu değer, maddelerin her bir

faktördeki yük değerlerine bağlıdır ve bir maddenin önemli faktördeki yük değerlerinin karelerinin toplamına eşittir. Faktör yük değeri, maddelerin faktörlerle olan ilişkisini açıklayan bir katsayıdır.

Faktörleştirmede kullanılan birçok teknik vardır. Fakat temel bileşenler analizi, faktörleştirme tekniği olarak en sık ve yaygın olarak kullanılan ve görelilik olarak da yorumlanması kolay olan bir çok değişkenli istatistiktir. Bu nedenle kimya tutum ölçeğinin faktör yapısını belirlemede bu teknikten yararlanılmıştır.

Faktör analizinde aynı yapıyı ölçmeyen maddelerin ayıklanmasında genellikle aşağıda belirtilen üç ölçüt dikkate alınır.

1. **Maddelerin yer aldıkları faktördeki yük değerlerinin yüksek olması.** Faktör yük değerinin 0.45 ya da daha yüksek olması seçim için iyi bir ölçüdür.
2. **Maddelerin tek bir faktörde yüksek yük değerine, diğer faktörlerde ise düşük yük değerlerine sahip olması.** Bir maddenin faktörlerdeki en yüksek yük değeri ile bu değerden sonra en yüksek olan yük değeri arasındaki farkın olabildiğince yüksek olması beklenir. Yüksek iki yük değeri arasındaki farkın en az .10 olması önerilir. Çok faktörlü bir yapıda, birden çok faktörde yüksek yük değeri veren madde, binişik bir madde olarak tanımlanır ve ölçekten çıkartılması düşünülebilir.
3. **Önemli faktörlerin, herhangi bir maddede birlikte açıkladıkları ortak faktör varyansının yüksek olması.** Maddelerin ortak faktör varyanslarının 1.00'a yakın ya da 0.66'nın üzerinde olması iyi bir çözümdür.

Önemli faktör sayısına karar vermede aşağıdaki ölçütlerin dikkate alınması önemlidir:

1. **Öz değer.** Faktör analizinde, başlangıçta, genel olarak öz değeri 1 ya da 1'den büyük olan faktörler önemli faktörler olarak alınır. Ancak araştırmacı, analiz sonuçlarına göre bu eşik değeri artırabilir.
2. **Açıklanan varyans oranı.** Analize dahil değişkenlerle ilgili toplam varyansın 2/3'ü kadar miktarının ilk olarak kapsadığı faktör sayısı, önemli faktör sayısı olarak değerlendirilir. Uygulamada, özellikle davranış bilimlerinde ölçek geliştirmede sözü edilen miktara ulaşmak genellikle güçtür. Analizde faktör sayısının yüksek tutulması, açıklanan varyansı artırır, ancak bu kez de faktörleri isimlendirmede, onları anlamlı kılmada zorluk yaşanabilir. Açıklanan varyansın yüksek olması, ilgili kavram ya da yapının o denli iyi ölçüldüğünün bir göstergesi olarak yorumlandığından, açıklanan varyansı artırmak için a) önemli faktör sayısı artırılabilir ya da b) madde çıkartmada daha yüksek faktör yük değerleri aranabilir.

3. Faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiğinin incelenmesi.

Grafikte dikey eksen öz değer miktarlarını, yatay eksen ise faktörleri gösterir. Grafik, faktörlerin öz değerleriyle eşleştirilmesi sonucunda bulunan noktaların birleştirilmesiyle elde edilir. Grafikte yüksek ivmeli, hızlı düşüşlerin yaşandığı faktör, önemli faktör sayısını verir. Yatay çizgiler faktörlerin getirdikleri ek varyansların katkılarının birbirine yakın olduğunu gösterir.

Araştırmacı, bir faktör analizi tekniğini uygulayarak elde ettiği m kadar önemli faktörü, “bağımsızlık, yorumlamada açıklık ve anlamlılık” sağlamak amacıyla bir eksen döndürmesine (rotation) tabii tutabilir. Eksenlerin döndürülmesi sonrasında maddelerin bir faktördeki yükü artarken diğer faktörlerdeki yükleri azalır. Böylece faktörler, kendileriyle yüksek ilişki veren maddeleri bulurlar ve faktörler daha kolay yorumlanabilir.

Faktör analizi, tüm veri yapıları için uygun olmayabilir. Verilerin, faktör analizi için uygunluğu Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Testi ile incelenebilir. KMO'nun 0.60'dan yüksek, Barlett Testinin anlamlı çıkması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2007; Ekici, 2002).

3.3.1. Birinci faktör analizi:

'Kimya tutum ölçeği' verilerinin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile incelenmiş ve KMO'nun .60'dan yüksek (0.849), Barlett testinin de anlamlı ($p < .001$) çıkması verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermiştir. KMO katsayısının 0.90'ın üzerindeki değerleri mükemmel olarak nitelendirilmektedir (Riviera ve Ganaden, 2001: 9). Dolayısıyla hazırlanan tutum ölçeğinin mükemmel yakın olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Ölçeğin Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) Örneklem Ölçüm ve Barlett's Test Sonuçları

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,849
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1218,162
	df	153
	Sig.	,000

“Total Variance Explained” ve “Communalities” tabloları incelendiğinde, analize alınan 18 maddenin öz değeri 1’den büyük olan dört faktör altında toplandığı görülmüştür. Bu dört faktörün ölçeğe ilişkin açıkladıkları varyans %44,127’dir. Bu değer literatürde kabul edilebilir miktar olan %41’in üstündedir (Kline, 1994, Aktaran; Ekici, 2002: 64). Maddelerle ilgili olarak tanımlanan dört faktörün ortak varyanslarının 0.216 ile 0.748 arasında değiştiği gözlenmiştir. Buna göre, analizde önemli faktör olarak ortaya çıkan dört faktörün birlikte, maddelerdeki toplam varyansın ve ölçeğe ilişkin varyansın çoğunluğunu açıkladıkları görülmektedir.

Tablo4: Faktör analizi, açıklanan toplam varyans tablosu

Total Variance Explained										
Factor	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings			
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	
1	5,662	31,455	31,455	5,075	28,193	28,193	3,753	20,848	20,848	
2	1,995	11,083	42,538	1,541	8,563	36,756	1,672	9,291	30,139	
3	1,285	7,139	49,677	,719	3,994	40,750	1,426	7,924	38,064	
4	1,227	6,817	56,494	,608	3,377	44,127	1,091	6,063	44,127	
5	,892	4,953	61,447							
6	,861	4,782	66,229							
7	,769	4,274	70,503							
8	,753	4,181	74,684							
9	,683	3,797	78,480							
10	,622	3,457	81,937							
11	,588	3,265	85,202							
12	,540	2,999	88,201							
13	,497	2,762	90,964							
14	,448	2,489	93,453							
15	,380	2,113	95,566							
16	,340	1,887	97,453							
17	,253	1,406	98,859							
18	,205	1,141	100,000							

Extraction Method: Maximum Likelihood.

Tablo 5. Faktör Analizi communalities tablosu

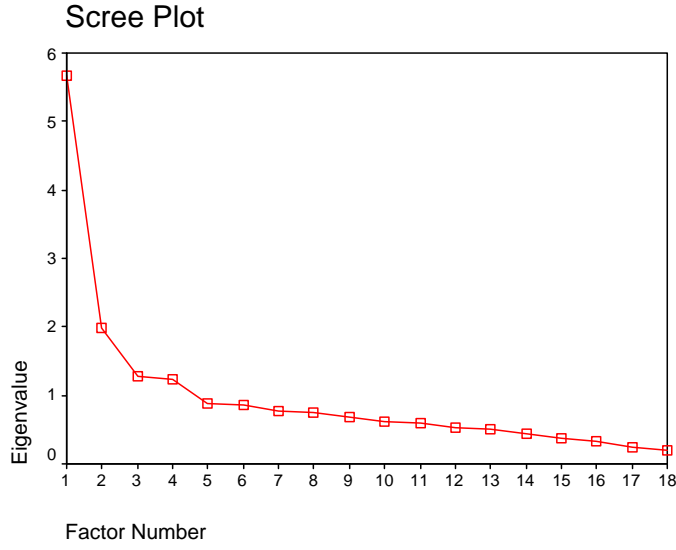
Communalities		
	Initial	Extraction
S1	,652	,701
S2	,645	,689
S3	,686	,748
S4	,252	,216
S6	,264	,317
S7	,234	,281
S10	,361	,288
S11	,409	,381
S15	,361	,359
S16	,242	,332
S17	,423	,407
S18	,401	,332
S20	,458	,436
S21	,453	,576
S22	,465	,667
S24	,395	,441
S30	,283	,333
S31	,305	,439

Extraction Method: Maximum Likelihood.

Tablo 6: Dört Faktörlü Tutum Ölçeğinin Faktörlerinin Özdeğerleri, Faktör İçerisinde Yer Alan Madde Sayısı, Faktör Varyansları, Faktör Eklendikçe Artan Varyans Değerleri.

Faktörler	Öz Değerler	Faktör İçerisinde Yer Alan Madde Sayısı	Faktör Varyansları	Faktör Artan Değerleri	Eklendike Varyans
I	5,662	9	31,455	31,455	
II	1,995	3	11,083	42,538	
III	1,285	4	7,139	49,677	
IV	1,227	2	6,817	56,494	

Analizde önemli faktör sayısı, öz değer ölçütüne göre dört olarak tanımlanmıştır. Bu durum, Şekil 1 ile gösterilen öz değerler çizgi grafiğinde de açıkça görülmüştür. Grafikte birinci faktörden sonra yüksek ivmeli bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum, ölçeğin genel bir faktöre sahip olabileceğini göstermiştir. Öte yandan, grafikte 2.,3.ve 4. faktörlerden sonra da daha az olmakla birlikte ivmeli düşüşler gözlenmiş olup, buna göre ölçeğin dört faktörlü olabileceği düşünülebilir.



Şekil 1. Scree Plot Grafiği

‘Factor Matrix’ tablosu incelendiğinde, maddelerin çoğunun birinci faktör yük değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, ölçeğin genel bir faktöre sahip olduğunu gösterir. Döndürme öncesinde birinci faktörün yol açtığı varyansın %28,19 olması da genel bir faktörün varlığının kanıtıdır.

Tablo 7. Faktör matrisi

	Factor			
	1	2	3	4
S3	,813	-,248	-,113	-,113
S1	,811	-,175	-8,14E-02	7,754E-02
S2	,798	-,196	-,121	-1,01E-02
S20	,636	-,101	,103	-,104
S17	,612	6,801E-03	8,507E-02	,157
S11	,574	-,119	,108	-,160
S15	,571	-,115	9,807E-02	-9,89E-02
S18	,566	8,073E-02	4,281E-02	4,895E-02
S10	,472	-4,16E-02	,189	-,165
S4	,382	-1,13E-02	-3,06E-02	,263
S7	,344	1,865E-02	,312	,254
S22	,388	,682	-,213	7,903E-02
S21	,298	,656	-,180	-,156
S24	,452	,480	3,280E-02	-7,68E-02
S31	,285	,293	,498	-,154
S30	,283	,316	,368	-,134
S16	,401	2,869E-02	7,879E-02	,405
S6	,334	,229	,201	,336

Ancak, dört faktörün içerdiği maddeler bakımından daha kolay tanımlanabilmesine de olanak sağlayan faktör döndürme sonuçları (Rotated Factor Matrix) incelendiğinde, 1, 2, 3, 10, 11, 15, 17, 18 ve 20. maddelerin birinci faktörde, 21, 22 ve 24. maddelerin ikinci faktörde, 4, 6, 7 ve 16. maddelerin üçüncü faktörde ve 31 ve 30. maddelerin de dördüncü faktörde daha yüksek değerler verdikleri anlaşılmıştır.

Tablo 8. Faktör Döndürme Sonuçları.

	Factor			
	1	2	3	4
S3	,846	8,791E-02	,158	-1,32E-02
S2	,782	,121	,247	-3,89E-02
S1	,755	,117	,341	-2,33E-02
S20	,607	7,119E-02	,160	,192
S11	,576	4,145E-02	8,650E-02	,199
S15	,556	4,204E-02	,138	,171
S17	,469	,137	,390	,125
S10	,450	4,466E-02	6,877E-02	,280
S18	,437	,215	,273	,139
S22	6,856E-02	,778	,226	7,158E-02
S21	6,673E-02	,740	-1,28E-02	,152
S24	,221	,540	,149	,281
S16	,206	7,001E-02	,533	1,433E-02
S6	7,509E-02	,178	,491	,198
S7	,178	-3,54E-02	,428	,254
S4	,260	8,942E-02	,371	-5,28E-02
S31	,117	,148	,105	,626
S30	,116	,218	9,552E-02	,513

3.4. Güvenirlilik Çalışması:

18 maddelik “Kimya Tutum Ölçeği”nin güvenirliliği, Cronbach Alpha değerleri hesaplanarak elde edilmiştir. Yapılan faktör analizi sonucunda faktör 1’de 9 madde, faktör 2’de 3 madde, faktör 3’de 4 madde ve faktör 4’de 2 madde toplanmıştır. Dört faktörlü olduğu belirlenen ölçeğin, her bir alt faktörü için güvenirliliği ortaya koymak amacıyla iç tutarlık katsayıları (Cronbach Alpha) hesaplanmıştır. Buna göre; Faktör 1 için alfa katsayısı 0,878 olarak hesaplanırken, aynı katsayı faktör 2 için 0,748, faktör 3 için 0,596 ve faktör 4 için 0,652’dir. Ölçeğin toplamından elde edilen alfa katsayısı ise 0,863’dür. Bu yapıyla ölçeğin oldukça güvenilir bir ölçek olduğu söylenebilir.

Tablo 9. Faktörlerin Madde Sayısı ve İç Tutarlık Katsayıları

Faktörler	Madde Sayısı	İç Tutarlık Katsayısı
Faktör 1: Kimya Dersine Karşı İlg	9	0,878
Faktör 2: Kimya Laboratuvarına Yönelik Tutum	3	0,748
Faktör 3: Kimya Dersinden Hoşlanma	4	0,596
Faktör 4: Kimya Dersine Simülasyon Kullanımına Yönelik İlg	2	0,652
Ölçek Toplamı	18	0,863

Bu doğrultuda 18 soru ve dört alt faktörden oluşan tutum testinin güvenilirlik analizi sonuçları ve faktör isimleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 10. Alt faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları ve faktör isimleri.

Maddeler	Faktör1	Faktör2	Faktör3	Faktör4
Faktör 1:Kimya Dersine Karşı İlg (a=0,83)				
3 Kimya benim en sevdiğim derslerden biridir	,846			
2 Kimya öğrenirken gerçekten zevk alırım	,782			
1 Kimya derslerine isteyerek girerim	,755			
20 Kimya derslerinin konularıyla ilgili merak ettiklerimi araştırır, öğrenirim.	,607			
11 Kimya dersleri kendime olan güvenimi artırır	,576			
15 Eğer mümkün olsaydı daha fazla kimya dersi almak isterdim	,556			
17 Kimya derslerindeki konuları öğrendiğim için kendimi şanslı bulurum.	,469			
10 Kimya ile ilgilenen kişilere hayranlık duyarım	,450			
18 Ders kitapları dışında kimya ile ilgili kitapları okumam	,437			
Faktör 2:Kimya Laboratuvarına Yönelik Tutum(a=0,78)				
22 Laboratuvar uygulamaları ile geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğuna inanırım		,778		
21 Kimya dersleri laboratuvarında yapıldığında daha ilgi çekicidir		,740		
24 Kimya laboratuvar uygulamalarına daha çok zaman ayrılmasını isterim		,540		
Faktör 3:Kimya Dersinden Hoşlanma (a=0,77)				
16 Kimya derslerinde zamanımı boşa harcadığıma inanıyorum			,533	
6 Kimyanın günlük hayatta işime yarayacağını düşünmem			,491	
7 Kimya dersleri, dersleri gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılı olduğunu düşünürüm			,428	
4 Kimya, okulda başarısız olduğum derslerden biridir			,371	
Faktör 4:Kimya Dersine Simülasyon Kullanımına Yönelik İlg (a=0,70)				
31 Bilgisayar simülasyonları, kimya konularını anlamamda bana yardımcı olur				,626
30 Kimya dersi, simülasyonlarla anlatıldığında zamanın nasıl geçtiğini anlamam				,513

Ek 11. LAGTAT'ı oluşturan Araç-Gereçler ve İlişkili Oldukları Seviyeleri Gösterir Liste


Araç-Gerecin Adı	İlişkili olduğu Seviye			
	İlköğretim			Ortaöğretim
	6	7	8	9
Maşa				
Cam huni				
Amyant tel				
Tek delikli tıpa				
Bağlantı kablosu				
Bunzen kıskacı				
Beher				
Tüp fırçası				
Turnusol kağıdı				
Spatül				
Cam bağı				
Üç ayak				
İspirto ocağı				
Erlen(mayer)				
Penset				
Tüplük				
Tüp				
Güç kaynağı				
Porselen kapsül				
Krokodil				
Büret				
Dereceli silindir				
Elektrot				
Sacayak				
Süzgeç Kağıdı				
Pipet				
Kristalizuvar				
Bunzen beki				

Ek 12. Laboratuvar Araç-Gereçlerini Tanıma Testi

Sevgili öğrenciler;

Bu test sizlerin laboratuvar araç-gereçleri ne kadar tanıdığınızı araştırmak amacıyla hazırlanmış olup sonuçları not amacıyla kullanılmayacaktır. Sorulara vereceğiniz cevaplar, daha nitelikli çalışmaların geliştirilmesine katkıda bulunacaktır...

Sizden resimde gördüğünüz laboratuvar aracının adını resmin altında ayrılmış olan alana yazmanız istenmektedir....

			
.....
			
.....
			
.....
			
.....
			
.....
			
.....
			
.....

Ek 13. Deney Raporu

DENEY RAPORU			
Okulun Adı			
ÖĞRETİM YILI	2009-2010	TARİH/...../2010
DENEYİN YAPILDIĞI SINIFLAR			
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI			
DENEYİN ADI			
KAZANIMLAR			
DENEY MALZEMELERİ			
DENEYİN YAPILIŞI			
SONUÇ			
	DERS ÖĞRETMENİ		
Açıklama:			

Ek 14. Deney Süreci Gözlem Formu

Öğrencilerin; Tümü:5, Çoğu:4, Bir kısmı:3, Çok azı:2, Hiçbiri:1	Derece	Açıklama
Deneye Hazırlık		
Öğrenciler deney malzemelerini yardım almadan hazırlıyorlar		
Öğrencilere deney malzemelerini öğretmenleri veriyor		
Deneyi öğretmen yaptığı için öğrenciler öğretmenlerine deney malzemelerini seçme konusunda yardım ediyor		
Malzeme seçimini sadece öğretmen yapıyor öğrenciler müdahale etmiyor		
Deney Süreci		
Öğrencilerin ilgileri deney boyunca oldukça yüksek		
Öğrencilerin ilgileri deneyin belli bölümlerinde artıp azalıyor ama genelde yüksek		
Öğrenciler deneylere karşı tepkisiz (kayıtsız)		
Öğrenciler deney sürecinden kısmen sıkılıyor		
Öğrenciler deney yaparken/yapılırken çok sıkılıyor		
Öğrenciler gerçekleşen olayları anlamak için kendileri büyük çaba gösteriyorlar		
Öğrenciler gerçekleşen olayların öğretmen tarafından anlatılmasını bekliyorlar		
Öğrenciler gerçekleşen olayları anlamak için biraz çaba gösteriyorlar		
Öğrenciler için deney süresince ne olduğu ile çok ilgilenmiyorlar		
Öğrenciler için deneyleri umursamıyorlar		
Öğrenciler deneyleri bizzat yapmak için mücadele birbirleriyle yarışıyorlar		
Deneyi yapması istenen öğrenciler deneyi yapmak için istekli		
Yardım istiyorlar		
Yardım istemeden deneyleri yapabiliyorlar		
Kısmen yardım alarak deneyi yapabiliyorlar		
Öğrenciler yardım almadan deney düzenini hazırlıyorlar		
Deney sırasında öğrenciler gerekli güvenlik önlemlerini alıyorlar		
Öğrenciler deney yaparken yardıma ihtiyaç duymaktadırlar		
Öğrenciler deney sürecine aktif olarak katılmaktadırlar		
Öğrenciler görüşlerini özgürce ifade edebilmektedirler		
Öğrenciler deneyleri tekrar tekrar yapabilmektedirler		
Verilen sürede öğrenciler deneyi tamamlayabilmektedirler		
Öğrenciler deney sürecini baştan sona gözlemleyebiliyor		

Ek 14'ün devamı

Öğrencilerin; Tümü:5, Çoğu:4, Bir kısmı:3, Çok azı:2, Hiçbiri:1	Derece	Açıklama
Deney sürecinde öğrenci		
Çok ilgililer		
Hiç ilgi göstermiyorlar		
Kısmen ilgileri dağılıyor		
Genellikle ilgisizler		
Öğrenciler deneyi yapmaya karşı isteksiz		
*Öğrenciler deneyi yapmaya korkuyorlar		
Öğrenciler deneyi yapmaktan çekiniyorlar		
Öğrenciler büyük bir dikkatle deneyi gerçekleştiriyorlar		
Öğrenciler büyük bir dikkatle deneyin gerçekleştirilmesini izliyorlar		
Deney Sürecinde Ortam		
Sessiz		
Kısmen gürültülü		
Çok gürültülü		

Ek 15. Kontrol Grubu Mülakat Soruları

1. Kimya laboratuvarında deneyleri kendin yapabiliyor musun?
2. Kimya laboratuvarında deney yaparken zorluk yaşıyor musun?
3. Deneyleri kimya laboratuvarında yapmak etkili oldu mu?
4. Deneyleri kimya laboratuvarında yaptığında öğrenebildin mi? (Öğrenemedi ise nasıl önlemler alınmasını öneriyor?)
5. Kimya laboratuvarında yaptığın deneylerin moleküler düzeylerini inceleyebildin mi?
6. Bu sana ne kazandırdı?
7. Şimdiye kadar kimya laboratuvarında yaptığınız deneylerle ilgili olarak, şu deneyi yaparken nelere dikkat etmen gerektiğini biliyor musun? (hangi güvenlik önlemlerini alman gerektiği gibi)
8. Bu deneyleri tek başına yapman istenirse zorluk çekmeden yapabilir misin?
9. Hangi bölümlerde zorluk yaşayacağını düşünüyorsun?
10. Kimya laboratuvarında nelere dikkat edilirse uygulamalar daha verimli olur?
11. Sence kimya derslerini laboratuvarında işlemenin etkililiği nedir?
12. Seçme şansın olsa hangisini seçerdin? (deneyi kendin yapmayı mı? Grup olarak bir deneyi yapmayı mı? Öğretmenin yaptığı deneyi izlemeyi mi? Yoksa sanal ortamda hazırlanan bir kimya lab. Deneyleri yapmayı mı?) Neden?
13. Bu uygulamadan önce bu yıl içinde kaç defa kimya laboratuvarına gittiniz? Kaç deney yaptınız?
14. Bu sanal kimya laboratuvarı uygulamasından önce, öğretmeniniz işlediği konuları günlük hayatla ilişkilendiriyor muydu?
15. Senin belirtmek istediğin bir şey var mı?
16. Deney raporlarını yazarken aklınızda kalan bilgilerle mi yazdınız yoksa kitaptan yardım aldınız mı?
17. Deney raporlarıyla ilgili özel soru

Ek 16. Deney Grubu Öğrencilerine Yöneltilen Mülakat Soruları

1. Sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanabiliyor musun?
2. Sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanırken zorluk yaşıyor musun?
3. Sanal kimya laboratuvarı yazılımı etkili oldu mu?
4. Sanal kimya laboratuvarı yazılımının gerçek kimya laboratuvarından farkı ne (olumlu-olumsuz)
5. Deneyleri Sanal kimya laboratuvarı yazılımı ile yaptığında öğrenebildin mi? Öğrenemedi ise nasıl önlemler alınabilir?
6. Sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanarak yaptığın deneylerin moleküler düzeylerini inceleyebildin mi?
7. Bu sana ne kazandırdı?
8. Sanal kimya laboratuvarı yazılımını kullanarak yaptığın deneyleri, gerçek kimya laboratuvarında yaparken nelere dikkat etmen gerektiğini biliyor musun? (hangi güvenlik önlemlerini alman gerektiği gibi)
9. Bu deneyleri gerçek kimya laboratuvarında yapman istenirse zorluk çekmeden yapabilir misin?
10. Hangi bölümlerde zorluk yaşayacağını düşünüyorsun?
11. Sanal kimya laboratuvarı yazılımı ne şekilde uygulansa daha verimli olur? (dersten önce derse hazırlık, ders esnasında, dersten sonra tekrar)
12. Sence Sanal kimya laboratuvarı yazılımının etkililiği nedir?
13. Seçme şansın olsa hangisini seçerdin? (sanal kimya laboratuvar mı? Gerçek kimya laboratuvar mı?)
14. Bu uygulamadan önce bu yıl içinde kaç defa kimya laboratuvarına gittiniz? Kaç deney yaptınız?
15. Bu sanal kimya laboratuvarı uygulamasından önce, öğretmeniniz işlediği konuları günlük hayatla ilişkilendiriyor muydu?
16. Ne sıklıkla? Sanal kimya laboratuvarı yazılımı mı daha fazla örnek sunuyor yoksa öğretmeniniz mi?
17. Bu yazılım elinde olsa ders dışında (öğretmenin sana söylemeden de) kullanır mısın?
18. Bunların dışında yazılım hakkında da olsaydı daha iyi olurdu dediğin bölümler var mı?
19. Senin belirtmek istediğin bir şey var mı?
20. Bu Sanal kimya laboratuvarı yazılımında deneye girmeden size sorular yöneltiliyordu. Bu sorulara cevap verirken tamamen kendi ön bilgilerinizle mi cevap verdiniz? Yoksa daha önce bu konuya dair ön bilgiye sahip miydin?
21. Deney raporlarını yazarken aklınızda kalan bilgilerle mi yazdınız yoksa kitaptan yardım aldınız mı?
22. Deney raporlarıyla ilgili özel soru

Ek 17. Uygulama Öğretmenine Çalışma Sonrasında Yöneltilen Mülakat Soruları

- Kullanılan sanal kimya laboratuvarı yazılımının öğrencilerinizin üzerindeki etkileri neler olmuştur? Materyalin öğrencilerinize ne gibi getirilerini ya da olumsuzluklarını gözlemlediniz? (öğrencilerin derse ilgisi, konuya odaklanma, ders dinleme, derse katılım)
- Bilgisayar destekli öğretimin (Sanal laboratuvarın) öğrenciler açısından olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?
- SKL yazılımında beğendiğiniz özellikleri nelerdir?
- SKL yazılımında beğenmediğiniz özellikleri nelerdir?
- Bu yazılım ile ders işlemenin bir kimya öğretmenine yarar sağlayabileceğini düşünüyor musunuz? Neden?
- Bu yazılımı diğer okullardaki öğretmenlerin kullanmasını tavsiye eder misiniz? Neden? Bu öğrenci ve öğretmenler açısından ne fayda/zarar getirir?
- Sanal kimya laboratuvarı yazılımını öğrencileriniz, bilgisayar laboratuvarında kullanırken siz herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı?
- Sizce, sanal kimya laboratuvarı yazılımı size bir yük getirdi mi? Yoksa ders anlatımınıza destek mi oldu?
- Sanal kimya laboratuvarı yazılımındaki deneyleri kimya laboratuvarında yapılan deneylerle kıyasladığınızda ne gibi avantajları var?
- Sanal kimya laboratuvarı yazılımındaki deneyleri kimya laboratuvarında yapılan deneylerle kıyasladığınızda ne gibi dezavantajları var?
- Sizce sanal kimya laboratuvarı yazılımındaki deneyler, öğrencilerin kendi kendilerine deney yapabildikleri, laboratuvar sürecini yaşayabildikleri ve kendi bilgilerini oluşturabildikleri bir ortam sunmakta mıdır?
- Sizce sanal kimya laboratuvarı yazılımı ile yapılandırmacı bir ortam oluşturularak dersler işlenebilir mi?
- Bu yazılımın yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olduğunu düşünüyor musunuz?
- Bu sanal kimya laboratuvarı yazılımında ne gibi düzenlemeler yapılmasını önerirsiniz?
- Sanal laboratuvar yazılımını dersin hangi aşamasında kullanmak istersiniz?

ÖZGEÇMİŞ

24.10.1980 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini Artvin Gazi İlkokulu, Konya Cumhuriyet İlkokulu, Trabzon Yavuz Selim ilkokulu ve Trabzon Kanuni ortaokulunda, Ortaöğrenimini ise Trabzon Affan Kitapçioğlu Lisesinde Tamamladı. 1998 yılında K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümünü kazandı. 2002 yılında bu bölümden birincilikle mezun oldu. Aynı yıl Trabzon ili Köprübaşı Merkez İlköğretim Okuluna Bilgisayar Öğretmeni olarak atandı ve mezun olduğu Lisans Alanında Yüksek Lisans'a başladı. 2004 yılında öğretmenlik görevinden ayrıldı ve K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. İlköğretim bilgisayar ders programına proje tabanlı öğrenme yöntemi ile yeni bir bakış açısı kazandırmaya yönelik yaptığı yüksek lisans tezini 2005 yılında tamamladı. 2005 yılı güz döneminde K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bölümü'nde Doktora Programına başladı. Yabancı dili İngilizce olan araştırmacı evli ve bir çocuk annesidir.