

**AÇIK VE UZAKTAN ÖĞRENMEDE  
SANAL LABORATUVARLAR:  
DEVRE ANALİZİ UYGULAMASI  
Doktora Tezi**

**Hanife ÇİVRİL**

**Eskişehir, 2017**

**AÇIK VE UZAKTAN ÖĞRENMEDE SANAL LABORATUVARLAR:  
DEVRE ANALİZİ UYGULAMASI**

**Hanife ÇİVRİL**

**DOKTORA TEZİ**

**Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ali Ekrem ÖZKUL**

**Eskişehir  
Anadolu Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Mayıs, 2017**

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hanife ÇİVRİL'in "Açık ve Uzaktan Öğrenmede Sanal Laboratuvarlar: Devre Analizi Uygulaması" başlıklı tezi 18 Mayıs 2017 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Uzaktan Eğitim Anabilim Dalında, **Doktora** tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof.Dr.Ali Ekrem ÖZKUL  
Üye : Prof.Dr.Tuncay YİĞİT  
Üye : Doç.Dr.Mehmet Emin MUTLU  
Üye : Doç.Dr.Evrım GENÇ KUMTEPE  
Üye : Yrd.Doç.Dr.İrfan SÜRAL

Prof.Dr.Kemal YILDIRIM  
Anadolu Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### AÇIK VE UZAKTAN ÖĞRENMEDE SANAL LABORATUVARLAR: DEVRE ANALİZİ UYGULAMASI

Hanife ÇİVRİL

Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mayıs, 2017

Danışman: Prof. Dr. Ali Ekrem ÖZKUL

Bu çalışmada, 21. yüzyıl teknolojilerinin etkisi ile eğitimde meydana gelen değişim eğilimleri göz önünde bulundurularak eğitimin ayrılmaz bir parçası olan laboratuvar uygulamaları için geliştirilen ortamlar incelenmiş ve açık ve uzaktan öğrenmede sanal laboratuvarların (SL) uygulanabilirliği araştırılmıştır. Uygulama gerektiren derslerin uzaktan öğrenme yoluyla verilmesinin, bilgi ve teoriye dayalı derslerden daha zor olduğu düşünülmekte ve çoğu uzaktan eğitim sağlayan kurum uygulama gerektiren disiplinlerden kaçınmaktadır. Dijital çağın laboratuvarlar için sunduğu çözümlerden biri olan SL ortamları, uygulama etkinliklerinin uzaktan gerçekleştirilebilmesi fırsatını sunmaktadır. Bu çalışmada, SL kullanımı, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı'ndaki "Devre Analizi Laboratuvarı" dersi kapsamında araştırılmış ve iki ve üç boyutlu SL ortamları, öğrenme yönetim sistemleri aracılığı ile öğrenenlere sunulmuştur. Karma yöntem tasarımlarından keşfedici sıralı tasarım yaklaşımının kullanıldığı bu çalışmada öğrenenlerin SL kullanım niyetleri, Teknoloji Kabul Modeli temel alınarak oluşturulan araştırma modeli çerçevesinde incelenmiş ve ayrıca SL kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri araştırılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi ve nicel verilerin analizinde ise SL kullanmayanlar için betimsel istatistikler ve parametrik olmayan testler ve SL kullananlar için Kısmi En Küçük Kareler yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; geliştirilen araştırma modelinin, öğrenenlerin SL kullanım niyetlerini anlama ve açıklama konusunda yararlı bir teorik model olduğu görülmüştür. SL'nin kullanılmama nedeni olarak zaman yetersizliği bulunmuş, yaş ve deneyime bağlı olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür. Bu çalışmadan çıkan sonuçlar, SL'nin etkili bir şekilde eğitim sürecine entegre edilebilmesi ve öğrenenler tarafından benimsenerek SL kullanımının artırılması ve yaygınlaştırılması açısından kurumlara yol gösterici olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Sanal laboratuvar, Açık ve uzaktan öğrenme, Teknoloji kabul modeli, Kısmi en küçük kareler

## ABSTRACT

### VIRTUAL LABORATORIES IN OPEN AND DISTANCE LEARNING: CIRCUIT ANALYSIS APPLICATION

Hanife ÇİVRİL

Distance Education Department  
Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, May, 2017  
Supervisor: Prof. Dr. Ali Ekrem ÖZKUL

In this study, considering the effect of 21st century technologies and changing tendencies in education, the environments developed for laboratory applications, which are an integral part of education were examined and applicability of virtual laboratories (VL) to open and distance learning was investigated. It is generally supposed that it is more difficult to provide courses that require applications by distance learning than information and theory based courses, so most distance institutions avoid these courses. VL environments offer the opportunity to perform laboratory activities at a distance. In this study, the use of VL was investigated in the course of "Circuit Analysis Laboratory" at Anadolu University Open Education Faculty Electric Power Generation, Transmission and Distribution Associate Degree Program, and 2D and 3D VL environments were presented to learners through learning management systems. In this study, which used exploratory sequential design approach- one of mixed method design types, the learners' intention to use VL was examined within the framework of the research model based on the Technology Acceptance Model, and the reasons why learners did not use VL were also investigated. For the analysis of qualitative data, content analysis was used, and for the analysis of quantitative data, descriptive statistics and nonparametric tests for those didn't use VL, and Partial Least Square structural equation model for those who used VL were used. As a result of the study; it was seen that the developed research model is a useful theoretical model in terms of understanding and explaining the intentions of learners' virtual laboratory usage. Lack of time was found as a reason for not using VL, and significant differences were observed depending on age and experience of learners. The results of this study will guide institutions to integrate VL effectively into the education process and to increase and disseminate the use of VL by being adopted by learners.

**Keywords:** Virtual laboratory, Open and distance learning, Technology acceptance model, Partial least square

## TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım süresince bana yol gösteren, karşılaőtıđım zorluklarda her zaman yanımda olan tez danıőmanım Prof. Dr. Ali Ekrem ÖZKUL'a; tez çalıőmam boyunca araőtırmalarımı yönlendirerek katkı sağlayan Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Tuncay YİĞİT'e ve Doç. Dr. Mehmet Emin MUTLU'ya; fikir, bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Cengiz Hakan AYDIN'a ve Doç. Dr. Evrim GENÇ KUMTEPE'ye sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım sırasında 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs vererek bana mali destek sağlayan TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve tecrübeleriyle destekleyen iş arkadaşlarıma; hayatım boyunca her zaman yanımda olan anneme, babama ve ağabeyime sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hanife ÇİVRİL  
Eskişehir, 2017

18/05/2017

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Hanife ÇİVRİL

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI .....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
GÖRSELLER DİZİNİ .....	xv
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xvi
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Amaçlar .....	6
1.2.1. Nitel durum çalışması için araştırma soruları .....	6
1.2.2. Nicel araştırma soruları .....	6
1.3. Önem.....	7
1.4. Sınırlılıklar .....	7
1.5. Tanımlar .....	7
2. ALANYAZIN .....	10
2.1. Açık ve Uzaktan Öğrenme .....	10
2.2. Laboratuvar Uygulamaları.....	11
2.3. Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları .....	13
2.3.1. Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları.....	15
2.3.2. Ev deney kitleri .....	18
2.3.3. Mobil (Gezici) laboratuvarlar.....	21
2.3.4. Sanal laboratuvarlar.....	21
2.3.4.1. Sanal laboratuvar uygulamalarının avantajları.....	28
2.3.4.2. Sanal laboratuvar uygulamalarının dezavantajları .....	31
2.3.5. Uzaktan erişimli laboratuvarlar .....	33



2.3.6. Sanal bilişim laboratuvarları.....	40
2.4. Açık ve Uzaktan Öğrenme Laboratuvar Uygulamalarında Karma Model .....	41
2.4.1. Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları ve sanal laboratuvar uygulamalarından oluşan karma model.....	43
2.5. Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları İle İlgili Örnekler.....	45
2.6. Laboratuvar Uygulamaları İle İlgili Araştırmalar.....	58
2.6.1. Geleneksel eğitimde laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar .....	58
2.6.1.1. Sanal laboratuvar ile ilgili araştırmalar .....	58
2.6.1.2. Karma laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar.....	59
2.6.1.3. Uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar.....	61
2.6.2. Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar .....	62
2.6.2.1. Ev deney kitleleri ile ilgili araştırmalar .....	62
2.6.2.2. Sanal laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar .....	63
2.6.2.3. Uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar.....	65
2.7. Kuramsal Çerçeve .....	66
2.7.1. Teknoloji kabul modeli (TKM) .....	67
2.7.2. Açık ve uzaktan öğrenmede teknoloji kabulü .....	72
2.7.3. Sanal laboratuvarların kabulü ile ilgili çalışmalar .....	74
3. YÖNTEM.....	76
3.1. Araştırma Deseni .....	76
3.2. Araştırmanın Bağlamı.....	78
3.2.1. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi'nde laboratuvar uygulamaları.....	78
3.2.2. Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım önlisans programında laboratuvar uygulamaları.....	80
3.2.3. Devre analizi laboratuvarı dersi.....	81

3.2.4. Uygulama süreci.....	82
3.2.5. Devre analizi sanal laboratuvarları ve e-öğrenme ortamları ...	83
3.2.5.1. Hazırlık aşaması.....	83
3.2.5.2. 2 boyutlu ve 3 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarları (DASL).....	84
3.2.5.3. Devre analizi e-öğrenme ortamları .....	86
3.3. Katılımcılar .....	89
3.3.1. Nitel durum çalışması katılımcıları.....	89
3.3.2. Nicel araştırma katılımcıları.....	91
3.4. Veri Toplama Araçları .....	93
3.4.1. Nitel durum çalışması için veri toplama araçları .....	93
3.4.2. Nicel araştırma için veri toplama araçları .....	94
3.5. Verilerin Analizi .....	97
3.5.1. Nitel durum çalışması için veri analizi.....	97
3.5.2. Nicel aşama için veri analizi.....	98
4. BULGULAR VE YORUM .....	100
4.1. Nitel Durum Çalışması Bulguları.....	100
4.1.1. DASL kullanan öğrenenlerin görüşleri.....	100
4.1.1.1. Teknolojik faktörler .....	101
4.1.1.1.1.Kurulum .....	101
4.1.1.1.2.Kullanım .....	102
4.1.1.1.3.İşlevsellik ve görsellik .....	103
4.1.1.1.4.Esneklik .....	105
4.1.1.2. Eğitsel faktörler .....	106
4.1.1.2.1.Ön hazırlık.....	106
4.1.1.2.2.Hazırlanma süresi.....	107
4.1.1.2.3.Teorik bilgiyi geliştirme .....	108
4.1.1.2.4.Göreceli avantaj .....	109
4.1.1.2.5.Akademik destek.....	109
4.1.1.3. Duyuşsal faktörler .....	110
4.1.1.3.1.Memnuniyet.....	110
4.1.1.3.2.Motivasyon .....	111
4.1.1.3.3.Özyeterlik .....	112

4.1.1.4. Öğrenenlerin devre analizi sanal laboratuvar veya yüz yüze laboratuvar tercihleri .....	112
4.1.1.4.1.Sanal laboratuvar .....	113
4.1.1.4.2.Yüz yüze laboratuvar .....	113
4.1.2. DASL kullanmayan öğrenenlerin görüşleri .....	114
4.2. Araştırma Modeli .....	116
4.2.1. Araştırma modeli değişkenleri .....	118
4.2.1.1. Algılanan fayda (AF) ve Algılanan kullanım kolaylığı (AKK).....	118
4.2.1.2. Tutum (T) .....	119
4.2.1.3. Davranışsal niyet (DN) ve Algılanan kullanım (AK)....	119
4.2.1.4. Algılanan destek (AD) .....	120
4.2.1.5. Özyeterlik algısı .....	120
4.2.1.6. Göreceli avantaj (GA) .....	121
4.2.1.7. Sistem karakteristikleri (SK).....	122
4.2.1.8. Motivasyon (MTV) .....	123
4.3. Nicel Araştırma Bulguları.....	124
4.3.1. DASL kullanan öğrenenlerin nicel bulguları .....	124
4.3.1.1. Ölçüm modeli .....	124
4.3.1.2. Yapısal model.....	127
4.3.2. DASL kullanmayan öğrenenlerin nicel bulguları.....	133
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	141
5.1. Sonuçlar .....	141
5.1.1. Nitel durum çalışmasına ilişkin sonuçlar.....	141
5.1.2. Nicel araştırmaya ilişkin sonuçlar.....	152
5.1.2.1. SL kullanım niyetlerini etkileyen faktörlere ilişkin sonuçlar.....	152
5.1.2.2. SL kullanmayanlara yönelik nicel araştırma sonuçları .....	156
5.1.3. Çalışmaya ilişkin genel sonuçlar .....	158
5.2. Öneriler.....	159
5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler .....	159
5.2.2. İleride yapılacak araştırmalara yönelik öneriler .....	161

<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>163</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>183</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>201</b>

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1.</b> Ev deney kitleri üretimi yapan bazı firmalar .....	20
<b>Tablo 2.2.</b> Yüz yüze laboratuvarlar ile sanal laboratuvarların mali açıdan karşılaştırılması .....	25
<b>Tablo 2.3.</b> İçeriğin dağıtım oranına göre ders türleri .....	42
<b>Tablo 2.4.</b> Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulama örnekleri .....	54
<b>Tablo 3.1.</b> Devre analizi laboratuvar uygulamaları.....	81
<b>Tablo 3.2.</b> 2014-2015 yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına katılan öğrenenlerin haftalara göre dağılımı .....	89
<b>Tablo 3.3.</b> Nitel durum çalışması katılımcı listesi (DASL kullananlar) .....	90
<b>Tablo 3.4.</b> Nitel durum çalışması katılımcı listesi (DASL kullanmayanlar).....	90
<b>Tablo 3.5.</b> 2015-2016 yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına katılan öğrenenlerin haftalara göre dağılımı .....	91
<b>Tablo 3.6.</b> Ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım durumu .....	92
<b>Tablo 3.7.</b> Ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlere ait kişisel bilgiler .....	92
<b>Tablo 3.8.</b> DASL kullanmayanlara yönelik hazırlanan anket maddeleri .....	95
<b>Tablo 3.9.</b> DASL kullananlara yönelik hazırlanan ölçek maddeleri .....	95
<b>Tablo 4.1.</b> Teknolojik faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri .....	101
<b>Tablo 4.2.</b> Eğitsel faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri.....	106
<b>Tablo 4.3.</b> Duyuşsal faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri.....	110
<b>Tablo 4.4.</b> Tercihlere ilişkin öğrenen görüşleri .....	112

<b>Tablo 4.5.</b> Gösterge yükleri, ortalama, standart sapma, bileşik güvenilirlik ve ortalama açıklanan varyans.....	125
<b>Tablo 4.6.</b> Ayırtedici geçerlik .....	126
<b>Tablo 4.7.</b> Açıklanan varyans değerleri .....	127
<b>Tablo 4.8.</b> Hipotezlenen yol katsayıları, t-değerleri ve hipotez sonuçları .....	130
<b>Tablo 4.9.</b> Araştırma modelindeki doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler .....	130
<b>Tablo 4.10.</b> Etki büyüklüğü sonuçları .....	132
<b>Tablo 4.11.</b> Kestirimsel uygunluk sonuçları .....	133
<b>Tablo 4.12.</b> Öğrenenlerin DASL’yi kullanmama nedenlerine ilişkin mod, medyan ve ranj değerleri .....	133
<b>Tablo 4.13.</b> Öğrenenlerin DASL’yi kullanmama nedenlerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri.....	134
<b>Tablo 4.14.</b> Öğrenim değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları .....	136
<b>Tablo 4.15.</b> Yaş değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları.....	137
<b>Tablo 4.16.</b> Deneyim değişkenine göre mann whitney-u testi sonuçları .....	139

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1. Uzaktan erişimli laboratuvarın çalışma prensibi .....	34
Şekil 2.2. Davis (1986)'in önerdiği Teknoloji Kabul Modeli .....	68
Şekil 2.3. Davis vd. (1989) tarafından önerilen Teknoloji Kabul Modeli.....	69
Şekil 2.4. Davis ve Venkatesh (1996) tarafından önerilen Teknoloji Kabul Modeli .....	69
Şekil 2.5. TKM2 .....	70
Şekil 2.6. BTKKT modeli.....	72
Şekil 3.1. Uygulama süreci.....	83
Şekil 4.1. DASL kullanan öğrenenlerin görüşlerine ait temalar ve alt temalar .....	101
Şekil 4.2. Araştırma modeli.....	117
Şekil 4.3. Önerilen araştırma modeli için yol katsayıları ve $R^2$ değerleri .....	128
Şekil 4.4. t-değerleri ile birlikte bootstrap çıktısının grafiksel gösterimi .....	129
Şekil 5.1. Araştırma modeli sonuçları .....	153

## GÖRSELLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Görsel 2.1.</b> Üç boyutlu sanal laboratuvar .....	24
<b>Görsel 2.2.</b> İki boyutlu sanal laboratuvar .....	25
<b>Görsel 2.3.</b> Uzaktan erişimli laboratuvar .....	39
<b>Görsel 3.1.</b> 2 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarı .....	85
<b>Görsel 3.2.</b> 3 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarı .....	86



## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>AD</b>	: Algılanan Destek
<b>AF</b>	: Algılanan Fayda
<b>AK</b>	: Algılanan Kullanım
<b>AKK</b>	: Algılanan Kullanım Kolaylığı
<b>BTKKT</b>	: Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi
<b>DAOY</b>	: Devre Analizi Özyeterliği
<b>DASL</b>	: Devre Analizi Sanal Laboratuvarı
<b>DN</b>	: Davranışsal Niyet
<b>GA</b>	: Göreceli Avantaj
<b>KEKK</b>	: Kısmi En Küçük Kareler
<b>MTV</b>	: Motivasyon
<b>PDT</b>	: Planlı Davranış Teorisi
<b>SCORM</b>	: Sharable Content Object Reference Model
<b>SET</b>	: Sebepli Eylem Teorisi
<b>SL</b>	: Sanal Laboratuvar
<b>SLOY</b>	: Sanal Laboratuvar Özyeterliği
<b>SK</b>	: Sistem Karakteristikleri
<b>T</b>	: Tutum
<b>TKM</b>	: Teknoloji Kabul Modeli
<b>YEM</b>	: Yapısal Eşitlik Modellemesi

## 1. GİRİŞ

Bu bölümde öncelikle araştırma problemi ortaya konulmuş; daha sonra sırasıyla araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları ve kavramların tanımlarına yer verilmiştir.

### 1.1. Problem

Açık ve uzaktan öğrenme, öğrenenlerin birbirinden ayrı olduğu ve öğrenenler, öğretenler ve öğrenme kaynakları arasındaki iletişim için çeşitli iletişim sistemlerinin kullanıldığı, kurum tabanlı, yapılandırılmış bir eğitim sistemidir (Simonson vd., 2012). 19. Yüzyılın başlarına dayanan açık ve uzaktan öğrenme, önceleri çeşitli nedenlerle geleneksel eğitime devam edememiş olan öğrenenler için bir fırsat olarak görülürken içinde bulunduğumuz dijital çağda 21. yüzyıl teknolojilerinin etkisi ile geleneksel eğitimle bütünleşmekte ve eğitimde bir paradigma değişikliği yaşanmaktadır. Eğitim faaliyetlerinin geleneksel ortamlardan sanal ortamlara taşındığı ve kampüs ortamıyla sınırlı kalmadığı görülmektedir. Hem öğrencilerde, hem öğretenlerde, hem ders materyallerinde hem de eğitim kurumlarında bu değişim göze çarpmaktadır. Genel anlamda eğitim sisteminde bir dijitalleşme söz konusudur. Eğitimin sunulduğu biçiminden, kullanılan öğrenme materyallerine kadar dijitalleşmenin etkileri görülmektedir. Eğitim daha esnek, erişilebilir, sosyal, işbirlikli, kişiselleştirilebilir ve etkileşimli hale gelmektedir. Her geçen gün açık ve uzaktan öğrenmenin sunduğu avantajlardan yararlanan kurum sayısında artış yaşanmakta ve bu duruma paralel olarak da açık ve uzaktan öğrenme sistemine dahil olan öğrenci sayısı da artmaktadır.

Bunun yanı sıra formel olmayan öğrenme ortamlarında da bir değişimden söz edilebilir. Birçok kurum, ders malzemelerini eğitimde fırsat eşitliği yaratmak amacıyla çevrimiçi ve ücretsiz olarak yayınlamaktadır. MIT (Massachusetts Institute of Technology) 2002 yılında ders malzemelerini OpenCourseWare projesi kapsamında çevrimiçi sunarak küresel düzeyde açık eğitsel kaynak hareketinin öncüsü olmuştur. Açık eğitsel kaynaklar herkes tarafından erişilebilen, değiştirilebilen ve paylaşılabilen açık lisanslı ders malzemeleridir. 2008 yılında açık eğitsel kaynak hareketinin devamı olarak MOOCs (Massive Open Online Courses - Kitleli Açık Çevrimiçi Dersler) adı verilen bir öğretim modeli ortaya çıkmıştır. MOOC'lar, yapılandırılmış bir dersin dünya genelinde sınırsız sayıda katılımcıya açık olduğu çevrimiçi derslerdir. Coursera, edX, Udacity, Khan Academy gibi MOOC sağlayıcıları aracılığı ile birçok kurum derslerini binlerce hatta on binlerce insana ulaştırabilmektedir. İnsanlar da önkoşulsuz olarak

dilediği derse kayıt olarak dersleri takip edebilmekte ve dilerse bu eğitimlerini sertifikalandırabilmektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler çok çeşitli alanlarda eğitim sunma olanağını da beraberinde getirmiştir. Bilgi ve teoriye dayanan derslerin yanı sıra yoğun uygulama gerektiren disiplinlerin de yeni teknolojilerin sağladığı olanaklar ile uzaktan verilebildiği ve laboratuvar uygulama dersleri için sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarlar gibi çeşitli çözümlerin geliştirildiği görölmektedir. Teorik olarak öğretilen olayları / durumları gözlemlemek için öğrenenlerin materyallerle etkileşim kurduğu öğrenme deneyimleri şeklinde tanımlanan (Hofstein ve Lunetta, 1982) laboratuvar uygulamaları; mühendislik, fen bilimleri, teknik bilimler gibi disiplinlerde eğitimin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilir. Gözlem, ölçüm, tahmin, planlama, hipotez kurma, problem çözme, işbirliği yapma, veri elde etme, sonuçları yorumlama, zaman yönetimi ve hatalarla baş etme gibi uygulama becerilerinin geliştirilmesi amaçlanır. Daha da önemlisi öğrenenlere bilimsel yöntemi ve kültürü öğretir (Meester ve Kirschner, 1995; Kennepohl, 2013). Ayrıca laboratuvar uygulamaları ile öğrenenlere gerçek olgularla / olaylarla ilgili deneyim sahibi olma imkânı sağlanır. Böylece teorik derslerin dışında laboratuvar uygulamaları sayesinde öğrencilere mezun olduktan sonra iş yaşamında sahip olması gereken beceriler öğretilir. Öğrencilerin öğrenim gördükleri alan ile ilgili laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirmeleri meslek hayatlarında ihtiyaç duyabilecekleri becerileri kazanmalarına imkân tanır ve uygulama alanlarını tanımalarına olanak sağlar. Eğitimde laboratuvar uygulamalarının olmaması durumu ise bilgilerin sadece teorik düzeyde kalmasına neden olacak ve etkili bir öğrenmenin gerçekleşmesi söz konusu olamayacaktır. Tüm bu nedenlerden dolayı laboratuvar uygulaması gerektiren disiplinlerin bilgi ve teoriye dayalı diğer disiplin alanlarındaki eğitimden farklı olduğu söylenebilir. Laboratuvarların, öğrenme çıktılarının uygun şekilde yansıtılmasını sağlayacak ve öğrenenler için değerli bir öğrenme ortamı olacak şekilde tasarlanması kurumlar açısından pahalı ve karmaşık girişimlerdir (Kennepohl, 2013). Pahalı ekipmanların kullanılması, araç-gereç eksiklikleri, mekân yetersizlikleri gibi durumlar eğitim kurumlarında karşılaşılan sıkıntılardan bazılarıdır (Kaba, 2012). Ayrıca kalabalık sınıflarda öğrenenlerin gruplar halinde deneyleri yürütmesi ve zaman kısıtının olması gibi olumsuzluklar nedeniyle laboratuvar uygulamaları genellikle öğrenenlerin ders kitaplarındaki yönergelerin dışına çıkmadan gerçekleştirdikleri

deneyler haline dönüşmekte ve öğrenenlerin uygulama becerilerini geliştirmede yetersiz kalmaktadır (Meester ve Kirschner, 1995).

Laboratuvarların, geleneksel olarak etkili bir şekilde tasarlanması ve öğrencilere sunulması kesinlikle kolay olmayan bir girişimken, açık ve uzaktan öğrenme sunan kurumlarda bu durum daha zordur (Kennepohl, 2013). Öğrenenlerin, laboratuvar kaynaklarından uzakta olması bu zorluğun en temel sebebidir. Tarihsel süreç içerisinde laboratuvar uygulamalarının gelişiminde açık ve uzaktan öğrenme ortamları için çeşitli çözümler geliştirildiği görülmektedir. Dijital çağdan önce, öğrenenlerin uygulama gerektiren derslerde laboratuvar araç ve gereçleri ile fiziksel olarak etkileşime geçerek deneyim sahibi olmaları, laboratuvar uygulamalarının sunulmasında tek çözüm yoluymuştu. Bu kapsamda geliştirilen çözümlerden bazıları kökeni 1970’li yıllara dayanan; yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvarların ve ev deney kitlerinin kullanımınıdır (Shott, 1974; Loannides, 1987; Mosse ve Wright, 2010) ve günümüzde de bu laboratuvar uygulamalarının dünyadaki pek çok açık üniversitede kullanıldığı görülmektedir.

Dijitalleşmenin sağladığı olanaklarla birlikte, eğitimin her alanında olduğu gibi laboratuvar uygulamalarında da yeni öğretim modelleri ortaya çıkmaktadır. Günümüz bilgi ve iletişim teknolojileri, laboratuvar uygulamaları için gerekli ortam ve araçları da sağlayacak düzeye gelmektedir (Özkul, 2003). Bu kapsamda “sanal veya uzaktan erişimli laboratuvarlar” ile hem geleneksel hem de açık ve uzaktan öğrenmede kurumlar, öğrenenlerine laboratuvar uygulamalarını sunabilmektedir. Bu çözümler ile laboratuvar uygulamalarının zaman ve mekân bağlamında esnek ve erişilebilir hale getirilmesi ve öğrenenlerin öğrenme ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanır. Bu yöntemlerin kullanılması son zamanlarda geleneksel uygulamalara alternatif olmaya başlamıştır ve hem uzaktan hem de geleneksel öğrenenler için öğrenmeyi artırıcı fırsatlar olarak görülmektedir. İngiltere Açık Üniversitesi, Malezya Açık Üniversitesi, Sri Lanka Açık Üniversitesi, İspanya Uzaktan Eğitim Üniversitesi gibi açık ve uzaktan öğrenme hizmeti veren kurumların yanı sıra geleneksel eğitim sunan pek çok kurumda sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarlar etkin bir şekilde kullanılmakta ve eğitimin bir parçası haline gelmektedir. Dünyada sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarların eğitimde kullanımını yaygınlaştırmak ve kolaylaştırmak amacıyla farklı disiplin alanlarında açık eğitsel kaynak projelerinin geliştirildiği ve çeşitli konsorsiyumların kurulduğu görülmektedir. MOOC’lar gibi fiziksel laboratuvar uygulamalarının sunumunun neredeyse imkânsız olduğu çevrimiçi öğrenme ortamlarında da uygulama gerektiren

derslerin sunumunda sanal veya uzaktan erişimli laboratuvarlar etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca eğitimcilere, uzaktan eğitim uzmanlarına ve kurumlara, çevrimiçi öğrenme konusunda rehberlik etmek amacıyla kurulmuş Open Learning Konsorsiyum, sanal laboratuvarların eğitimde kullanımı konusunda belli aralıklarla eğitimcilere yönelik workshoplar düzenleyerek sanal laboratuvar kullanımını teşvik etmektedir.

Türkiye’de ise laboratuvar uygulamaları ile ilgili dünyadaki eğilimleri yakalama konusunda akademik çalışmalar yapılsa da uygulama noktasında istenilen düzeyde olmadığı ve geliştirilen ortamların etkin bir şekilde kullanılmadığı ve eğitimin bir parçası haline getirilemediği görülmektedir. Türkiye’de açık ve uzaktan öğrenme yöntemleri ile programlar sunan kurumlarda ise benzer durumlar söz konusudur.

Türkiye’de açık ve uzaktan öğrenme alanında öncü kurum olan Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi 1982 yılında eğitim faaliyetlerine başlamış ve kurulduğu günden bugüne kadar teknolojik gelişmeler doğrultusunda öğrenme ortamlarını güncel tutmuştur. Bünyesinde bulunan programlar incelendiğinde çoğunluğunun bilgi ve teoriye dayalı olduğu ve uygulama gerektiren programların ise az olduğu görülmektedir. Uygulama gerektiren bu programlarda bazı dersler için özel öğretim yöntemleri kullanılmaktadır. Örneğin “Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı” ve “Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik” Önlisans programlarındaki Klavye Öğretimi dersi AÖF Bürolarında uygulamalı olarak yapılmaktadır. Devam zorunluluğu olmayan bu derste uygulamalar, bürolardaki bilgisayarlara kurulan ticari bir Klavye Öğretimi yazılımı kullanılarak yapılmaktadır. Bazı önlisans programlarında ise zorunlu yüz yüze laboratuvar uygulama dersleri bulunmaktadır. Bu derslerden başarılı olabilmek için öğrenenler, program bazında farklılıklar olsa da yaz aylarında belli bir süreliğine yerleşkeye gelerek uygulamalarını gerçek laboratuvar ortamında yapmak zorundadırlar.

Anadolu Üniversitesi, günümüzde eğitim faaliyetlerinde çevrimiçi öğrenme ortamlarını, mobil öğrenmeyi, MOOC’ları ve sosyal ağları etkili bir şekilde kullanarak dijitalleşme konusunda dünyadaki ana eğilimleri yakalamasına rağmen laboratuvar uygulama dersleri konusunda sadece geleneksel yöntemleri kullanması ile bu alanın biraz dışında kaldığı söylenebilir. Öğrenenlerin gerçek laboratuvar uygulamalarına hazırlanmaları için sunulan öğrenme ortamlarının uygulama kitabı, video gibi ortamlarla sınırlı kaldığı görülmektedir. Öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanmaları için daha yenilikçi çözümlere ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

Bu çalışmada Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi bünyesinde bir ders kapsamında öğrenenlere sanal laboratuvar ortamı sunularak öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla Açıköğretim Fakültesi'nde Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı'ndaki öğrenenlere, Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında hem yüz yüze laboratuvar ortamı hem de sanal laboratuvar ortamı ile karma öğrenme deneyimi sunulmuştur. Bu bağlamda Devre Analizi Laboratuvarı dersi için kullanılan sanal laboratuvar ortamları, yüz yüze laboratuvar ortamında yapılacak deneylere hazırlık amacıyla destekleyici bir materyal olarak kullanılmıştır. Böylece her iki laboratuvar uygulamasının avantajlarını içerebilmesi ve olumsuz yönlerinin mümkün olduğunca azaltılmasıyla öğrenenlerin uygulama becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Hem yüz yüze laboratuvar uygulamalarının hem de sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrenme ve öğretmeye önemli katkıların olduğunu ortaya koyan çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda, sanal laboratuvarın, öğrenenlerin gelişen becerileri, tutumları ve başarıları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sanal laboratuvarların etkililiği sıkça belirtilmesine rağmen öğrenenler tarafından benimsenmemesi ve kullanılmaması, karma laboratuvar uygulamasının başarıya ulaşmasına engel olacaktır. Bu yüzden öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanma veya kullanmama konusundaki niyetlerinin altındaki faktörlerin belirlenmesi kurumlar açısından önemlidir. Öğrenenlerin niyetlerini bilmek ve sanal laboratuvar hakkındaki algılarını etkileyen faktörleri anlamak, sanal laboratuvarın daha fazla öğrenen tarafından benimsenmesini ve kullanılmasını sağlamak açısından kurumlara yeni yollar gösterecek ve kurumun bu yönde yeni adımlar atmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada da, öğrenenlerin sanal laboratuvar deneyimleri ile ilgili görüşleri doğrultusunda sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörler ve sanal laboratuvarın kullanılmama nedenleri araştırılmıştır.

Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerini ve kabulünü inceleyen çok az çalışma vardır. Bu çalışma sanal laboratuvarın öğrenenler açısından kabullerinin hangi faktörlere göre farklılık gösterdiğinin ortaya çıkarılması ile eğitim-öğretim sürecindeki etkili kullanımına ışık tutacaktır. Karma laboratuvar uygulamalarının eğitim-öğretim süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılabilmesi, sanal laboratuvarların kabulüne etki eden faktörlerin anlaşılması ile mümkün olacaktır.

## **1.2. Amaçlar**

Bu çalışmada, açık ve uzaktan öğrenmedeki laboratuvar uygulamaları ile ilgili sorunlar ve geliştirilen çözümler incelenmiş ve sanal laboratuvarlar (SL) başta olmak üzere farklı laboratuvar türlerine ait yaklaşımlar ve gelişim süreçleri ele alınmıştır.

Çalışmanın amacı, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı'nda Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında öğrenenlere sanal laboratuvar ortamı sunulurken öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi ve bir uygulama kapsamında açık ve uzaktan öğrenenlerin sanal laboratuvar hakkında görüşlerinin değerlendirilmesidir. Bu amaç çerçevesinde araştırma soruları, nitel durum çalışması ve nicel araştırma için ayrı ayrı belirlenmiştir.

### **1.2.1. Nitel durum çalışması için araştırma soruları**

Nitel durum çalışması ile sanal laboratuvarı kullanan öğrenenlerin sanal laboratuvar hakkındaki algıları, görüşleri ve sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin, kullanmama nedenleri araştırılmıştır. Çalışmanın nitel araştırma soruları şu şekildedir:

1. Sanal laboratuvarı kullanan öğrenenler, sanal laboratuvarı nasıl değerlendirmektedir?
2. Sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri nelerdir?

### **1.2.2. Nicel araştırma soruları**

Nicel araştırma aşamasında, nitel durum çalışması sonucunda elde edilen faktörler doğrultusunda oluşturulan modele göre öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörler incelenmiştir. Ayrıca sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin, kullanmama nedenleri de araştırılmıştır. Çalışmanın nicel araştırma soruları şu şekildedir:

1. Öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörler nelerdir?
2. Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmama nedenleri ile yaş, öğrenim ve deneyimleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?

### 1.3. Önem

Bu çalışma, karma laboratuvar uygulamasının (sanal ve yüz yüze laboratuvarların birlikte kullanımının) etkililiğini gösterme, sanal laboratuvarların öğrenenler açısından kabulünün anlaşılması ve bu alanda yapılacak çalışmalara yön verme açısından önemlidir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar, sanal veya karma laboratuvarları kendi sistemlerine adapte etme konusunda eğitim kurumlarına karar verme aşamasında bilgi sağlayabilir. Böylece bu çalışma, sanal veya karma laboratuvar sunan ya da sunacak olan kurumlara örnek teşkil ederek bu tür uygulamaların yaygınlaştırılmasını ve sürekli hale getirilmesini sağlayabilir. Ayrıca çalışmadan elde edilecek sonuçlar, öğretim elemanlarına ve sanal laboratuvar tasarımcılarına daha etkili laboratuvar ortamları hazırlamaları ve öğrenenler açısından olumlu öğrenme deneyimleri geliştirmeleri konusunda yol gösterici olacaktır. Bu çalışmanın eğitimde karma laboratuvar uygulamaları ve sanal laboratuvar kabul çalışmalarına ışık tutması beklenmektedir.

### 1.4. Sınırlılıklar

Çalışma aşağıdaki sınırlılıklara dayalı olarak yürütülmüştür:

1. Bu çalışma 2014-2015 ve 2015-2016 yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına katılan Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Devre Analizi Laboratuvarı dersine ait kitapta yer alan laboratuvar uygulamaları ile sınırlıdır.

### 1.5. Tanımlar

**Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları:** Öğrenenlerin laboratuvar uygulamalarını belirli bir zaman aralığında yerleşkeye gelerek gerçek laboratuvar ekipmanları ile denetimli bir ortamda yürüttüğü yüz yüze laboratuvar uygulamalarıdır.

**Ev deney kiti:** Öğrenenlerin laboratuvar uygulamalarını evde gerçekleştirebilmelerini sağlayan materyallerden ve ekipmanlardan oluşan bir pakettir.

**Mobil (Gezici) laboratuvarlar:** Ekipmanların ve uzman personelin tır, kamyon, karavan, otobüs gibi araçlarla farklı yerlerdeki öğrenenlerin bulunduğu yerlere götürüldüğü laboratuvarlardır (Hampton, 2002: 86).

**Sanal laboratuvarlar:** Gerçek laboratuvar ortamlarının benzetimleridir.



**Uzaktan erişimli gerçek laboratuvarlar:** Gerçek cihazların internet aracılığıyla kontrol edilerek deneylerin yürütülebildiği laboratuvarlardır (Kennepohl, 2010).

**Sanal bilişim laboratuvarları:** Öğrenenlere, yazılımlarla ve donanımlarla etkileşim kurarak bilgisayar uygulamalarını uzaktan yürütebilme imkânı sunan laboratuvarlardır (Gercek ve Saleem, 2008).

**Karma (Hybrid/Blended) öğrenme:** Çevrimiçi öğrenme deneyimleri ile geleneksel yüz yüze öğrenme deneyimlerinin birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Garrison ve Kanuka, 2004).

**Karma laboratuvar uygulaması:** Öğrenenlerin gerçek ekipmanlarla deneyimlerinin çevrimiçi olarak sunulan laboratuvar deneyimleri ile birleştirilmesidir.

**Teknoloji kabulü:** İnsanların bir teknolojiyi kabul ederek kullanması veya kullanmaya olan niyetleridir.

**Algılanan Fayda:** Sanal laboratuvar kullanımının sağlayacağı faydalara ilişkin öğrenenlerin sahip olduğu inançlardır.

**Algılanan Kullanım Kolaylığı:** Sanal laboratuvarı fazla çaba sarf etmeden kullanabileceklerine ilişkin öğrenenlerin sahip olduğu inançlarıdır.

**Davranışsal Niyet:** Bu çalışmada davranışsal niyet, gelecekte öğrenenlerin sanal laboratuvarları diğer derslerde kullanma niyetleri ve sanal laboratuvarları arkadaşlarına tavsiye edip etmemeleri şeklinde ifade edilmektedir.

**Tutum:** Öğrenenlerin sanal laboratuvar karşısında takındıkları davranış biçimlerini ifade etmektedir.

**Devre Analizi Özyeterlik Algısı:** Öğrenenlerin Devre Analizi'ne ait laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirme konusunda kendi yeteneklerinin farkında olmasıdır.

**Sanal Laboratuvar Özyeterlik Algısı:** Öğrenenlerin sanal laboratuvarında deneyleri gerçekleştirme konusunda kendi yeteneklerinin farkında olmasıdır.

**Göreceli avantaj:** Sanal laboratuvarın yüz yüze laboratuvar uygulamalarına hazırlık konusunda var olan diğer materyallere (kitap, video vs.) ek olarak sağladığı avantajlardır.

**Algılanan Destek:** Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanımları sırasında ihtiyaç duydukları kaynakların ulaşılabilirliği konusundaki algılarıdır.

**Algılanan Kullanım:** Öğrenenlerin sanal laboratuvarı ne kadar kullandıklarına yönelik inançlarıdır.

**Sistem karakteristikleri:** Sanal laboratuvarın gerçek bir laboratuvar ortamına olan benzerliği olarak tanımlanmaktadır.

**Motivasyon:** Biliş ve davranış boyutunda harekete geçiren, öğrenmeyi sağlayan itici bir güç olarak tanımlanmaktadır.

**Yapısal Eşitlik Modellemesi:** Birçok bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkisini açıklayabilen ve kuramsal modellerin bir bütün olarak tek seferde test edilmesine imkân sağlayan etkili bir model test etme ve geliştirme yöntemidir (Anderson ve Gerbing, 1988).

## 2. ALANYAZIN

Bu bölümde öncelikle açık ve uzaktan öğrenmeye değinilmiş ve açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları ele alınmıştır. Daha sonra laboratuvar uygulama örnekleri verilerek laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar sunulmuştur. Ayrıca araştırmanın kuramsal temelinde yer alan Teknoloji Kabul Modeline değinilmiştir.

### 2.1. Açık ve Uzaktan Öğrenme

Açık ve uzaktan öğrenme, öğrenenlerin birbirinden ayrı olduğu ve öğrenenler, öğreteler ve öğrenme kaynakları arasındaki iletişim için çeşitli iletişim sistemlerinin kullanıldığı, kurum tabanlı, yapılandırılmış bir eğitim sistemidir (Simonson vd., 2012). Açık ve uzaktan öğrenme uygulamalarını ifade etmek amacıyla açıköğretim, uzaktan eğitim, e-öğrenme, İnternet tabanlı öğrenme, esnek öğrenme gibi farklı kavramlar kullanılmaktadır. Bu kavramlar arasında küçük farklar olmakla birlikte evrensel literatürde genellikle birbirleri yerine kullanıldığı görölmektedir (Aydın, 2011). Açık ve uzaktan öğrenmenin tarihsel gelişimine bakıldığında uygulamalarda büyük değişimler olduğu görölmektedir. Bu değişimlerin temelinde kullanılan teknolojiler yatmaktadır.

Açık ve uzaktan öğrenmenin temelleri çoğu kaynakta 19. yüzyıla dayandırılmaktadır (McIsaac ve Gunawardena, 1996; Peters, 2004). Bu dönemde kurumlar, öğrencilerle iletişimde mektupları kullanmıştır. Farklı alanlarda, her kesimden bireye eğitimler, mektuplar kullanılarak verilmiştir. İletişim, posta yoluyla yapıldığı için dönemin şartları da göz önünde bulundurulduğunda, eğitim sürecinin oldukça yavaş olduğu söylenebilir. Mektupla eğitim dönemi, 20. yüzyılda radyo ve televizyonun eğitim aracı olarak yaygınlaşmaya başlamasına kadar devam etmiştir (McIsaac ve Gunawardena, 1996). Radyo ve televizyon yayınları, eğitimde kitlelere ulaşma imkânı sağladığı için açık ve uzaktan öğrenmede bir dönüm noktası olduğu söylenebilir. Eğitim içerikleri bu ortamlar için uyarlanmış ve özellikle geleneksel eğitime erişimi olmayan kişilere eğitimleri ücretsiz olarak takip etme imkânı sunulmuştur. Radyo ve televizyona paralel olarak ses/videokasetleri de bu dönemde kullanılan görsel ve işitsel araçlar olmuştur. Dünyanın dört bir yanındaki kurumlar ve öğrenciler bu yeni teknolojilerden yararlanmıştır ve bu dönemde açık ve uzaktan öğrenme daha popüler hale gelmiştir. 1969 yılında kurulan İngiltere Açık Üniversitesi, mektupla yazışmayı, basılı materyalleri, televizyon yayını, çalışma merkezlerini ve destek hizmetlerini birleştiren yeni bir öğretim tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır.

İzlediği açıklık politikası ile çok sayıda öğrencinin eğitime erişebilmesini sağlamış ve açık ve uzaktan öğrenme alanında gelecekteki uygulamaların temelini oluşturmuş ve örnek teşkil etmiştir. 1980'li yıllarda ise uydu yayınları ile iki yönlü video/ses konferansları gibi etkileşimli uygulamalar açık ve uzaktan öğrenmede kullanılan diğer araçlardan olmuştur (Gunawardena ve McIsaac, 2003).

Bilgisayar ve internet teknolojilerinin açık ve uzaktan öğrenmede kullanılmaya başlanması bir diğer önemli dönüm noktasıdır (Harasim, 2000). Özellikle 2000'li yılların başlarında kişisel bilgisayar kullanımının artması ve bu bağlamda internetin yaygınlaşması ile kurumlar, bu ortamları eğitim-öğretim süreçlerine dahil etmeye başlamıştır. Daha sonraki yıllarda web teknolojilerindeki, mobil ve kablosuz cihaz teknolojilerindeki, grafik teknolojilerindeki, ağ teknolojilerindeki gelişmeler, yeni açık ve uzaktan öğrenme uygulamalarını da beraberinde getirmiştir. Bu gelişmeler ile öğrenenlere daha esnek, erişilebilir, sosyal, işbirlikli, kişiselleştirilebilir ve etkileşimli öğrenme deneyimleri sunulabilmektedir.

Geçmişten günümüze kullanılan teknolojiler, Açık ve uzaktan öğrenmenin önemli bir parçası olmuştur. Ancak Clark (1983)'in da belirttiği gibi teknolojiler tek başlarına öğrenmeyi sağlamada etkili değildir. Teknolojilerin doğru bir şekilde kullanılması gereklidir. Bu yüzden açık ve uzaktan öğrenmenin başarılı olabilmesi için, öğretim sürecinin tasarımı önemlidir. Öğrenme ortamları bir sistem olarak düşünüldüğünde, bu sistemin bileşenleri olan öğretenler, öğrenenler, materyaller ve teknoloji sürekli birbiri ile ilişki içindedir. Kurumlar, tasarım aşamasında kurumun veya dersin amaçları doğrultusunda bu bileşenlerin her birini ayrı ayrı göz önünde bulundurmalıdır (Simonson vd., 2012). Böylece açık ve uzaktan öğrenme daha başarılı ve etkili olacaktır.

## **2.2. Laboratuvar Uygulamaları**

Uygulamalı bilimlerin (mühendislik, sağlık bilimleri), teknik bilimlerin ve fen bilimlerinin eğitimi, bilgi ve teoriye dayalı diğer disiplin alanlarının eğitiminden oldukça farklıdır. Bu alanlardaki çoğu ders, bir akademik dönem içinde haftalık olarak teorik konuların anlatıldığı sınıf oturumlarından ve uygulamalardan oluşacak şekilde yapılandırılır. Eğitimin en önemli parçası ve tamamlayıcı unsuru laboratuvarlardır. Geleneksel eğitimde bu dersler için kurumun imkânları dahilinde özel ekipmanlarla donatılmış, bu iş için özel tahsis edilmiş alanlar kullanılmaktadır ve öğrenciler haftalık

olarak teorik derslerinin yanı sıra laboratuvar uygulamalarına katılmakta ve bu laboratuvar uygulamaları gözetimli bir ortamda yapılmaktadır. Öğrenciler, laboratuvar uygulamalarını genellikle gruplar halinde yürütür ve her bir deneyin sonunda deneylerden elde ettikleri verilerden yola çıkarak rapor hazırlar. Laboratuvar uygulamaları ile öğrenciler mezun olduklarında sahip olması gereken nitelikleri kazanırlar.

Laboratuvar uygulamalarının kullanılma amaçları şu şekildedir (Cooper, 2005; Lindsay ve Good, 2005; Mosse ve Wright, 2010, s. 111):

- Genel laboratuvar becerilerinin ve disipline özel becerilerin geliştirilmesi
- Teorik derslerin uygulama dersleri ile pekiştirilmesi
- Teorik bilgileri pratik durumlara uygulama
- Deneysel tasarım ve planlama becerisi geliştirme
- Gözlem yapma becerisi geliştirme
- Veriyi işleme, analiz etme, yorumlama, raporlama becerisi geliştirme
- Problem çözme becerisi geliştirme
- Öğrenenlere profesyonel bilim adamlarının ve mühendislerin dünyasını tanıtmak
- Öğrenen-öğrenen ve öğrenen-öğreten etkileşimini sağlama
- Sosyal becerileri ve takım çalışması becerilerini geliştirme
- Öğrenenlerin alana karşı olumlu tutumlar geliştirmesini sağlama ve bu sayede onları motive etme
- Öğrenenlere disipline kullanılan önemli araçların, ekipmanların ve tekniklerin kullanımına izin vererek onlara aşina olmalarını sağlama

Kurumlar, öğrenenlere iyi bir laboratuvar ortamı sağlama konusunda çoğu zaman bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Laboratuvar uygulamalarına aynı anda katılabilecek öğrenci sayısı genellikle sınırlıdır ve bu laboratuvarların yürütülmesini sağlamak için çok sayıda eğitimli personele ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük öğrenci gruplarında her bir öğrenci ile bireysel olarak ilgilenmek mümkün olamamaktadır ve öğrenciler genellikle deneylerini yürütürken çok fazla özgürlüğe sahip değildir. Ayrıca laboratuvarlarda kullanılan ekipmanların bakımı veya arızalanması, eskimesi gibi nedenlerle değiştirilmesi gerekmektedir ve bu durumlar da kurumlara finansal açıdan yük oluşturmaktadır. Kısacası var olan fiziksel laboratuvarlar eğitimli personel, uygun yapılanma, finansal kaynak ve uygun ekipman yetersizliği ile karşı karşıyadırlar (Arjamand ve Khattak, 2013).

### 2.3. Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları

Açık ve uzaktan öğrenme konusunda son yıllarda elde edilen çok büyük başarılarla rağmen, bazı alanların açık ve uzaktan öğrenme yoluyla sunulmasında zorluklarla karşılaşmaktadır (Alhalabi, Anandapuram ve Hamza, 2000). Açık ve uzaktan öğrenmede, uygulama veya laboratuvar derslerinin verilmesi, bilgi ve teorinin öğretilmesinden daha zordur (Hampton, 2002, s. 83). Bu yüzden çoğu uzaktan eğitim sağlayıcısı deneysel bilimlerden kaçınır (Özkul, 2003; Abdel-Salam, Kauffmann ve Crossman, 2007, s. 77; Mosse ve Wright, 2010, s. 109). Bazı eğitimlerde laboratuvar gerektiren disiplinlerde öğrencilerin eğitilmesinin açık ve uzaktan öğrenme ile mümkün olmayacağı ve laboratuvar uygulamalarının sadece denetlenen fiziksel laboratuvarlarda ve özel ve pahalı ekipmanların kullanımı ile yapılabileceği algısı mevcuttur (Al-Shamali ve Connors, 2010). Charles Wedemeyer ise geleneksel ortamda gerçekleştirilebilen bütün öğrenme çıktılarının açık ve uzaktan öğrenme yoluyla da mümkün olabileceğini savunmaktadır. Wedemeyer'a göre asıl sorun bu derslerin açık ve uzaktan öğrenme ile verilip verilemeyeceği değil, en iyi nasıl verilebileceği şeklindedir. Eğitimcilerin gerekli çabayı göstermeleri durumunda bu sorunların üstesinden gelinebileceğini düşünmektedir (Moore, 2010)

Uzaktan eğitimciler, erişilebilirliği artırmayı amaçlayarak laboratuvar ile ilgili zorlukların üstesinden gelmek için çok çeşitli teknikler ve tasarımlar geliştirmişlerdir (Anderson, 2010, s. 11). Geçmişten günümüze açık ve uzaktan öğrenmede çeşitli laboratuvar uygulamaları kullanılmıştır ve hala kullanılmaya devam edilmektedir. Açık ve uzaktan öğrenme amacıyla kullanılan veya kullanılabilecek laboratuvar uygulamaları şu şekilde sıralanabilir:

- Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları
- Ev deney kitleri
- Mobil laboratuvarlar
- Sanal laboratuvarlar
  - o 2 boyutlu sanal laboratuvarlar
  - o 3 boyutlu sanal laboratuvarlar (Sanal gerçeklik)
- Uzaktan erişimli gerçek laboratuvarlar
- Sanal bilişim laboratuvarları

Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları için tek ve kesin bir çözüm yoktur (Kennepohl, 2010, s. 168). Açık ve uzaktan öğrenme sunan bir kurum hangi tür laboratuvar ortamının kullanılacağına aşağıdaki sorulara cevap arayarak karar verebilir:

- Kurumun imkânları (insan ve finans kaynakları) nelerdir?
- Hedef kitle kimdir, büyüklüğü ne kadardır?
- Deneylerin/uygulamaların amaçları nelerdir?
- Beklenen çıktılar/öğrenme hedefleri nelerdir?
- Kullanılacak destek materyalleri nelerdir?

Laboratuvar uygulamaları ile ilgili farklı disiplinlerde pek çok çalışma mevcuttur. Bu yüzden laboratuvar uygulamalarının eğitsel etkililiğini ölçmek için herhangi bir uzlaşma veya ortak bir değerlendirme kriteri bulunmamaktadır. Yapılan birçok çalışma her bir laboratuvar uygulamasının etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu laboratuvar uygulamalarının kendi öğrenme konsepti içinde değerlendirildiği unutulmaması gereken bir noktadır (Ma ve Nickerson, 2006).

Kurumların, öğrenenlere sunacağı laboratuvar uygulamalarını seçerken dikkat etmesi gereken en önemli nokta öğrenme amaçlarıdır. Laboratuvar uygulamaları için öğrenme amaçları başlangıçta açıkça belirlenmelidir. Uygulama çalışmaları için öğrenme amaçları farklılık gösterebilir (Cooper, 2005; Lindsay ve Good, 2005). Örneğin öğrenenlerin fiziksel sistemlerle etkileşim halinde olması ve kendi kontrolü altındaki ekipmanların tepkilerini izleyerek veya dinleyerek deneyim sahibi olması gerekiyorsa sanal laboratuvarların kullanılması uygun olmayacaktır (Ogot, Elliott ve Glumac, 2003).

Kurumlar, öğrenme amaçlarını gerçekleştirmede hangi laboratuvar uygulamasının mali açıdan daha uygun olduğunu sorgulamalıdır (Cooper, 2005). Ayrıca öğrenenlerin becerileri, özellikleri ve önceki deneyimleri de laboratuvar seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli unsurlar arasındadır (Dalgarno, 2002; Corter vd., 2007).

Laboratuvar uygulamalarının etkililiği ve öğrenenlerin öğrenme performansları, sadece kullanılan laboratuvar teknolojileri ile açıklanamaz. Bu açıdan, laboratuvarların etkililiği ile ilgili motivasyon, akran işbirliği, hata-düzeltilme geri bildirim, ortam zenginliği ve etkileşim gibi diğer faktörler de dikkate alınmalıdır. Öğrenenlerin uygulamaları daha gerçekçi algılamasını sağlayacak daha etkileşimli ve inanılır ortamlar üretilmelidir (Cameron, 2002; Ma ve Nickerson, 2006).

Öğrenme amaçlarını gerçekleştirmek için, sözü geçen laboratuvar uygulamaları birleştirilerek de kullanılabilir. Her bir laboratuvar uygulamasının kurum ve öğrenenler açısından üstün özellikleri kullanılarak öğrenenlere daha etkili laboratuvar deneyimleri sağlanabilir. Bu konuda yapılan araştırmalar bu durumu açıkça ortaya koymaktadır (Ma ve Nickerson, 2006).

Her bir laboratuvar uygulamasının kendine has avantajları ve dezavantajları vardır. Kurum, bütün bunları dikkate alarak kurumu ve öğrencileri için en uygun ortamı belirlemelidir.

İlerleyen bölümlerde bu laboratuvar uygulamaları ele alınacak ve avantaj ve dezavantajlarına değinilecektir.

### **2.3.1. Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları**

Açık ve uzaktan öğrenme sağlayan bazı kurumlar, öğrenenlerin uygulama becerilerini geliştirmek amacıyla laboratuvar çalışmalarını yürütebilecekleri fiziksel ortamlar sunmaktadır. Bu ortamlar, çoğunlukla kurumun kendi bünyesinde olmakla birlikte, kuruma bağlı bazı merkezlerde veya öğrenenlere daha yakın diğer kurumlarda olabilmektedir.

Yüz yüze laboratuvar uygulamalarını diğer laboratuvar türlerinden ayıran iki karakteristik özelliği vardır (Ma ve Nickerson, 2006):

- Laboratuvar uygulamasının yürütülmesinde gerekli olan bütün ekipman fiziksel olarak kuruludur.
- Laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirecek öğrenciler, fiziksel olarak laboratuvar ortamında bulunmaktadır.

Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları, öğrenenlere kaliteli laboratuvar ekipmanları ile çalışma imkânları sunabilir. Ancak kurum ve öğrenenler açısından finansal ve pratik nedenlerle bu laboratuvar uygulamaları, dönemde veya yılda birkaç gün ile sınırlıdır ve öğrenenlere gruplar halinde verilir (Cooper, 2005; Lyall ve Patti, 2010, s. 83). Bu süre zarfında, öğrenenler, laboratuvar uygulamalarını denetimli bir ortamda, diğer öğrenenlerle etkileşimli bir şekilde yürütür.

Bu laboratuvarlarda, öğrenenlerin laboratuvar çalışmalarını gözlemleyen, ilerlemelerini takip eden, çalışmalarında yardım eden öğretim elemanları, teknisyenler gibi destek personeli mevcuttur (Cooper, 2005). Öğrenenlere genellikle yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarına katılmadan önce basılı materyaller sunulmaktadır.



Basılı materyallerde, deneylerin yürütülmesi ile ilgili adım adım yönlendirmeler ve güvenlik prosedürleri mevcuttur (Dalgarno, Bishop ve Bedgood Jr., 2003).

Yüz yüze laboratuvar uygulamaları, öğrenenlere gerçek verilerle çalışma imkânı sağlamaktadır. Öğrenenlere teori ve uygulama arasındaki uyumsuzluklardan meydana gelecek beklenmeyen durumlar sunarak farklı öğrenme deneyimleri sağlar. Bu gibi durumlar sanal laboratuvarlar gibi idealize edilmiş ortamlarda mümkün değildir (Özkul, 2003; Ma ve Nickerson, 2006).

Diğer taraftan, bu laboratuvar uygulamaları oldukça pahalı olarak görülmektedir. Bu laboratuvarlar, belirli bir mekâna, personelin veya öğretmenin zamanına ve deneysel altyapıya ihtiyaç duyar. Bunların her biri ise maliyetin artmasına neden olur (Ma ve Nickerson, 2006). Fiziksel laboratuvarlarda öğrenenlerin karşılaşabilecekleri tehlikeli durumlar nedeniyle güvenlik sorunları oluşabilir (Dalgarno vd., 2003). Belirli bir zamana sıkıştırılan bu laboratuvar uygulamalarının çizelgelemesi de zor olabilmektedir (Campbell vd., 2002). Ayrıca, mekân ve kaynakların sınırlılığından dolayı, bu laboratuvar uygulamaları engelli öğrencilerin özel ihtiyaçlarını karşılayamayabilir (Colwell vd., 2002'den aktaran Ma ve Nickerson, 2006). Öğrenenlerin farklı öğrenme tarzları ve profilleri, nitelikli ve deneyimli personelin olmaması, güncel laboratuvar alt yapısının bulunmaması gibi faktörler, öğrenenlerin motivasyonunu olumsuz etkileyebilmekte ve bu durum da öğrenenlerin uygulamalardan elde edecekleri bilgi, beceri ve anlamların etkililiğini kısıtlayabilmektedir (Kamlaskar, 2007). Ayrıca fiziksel laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen deneylerin her zaman öğrenmeyi sağlayamadığı düşüncesi de mevcuttur. Örneğin, laboratuvar uygulamaları, teorik olarak öğretilen konuların deneyler yolu ile doğrulanması şeklinde olabilir ve bu durum da öğrenenlerin konu ile ilgili yanlış anlamalarını ortaya çıkarma ve değiştirme konusunda yeterli olmayabilmektedir (Pyatt ve Sims, 2012).

Bu tür laboratuvar uygulaması, öğrenenlerin gerçek bir laboratuvar deneyimi kazanmaları açısından oldukça değerli olmasına rağmen açık ve uzaktan öğrenme konsepti ile çeliştiği düşünülmektedir. Açık ve uzaktan öğrenmeyi cazip kılan en önemli avantajlarından biri olan zaman ve mekân bağımsızlığı, öğrenenlerin belirli bir zamanda belirli bir mekânda bulunma zorunluluğu ile ortadan kalkmaktadır. Öğrenenlerin bu laboratuvar uygulamalarına katılma zorunluluğu esnek değildir ve onlara öğrenmelerinde çok az bağımsızlık vermektedir (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 133; Islam, 2010, ss. 224–225).

Çoğu öğrenen açısından, laboratuvar uygulamaları için belirli bir mekâna gelmek, önemli bir sıkıntı yaratmaktadır. Bu durum öğrenenlerin, açık ve uzaktan öğrenme ile laboratuvar tabanlı disiplinlerde çalışmalarına engel olabilmektedir. Genellikle öğrenenler açısından problem, seyahat masrafı ve kalacak yer sıkıntısıdır, çünkü öğrenenlerin çoğu, kurumdan uzakta yaşamaktadır. Diğer sorunlar ise çalışan öğrenenlerin işyerlerinden izin alma sıkıntısı ve aile sorumluluklarıdır (Lyall ve Patti, 2010; Brewer vd., 2013). Bazı kurumlar bu sorunların üstesinden gelmek için laboratuvar uygulamalarını, öğrenenlere daha yakın olan kuruma bağlı öğrenme merkezlerinde veya öğrenenlerin bulunduğu bölgelerdeki anlaşmalı kurumlarda sunmaktadır. Ancak bu durum, öğrenenlerin masraflarını azaltmasına rağmen gerekli esnekliği sağlayamamaktadır. Fozdar, Kumar ve Kannan (2006), Indira Gandhi Ulusal Açık Üniversitesi'nde, açık ve uzaktan öğrenme ile verilen bilim programında, öğrenenlerin programı bırakma kararını etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak çalışma merkezlerinde verilen zorunlu yüz-yüze laboratuvar uygulamaları olarak bulmuştur.

Daha önce de söz edildiği gibi bu laboratuvar uygulamaları kısa bir zaman periyodu içinde verilir ve öğrenenler bu kısıtlı zaman içinde de birçok deneyi yapmak zorundadır. Bu durum da bilişsel olarak öğrenenlerin fazla yüklenmesine neden olabilir (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 133). Ayrıca öğrenenlerin, deneyleri yürütürken farklı değişkenler altında deneyin vereceği tepkileri gözlemlemesi ve elde ettiği sonuçlara dayanarak eleştirel düşünmesi de yeterli zamanın olmamasından dolayı mümkün olamamaktadır (Kamlaskar, 2009). Deneylerin yürütülmesi sırasında öğrenenler genellikle gruplar halinde çalıştığı için, grup içindeki bazı öğrenenler, diğerlerinin hızına ayak uyduramayabilir veya aktif olarak deneyin yürütülmesine katılamayabilir. Ayrıca öğrenenler, kendilerine verilen basılı materyaldeki yönlendirmelere bağlı kalarak düşünmeden veya anlamadan deneyi gerçekleştirebilirler (Dalgarno vd., 2003).

Central Queensland Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada ise yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarına katılmak zorunda olan öğrencilerinden toplanan verilere göre, çoğu öğrencinin bu laboratuvar uygulamasını yararlı veya önemli bulmadığı görülmüştür (Warner ve Wilkinson, 1992).

### 2.3.2. Ev deney kitleri

Açık ve uzaktan öğrenenlere laboratuvar uygulamalarını yürütebilmelerini sağlayacak bir diğer yol ise ev deney kitleridir. Ev deney kitleri, öğrenenlerin evde laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirebilmelerini sağlayan materyaller ve ekipmanlardan oluşan bir pakettir. Geleneksel laboratuvarlar, büyük, karmaşık ve pahalı ekipmanlarla donatılırken, ev deney kitleri, daha ucuz ve boyut bakımından daha sınırlı olma eğilimindedir (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 135).

Açık ve uzaktan öğrenmede, ev deney kitleri, geleneksel laboratuvarların yerine geçen taşınabilir mini laboratuvarlar olarak görülmekte (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 133) ve gerçek laboratuvar deneylerine alternatif olarak önerilmektedir (Lyll ve Patti, 2010, s. 85).

Ev deney kitlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 133; Lyll ve Patti, 2010, s. 87; Sarik ve Kymissis, 2010):

- Deneyler, mümkün olduğu kadar geleneksel laboratuvarlarda yürütülen deneylerle benzer yapılmalıdır.
- Deney kitlerinin maliyeti mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır.
- Kitlerin taşınabilir nitelikte olması sağlanmalıdır.
- Gözetimli bir ortam olmadığı için kitlerin mümkün olduğu kadar güvenli olması sağlanmalıdır.
- Kitler, sınırlı derecede deneyime sahip olan öğrenciler için basit, ama aynı zamanda anlamlı deneyler gerçekleştirebilecek kadar da etkili olmalıdır.

Ev deney kitlerinin öğrenenler açısından bazı dezavantajları vardır. Öğrenenleri gözlemleyen ve onlara rehberlik eden yardımcı bir personel olmadığından öğrenenlerin, deneyleri doğru şekilde yürütüp yürütmediğinin anlaşılması zordur (Lyll ve Patti, 2010, s. 87). Bu sorunun çözümü için dijital kamera kullanımı önerilmektedir. Bu sayede, öğrenenlerin gözlenmesi ve gerekli dönütlerin sağlanması mümkün olabilmektedir. Ayrıca öğrenenlerin deneyleri tek başlarına yürütmek zorunda olması ve diğer öğrenenlerle etkileşiminin olmaması, laboratuvar deneyimini olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Kennepohl, 2007).

Diğer sorunlardan biri de güvenlik nedeniyle bazı deneyleri değiştirme ve basitleştirme zorunluluğudur. Bu yüzden öğrenenlerin deneylerden elde ettiği deneyim, eğitsel olarak daha az değerli olduğu söylenebilir. Ayrıca gözetim olmadan güvenli bir

şekilde gerçekleştirilebilen deneylerin sayısı sınırlıdır (Cooper, 2005; Lyall ve Patti, 2010, s. 87).

Yüksek teknoloji gerektiren bazı derslerin uygulamalarının ev deney kitleri ile verilmesi maliyet faktöründen dolayı neredeyse imkânsızdır. Dolayısıyla ev deney kitleri, laboratuvar çalışmalarında pahalı donanım ihtiyacı duyan ileri seviye dersler için uygun olamamaktadır (Abdel-Salam vd., 2007; Sarik ve Kymissis, 2010).

Ev deney kitleri ile çalışan bazı öğrenenler, deney düzeneğini kurmanın, deneyi yapmaktan daha zor olduğunu belirtmiştir (Lyall ve Patti, 2010, s. 87). Öğrenenlerin laboratuvar çalışmaları esnasında yardıma ve tavsiyeye ihtiyacı olabilir. Bu yardım geleneksel laboratuvarlarda öğretene, teknisyen veya laboratuvar partneri tarafından sağlanabilir. Ev deney kitleri ile ev ortamında yürütülen laboratuvar çalışmasında ise, öğrenenler bağımsızdır. Öğrenenler, çalışmalarını tamamlamak için çok fazla zaman harcarlar ve çok fazla deneme yaparlar. Ev laboratuvarlarında anında rehberliğin olmaması bir taraftan dezavantaj olarak algılanırken, diğer taraftan deneyi yapmak için sarf edilen çabanın artması, aktif öğrenmenin önemli bir parçası olarak görülebilir (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 134).

Ev deney kitlerinin bütün amacı, öğrenci erişimini artırmak ve bireyselleştirilmiş bir öğrenme sağlamaktır (Shaw ve Carmichael, 2010, s. 192). Brewer vd. (2013), açık ve uzaktan öğrenmede yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları yerine ev deney kitlerinin kullanılmasının öğrenci kayıtlarında önemli bir artış sağladığını belirtmiştir. Bunun nedenini ise öğrenenler açısından artan esneklik ve erişim olarak belirtmiştir. Ev deney kitlerini kullanan öğrenenlerle yapılan bir diğer çalışmada ise öğrenenlerin ev deney kitleri ile yapılan deneyleri ilginç bulduğu ve öğrenenlerin bütün laboratuvar uygulamalarının bu yolla verilmesini istedikleri belirtilmiştir (Kennepohl, 1996'dan aktaran Kennepohl ve Last, 2000).

Avustralya Monash Üniversitesi, Kanada Athabasca Üniversitesi, İngiltere Açık Üniversite, Avustralya Deakin Üniversitesi, Avustralya Murdoch Üniversitesi gibi bazı kurumlar ev deney kitlerini kullanmaktadır. Bu kurumlarda, ev deney kitlerinin öğrenenlere gönderme prosedürlerinde farklılıklar olabilmektedir. Örneğin Avustralya'da kitler, belirli bir ücret karşılığında öğrenenlere gönderilmektedir. Ders bitiminde, kitler öğrenenlerden eksiksiz bir şekilde geri alındığında ise bu ücret öğrenenlere geri ödenmektedir. Kanada'da ise kitler öğrencilere ücretsiz olarak

gönderilmektedir. Öğrenenlerden kitler dönene kadar, o dersten aldıkları notlar askıya alınmaktadır (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 134).

Bunların yanı sıra, laboratuvar kitlerine olan ilgilinin artması ile bazı ticari şirketler de kit üretimine gitmiştir. Bu şirketler, bazı kurumlara, ev deney kitleri konusunda dış kaynak kullanımını sağlamaktadır (Al-Shamali ve Connors, 2010, s. 134). Tablo 2.1’de ev deney kitleri üretimi yapan bazı firmalar görünmektedir:

**Tablo 2.1.** *Ev deney kitleri üretimi yapan bazı firmalar*

Adı	Adresi
eScienceLabs	<a href="http://www.esciencelabs.com/">http://www.esciencelabs.com/</a>
Hands-On Learning	<a href="https://holscience.com/">https://holscience.com/</a>
KemtecScience	<a href="http://www.kemtecscience.com/">http://www.kemtecscience.com/</a>
QualityScienceLabs	<a href="http://www.qualitysciencelabs.com/">http://www.qualitysciencelabs.com/</a>

Bazı araştırmacılar, ev deney kitlerine dayanan laboratuvar programlarının geliştirilmesinin ve yürütülmesinin yüz yüze laboratuvar uygulamalarından daha pahalı olduğunu iddia etmiştir (Ross ve Scanlon, 1995’den aktaran Shaw ve Carmichael, 2010, s. 197). Shaw ve Carmichael (2010), 3 kredilik birinci yıl genel kimya dersi bağlamında farklı laboratuvar türlerinin (geleneksel laboratuvar, yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar ve ev deney kitleri) maliyetini hesaplamıştır. Bu maliyetlerin hesaplanmasında kullandıkları kriterler “mekân maliyetleri”, “işçi” (öğretim elemanı, laboratuvar hazırlama), “materyaller” (ekipmanlar, sarf malzemeleri) ve “nakliyat” olarak belirlenmiştir. Çalışmada, genel kimya dersi ev laboratuvarı programı ile kampüste gerçekleştirilen laboratuvar programında kurum açısından öğrenci başına düşen maliyetin yaklaşık olarak aynı olduğu ve açık ve uzaktan öğrenme için maliyet açısından en uygun laboratuvar formatının yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvarlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu durumun laboratuvarlara katılan öğrenci sayısı ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Öğrenci sayısı arttıkça maliyet de artacaktır. Bunun yanı sıra, ev deney laboratuvar programında öğrenenlere gönderilen deney kitlerinin geri dönüşünde bozulma veya kırılma oranlarının daha düşük olması maliyetleri düşürecek ve açık ve uzaktan öğrenme için maliyet açısından en uygun yöntem olacaktır. Bu çalışmada sadece farklı laboratuvar programlarının yürütülmesi için gerekli olan kurumsal maliyetlere odaklanılmış ve öğrenenlerin bu süreçteki masrafları belirtilmemiştir. Açık ve uzaktan öğrenenler açısından bakıldığında ise yüz yüze laboratuvar oturumlarına katılımın, seyahat ve konaklama masraflarını beraberinde

getirdiğinden ev laboratuvar programlarının daha hesaplı olduğu da bu çalışmada belirtilmiştir (Shaw ve Carmichael, 2010).

### **2.3.3. Mobil (Gezici) laboratuvarlar**

Mobil (Gezici) laboratuvarlar, ekipmanların ve uzman personelin tır, kamyon, karavan, otobüs gibi araçlarla farklı yerlerdeki öğrenenlerin bulunduğu yerlere götürüldüğü laboratuvarlardır. Laboratuvar erişiminin mümkün olmadığı yerlerde yaşayan insanlara, mobil laboratuvarlar aracılığıyla uygulama yapma imkânı sunulabilmektedir. Bu laboratuvarlarda, geliştirilmesi amaçlanan beceriler için gerekli olan ekipman ile birlikte bu ekipmanların çalışması için gerekli olan altyapı mevcuttur. Öğrenenlere, kısa bir zaman aralığında yoğunlaştırılmış bir şekilde yüz yüze laboratuvar çalışmalarını yürütme ve becerilerini geliştirme imkânı sağlanır (Hampton, 2002).

Örneğin Uganda'da K12 öğrencilerinin bilim laboratuvarlarında uygulama deneylerini gerçekleştirebilmeleri için bir mobil laboratuvar kullanılmaktadır. TASTE (The African Science Truck Experience) adı verilen bu faaliyet ile mobil bilim laboratuvarı çeşitli okulları ziyaret ederek öğrencilere uygulamalı bilim deneylerini sağlamaktadır. Bu mobil laboratuvarda, herhangi bir okulda laboratuvar çalışmalarının öğretilmesinde gerekli olan bütün ekipmanlar mevcuttur (Homepage Africa, 2017).

Mobil laboratuvar uygulamalarına alternatif model, farklı mekânlarda uzun zaman zarfları için tasarlanan nakliye konteynirlerinin kullanımınıdır ve bu konteynirler, dönüşümsel olarak laboratuvar ihtiyacı olan bölgelere taşınmaktadır (Hampton, 2002, s. 87).

### **2.3.4. Sanal laboratuvarlar**

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile laboratuvar uygulamalarının yeni formları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunlar arasında da bilgisayar simülasyonları veya daha genel bir ifadeyle sanal laboratuvarlar gelmektedir (Kennepohl, 2010, s. 170).

Sanal laboratuvarlar, çeşitli yazılımlar aracılığıyla gerçek bir laboratuvar ortamının simüle edilmiş halidir. Öğrenenler, gözetim altında olmadan ve gerçek bir ekipman kullanmadan, laboratuvar çalışmalarını sanal laboratuvarları kullanarak yürütebilir. Böylece disiplin alanı ile ilgili cihazların ve araçların kontrolü ve kullanımı konusunda öğrenenlerin deneyim kazanmaları sağlanmaktadır (Lyll ve Patti, 2010, s. 84).

Chaturvedi ve Dharwadkar (2011), sanal laboratuvarları etkileşim düzeyine göre etkileşimsiz ve etkileşimli olarak gruplandırmaktadır. Öğrenenlerden herhangi bir girdi istenmeyen, sadece gözlem yapmasına izin veren etkileşimsiz sanal laboratuvarlar, karmaşık fiziksel olguların gösterimi için oldukça etkili olabilmektedir. Etkileşimli laboratuvarlar ise bir öğrenenlerin bilgisayar ekranı üzerinden fare veya klavye kullanarak laboratuvar uygulamalarını yönlendirebildikleri laboratuvardır. Sanal laboratuvarlar ayrıca kullanılan yazılımlara bağlı olarak da iki şekilde gruplandırılabilir:

- 2 boyutlu sanal laboratuvarlar
- 3 boyutlu sanal laboratuvarlar (Sanal gerçeklik laboratuvarları)

Sanal gerçeklik, bilgisayar donanımı ve yazılımı ile oluşturulan ve çeşitli duyulara hitap ederek kullanıcılara gerçek ortam gibi görünen ve onları gerçek ortamda gibi hissettiren yapay üç boyutlu ortamlardır (Onyesolu, 2009, s. 291). Çoğu sanal gerçeklik ortamı bir bilgisayar ekranı yoluyla edinilen görsel tecrübelerden ibaretken bazı ortamlar duyma, hareket gibi başka duyulardan da yararlanmaktadır. İnternetin yaygınlaşması ve masaüstü bilgisayarların grafik ve işlemci kapasitelerinin artması gibi iki teknolojik gelişme ile sanal gerçeklik teknolojisi daha da yaygınlaşmaktadır (Dalgarno, 2002).

Sanal gerçekliğin en önemli özelliği gerçek zamanlı etkileşimdir. Bilgisayar, kullanıcı girişlerini denetler ve kullanıcının etkileşimlerine uygun bir şekilde anında sanal dünyayı düzenler. Yani 3 boyutlu ortam, dinamik olarak kullanıcıların mevcut pozisyonuna göre sürekli yeniden oluşturulur. Kullanıcı bu sanal ortam içerisinde özgürce hareket etme imkânına sahiptir ve kullanıcı hareket ettikçe kullanıcının bakış açısına göre sanal ortam güncellenir (Dalgarno, 2002).

Sanal gerçeklik teknolojisinin tercih edilmesinin pek çok nedeni olabilir. Örneğin tarihi mekânlar, uzay, okyanus derinlikleri gibi gerçek yaşamda ziyaret edilemeyen yerlerin araştırılmasında kullanılabilir. Bu gibi ortamların 3 boyutlu simülasyonu öğrenenlere ortamda özgürce hareket etme ve herhangi bir pozisyondan durumu inceleme imkânı sağladığı için iki boyutlu animasyonlara veya fotografik materyallere dayalı diğer simülasyon tiplerinden daha fazla gerçeklik hissi sağlar (Dalgarno, 2002).

Sanal gerçeklik teknolojisi, eğitim alanında da kullanılmaya başlanmış önemli bir teknolojik gelişmedir. Sanal gerçeklik, öğrencilere, durumları sadece okumak, duymak veya gözlemlemek yerine onları deneyimleme imkânı sağlayan eğitimin yeni bir biçimidir. Sanal gerçeklik ortamlarının sunduğu etkileşimli fonksiyonlar, öğrenenlerin

aktif katılımını sağlar. Böylece öğrenenler sadece pasif birer gözlemci olmaktan çıkar ve yeni bilgiyi keşfedebilecekleri ve hatta üretebilecekleri öğrenme sürecinin aktif üyeleri haline gelir (Georgiou vd., 2007). Yapılandırmacı öğrenmeyi sağlar ve aynı zamanda farklı öğrenme stillerini ve öğrenme aktivitelerini de destekleyerek önemli katkılar sunar. Karmaşık kavramların üç boyutlu nesnelere ile sunulması ve sanal gerçeklikteki hareket ve gerçeklik hissi sayesinde bilgilerin uzun dönem depolanmasını sağlar. Ayrıca sanal gerçeklik öğrenenlere daha ilginç, heyecan verici öğrenme ortamları sunar (Bell ve Fogler, 1998; Onyesolu, 2009, ss. 291–292). Öğrenen-öğrenen ve öğrenen-bilgisayar etkileşimini kolaylaştırma potansiyeline sahiptir (Dalgarno, 2002).

Çeşitli disiplinlerde sanal gerçeklik uygulamalarının ve web teknolojilerinin potansiyellerinden yararlanmayı amaçlayan birçok araştırma yapılmaktadır. Bunların arasında sanal laboratuvar uygulamaları da yer almaktadır.

Sanal laboratuvarların pozitif bir etkiye sahip olması için gerçekliğe mümkün olduğu kadar yakın olması ve zengin teknolojiye sahip olması gerektiği belirtilmektedir (Couture, 2004; Muthusamy vd., 2005, s. 58). Gerçek laboratuvarlara en güçlü alternatif olan sanal gerçekliğin bunu sağlayabileceği düşünülmektedir. Günümüzde etkileşimli ve üç boyutlu sanal dünya ile laboratuvar uygulamalarının yüksek seviyede gerçekçi ve inanılır simülasyonları yapılabilmektedir (Georgiou vd., 2007).

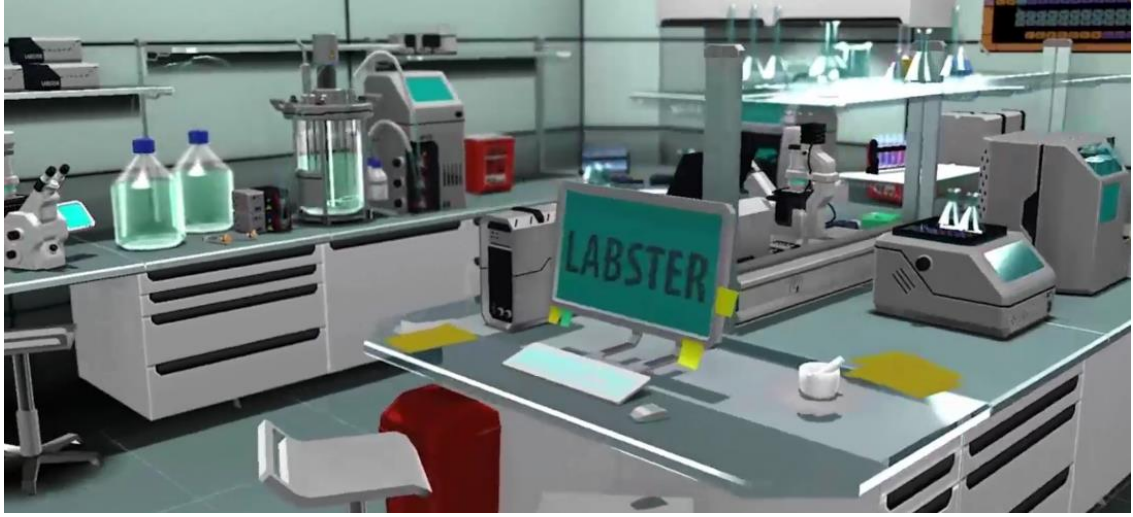
Sanal gerçeklik laboratuvarları, fiziksel laboratuvar ortamlarına benzer şekilde tasarlanan, öğrenenlere gerçeklik ve fiziksel bulunuşluk hissi veren ileri düzey etkileşimli sanal laboratuvarlardır. Diğer öğrenenlerle işbirliği sağlayan sanal gerçeklik laboratuvarları ise sanal laboratuvarların geliştirilmesinde doruk noktasıdır (Chaturvedi ve Dharwadkar, 2011).

Üç boyutlu olarak hazırlanmış bir sanal laboratuvarında öğrenenler, istedikleri gibi gezinebilir ve deneyleri gerçekleştirebilmek için gerekli olan araç gereçlerle etkileşim kurarak onları daha iyi tanıyabilir ve son olarak da öğrenciler, deney sürecinde aktif olarak katılım sağlayarak deneyleri gerçekleştirebilir. Uygulamanın etkileşimsel özellikleri öğrenenlere, deney sonuçlarını etkileyebilecek bütün parametreleri göz önüne alarak sanal deneyleri gerçekleştirmelerine izin verir. Bu eğitsel yaklaşımın en önemli avantajı, öğrenenlerin herhangi bir sınırlama olmadan aynı prosedürleri tekrarlayabilmeleri, deneysel süreci daha iyi algılayabilmek için sonuçları karşılaştırabilmeleridir. Bu sanal dünyalarda öğrenenler, diğer sanal nesnelere etkileşim



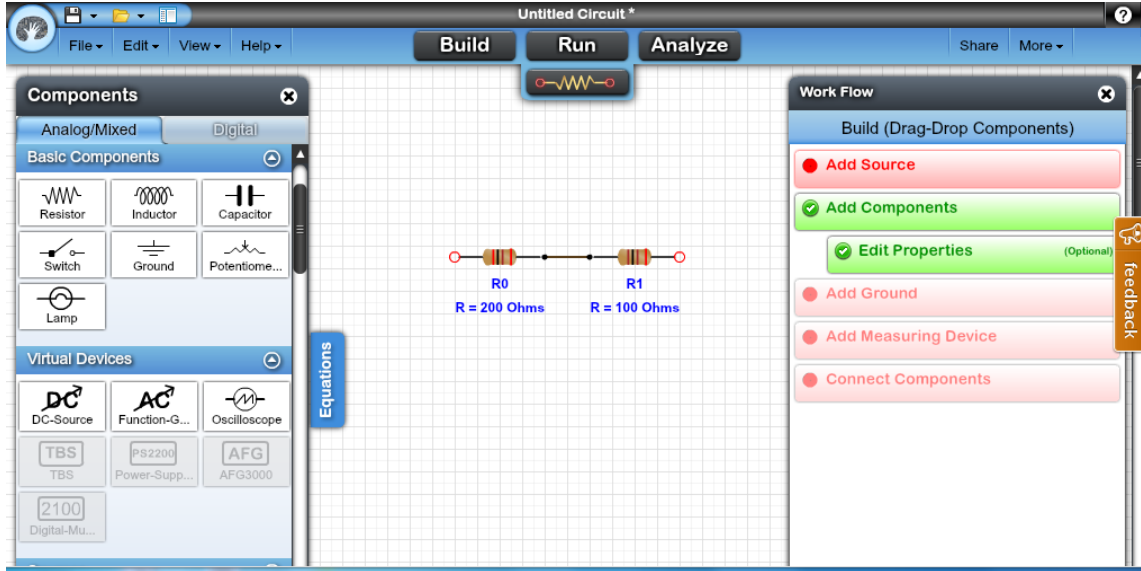
kurabilir ve 3 boyutlu modellerle veya yazı, resim, ses veya video gibi eğitsel materyallerle çalışabilir. Ayrıca sanal gerçeklik teknolojisi, sahip olduğu özelliklerden dolayı öğrencilerin ilgisini çekmektedir ve onlar için öğrenmeyi daha keyifli ve eğlenceli hale getirmektedir (Georgiou vd., 2007).

Görsel 2.1’de Labster tarafından hazırlanan sanal gerçeklik laboratuvarı görülmektedir. Bu laboratuvar, yaşam bilimlerinin öğretilmesi için kullanılmaktadır. Stanford Üniversitesi, Danimarka Teknik Üniversitesi, NovoNordisk, Hong Kong Üniversitesi ve pek çok akademik kurum sanal laboratuvarların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.



**Görsel 2.1.** Üç boyutlu sanal laboratuvar  
**Kaynak:** [www.labster.com](http://www.labster.com)

Görsel 2.2’de ise DoCircuits tarafından hazırlanan iki boyutlu sanal laboratuvar görülmektedir. Elektronik alanı için kullanılmaktadır ve sadece eğitim amacıyla değil elektroniğe ilgi duyan herkese açık bir platformdur.



**Görsel 2.2.** İki boyutlu sanal laboratuvar  
**Kaynak:** [www.docircuits.com](http://www.docircuits.com)

Sanal gerçeklik laboratuvarları ile karşılaştırıldığında, iki boyutlu sanal laboratuvarlarda, gerçeklik hissini olmayışı, etkileşim ve navigasyon sınırlılıkları, üç boyutlu olmamasından kaynaklı modellerin gerçekçi sunulamayışı gibi bazı sınırlılıklar söz konusudur (Georgiou vd., 2007; Onyesolu, 2009).

Sanal laboratuvarların (iki boyutlu veya üç boyutlu), kaynak paylaşımını kolaylaştırması, öğrenenlerin seyahat masraflarını azaltması ve geleneksel laboratuvarlara oranla daha düşük maliyetli olması göze çarpan yararları arasında sayılabilir. Ancak sanal laboratuvarların kullanımında da bazı mali yüklerle karşılaşabilmektedir. Tablo 2.2’de mali açıdan yüz yüze laboratuvarlar ile sanal laboratuvarların karşılaştırılması verilmiştir.

**Tablo 2.2.** Yüz yüze laboratuvarlar ile sanal laboratuvarların mali açıdan karşılaştırılması

Yüz yüze laboratuvar	Sanal laboratuvar
Mekân gereksinimi (laboratuvar uygulamaları ve depo için)	Sunucu bilgisayar ve güçlü bir internet altyapısı gereksinimi
İlk kurulum maliyeti (Laboratuvarın kullanıma hazır hale getirilmesinde gerekli olan araç-gereçler, malzemeler ve altyapı)	Yazılım geliştirme maliyeti (Yazılım geliştiricilerin donanım açısından güçlü bir bilgisayar ihtiyacı ve Lisanslı yazılımlar)
Personel	Personel
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratuvar teknisyeni</li> <li>- Akademik personel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yazılım ve alan bilgisine sahip personel</li> <li>- Danışman desteği</li> <li>- Teknik destek</li> </ul>
Bakım ve onarım	Versiyon güncelleme gerekliliği

**Tablo 2.2. (Devam)** *Yüz yüze laboratuvarlar ile sanal laboratuvarların mali açıdan karşılaştırılması*

<b>Yüz yüze laboratuvar</b>	<b>Sanal laboratuvar</b>
Araç-gereçlerin yenilenmesi gerekliliği	
Sarf malzemelerinin alımı	
Öğrenci üzerine düşen ek maliyetler (Ders için gerekli)	Öğrencilerin donanım, yazılım ve internet teknolojileri açısından güçlü bir bilgisayar ihtiyacı
Öğrenci sayısı arttıkça maliyetin artması	

Geleneksel laboratuvar ortamında, öğrenenlerin deneylerini gerçekleştirebilmeleri için sınırlı zamanları vardır. Sanal laboratuvarlar, bu zaman kısıtını ortadan kaldırarak öğrenenlere kendi hızında çalışma fırsatı verir. Öğrenenlere deney düzeneklerini oluşturma, farklı senaryoları test etme, deneyleri tekrarlama ve hatalarının sonuçlarını görme konularında esneklikler sunar. Böylece öğrenenler, deneyleri tasarlama, sonuçları analiz etme ve yorumlama konusunda daha rahat olabilmektedir (Bell, 1999; Stefanovic, 2013). Gerçek laboratuvar ortamlarında görülemeyen kavramları çeşitli görseller ile görünür olmasını sağlar (Finkelstein vd., 2005). Sanal laboratuvarlar uygun bir şekilde tasarlandığı ve geliştirildiği takdirde, öğrenenlerin önceki bilgilerini hatırlamalarında, öğrenmeye teşvik etmede, etkili bir şekilde öğrenmede, bilgiyi saklamada, öğrenme çıktılarını test etmede ve öğrenmenin yeni durumlara transferinde oldukça etkili olduğu belirtilmektedir (Budhu, 2002). Öğrenenler, sanal ortamla etkileşim kurarak bilgiyi keşfeder. Öğrenenlere araştırma ve deney yapabilecekleri gerçek bağlamlar sunar (Dalgarno, 2002).

Öğrenenler, sanal laboratuvarlarda bireysel çalışmaktadır. Diğer taraftan öğrenenlerin deneylerden elde ettikleri sonuçlarını paylaşabilecekleri ve akranlarıyla işbirliği yapabilecekleri öğrenme ortamlarının sunulması, onları daha fazla çalışma ve deney yapma konusunda motive edecektir (Stefanovic, 2013). Çoklu ortam destekli, yüksek etkileşimli, işbirlikli sanal laboratuvarlar, yapılandırmacı öğrenmeyi destekleyerek öğrenenlerin problem çözme becerilerini geliştirme konusunda değerli bir öğrenme aracı olacaktır (Sahin, 2006).

Sanal laboratuvarların kullanılması konusunda öğrenenler daha fazla desteğe ve rehberliğe ihtiyaç duyabilir (Holzinger vd., 2009). Öğrenenlere deneyleri gerçekleştirmesi anında gerekli desteğin sağlanması ile öğrenenler deneylerine daha fazla odaklanabileceklerdir.

Sanal laboratuvarlar, öğrenenlerin sadece gerçek dünya deneyimlerini elde ettikleri modeller oldukları için değil, aynı zamanda kavramları ve teorileri öğrenmelerinde herhangi bir risk almadan süreçleri tekrar edebildikleri güvenli ortamlar oluşturdukları için de eğitimde önemli bir rol oynar (Georgiou vd., 2007).

Sanal laboratuvarların kullanılması, araştırmacılar arasında tartışma konusudur. Bazı araştırmacılar, sanal laboratuvarların kullanıcı dostu olduğunu ve deneysel çalışmaların yürütülmesi için mükemmel bir ortam sağladığını belirtmektedir (Arjamand ve Khattak, 2013). Ancak bazı araştırmacılara göre sanal laboratuvarlar, sağladığı avantajlara rağmen, gerçek laboratuvar uygulamaları için zayıf bir alternatif olarak görülmektedir (Nedic, Machotka ve Nafalski, 2003). Bunun en önemli nedeni öğrenenlerin gerçek laboratuvar araçlarıyla ve dolayısıyla gerçek veri kaynakları ile çalışamamalarıdır.

Bugünün teknolojisi, laboratuvarların tamamen çevrimiçi olarak öğrenenlere sunulmasını mümkün kılmaktadır. Ancak çoğu araştırmacı, laboratuvarların çevrimiçi öğretilmesinin zor olduğu konusunda hem fikirdir. Bazı araştırmacılara göre sanal laboratuvarlar, sadece geleneksel laboratuvarlara destek materyali olarak kullanılmalıdır. Diğer taraftan bazı araştırmacılara göre ise iyi tasarlanmış sanal laboratuvarlar, başlangıç aşamasında geleneksel laboratuvarın yerine kullanılabilir (Doiron, 2009).

Sanal laboratuvarların öğrenenleri geleneksel laboratuvar ortamına hazırlama konusunda önemli bir rolü vardır. Sanal laboratuvarların geleneksel laboratuvar uygulamalarına destek olarak kullanılmasının öğrenmeye önemli katkılarının olduğu belirtilmektedir. Geleneksel laboratuvar ortamına gelmeden önce kullanılan sanal laboratuvarlar, öğrenenlere deney ortamını tanıtmak, deney sürecini anlatmak ve deneyde kullanılacak araç-gereçleri tanıtarak deney düzeneğini oluşturmak gibi çeşitli imkânları sunmaktadır. Destek materyali olarak kullanılan iyi tasarlanmış etkileşimli sanal laboratuvarlar öğrenenlere aşağıdaki fırsatları sunmaktadır (Dalgarno, 2002; Kamlaskar, 2007):

- Deneylerin gerçek ortamda gerçekleştirilmeden önce sanal ortamda denenmesi
- Gerçek veri veya ekipmanla etkileşime girmeden zamandan ve mekândan bağımsız uygulamalar yapma
- Öz güven oluşturma, gerçek ortamda kendilerini rahat hissetme
- Çeşitli değerler kullanarak deneyin sonuçlarını gözleme

- Laboratuvar kurallarını daha iyi anlama ve güvenli çalışma
- Gerçek ortamda kullanılan araç-gereçleri tanıma, araç-gereçleri doğru bir şekilde kullanma ve deney düzeneğini oluşturmada zorluk yaşamama
- Öğrenenlerin gerçek ortamda laboratuvar etkinliklerini etkili olarak yürütmeye hazır olup olmadıklarını kendi kendine test etme imkânı verme

Farklı disiplinlerde çeşitli simülasyon teknikleri kullanılarak sanal laboratuvarlar, geliştirilmiştir (Budhu, 2002; Muthusamy vd., 2005, s. 55). Sanal laboratuvarlar, öğrenenlerle CD, DVD gibi depolama ortamların yanı sıra internet üzerinden de paylaşılabilmektedir. Kurumlar, genellikle sanal laboratuvarlarını kendi kurumlarının web sitelerinden sunmaktadır. Bu sanal laboratuvarların bazıları herkesin kullanımına açıkken bazıları ise sadece kurumun kendi öğrencilerinin kullanımına açıktır. Sanal laboratuvarlara ulaşılabilecek bir diğer ortam ise dijital kütüphanelerdir. Dijital kütüphaneler çeşitli çoklu ortam formatlarında (yazı, video, grafik ve ses) kullanışlı, etkileşimli öğrenme nesnelere sunmaktadır (Budhu, 2002). Son yıllardaki eğilimlere bakıldığında depolama ortamlarından ziyade internetin sağladığı çeşitli olanaklardan dolayı sanal laboratuvarların internet üzerinden sunulduğu görülmektedir ve bu konuda çok fazla çalışma yürütülmektedir.

#### **2.3.4.1. Sanal laboratuvar uygulamalarının avantajları**

Muthusamy vd. (2005), sanal laboratuvar uygulamalarının avantajlarını aşağıdaki başlıklar altında gruplandırmıştır:

**Lojistik:** Özellikle büyük miktardaki öğrenci gruplarına gerçek laboratuvarların sağlanması, kurumlar için önemli sorunlar oluşturmaktadır. Sanal laboratuvar, bu durumlarda oldukça uygun bir seçenek olarak görünmektedir (Muthusamy vd., 2005, s. 56).

**Düşük Maliyet:** Gerçek laboratuvarların artan masrafları ile baş etmede sanal laboratuvarlar etkili bir yol olarak görülmektedir. Gerçek laboratuvarlarla kıyaslandığında sanal laboratuvarların kurulum maliyeti, kullanma ve bakım maliyetleri daha düşük olduğu düşünülmektedir. Gerçek laboratuvarların aksine, sanal laboratuvarlar günlük bakıma ihtiyaç duymaz. Gerçek laboratuvarlarda meydana gelen cihazların arızalanması vb. durumlar sanal laboratuvarlarda söz konusu değildir (Muthusamy vd., 2005, s. 56). Bütün bu durumlar maliyetleri azaltsa da üç boyutlu veya gerçekçi bir sanal laboratuvarın tasarlanmasının ve geliştirilmesinin çok fazla zaman ve

masraf gerektirdiği de bir gerçektir ve bu durum da maliyetleri artıracaktır (Ma ve Nickerson, 2006).

**Açık ve Uzaktan Öğrenme:** Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle, çeşitli disiplin alanlarında eğitim açık ve uzaktan öğrenme yoluyla verilebilir hale gelmiştir. Laboratuvarlar, öğrenenlerin teoriyi uygulamaya dönüştürmeyi öğrendiği ana yollardan biridir. Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları sanal laboratuvarlar ile sağlanabilir. Sanal laboratuvarlar, açık ve uzaktan öğrenme öğrencilerine fiziksel laboratuvarlara hiç gitmeden laboratuvar deneylerini yürütmelerinde sınırsız fırsatlar sunar (Muthusamy vd., 2005, s. 56). Öğrenenlere belirli saatlerde gerçekleşen düzenli laboratuvar saatlerinde değil de kendi seçtikleri bir zamanda deneyleri yapmalarına izin verir (Onyesolu, 2009, s. 293).

**Güvenlik:** Sanal laboratuvarlar, deneylerin öğrenenlere zarar verebileceği tehlikeli durumlarda oldukça yararlıdır. Örneğin, lazerler, nükleer testler, toksik kimyasal analizörler, öğrenenler için tehlikeli olabilecek durumlar oluşturabilir. Örneğin Oxford Sanal Laboratuvarı, birinci sınıf lisans öğrencilerine kimya dersinde potansiyel olarak zararlı reaksiyonları inceleme imkânı vermektedir. Gerçek laboratuvar ortamında, çok fazla güvenlik prosedürlerinin gerekli olduğu durumlarda öğrenenlerin eğitimi için uygun olmayacak bu gibi deneyleri yapmak ise imkânsızdır (Muthusamy vd., 2005, s. 57; Onyesolu, 2009, s. 293).

Sanal laboratuvarların eğitsel açıdan yararları aşağıdaki başlıklar altında gruplandırılabilir.

**Öğrenme Metodolojisi, Pedagoji ve Kullanıcı Dostu:** Bazı öğrenenler, gerçek laboratuvar ortamında bazı kavramları anlamakta güçlük çekebilir. Ancak, yapılan çalışmalar, sanal laboratuvarla zor kavramların öğretilmesinin daha kolay olduğunu ortaya koymuştur (Muthusamy vd., 2005, s. 57; Onyesolu, 2009, s. 293).

Sanal laboratuvarlar, doğa kanunlarının değiştirilmesi ile bazı zor durumların öğretilmesini de sağlayabilir. Bu duruma örnek olarak zaman değişkeni verilebilir. Gözlenmesi mümkün olmayan hızlı olaylar, simülasyonlar ile gözlemlenebilir hale getirilebilir veya uzun zaman dilimlerinde meydana gelen olaylar, sıkıştırılarak öğrenenlere sunulabilir (Cooper, 2005).

Sanal laboratuvarlar ile deneyler defalarca tekrarlanabilir. Ayrıca öğrenenler bazı girdiler, parametreler ve değişkenler üzerinde istedikleri kadar değişiklik yaparak, bu değişikliklerin deney sonucunu nasıl etkilediğini anında inceleyebilmektedir. Sanal

laboratuvarlar, öğrenenlere hata yapma özgürlüğü de vermektedir. Deney sonucu hatalı çıksa bile sanal laboratuvarlar ile deneye kolaylıkla en baştan başlanabilir. Geleneksel laboratuvarlarda yapılan hatalar nedeniyle maliyet artışı yaşanabilmektedir, ancak sanal laboratuvarlar öğrenenlere hata yapma ve hatalarından öğrenme imkânı sunarak öğrenenlerin motivasyonlarını arttırmaktadır (Kaba, 2012).

Bunun yanı sıra sanal laboratuvarların tekrarlanabilir sonuçları daha hızlı elde etme, deneylerle ilgili daha derin anlam geliştirme gibi bazı avantajları da vardır (Kennepohl, 2010, s. 178).

Sanal laboratuvarlar, öğrenenlerin kendi hızlarında ilerlemesini sağlar. Öğrenme için motivasyon sağlar. Engelli öğrenenlerin deneye veya öğrenme ortamına katılmalarına izin verir. Etkileşimli sanal laboratuvarlar, öğrenenleri pasif katılımdan ziyade aktif katılıma teşvik eder (Onyesolu, 2009, s. 293).

**Karmaşık Problemler:** Gerçek laboratuvarda gerçekleştirilmesi mümkün olmayan karmaşık veya büyük deneyler, öğrenenlere sanal olarak sunulabilir (Kennepohl, 2010).

Ayrıca, gerçek laboratuvar ortamında, öğrenenlerden yapacakları deneylerle ilgili bütün denklemleri çözmeleri istenebilir ve bu durum öğrenenlerin sıkılmasına ve hatta deneyleri bırakmasına neden olabilir. Sanal laboratuvarlar, öğrenenlerin gerçekten sıkıcı buldukları sıradan görevlerin bazılarını ortadan kaldırır ve bunun sonucu olarak da, öğrenenler daha çok problem odaklı ve araştırma odaklı çalışırlar. Böylece öğrenenlerin ilgisini yüksek tutar ve onları motive etmeye devam eder (Lindsay ve Good, 2005; Muthusamy vd., 2005, s. 57).

**Öğreten Açısından Yararları:** Sanal laboratuvarlardan yararlananlar sadece öğrenenler değildir. Öğretene de çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır. Sanal bir deney kurulduğunda bu deneyin parametrelerini daha sonradan değiştirmek daha kolaydır. Gerçek laboratuvarda, bu durum hem öğretene hem de öğrenen açısından sıkıcıdır ve zaman kaybına neden olur. Ayrıca öğretmenler, öğrenenlerin süreçlerini kayıt altında tutarak performanslarını sürekli gözlemleyebilirler. Aynı şekilde öğrenenler de kendi süreçlerini takip edebilirler. Sanal laboratuvar ortamı ile ilgili bir sıkıntı ile karşılaşıldığında öğretmen hızlı bir şekilde sanal laboratuvarda düzenlemeler ve iyileştirmeler yaparak müdahalelerde bulunabilir (Muthusamy vd., 2005, s. 57). Ayrıca sanal laboratuvarlar, öğrenenlerde meydana gelebilecek kafa karışıklığını engellemek için öğretmenlere sanal laboratuvarda kısıtlamalar yapma konusunda önemli ölçüde

özgürlük verir. Böylece öğrenenlerin sadece konuyla ilgili detaylara odaklanması sağlanır ve daha etkili bir öğrenme gerçekleşir (Finkelstein vd., 2005).

#### **2.3.4.2. Sanal laboratuvar uygulamalarının dezavantajları**

Sanal laboratuvarlar, eğitsel olarak oldukça değerli bir araç olarak görülmektedir. Ancak gerçek laboratuvarların yerine sanal laboratuvarların kullanılmayacağı düşünülmektedir (Chaturvedi ve Dharwadkar, 2011). Karmaşık kavramların öğretilmesinde animasyonlu, etkileşimli bir ortam sunarak anlaşılmasını kolaylaştırır. Ancak bilim veya mühendislik eğitiminde gerçek dünya deneylerinin yerine geçemediği belirtilmektedir (Cooper, 2005).

Sanal laboratuvarlarda, öğrenenlerin kazandığı bilgi ve deneyim, üretici tarafından sunulan yazılımın gerçekliğine, kısıtlarına ve yeterliklerine bağlıdır. Bu gibi kısıtlar öğrenenlerin deney üzerindeki yaratıcılıklarını sınırlandırır (Alhalabi vd., 2000).

Sanal laboratuvarlardan elde edilen veriler gerçek değildir. Sanal laboratuvarların sunduğu ideal ortam sebebi ile bütün öğrenenler aynı sonuçlara ulaşmaktadır ve deneme yanılma yoluyla öğrenemez (Cooper, 2005). Ayrıca öğrenenlerin, gerçek laboratuvar ortamında deneyleri yaparken karşılaşılabilecekleri hatalar sanal ortamda yoktur (Kennepohl, 2010, s. 178).

Gerçek laboratuvar deneylerinin sağladığı heyecan ve ilginin sanal laboratuvar ortamlarında aktarılamayacağı düşünülmektedir. Bu durumda da sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrenenlerin deneyleri yürütmesi esnasında beklentilerinin ve merak duygularının geliştirilmesinde başarısız olacağı belirtilmektedir (Alhalabi vd., 2000).

Bir önceki bölümde bahsedildiği üzere sanal laboratuvarların maliyeti bir avantaj gibi algılansa da bazı durumlarda gerçekçi ortamların geliştirilmesi çok fazla zaman ve masraf gerektirdiğinden dolayı maliyetleri arttırmaktadır (Ma ve Nickerson, 2006).

Sanal laboratuvarlarda, dezavantaj olarak algılanan bir diğer özellik ise öğrenen-öğrenen veya öğrenen-öğreten etkileşiminin olmamasıdır (Kennepohl, 2010, s. 178). Ancak günümüzde internet ortamında sunulan çeşitli araçlar bu etkileşimleri sağlayabilmekte ve öğrenenlerin işbirliği ile çalışabilmesine veya öğrenenlerin, öğretmenlerle iletişim kurmasına olanak sağlamaktadır (Anderson, 2010, s. 11).

Bunun yanı sıra, Muthusamy vd. (2005), sanal laboratuvar uygulamalarının dezavantajlarını aşağıdaki başlıklar altında gruplandırmıştır:



**Bilişim Becerisi Gerektirmesi:** Öğrenciler, bilgi teknolojisi okuryazarı olmak zorundadır. Bilgisayar ve internet ile çalışmaya alışık olmayanlar sanal laboratuvarın sağladığı özelliklerden ve seçeneklerden tam anlamıyla yararlanamayacaktır (Muthusamy vd., 2005, s. 57). Sanal laboratuvarlarda, daha iyi sonuçlar almak öğrenenlerin yazılımın nasıl kullanıldığını anlamasına bağlıdır. Yazılımının kullanımını net bir şekilde anlayan öğrenci, anlamayanlara göre daha iyi sonuçlar elde edecektir ve yazılımı kullanma becerisi önemli bir faktör haline gelecektir (Alhalabi vd., 2000).

**Donanım ve Ağ Gereksinimi:** Multimedya kullanımını destekleyen bilgisayarlar sanal laboratuvarlar için gereklidir. Bazı sanal laboratuvarlar, hızlı bant genişliğinde internet bağlantısına sahip bilgisayarlara ihtiyaç duyabilir. Bu durum, hızlı internet bağlantısına sahip olmayan veya hiç internet bağlantısı olmayan uzak bölgelerdeki kullanıcılar için büyük bir dezavantajdır (Muthusamy vd., 2005, s. 57).

**Sanal Laboratuvar Yazılımı:** Sanal laboratuvar yazılımları devamlı olarak bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak güncellenmelidir. Bu periyodik güncellemeler yeni yatırımlar gerektirir. Ayrıca bütün laboratuvar uygulamaları sanal laboratuvarlara dönüştürülemez. Bu da açık ve uzaktan öğrenenler için problem olabilir. Sanal laboratuvar geliştirme maliyeti, deneyin türüne ve karmaşıklığına bağlı olarak çok pahalı olabilir. Lisanslama ve telif hakkı sorunları da diğer dikkat edilmesi gereken alanlar arasında gelir (Muthusamy vd., 2005, s. 57).

**Akreditasyon Sorunları:** Ulusal akreditasyon kuruluşları tarafından sanal laboratuvarların nasıl değerlendirileceği bilinemeyebilir (Muthusamy vd., 2005, s. 57).

Mühendislik, mühendislik teknolojisi, bilişim ve uygulamalı bilimlerdeki programları akredite eden Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu (The Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET), mühendislik laboratuvarları için öğrenme amaçlarını belirlemiştir (Peterson ve Feisel, 2002). Bu amaçlar, bilişsel, psikomotor ve duyuşsal alanda 13 kriteri içermektedir (Balamuralithara ve Woods, 2009). Bunlar “araçlar, modeller, deney, veri analizi, tasarım, hata yaparak öğrenme, yaratıcılık, psikomotor, güvenlik, iletişim, takım çalışması, laboratuvarda etik ve duyuşsal farkındalık” başlıkları altında toplanmıştır (Peterson ve Feisel, 2002). Bu 13 kriterden bazılarının geleneksel laboratuvar ortamında olduğu gibi sanal laboratuvarlar ile kolayca karşılanabileceği, fakat psikomotor ve duyuşsal alandaki kriterlerin karşılanmasının zor olduğu düşünülmektedir (Chang ve del Alamo, 2002). Ayrıca etkili sanal laboratuvarların yazılım mühendisliği gibi bazı

mühendislik disiplinleri için kimya mühendisliği gibi alanlardan çok daha kolay geliştirilebileceği de düşünülmektedir (Bourne, Harris ve Mayadas, 2005). ABET'in yöneticisi Dan Hodge'ye göre ABET'in akreditasyona bakış açısı çıktı tabanlı bir değerlendirme olduğundan akreditasyon yönetim kurulunun mühendislik eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı konusunda özel politikalara ihtiyacı yoktur. Çünkü kullanılan yöntem ve araçlar ne olursa olsun önemli olan bir program için belirlenen çıktıları sağlamaktır (Campbell vd., 2008). Sonuç olarak açık ve uzaktan öğrenme kurumunun, öğrenenlere geleneksel öğrenme süreci ile aynı öğrenme ortamını sağlaması bir gerekliliktir (Balamuralithara ve Woods, 2009).

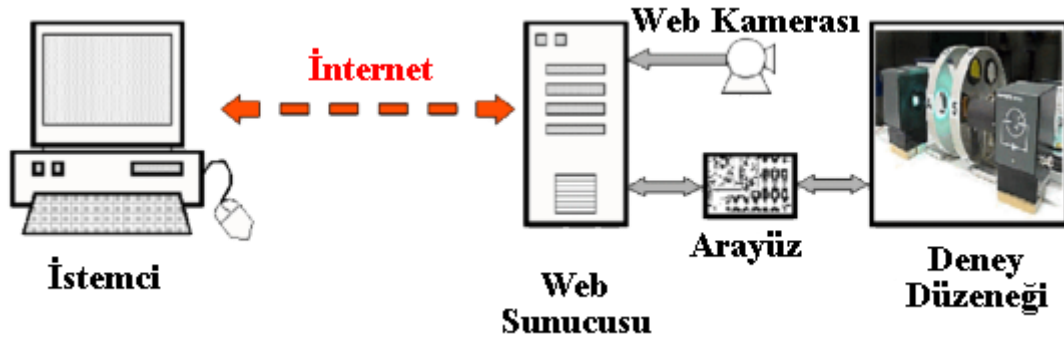
**Gerçeklik:** 2 boyutlu sanal laboratuvarlar, 3 boyutlu sanal laboratuvarlara göre daha az gerçekçidir. Bütün sanal laboratuvarlar 3 boyutlu değildir (Muthusamy vd., 2005, ss. 57–58).

### **2.3.5. Uzaktan erişimli laboratuvarlar**

Uzaktan erişimli laboratuvarlar, deneylerin yürütülebilmesi için belirli bir mekânda bulunan gerçek araçlara internet aracılığıyla ulaşılabilmesini sağlar. Öğrenenlere, belirli bir mekâna gitmeden gerçek ekipmanları kontrol etme, deney değişkenleri ile oynama ve çeşitli ölçümler yapma, elde ettiği bilgileri sentezleme ve topladığı verilere dayanarak kendi sonuçlarını oluşturma imkânı sunar. Öğrenenlere deneyleri fiziksel olarak web üzerinden gerçek zamanlı yürütmesine izin verir. Öğrenenler, gerçek cihazları kullanarak gerçek sonuçlara ulaşır (Alhalabi vd., 2000; Kennepohl, 2010, s. 170). Uzaktan erişimli laboratuvarlar, zaman ve mekân sorununu ortadan kaldırarak öğrenenlere laboratuvar çalışmalarını yürütme konusunda esneklik sağlar.

Uzaktan erişimli bir laboratuvar hazırlanması ve öğrenenlere sunulması için belirli donanımlara ve yazılımlara ihtiyaç vardır. Şekil 2.1'de uzaktan erişimli laboratuvarın çalışma prensibi basit bir şekilde gösterilmiştir. Düzenek dört ana bölümden oluşmaktadır: deneyin yürütüleceği istemci bilgisayar, web sunucusu, web kamerası-arayüz ve deney düzeneği. Öğrenenler, istemci bilgisayardan bir yazılım sayesinde İnternet aracılığı ile deneyle ilgili istekleri web sunucusuna bildirir. Web sunucusu ise bu istekleri bir arayüz ile deney düzeneğine iletir. Deneyin sonuçları ve video görüntüleri de yine aynı şekilde web sunucusu üzerinden İnternet aracılığı ile öğrenenlere iletilir (Gröber vd., 2007). Uzaktan erişimli laboratuvarlarda, öğrenenler

tarafından uygulamaların kolay gerçekleştirilebilmesi için kullanılan yazılımların kullanıcı dostu olması önemlidir. Stefanovic vd. (2013), uzaktan erişimli laboratuvarlarda platformdan bağımsız, ücretsiz veya düşük ücretli istemci yazılımlarının kullanılmasını, istemci taraflı uygulamaların güvenliğinin sağlanmasını, istemci/sunucu yazılımlarının kolay yüklenebilir olmasını, laboratuvar deneylerinin ve sonuçların bir veri tabanında saklanmasını ve kullanılan yazılımların kolay anlaşılabilir olmasını önermektedir. Ayrıca uzaktan erişimli laboratuvarlarla çalışan öğrenenlerin deneyleri daha iyi yürütebilmeleri için hızlı ve gelişmiş özelliklere sahip bilgisayarlara ve hızlı bir internet bağlantısına sahip olması gerekmektedir (Al-sharif vd., 2011).



**Şekil 2.1.** Uzaktan erişimli laboratuvarın çalışma prensibi  
**Kaynak:** Gröber vd., 2007

Uzaktan erişimli bir laboratuvarında deneylerin yürütülmesi, mümkün olduğu kadar gerçek ve şeffaf olmalıdır. Uzaktan erişimli laboratuvarlar, öğrenenlere deneyin sonuçlarını mutlaka sunmalıdır. Eğer bu sonuçlar bir web kamerası aracılığı ile verilecekse hangi görsel bilginin öğrenenlere sunulacağı önemlidir (Aktan vd., 1996). Örneğin, öğrenenler, yürütmekte olduğu deneyi bir web kamerası aracılığı ile takip edebilmeli, girilen parametrelerdeki değişimleri bir başka kamera ile takip edebilmeli ve kendi ölçüm verilerini çevrimiçi olarak toplayabilmelidir. Ayrıca uzaktan erişimli laboratuvarlar, kolay erişilebilir ve anlaşılması kolay olmalıdır. Ölçümler ve gözlemler, hızlı bir şekilde sunulmalıdır. Bunların yanı sıra, kullanıcıların deney sırasında ihtiyaç duyabileceği bilgiler, uzaktan erişimli laboratuvarların web arayüzünde verilmelidir. Böylece kullanıcılar, farklı kaynaklar aramak zorunda kalmayacaktır (Gröber vd., 2007). Deneylere ulaşmak için kullanılan web arayüzü, kullanıcıların deneyin öğrenme amaçlarını başarabilmeleri için gerekli olan bütün görevleri yerine getirebilecekleri ve bütün gözlemleri yapabilecekleri şekilde tasarlanmalıdır. Kullanıcıların yazılımı nasıl

kullanmaları gerektiğini öğrenmekten ziyade deneylere odaklanmalarının sağlanması önemlidir (Aktan vd., 1996; Cooper, 2005).

Uzaktan erişimli laboratuvarların öğrenenlere zaman ve mekân bağlamında esneklik sağladığı söylenebilir. Öğrenenler, herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde laboratuvar deneylerini gerçekleştirebilmektedir. Ancak uzaktan erişimli laboratuvar uygulamalarında herhangi bir karmaşıklık yaşanmaması için deneylerin yürütülmesinde genellikle rezervasyon sistemi kullanılmaktadır. Öğrenenler, deneyleri yürütmek için kurumun sunduğu web ara yüzünden kendi seçtiği bir zaman dilimi için rezervasyon yaparak uygulamalarını gerçekleştirmektedir.

Uzaktan erişimli laboratuvarlar, hem geleneksel eğitim için hem de açık ve uzaktan öğrenme için laboratuvar uygulamalarına erişimi artıran önemli bir fırsat olarak görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında uzaktan erişimli laboratuvarlar, aşağıdaki imkânları sunmaktadır (Alhalabi, Hamza ve Humos, 2008; Cooper, 2005; Kennepohl, 2010).

- Uzun bir zaman dilimi içinde ve öğrenenlerin tercih ettikleri zamanlarda deneylere erişim sağlama
- Kurumlar arası pahalı kaynakların paylaşılması
- Riski azaltarak tehlikeli ve pahalı ekipmanlara güvenli bir şekilde erişim sağlama
- Engelli öğrencilere geliştirilmiş erişim sunma
- Uzaktan eğitimde deneysel çalışma için daha fazla erişim sağlama

Uzak deneylerin yürütülmesinde erişim sorunu ele alınırken unutulmaması gereken bir diğer nokta da öğrenme deneyimine erişim sağlanmasıdır. Öğrenenlerin deney süresince nasıl yönlendirildiği, öğrenenlerin kendi öğrenmelerini ifade etmeleri konusunda nasıl teşvik edildiği, farklı mekânlarda bulunan öğretilere nasıl eriştiği ve akranları ile nasıl işbirliği yaptığı gibi konular erişim sorunlarında ele alınması gereken anahtar sorunlardan bazılarıdır (Cooper, 2005).

Öğrenenlerin gerçek deneylerle çalışma yapmasının önemli olduğu araştırmacılar tarafından sıklıkla dile getirilmektedir. Uzaktan erişimli laboratuvarlar, öğrenenlere gerçek deneyler yapma imkânı sunduğu için gerçek problemlerle, hatalarla ve ideal olmayan sonuçlarla çalışma fırsatı sağlar. Bu durum öğrenenler açısından oldukça yararlıdır. Uzaktan erişimli laboratuvarların, sanal dünyanın ve bilgisayar tarafından üretilen laboratuvar simülasyonlarının bir adım ötesinde olduğu ve gerçek laboratuvar

ortamında çalışmaya en iyi alternatif olduğu düşünülmektedir (Kennepohl ve Shaw, 2010; Jara vd., 2011).

Sanal laboratuvar üreticileri, deneyleri daha gerçek yapmak ve öğrenenlere problem çözme ortamı sunmak için öğrenenlerin gerçek laboratuvar ortamında karşılaşılabilecekleri hataları sanal ortamda da sunma konusunda çok fazla çaba harcarlar. Uzaktan erişimli laboratuvarlar veya diğer fiziksel laboratuvarlar, bunu otomatik olarak yapar ve bu durum da öğrenmeyi artıran bir fırsat olarak görülebilir (Kennepohl, 2010, s. 178).

Uzaktan erişimli laboratuvarlar, gerçek dünya durumlarının öğretilmesinde sanal laboratuvarlara oranla önemli bir avantaja sahip olduğu düşünülmektedir. İdealize edilmemiş verilerin gözlenmesinin önemli olduğu durumlarda, sanal laboratuvar ortamlarında kaçınılmaz bir şekilde basitleştirilen karmaşık çalışma konularında, işlemci gücünün sınırlılıklarından dolayı sanal laboratuvarların gerçek zamanlı çalışmadığı durumlarda uzaktan erişimli laboratuvarlar daha avantajlı olabilir (Cooper, 2005).

Uzaktan erişimli laboratuvarlar araştırmacılar tarafından iki açıdan eleştirilmektedir. Birincisi, gerçek laboratuvar ortamındaki atmosfere (koku, dokunma deneyimi vs.) benzer bir laboratuvar ortamı sunmadığı düşünülür (Kennepohl, 2010, s. 173). Ancak, beş duyudan, duyma ve görme, düşük bir gecikmeyle de olsa bilgisayar ağları üzerinden öğrenenlere iletilebilmektedir (Aktan vd., 1996). İkincisi, öğrenen-öğrenen ve öğrenen-öğreten etkileşimlerinin olmadığı veya azaldığı belirtilir (Kennepohl, 2010, s. 173). Ancak günümüzde internet ortamında sunulan çeşitli araçlar bu etkileşimleri sağlayabilmekte ve öğrencilerin işbirliği ile çalışabilmesine veya öğrenenlerin, öğretmenlerle iletişim kurmasına olanak sağlamaktadır (Anderson, 2010, s. 11).

Alanyazında uzaktan erişimli laboratuvarların diğer laboratuvar uygulamaları ile karşılaştırıldığı pek çok çalışma vardır. Yapılan araştırmalara göre, gerçek veya uzaktan erişimli laboratuvarlarda çalışmalarını yürüten öğrenenlerin performansları arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır (Ogot vd., 2003; Doulgeri ve Matiakis, 2006; Fiore ve Ratti, 2007).

Uzaktan erişimli laboratuvar, gerçek laboratuvarla karşılaştırıldığında bazı potansiyel faydaları vardır. Bunlar (Özkul, 2003; Alhalabi, Hamza ve Humos, 2008; Kennepohl, 2010):

- Daha karmaşık ve tehlikeli deneyleri yapabilme
- Öğrenenler ve öğretene arasında işbirliğini kolaylaştıran bir ağ
- Coğrafi uzaklığa bakılmaksızın deneylere erişim
- Daha fazla deney yapma ve keşfetme fırsatı ve esneklik
- Kurumsal kaynakların daha iyi kullanılması
- Engelli öğrenciler için sunduğu fırsatlar
- Daha emniyetli ortam oluşturulması

Uzak laboratuvarların sınırlılıkları ve dezavantajları ise şu şekilde sıralanabilir (Kennepohl, 2010, s. 179):

- Laboratuvarların sunumu için teknolojik bir platforma bağımlılık
- Azalan eğitsel değer konusunda devam eden algı
- Deneyin geliştirilmesi ve bakım-onarımı için finansal sorumluluk
- Kaliteli bir öğrenme ortamının tasarımı için gösterilmesi gereken emek

Kurumlar tarafından uzaktan erişimli laboratuvarların kullanılması ekonomik zorlukları da beraberinde getirir. Kurum, bu laboratuvar uygulamasını eğitime entegre etmeden önce fayda maliyet analizi yapmalıdır. Bu tür bir analizin yapılmasında dikkat edilmesi gereken anahtar konular şunlardır (Cooper, 2005):

- **Öğrenci Sayısı ve Ölçeklenebilirlik:** Öğrenci sayısı, uzaktan erişimli laboratuvarların fayda maliyet analizinin yapılmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır. Büyük miktardaki öğrenci grubu, laboratuvarların yoğun kullanımından ve fazla sayıda araç gereç ihtiyacı olacağından dolayı maliyeti artıracaktır. Tam tersi küçük öğrenci grupları da uzak deneylerin kullanılması için uygun olmayabilir. Bu gibi durumlarda, uzaktan erişimli laboratuvarlara yüklü bir yatırım olmasına karşın sadece belirli zamanlarda kullanımı söz konusudur. Eğer bu laboratuvar uygulamaları kurumlar arasında paylaşırsa, yüksek bir kullanım oranı söz konusu olur ve ayrıca maliyetler de paylaşılabilir.
- **Danışman ve Teknik Destek:** Araç-gereçlerin, sunucuların veya yazılımların maliyeti, uzaktan erişimli laboratuvarların sunulması için gerekli olan harcamaların başında gelir. Uzaktan erişimli laboratuvarlarda kullanılan araçların eskimesi veya arızalanması durumunda kaçınılmaz bir şekilde tamamen değiştirilmesi gerekebilir. Bunun yanında bazı araçların hız ve fonksiyon bakımından artan beklentileri karşılayamaması ve bu araçların bozulmadan teknolojik yaşam süresinin sonuna erişmesi de kuruma mali yük

getirecektir (Kara vd., 2011). Ancak araç-gereç maliyetlerinin yanı sıra öğrenenlere deneyleri yürütmeleri sırasında rehberlik edecek danışman, teknisyen gibi destek personelinin zamanı uzaktan erişimli laboratuvar uygulamalarında sürekli maliyetin en büyük bileşenlerinden biri olacak personel maliyetleridir.

- **Maliyet:** Uzaktan erişimli laboratuvarları sunmadan önce aynı öğrenme amaçlarını sağlayacak diğer laboratuvar uygulamaları ile mali açıdan karşılaştırılmalıdır.

Uzaktan kontrol sistemleri, bilimsel araştırmalarda uzun yıllardır kullanılmaktadır. Örneğin NASA'nın Mars Araştırma Programı ile Mars gezegenini keşfetmek için uzaktan pek çok deney yürütülebilmektedir. İnternet üzerinden uzaktan kontrolün eğitim alanında kullanılması ise 1990'ların başında başlamıştır. Öncelikli olarak robotik, bilişim ve mühendislik alanlarında kullanılmış ve dolayısıyla alanyazında da bu alanlarda katkı sağlanmıştır (Kennepohl, 2010, ss. 168–169). Uzaktan erişimli laboratuvarla ilgili ilk çalışmalar daha çok teknik özelliklere ve bu laboratuvarları çalıştıracak donanım ve yazılım sistemlerine odaklanmaktadır (Lindsay ve Good, 2005).

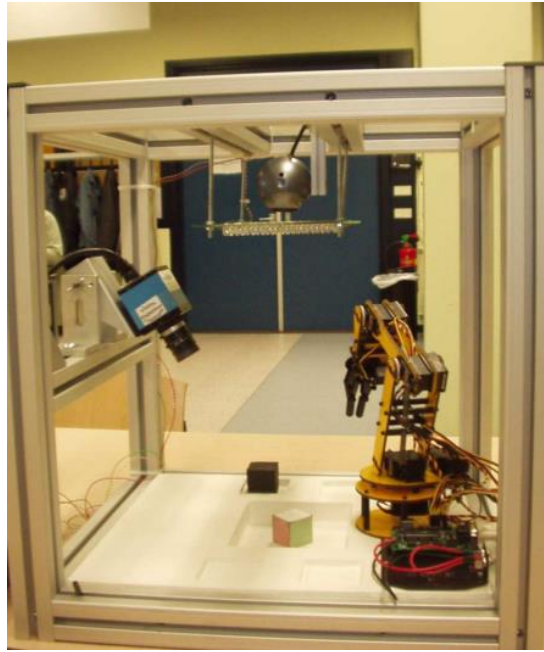
Doğa ve fizik bilimlerinde uzaktan erişilebilen laboratuvarların kullanılması çok yaygın değildir. Gröber vd. (2007)'nin çalışmasına göre uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili çalışmaların yaklaşık olarak %60-70'i mühendislik, %30'u fizik (elektronik laboratuvarlarını içermektedir) ve %10'dan daha az kısmı ise diğer disiplin alanlarına aittir. Uzaktan erişimli laboratuvarlar, sadece belirli bir konu alanına veya müfredata bağlı değildir. Cooper (2005)'a göre mühendislik alanında daha çok çalışma olmasının iki nedeni vardır. Birincisi, mühendislik alanındaki konular, uzaktan erişimli laboratuvar uygulamaları ile kolayca sunulabilir. İkinci ise, bu disiplinlerdeki eğitimciler, uzak deneylerin uygulanması konusunda çeşitli teknolojileri kendi derslerine entegre etme konusunda diğer disiplin alanındaki eğitimcilere oranla genellikle daha fazla teknik beceriye sahiptir.

Teknolojilerin artık daha ulaşılabilir olması ile diğer disiplinlerde de uzaktan erişimli laboratuvarlar, öğrenenlere laboratuvar deneyimi sunma konusunda önemli bir yöntem olarak keşfedilmeye başlanmıştır (Kennepohl, 2010, s. 169).

Günümüzde uzaktan erişimli laboratuvarlara olan ilginin artması ile birlikte pek çok kurum bu laboratuvarların geliştirilmesi ve sunulması konusunda işbirliği

yapmaktadır. Bölüm 2.5’te verilen tabloda (Tablo 2.4) bu işbirliklerinden birkaçı örnek olarak verilmiştir. Ayrıca uzaktan erişimli laboratuvar ile ilgilenen konsorsiyumlar da oluşturulmuştur. Örneğin Global Online Laboratory Consortium (GOLC), uzaktan erişimli laboratuvarların eğitsel kullanımı için geliştirilmesi, paylaşılması ve bu konuda araştırmalar yapılması konusunda üyelerine destek veren bir konsorsiyumdur.

Görsel 2.3’te Fontys Üniversitesi’nin katkı sağladığı projelerden biri kapsamında hazırlanan uzaktan erişimli laboratuvar görülmektedir.



**Görsel 2.3.** *Uzaktan erişimli laboratuvar*  
**Kaynak:** *Brill ve Gestel, 2008*

Uzaktan erişimli laboratuvarlar, sanal laboratuvarlar ile birleştirilerek de öğrenenlere sunulmaktadır. Örneğin Alicante Üniversitesi, bilgisayar bilimi bölümünde “Robot and Sensorial Systems” ve “Automation” dersleri için RobUALab adını verdikleri sanal ve uzak laboratuvar sistemini kullanmaktadır. Bu sistem, öğrenenlerin simülasyon ortamı ile etkileşim kurdukları ‘sanal kısım’ ve öğrenenlerin sanal laboratuvarında elde ettikleri yüksek düzey komutları gerçek laboratuvara gönderdikleri ‘uzaktan erişimli kısım’ olmak üzere iki öğrenme yönteminden oluşmaktadır (Jara vd., 2011).

Bazı araştırmacılar ise uzaktan erişimli laboratuvarlarda artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak öğrenenlere daha farklı öğrenme deneyimleri de sunmayı amaçlamaktadır (Borrero ve Márquez, 2011; Abu Shanab vd., 2012).



### 2.3.6. Sanal bilişim laboratuvarları

Şu ana kadar bahsedilen laboratuvar uygulamaları öğrenenlerin deneyler yaparak uygulama becerilerini geliştirmeleri üzerine odaklanmıştır. Ancak bilgisayar konusunda uygulama gerektiren diğer disiplin alanları unutulmamalıdır. Bilgisayar bilimlerinde, teorik derslerin pekiştirilmesi için bilgisayar laboratuvarlarına ihtiyaç vardır.

Bilgisayar ağları, sistem yönetimi, web uygulamaları geliştirme ve veri tabanı yönetimi gibi uygulama gerektiren derslerin uzaktan yürütülmesini sağlayacak stratejilere ihtiyaç vardır. Günümüzde bilgisayar laboratuvarlarının da uzaktan sunulması mümkün hale gelmiştir. Bilgisayar laboratuvarlarında yürütülen uygulamalar, yazılım uygulamaları, donanım uygulamaları ve hibrid (yazılım ve donanım) uygulamalar olmak üzere üç başlık altında gruplandırılabilir. Sanal bilişim laboratuvarları, öğrenenlere yazılımlarla ve donanımlarla etkileşim kurarak bilgisayar uygulamalarını uzaktan yürütebilme imkânı sunmaktadır (Gercek ve Saleem, 2008).

Ağ, işletim sistemi ve sanal makine teknolojilerindeki gelişmeler, sanal bilişim laboratuvarı uygulamalarının geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Burd, Seazzu ve Walton, 2009).

Sanal bilişim laboratuvarı, kullanıcıların buldukları mekândan ve zamandan bağımsız olarak kullanıcılara yazılımların ve donanımların uzaktan dağıtıldığı teknolojik bir yöntemdir. Sanal bilişim laboratuvarı, öğrenenlere ve öğretenlere, web tabanlı sanal bilişim arayüzü aracılığıyla maksimum erişilebilirlik ve esneklik sağlayarak eğitsel amaçları gerçekleştirmelerine yardımcı olur. Yükseköğretim kurumunun lisanslı bilgisayar yazılımlarına veya öğrenenler için ayırdığı depolama alanlarına internet üzerinden erişim imkânı sunar. Öğrenenler, platform bağımsız olarak kendilerine sunulan bu imkânlardan faydalanabilir. Kişisel bilgisayarlardan, tablet bilgisayarlardan, akıllı telefonlardan vb. sanal bilişim laboratuvarlarına erişim sağlanabilir. Sadece internet bağlantısı olan bir cihaz yeterlidir. Yükseköğretim kurumunun kullanıcılara sağladığı kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapıldıktan ve bağlandıktan sonra, yazılımlara, herhangi bir lisans ücreti ödemediği veya kendi kişisel cihazlarına kurmalarına gerek kalmadan erişilebilmektedir.

Günümüzde çoğu öğrenen kişisel bilgisayar sahibidir ve bu bilgisayarlara gerekli olan yazılımların kurulması öğrenenler için zor değildir. Ancak bu durum kurum tarafından sağlanan bilgisayar ihtiyacını ortadan kaldırmada yeterli değildir. Öğrenmeyi desteklemek amacıyla uygun bir işletim sistemi platformu, pahalı, karmaşık yazılımlar,

güçlü bir donanım veya güvenli yürütme ortamına her zaman ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra öğrenciler bazı yazılımları düşük fiyatlara bulabilmesine rağmen, bazı özel yazılımlar öğrenenler açısından oldukça pahalı olabilmektedir. Bu gibi durumlar da öğrenenleri yazılım sahteciliğine itmektedir. Ayrıca bazı yazılım paketlerinin öğrenciler için olan versiyonları önemli özellikleri içermeyebilir veya kısıtlandırılmış olabilir (Burd vd., 2009). Bazı bilgisayar bilimlerinde ihtiyaç duyulan çeşitli yazılımların kombinasyonu da öğrenciler açısından erişilmez olmaktadır.

Dünyadaki sanal bilişim laboratuvarı uygulamalarına bakıldığında daha çok geleneksel eğitimde, kampüsteki bilgisayarların ve fiziksel ortamların eksikliğinin ve maliyet sıkıntılarının üstesinden gelmek amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca çoğu kurum, sanal bilişim laboratuvarını, kurumun lisanslı yazılımlarını uzaktan paylaşmak amacıyla sadece bilgisayar bilimi öğrencilerine değil bütün öğrencilerin ve akademik personelin kullanımına açmaktadır. Öğrenenler, sanal bilişim laboratuvarlarına kampüsten veya kampüs dışından istedikleri zaman erişim sağlayabilmektedirler.

North Carolina Devlet Üniversitesi (NCSU), California Devlet Üniversitesi, Old Dominion Üniversitesi, Colorado Devlet Üniversitesi öğrencilerine sanal bilişim laboratuvarı imkânı sunan kurumlardan sadece birkaçıdır. North Carolina Devlet Üniversitesi, sanal bilişim laboratuvarını, öğrencilerine ve araştırmacılara çeşitli bilişim ortamlarının uzaktan erişim sağlamak gibi basit bir fikirle 2004 yılında kullanmaya başlamıştır. Bu kaynakların kullanımı yazılım ve donanım sorunlarında dolayı başlangıçta oldukça sınırlı kalmıştır. Sonraki yıllarda çeşitli girişimlerle bu sorunların üstesinden gelinmiştir. 2008 yılında, NCSU sanal bilişim laboratuvarı yazılımını Apache Software Foundation'a devretmiş ve böylece proje açık kaynak yazılımı projesi haline gelmiştir. Günümüzde ise hem kampüsteki öğrencilerine hem de uzaktan eğitim öğrencilerine bu sanal bilişim laboratuvarı aracılığıyla öğrencilerin ihtiyaç duydukları yazılımlar uzaktan sunulabilmektedir.

#### **2.4. Açık ve Uzaktan Öğrenme Laboratuvar Uygulamalarında Karma Model**

İnternet ve ağ teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte çevrimiçi eğitim, kurumlar arasında yaygınlaşmaktadır. Çevrimiçi eğitimde, öğretim süreci internet teknolojilerine dayalı olarak gerçekleştirilir ve öğrenenler, öğrenme kaynaklarından zaman ve mekân bağlamında uzaktadır. Çevrimiçi öğrenme, dünyada giderek daha fazla kabul görmesine

ve çok farklı öğrenci tabanına ulaşmasına rağmen, geleneksel yüz yüze öğrenmenin kanıtlanmış pek çok yararı olduğu göz ardı edilemez. Yüz yüze öğrenme, çevrimiçi öğrenmede olmayan oldukça değerli araçları sağlar. Ancak bu araçlar çevrimiçi öğrenme ile birleştirildiğinde çok daha etkili olabilir (Rengel ve Gómez, 2014).

Karma öğrenme, çevrimiçi öğrenme deneyimleri ile geleneksel yüz yüze öğrenme deneyimlerinin birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Garrison ve Kanuka, 2004). Allen, Seaman ve Garrett (2007)'ın tanımına göre karma öğrenme, içeriğin %30 ile %79 arasında çevrimiçi olarak dağıtılmasıdır. Tablo 2.3'de içeriğin dağıtım oranına göre ders türleri ve tanımları verilmiştir.

**Tablo 2.3.** İçeriğin dağıtım oranına göre ders türleri

Çevrimiçi sunulan içerik oranı	Ders Türü	Tanım
%0	Geleneksel	Çevrimiçi teknoloji kullanılmayan derstir.
%1 - %29	Web destekli	Yüz yüze sunulan bir dersi kolaylaştırmak için web teknolojilerinin kullanıldığı derstir.
%30 - %79	Karma	Çevrimiçi ve yüz yüze sunumu harmanlayan bir derstir. İçeriğin önemli bir kısmı çevrimiçi olarak sunulur.
%80 +	Çevrimiçi	İçeriğin önemli bir kısmının veya tamamının çevrimiçi olarak verildiği bir derstir.

Karma öğrenmede, çevrimiçi eğitimin güçlü yönleri, yüz yüze eğitimin güçlü yönleri ile tamamlanabilmektedir (Uluyol ve Karadeniz, 2009). Karma öğrenmenin, anlamlı öğrenme deneyimlerinin etkililiğini ve verimliliğini artırma konusunda potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Garrison ve Kanuka, 2004).

Karma öğrenme, 2000 yılların başında ilgi merkezi haline gelmeye başlamıştır (Güzer ve Caner, 2014). Günümüzde ise bireylerin artan öğrenme ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kurumlar tarafından oldukça değer verilen bir yaklaşım olarak görülmektedir. Karma öğrenme deneyimlerinin başarısı internet teknolojilerinin etkileşimli özelliklerine atfedilmektedir. Ancak bu yaklaşımdan en iyi şekilde yararlanmak için kullanılacak olan ortamların doğru seçilmesi, birleştirilmesi ve planlanması için stratejiler belirlenmelidir.

Karma öğrenmenin etkililiğini değerlendiren çalışmalar, karma öğrenme ile geleneksel öğrenmedeki öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farklılık bulunmadığı, bunun yanı sıra memnuniyet, motivasyon, başarı, tutum, bilgiyi saklama ve risk durumundaki öğrencilerin dersi bırakma oranları gibi değişkenlerde Karma öğrenmenin daha üstün olduğu sonuçlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışmalarda karma

öğrenmenin öğrenciler tarafından yararlı, eğlenceli, destekleyici, esnek ve motive edici olarak algılandığı görülmektedir (Güzer ve Caner, 2014).

Açık ve uzaktan öğrenmede, laboratuvar uygulamaları için de karma öğrenme modeli uygulanabilir. Laboratuvar için karma öğrenme modelinde öğrencilerin gerçek ekipmanlarla deneyimleri çevrimiçi olarak sunulan laboratuvar deneyimleri ile birleştirilerek karma laboratuvar uygulamaları geliştirilebilir. Bu ortamların güçlü yönleri kullanılarak öğrenenlere üst düzey öğrenme deneyimleri sunulabilir. Açık ve uzaktan öğrenmede yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları, mobil (gezici) laboratuvarlar ve ev deney kitleri, öğrencilerin gerçek ekipmanlarla deney yapabildikleri ortamlardır. Bunun yanı sıra sanal laboratuvarlar, uzaktan erişimli laboratuvarlar ve sanal bilişim laboratuvarları öğrencilere uzaktan internet aracılığı ile deney yapma fırsatı vermektedir. Bu laboratuvar uygulamalarından iki ya da daha fazlası kullanılarak karma laboratuvar modeli oluşturulabilir. Bu çalışmada yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları ile sanal laboratuvarlar birleştirilerek karma laboratuvar modeli üzerinde durulmaktadır.

#### **2.4.1. Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamaları ve sanal laboratuvar uygulamalarından oluşan karma model**

Yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulaması ve sanal laboratuvar uygulamasının harmanlanması her bir ortamın kendine has benzersiz avantajlarına/kazanımlarına dayanır. Diğer bir ifadeyle, yüz yüze laboratuvar uygulaması veya sanal laboratuvar uygulamasının harmanlanması, birinin diğeri üzerinde avantaj/kazanım sahibi olduğu zaman seçilir (Olympiou ve Zacharia, 2010).

Yüz yüze laboratuvar uygulamalarının çok yararlı olduğu bilinmektedir. Disipline ait bilgi ve becerileri öğrencilere gerçek bir laboratuvarda gerçek ekipmanlarla öğretmek açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Öğrenenler, laboratuvar çalışmalarını denetimli bir ortamda, diğer öğrenenlerle etkileşimli bir şekilde yürütür. Bu laboratuvarlarda, öğrenenlerin laboratuvar çalışmalarını gözlemleyen, ilerlemelerini takip eden, çalışmalarında yardım eden öğretim elemanları, teknisyenler gibi destek personeli mevcuttur.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda sanal laboratuvarın, öğrenenlerin gelişen becerileri, tutumları ve kavramsal anlamaları üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu ispatlanmıştır. Sanal laboratuvar uygulamasının kullanımının da pek çok avantajı vardır.

Lojistik, düşük maliyet, zamandan ve mekândan bağımsız kullanım, güvenlik, deneylerin istenildiği kadar tekrarlanabilmesi, sonuçları daha hızlı elde etme, karmaşık veya büyük deneyler yapabilme, zamansal ve mekânsal boyutların genişletilmesi veya azaltılması sanal laboratuvar uygulamasının avantajları arasında sayılabilir (Muthusamy vd., 2005; Kennepohl, 2010; Kaba, 2012).

Araştırmalar, hem yüz yüze laboratuvar uygulamalarının hem de sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrenme ve öğretmeye önemli katkılarının olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak bu iki uygulamanın harmanlanması ile oluşturulacak karma laboratuvar modeli, iki deneysel yöntemin potansiyellerinden faydalanarak laboratuvar çalışmalarının etkililiğini en üst düzeye çıkaracaktır (Zacharia, 2007). Örneğin yüz yüze laboratuvar ile belirli motor becerileri elde edilmesi sağlanabilirken, sanal laboratuvar ile yüz yüze laboratuvarda bulunmayan ekipmanlarla çalışma imkânı yaratılabilecektir. Yüz yüze laboratuvar dokunma hissi sağlar ve öğrencilere disipline ait bilimsel yöntemleri öğrettiği, belirli becerileri geliştirmeye izin verdiği ve gerçek olduğu için değerlidir. Sanal laboratuvarlar ise kullanımının esnek olması (örn. öğrenenler parametreleri değiştirir, ölçümler elde eder ve fiziksel deneylerden daha hızlı, kolay ve doğru bir biçimde sonuçları görüntüler), düzeltme sağlaması, kafa karıştırıcı fiziksel etkilerin olmaması (örn. sürtünme, yerçekimi), normalde soyut/kavramsal olan nesnelere çalışma imkânı vermesi (örn. vektörler) ve nesnelere temsilleri (örn. grafikler, denklemler) nedeniyle değerlidir (Zacharia, Olympiou ve Papaevripidou, 2008).

Sanal laboratuvar uygulamaları, yüz yüze laboratuvar uygulamalarının tamamlayıcısı olmasının yanı sıra yüz yüze laboratuvar ortamında yapılacak deneylere hazırlık açısından destekleyici bir materyal olarak da oldukça yararlıdır. Öğrenenlere, genellikle yüz yüze laboratuvar uygulamalarına hazırlanmalarını sağlamak amacıyla basılı materyaller sunulmaktadır. Basılı materyallerde, deneylerin yürütülmesi ile ilgili adım adım yönlendirmeler ve güvenlik prosedürleri mevcuttur (Dalgarno vd., 2003). Öğrenenlere basılı materyallerin yanında sanal laboratuvarların da sunulması yüz yüze laboratuvardaki eksikliklerin kaldırılmasında yardım edebilir (Abdulwahed ve Nagy, 2009). Örneğin zaman kısıtlamaları, tekrar eksikliği ve yüksek bilişsel yükten dolayı zayıf kavramsal öğrenme çıktısı yüz yüze laboratuvarda karşılaşılan önemli eksikliklerden bazılarıdır. Ayrıca sanal laboratuvarların yüz yüze laboratuvar uygulamalarına destek olarak kullanılmasının öğrenenlerin öğrenmelerini arttırdığı da

belirtilmektedir. Sanal laboratuvarların destek olarak kullanılması öğrenenlere laboratuvar ortamını ve kuralları tanıtmak, deney sürecini anlatmak, deneyde kullanılacak araç-gereçleri tanıtarak deney düzeneğini oluşturmak, gerçek ortama gelmeden önce deneyleri yürütmek gibi çeşitli imkânları sunmaktadır. Sanal laboratuvarların sağladığı bu imkânlarla öğrenenlerin kendilerine güvenleri artacak ve yüz yüze ortamda kendilerini daha iyi hissedeceklerdir (Dalgarno, 2002; Kamlaskar, 2007).

Laboratuvar uygulamaları için öğrenme amaçları farklılık gösterebilir (Cooper, 2005; Lindsay ve Good, 2005). Bu öğrenme amaçları çerçevesinde, kullanılan bu karma modelde hangi laboratuvar ortamının hangi kazanımları sağlayacağı başlangıçta açıkça belirlenmeli ve karma model uygulaması bu kazanımlar dikkate alınarak planlanmalıdır. Her bir laboratuvar uygulamasının kurum ve öğrenenler açısından üstün özellikleri kullanılarak öğrenenlere daha etkili laboratuvar deneyimleri sağlanmalıdır.

## **2.5. Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları İle İlgili Örnekler**

Geçmişten günümüze birçok disiplinin eğitimi, Açık ve uzaktan öğrenme ile verilmiştir. Ancak pratik becerilerin açık ve uzaktan öğrenme yoluyla sunulmasında karşılaşılan güçlüklerden dolayı kurumlar tarafından genellikle bilgi ve teoriye dayalı eğitimlerin tercih edildiği görülmektedir. Öğrenenlere pratik becerilerinin kazandırılmasında laboratuvar uygulamaları önemlidir. Alanyazın incelendiğinde fen bilimleri ve mühendislik alanlarında başta İngiltere Açık Üniversitesi olmak üzere pek çok açık üniversitenin laboratuvar uygulamalarında yüz yüze laboratuvarları ve ev deney kitlerini kullandığı görülebilir. Açık ve uzaktan eğitimde pratik becerilerin öğretiminde bu uygulamaların kullanılması 1970'li yıllara dayanmaktadır (Shott, 1974; Loannides, 1987; Mosse ve Wright, 2010).

Bilgisayar ve internet teknolojilerinin gelişmesi, laboratuvar temelli disiplinlerin açık ve uzaktan öğrenme ile sunulmasında yeni araçların geliştirilmesine olanak sağladı. Çok sayıda üniversite ya da organizasyon, öğrenenlere laboratuvar uygulamalarını sunmak için kendi sanal ve uzak laboratuvarlarını geliştirmektedir. Ayrıca 2000'li yılların başında eğitimde açıklık politikasının yaygınlaşmaya başlaması ile laboratuvar derslerine ait dokümanların veya sanal/uzak laboratuvarların herkesin kullanımına açıldığı girişimler de mevcuttur.

MIT Opencourseware projesi 2002'de tüm ders kataloglarını çevrimiçi hale getirerek küresel düzeyde açık eğitsel kaynak hareketini başlatmıştır. Paylaşılan bu dersler arasında laboratuvar uygulamaları olan dersler de bulunmaktadır. Gerçek laboratuvar ortamında deneylerin gerçekleştirilmesi esnasında çekilen videolar veya fotoğraflar, deney yönergeleri ve notlardan oluşan dokümanlar pratik becerilerin öğrenilmesi için açık hale getirilmiştir (MIT OpenCourseWare, 2017). Ayrıca MIT, açık eğitsel kaynakları destekleyen felsefesini devam ettirmek amacıyla akademisyenlerin ve araştırmacıların sınıf içinde kullanabilecekleri simülasyonlardan ve çeşitli yazılımlardan oluşan STAR (Software Tools for Academics and Researchers) projesini geliştirmiştir. STAR eğitim araçlarının kullanımını kolaylaştıran müfredat bileşenleri, modülleri de paylaşılmaktadır (Software Tools for Academics and Researchers, 2017). Eğitsel kaynaklarını paylaşan diğer kurumlar da laboratuvar derslerini MIT ile benzer şekilde dokümanlar ve yönergeler şeklinde paylaşmaktadır.

Açık eğitsel kaynak olarak sadece simülasyonların, diğer bir ifade ile sanal laboratuvarların sunulduğu projeler de mevcuttur. Örneğin Phet Projesi, The ChemCollective Projesi, The Virtual Courseware Projesi, CORE-Materials Projesi ve Virtual Labs Projesi çeşitli disiplinlerde yüzlerce simülasyonun paylaşıldığı açık eğitsel kaynak projeleridir. Phet (Physics Education Technology) projesi, Colorado Üniversitesi'nde 2002 yılında Nobel ödüllü Carl Wieman tarafından kurulan kar amacı gütmeyen açık eğitsel kaynak projesidir. Fizik, kimya, biyoloji, yer bilimleri ve matematik alanlarında çok sayıda iki boyutlu etkileşimli simülasyon sunulmaktadır. Ayrıca geliştiriciler için simülasyon yazılımları açık kaynak kodlu olarak paylaşılmakta ve deneylerle ilgili dokümanlar bulunmaktadır (Phet, 2017). The ChemCollective Projesi, 2000 yılında kurulan kimya alanında sanal laboratuvarlar, senaryo tabanlı öğrenme etkinlikleri ve kavram testlerinden oluşan bir koleksiyondur (ChemCollective, 2017). National Science Foundation ve California State Üniversitesi tarafından desteklenen The Virtual Courseware Projesi, yaşam bilimleri, yer bilimleri ve jeoloji alanlarında etkileşimli çevrimiçi simülasyonlar sunmaktadır (Sciencecourseware, 2017). CORE-Materials Projesi ise, JISC ve HE Academy Open Educational Resources tarafından finanse edilen ve UK Centre for Materials Education (UKCME) tarafından yürütülen, bilim ve mühendislik alanında simülasyonların da bulunduğu çok sayıda açık eğitsel kaynak sunan bir projedir (CORE-Materials, 2017). 2012 yılında hayata geçirilen The Virtual Lab projesi Hindistan federal hükümeti tarafından finanse edilen

ve Hindistan Teknoloji Enstitülerinin ortaklığıyla geliştirilen açık eğitsel bir kaynaktır. Fizik, kimya gibi bilim dallarının yanında elektronik ve haberleşme, bilgisayar bilimi ve mühendisliği, elektrik mühendisliği, mekanik mühendisliği, kimya mühendisliği, biyoteknoloji mühendisliği ve inşaat mühendisliği gibi çeşitli disiplinlerde hem sanal hem de uzak laboratuvarlar sunmaktadır (Virtual Labs, 2017). Sanal laboratuvarların açık eğitsel kaynak olarak sunulduğu diğer projeler Tablo 2.4’te verilmiştir.

İngiltere Açık Üniversitesi, 2013 yılında Wolfson Vakfı’nın maddi desteği ile uygulamalı bilimlerin eğitimi için çevrimiçi (sanal veya uzak) laboratuvarların geliştirildiği The Open Science Laboratory projesini sunmuştur. Bu çevrimiçi laboratuvarlar, öğrencilere her zaman her yerden ulaşabilecekleri etkileşimli uygulamalar sağlamaktadır. Laboratuvarlarda, sanal araçlara, uzaktan erişimli deneylere ve gerçek verileri kullanan sanal senaryolara dayanan araştırmalar bulunmaktadır. Açık Üniversite’nin ‘açık’ olma misyonuna uygun olarak çok sayıda deneye, The Open Science Laboratory’nin web sitesine kayıt olmak şartıyla ücretsiz erişilebilir. The Open Science Laboratory’de bulunan uygulamalar şu başlıklar altında gruplanmaktadır (The Open Science Laboratory, 2017):

- **Laboratuvarlara ve gözlemlere uzaktan erişim:** Öğrenciler, uzaktan kontrol edilebilen gerçek fiziksel ekipmanlar ile çalışabilirler.
- **Sanal laboratuvarlar ve araçlar (sanal mikroskop gibi):** Etkileşimli ekran deneyleri, fiziksel deneylerin gerçekçi fotoğraf kayıtlarını içerir ve gerçek örneklerin davranışlarını taklit eder.
- **Çevrimiçi alan araştırmaları:** Geleneksel alan gezilerine elektronik erişimi sağlar veya uydu ve uzaktan kontrollü sensörleri kullanarak sanal deneyim sunar.
- **Bireysel bilim:** Profesyonel olmayan kişilere bilimsel bir araştırmanın parçası olan verileri toplama ve işleme imkânı sunar.

İngiltere Açık Üniversitesi, 2018 yılına kadar belirlediği yol haritasına göre The OpenScience Laboratory’ye erişimi artırmayı, sosyal medya ile entegre etmeyi, katılımı artırmak için yenilikçi modeller geliştirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca bilim laboratuvarlarının yanı sıra mühendislik laboratuvarlarının da geliştirilmesi düşünülmektedir. Artırılmış gerçeklik ve dokunma duyusuna hitap eden teknolojiler kullanma, oyun tabanlı laboratuvar uygulamaları, interneti olmayan kullanıcılar için



çevrimdışı çalışabilen uygulamalar ise diğer hedefleri arasındadır (The Open Science Laboratory, 2017).

Öğrenenlere gerçek laboratuvar ekipmanları ile çalışmalarını sağlayan uzak laboratuvarların tasarlanması ve uygulanması, kurumlar için yüksek miktarda kaynak gerektiren zor bir girişimdir. Bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla pek çok girişim ve ortaklık bulunmaktadır. NANSLO, iLab, Go-Lab, UNILabs, WebLab-Deusto, VISIR ve NetLab bu girişimlerden bazılarıdır.

North American Network of Science Labs Online (NANSLO), Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'daki lise sonrası kurumların bilim dersleri için yüksek kalitede, modüler, açık lisanslı, öğrenen merkezli ders materyallerinin ve web tabanlı laboratuvar deneylerinin geliştirilmesi ve dağıtılması için kurulan uluslararası işbirlikli bir ortaklıktır. NANSLO, iş ve aile sorumlulukları olan veya geleneksel sınıflara erişimi kısıtlı olan kırsal bölgelerde yaşama gibi zorluklardan dolayı bilim tabanlı kariyerlerine devam edemeyen veya çeşitli nedenlerle derecelerini bitirmede başarısız olan risk durumundaki öğrencilerin önündeki engelleri kaldırmak için teknolojik çözümler sağlar. NANSLO deneyimleri, çevrimiçi bilim derslerine öğrenci katılımını artıran bir potansiyele sahiptir ve özellikle kampüsteki dersleri almakta zorluk çeken öğrenciler başta olmak üzere daha fazla öğrenciyi bilimle ilgili programlara katılmalarını sağlamaktadır. NANSLO, öğrencilerin laboratuvar deneylerini ve etkinliklerini tamamlayabilmeleri için gerçek laboratuvar araçlarını gerçek zamanlı olarak uzaktan kontrol edebilecekleri uzak web tabanlı bilim laboratuvarları sunmaktadır. Bunun için özel olarak programlanmış bilimsel ekipmanları, robotları ve kameraları kontrol etmelerine izin veren bir yazılım kullanılmaktadır. Ayrıca öğrenme sosyal bir aktivite olduğundan, NANSLO öğrencilerin birbirleri ile işbirliği yapmasını sağlayan sesli veya yazılı olarak iletişim kurabilecekleri çeşitli yöntemler kullanmaktadır (NANSLO, 2017).

MIT'nin iLab projesi, 1998 yılında transistör fiziği dersini alan fazla sayıdaki öğrenciye kısıtlı laboratuvar ekipmanlarını kullanarak uzaktan deneyleri yapma imkânı sunma fikriyle başlamış ve günümüzde kapsamını daha da genişleterek bilim ve mühendislik alanlarında dünya genelinde pek çok kuruma çeşitli uzaktan erişimli laboratuvarlarda çalışma imkânı sağlamıştır. iLab projesi, çevrimiçi laboratuvarlar deneylerinin yelpazesini genişleterek bilim ve mühendislik eğitimini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Geleneksel laboratuvarların aksine, iLab'lar, üniversite genelinde veya

dünya çapında paylaşılabilir. iLab'ın vizyonu, yükseköğretimin içinde veya dışında laboratuvar deneylerini mümkün olduğunca paylaşmaktır. iLab projesinin nihai hedefi ise dünyadaki öğretim elemanlarına İnternet üzerinden kendi deneylerini paylaşmalarını kolaylaştıracak zengin deney setleri oluşturmaktır. iLabs, bilim ve mühendislik alanlarında öğrencilere ve eğitimcilere istedikleri yerden istedikleri zamanda deneyleri yürütme imkânı vermektedir. iLab ekipleri, MIT'de mikroelektronik, kimya mühendisliği, polimer kristalleşme, yapısal mühendislik ve işaret işleme gibi alanlarda uzak laboratuvarlar üreterek genel anlamda uzak laboratuvar deneylerini anlamaya ve MIT'deki ve dünya genelindeki büyük öğrenci gruplarına bu laboratuvarların kullanımlarını ölçeklendirmeye çalışmışlardır. Farklı iLab geliştirme ekiplerinin deneyimlerine dayanarak iLab Projesi, uzaktan erişimli laboratuvarları çevrimiçi hale getirme ve karmaşık laboratuvar deneyimlerini yönetme konusunda etkili araçlar geliştirmektedir (iLabs, 2017).

Go-Lab (Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School) projesi, Yedinci Çerçeve Programı kapsamında Avrupa komisyonu tarafından desteklenen, 12 ülkeden 19 organizasyonun katılımıyla oluşan işbirlikli bir projedir. Go-Lab, dünya çapında araştırma kuruluşlarının, üniversitelerin ve kurumların uzaktan erişimli laboratuvarlarına, sanal laboratuvarlarına ve veri setlerine erişimi sağlayan bir altyapı sunar. Go-Lab projesinin amacı, öğrencilere modern laboratuvar ekipmanlarıyla deneyleri yürüterek uygulama deneyimi kazandırma, temel bilimlerde bilgilerini derinleştirme imkânı sağlamaktır. Go-lab, sınıf deneyimlerini güçlendirmek ve sınıf dışından öğrenmeleri desteklemek amacıyla çevrimiçi laboratuvarlara erişimi sağlama üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu çevrimiçi laboratuvarlar üniversiteler, okullar, öğretmenler, öğrenciler ve yaşam boyu öğrenenler tarafından bilimsel deneylerle ilgili öğrenme etkinliklerini genişletmek için kullanılabilir (Go-Lab, 2017).

UNILabs, Avrupa Yükseköğretim Alanı bağlamında uzaktan öğrenmeyi konu alan ve devam eden bir UNED (İspanya Ulusal Uzaktan Eğitim Üniversitesi) projesidir. UNILabs, farklı alanlarda çevrimiçi laboratuvar biçimindeki laboratuvar kaynaklarını paylaşan çok sayıda üniversitenin oluşturduğu bir ağdır. UNILabs projesi, UNED ve Leon Üniversitesi, Almeria Üniversitesi gibi İspanya Üniversitelerindeki öğrencilere fizik (FisL@bs) ve bilgisayar bilimleri (AutomatL@bs) programlarının resmi müfredatına ait bir dizi yapılandırılmış sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarlar sunmaktadır. Ayrıca öğretim elemanlarına laboratuvarları öğrenme yönetim sistemine

kolayca entegre etmelerini sağlayacak araçlar ve prosedürler sunmaktadır (UNILabs, 2017).

WebLab-Deusto, 2001 yılında başlayan İspanya Deusto Üniversitesi'ndeki bir araştırma grubu tarafından tasarlanan ve geliştirilen uzaktan erişimli laboratuvar projesidir ve uzaktan erişimli laboratuvarlar ile deneysel öğrenmeyi artırma amacını güden bir girişimdir. Bunun için, bazı laboratuvarlar, İnternet aracılığı ile ücretsiz olarak sunulur. Temel yazılımlar açık kaynak lisansı altında bulunabilir ve deneylerde kullanılan ekipmanlar çoğaltılabilir. WebLab-Deusto, üniversitelerin (mühendislik fakülteleri) ve dünya çapında farklı ülkelerdeki orta dereceli okulların yanı sıra araştırma projelerinde de kullanılmaktadır. WebLab-Deusto'nun sunduğu uzaktan erişimli laboratuvarlar arasında, Robot, FPGA (Field Programmable Gate Array) laboratuvarı, Akvaryum (Deusto Üniversitesi'nde bulunan gerçek bir akvaryumdaki balıkları besleme, ışıkları açıp kapama vs.), VISIR (Virtual Instrument Systems In Reality), CPLD (Programmable Logic Device), Mantık Kapıları, Sanal Makinalar bulunmaktadır. WebLab-Deusto araştırma grubu 2007'de, hem geliştirmede hem de dağıtımda VISIR projesinin ortağı olmuştur ve bu proje ile birlikte VISIR platformunu Telekomünikasyon, Enformatik, Endüstriyel Teknolojiler ve Elektronik alanlarında kullanmaya başlamıştır (Hernández-Jayo ve García-Zubía, 2011).

İsveç Blekinge Teknoloji Enstitüsü (BTH), ABD'de National Instruments ve İsveç'te Axiom ile birlikte VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) olarak bilinen bir proje başlattı. Bu proje ile diğer üniversitelerle ve organizasyonlarla işbirliği içinde açık kaynak teknolojilerini kullanarak çevrimiçi laboratuvar kavramının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. VISIR analog elektronik alanında uzaktan erişimli laboratuvar uygulamaları sunan açık laboratuvardır. VISIR ile öğrenciler bilgisayar ekranı ile devre elemanlarını seçme (direnç, kondansatör, diyot vs.), bu araçları breadboarda yerleştirme, araçları seçme ve kontrol etme ve son olarak da elde edilen sonuçları analiz etme gibi geleneksel laboratuvarda gerçekleştirebildikleri eylemlerin aynısını gerçekleştirebilirler. VISIR sistemi İsveç Blekinge Teknoloji Enstitüsü'nde uygulanmış ve dünya çapında farklı ülkelere dağıtılmıştır. Örneğin Deusto Üniversitesi (İspanya), Campus Vienna and Carinthia University of Applied Sciences (Avustralya), Polytechnic Institute of Porto – School of Engineering (Portekiz) ve Hindistan VISIR sistemini kullanmaktadır. Bütün bu üniversiteler VISIR konsorsiyumunun da birer üyesidir. Konsorsiyumun ana amacı, VISIR'ın daha fazla dağıtımını sağlamak ve

deneyimleri üyeler arasında paylaşmaktır (Garcia-Zubia vd., 2013). VISIR ile devreler, geleneksel laboratuvarları simüle eden bir arayüz ile tasarlanır. Ayrıca deney fiziksel olarak VISIR donanımı tarafından da kurulur. Ölçümler, fiziksel olarak alınır.

NetLab uzak laboratuvar projesi, yeni teknolojilerin gelişimini destekleme kapsamında Güney Avustralya Üniversitesi politikalarının bir parçası olarak geliştirilmektedir. NetLab, dersi zenginleştirme amacıyla akademik personel tarafından ve gerçek laboratuvar ekipmanları üzerinde uzaktan deneyleri yürütme amacıyla öğrenciler tarafından kullanılan bir çevrimiçi uzak laboratuvardır. Elektrik mühendisliğine yönelik laboratuvar uygulamaları bulunmaktadır. NetLab, öğrencilere gerçek laboratuvar ekipmanlarına benzeyen grafiksel bir arayüz sunar. Öğrenciler, bu arayüz ile etkileşime geçerek internet aracılığı ile uzak mekânlardaki laboratuvarda kurulu olan gerçek ekipmanları çalıştırabilmektedir. Ölçme aletlerinin görüntü panelinde gösterilen değerler / çıktılar simülasyon değil, gerçek ekipmanlardan gerçek zamanlı okunan gerçek verilerdir. 7 gün 24 saat erişime açık olan NetLab'ın ana hedefi, herhangi bir bilgisayardan öğrencilerin deneylerini yürütmelerine imkân sağlayarak laboratuvar deneyimi oluşturmak ve gerçek laboratuvar kullanımına benzer deneyimleri sunmaktır. NetLab'ın tasarım hedeflerinden biri de öğrenciler arasında işbirliğini sağlamaktır. NetLab, aynı deney üzerinde öğrencilerin birlikte çalışmasına izin veren çok kullanıcı bir yapıya sahiptir. NETLAB'a üye olan herkes uzaktan erişimli laboratuvarı kullanabilmektedir (NetLab, 2017).

Tablo 2.4'te uzaktan erişimli laboratuvarla ilgili diğer girişimler verilmiştir.

Açık eğitsel kaynaklar, öğrenme materyalinin veya içeriğin herkesin kullanımına açık olduğu yapılandırılmamış kaynaklardır. 2008 yılında açık eğitsel kaynak hareketinin devamı olarak MOOCs (Massive Open Online Courses - Kitleli Açık Çevrimiçi Dersler) adı verilen bir öğretim modeli ortaya çıkmıştır. MOOC'lar, yapılandırılmış bir dersin dünya genelinde sınırsız sayıda katılımcıya açık olduğu çevrimiçi derslerdir. Coursera, edX, Udacity, Khan Academy, FutureLearn önde gelen MOOC sağlayıcılarındandır. MOOC derslerinde binlerce katılımcıya gerçek laboratuvar ekipmanları ile çalışma, gerçek verileri analiz etme ve gözlem yapma imkânı sunmak neredeyse imkânsızdır. MOOC'lar daha çok, videoların ve metinlerin kullanıldığı ve olguların, formüllerin ve kavramların aktarıldığı çevrimiçi dersler şeklindedir (Waldrop, 2013). Ancak çok sayıda olmasa da laboratuvar uygulamaları için mobil cihazların,

videoların, sanal laboratuvarların ve uzak laboratuvarın kullanıldığı derslere de rastlamak mümkündür.

Coursera’da sunulan bir fizik dersinde, öğrenenlere özel ekipmanlarla donatılmış geleneksel bir laboratuvar tecrübesinden farklı olarak sahip oldukları asgari teçhizatları kullanarak laboratuvar uygulamalarını yapmaları istenmiştir. Örneğin, nesnelerin zamana göre konumunu öğrenmeleri için öğrenenlerden hareket halindeki nesnelerin videolarını çekmeleri ve özel bir yazılım ile bu video görüntülerini analiz etmeleri beklenmektedir (Aiken vd., 2013). Coursera’nın kurucu ortağı Daphne Koller, bu derse benzer derslerin sunulmasını teşvik edeceklerini ve aynı zamanda teorik derslerin verilmesinin yanında pratik uygulamaların yapılabilmesi için de ders yazılımlarını geliştireceklerini belirtmiştir (Waldrop, 2013).

Coursera’da sunulan Fizikokimya dersinde ise, video ve simülasyonların birleştirildiği bir sanal laboratuvar kullanılmıştır. Bu sanal laboratuvar ile öğrenenlere doğrudan deneylere katılma, ilgili ölçümleri çevrimiçi yapabilme, değerlendirme sonuçlarını gönderme imkânı sunulmuştur. Böylece öğrenenler, kampüsteki deneyimlerine daha yakın bir deneyim elde etmişlerdir (O’Malley, Agger ve Anderson, 2015).

MIT ve Harvard tarafından 2012’de kurulan edX platformunda sunulan ilk ders "Devreler ve Elektronik" (6.002x) dersidir. Bu ders, bir eğitmen tarafından anlatılan ders videolarından, metinlerden ve ek kaynaklardan oluşmaktadır. Bu derste ayrıca öğrenenlerin devrelerini kurabilecekleri bir çevrimiçi laboratuvar bulunmaktadır. 6.002x müfredatında belirtildiği gibi, puanlama sistemi 12 ev ödevi (% 15), 12 laboratuvar ödevi (% 15), bir ara sınav (% 30) ve bir final sınavı (% 40) üzerine kurulmuştur. Öğrenenlerin bu dersten sertifika alabilmeleri için en az 60 puan almaları gerekmektedir (Breslow vd., 2013).

Yapılan araştırmalar, uzaktan erişimli laboratuvarların MOOC derslerinde kullanımının zorluğuna dikkat çekmektedir. Uzaktan erişimli laboratuvarların MOOC ile büyük ölçekte dağıtılmasına MOOLs (Massive Open Online Laboratories) adı verildiği görülmektedir. Eşzamanlı olarak belirli bir fiziksel kaynağa çok sayıda kişinin ulaşabilmesini sağlamak karmaşık ve zor bir görevdir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için teknik çözümler sunan bazı çalışmalar yapılmaktadır (Lowe, 2014; Fernandes vd., 2015; Salzman, Gillet ve Piguet, 2016; Samuelson, 2016). Ayrıca bazı MOOC derslerinde uzaktan erişimli laboratuvarların başarılı bir şekilde kullanıldığı

görülmektedir. Örneğin edX tarafından verilen EE40LX: Electronic Interfaces dersi kapsamında öğrenenlere uzaktan erişimli laboratuvarlarda uygulama yapma imkânı sunulmuştur. 80 binden fazla öğrencinin kayıtlı olduğu bu derste aynı zamanda 2233 öğrenci sertifika almıştır (Zajdel ve Maharbiz, 2016). İspanya Uzaktan Eğitim Üniversitesi Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü tarafından sunulan ve uzaktan erişimli laboratuvar kullanılarak gerçek temel elektronik uygulamaları yapma imkânı veren MOOC, 2000'den fazla öğrenciye başarılı bir şekilde verilebilmiştir (Díaz vd., 2013).

**Tablo 2.4.** Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulama örnekleri

Ad	Adres	Açıklama
UniSchoolproject	<a href="http://unischoolabs.eun.org/web/guest">http://unischoolabs.eun.org/web/guest</a>	UniSchoolLabs, internet tabanlı servisler ve mobil öğrenme cihazları aracılığı ile ilk ve orta dereceli okullar için bilim laboratuvarlarına uzaktan erişimi sağlamada üniversitelerin ve okulların işbirliğini destekleyerek Avrupa’da bilim eğitiminde kaliteyi artırmayı amaçlamaktadır.
iLabCentral	<a href="https://ilabcentral.sesp.northwestern.edu/">https://ilabcentral.sesp.northwestern.edu/</a>	Lise bilim laboratuvarlarını, daha gerçekçi, daha çekici ve daha erişilebilir yapmayı amaçlamaktadır. Çeşitli disiplinlerde uzaktan erişimli laboratuvarlar sağlayan işbirlikli bir projedir.
iLab	<a href="https://wikis.mit.edu/confluence/display/ILAB2/Home">https://wikis.mit.edu/confluence/display/ILAB2/Home</a>	Mühendislik ve Bilim laboratuvarlarına uzaktan erişimi sağlayan bir ortaklıktır. iLab, üniversite genelinde veya dünya çapında paylaşılabilir. iLab’ın vizyonu, yükseköğretimde veya ötesinde mümkün olduğunca daha geniş bir çerçevede laboratuvar deneylerini paylaşmaktır.
Star	<a href="http://star.mit.edu">http://star.mit.edu</a>	STAR projesi akademisyenlerin ve araştırmacıların sınıf içinde kullanabilecekleri simülasyonlardan ve çeşitli yazılımlar sunmaktadır.
NANSLO	<a href="http://www.wiche.edu/nanslo">http://www.wiche.edu/nanslo</a>	Fizik, biyoloji ve kimya alanlarında kaliteli, modüler ve açık lisanslı ders içeriklerinin yanı sıra uzaktan erişimli laboratuvar sağlayan işbirlikli bir projedir.
Virtual Labs	<a href="http://vlab.co.in/">http://vlab.co.in/</a>	Bilim ve mühendislikte çeşitli disiplinlerde laboratuvarlara uzaktan erişim sağlar.
The Open Science Laboratory	<a href="https://learn5.open.ac.uk/course/view.php?id=2">https://learn5.open.ac.uk/course/view.php?id=2</a>	İngiltere Açık Üniversitesi ve Wolfson Foundation kurumunun bir girişimidir. Öğrenenlere, simülasyonlar, deneylere uzaktan erişim ve gerçek verileri kullanan sanal senaryolar sağlamaktadır. Bazı deneyler herkese açıkken, bazıları ise sadece kayıtlı kullanıcılara açıktır.
The internet School Experimental System	<a href="http://www.ises.info/index.php/en">http://www.ises.info/index.php/en</a>	Fizik deneylerinin uzaktan yapılabilmesini sağlayan bir sistemdir.
WebLab-Deusto	<a href="http://www.weblab.deusto.es/website/">http://www.weblab.deusto.es/website/</a>	Bu site, mühendislik için sanal ve gerçek laboratuvarlar sağlamaktadır.
UNILabs	<a href="http://unilabs.dia.uned.es/">http://unilabs.dia.uned.es/</a>	UNILabs, birçok üniversitenin kendi laboratuvar kaynaklarını paylaştığı bir ağıdır. Otomatik kontrol, fizik, elektronik gibi çeşitli mühendislik ve fizik alanında etkileşimli laboratuvarlar bulunmaktadır. Bu etkileşimli laboratuvar, sanal simülasyonlar olabildiği gibi uzaktan erişimli de olabilmektedir.

**Tablo 2.4. (Devam) Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulama örnekleri**

Ad	Adres	Açıklama
Lila	<a href="http://www.lila-project.org/">http://www.lila-project.org/</a>	Lila (Library of Labs), sekiz üniversitenin ve üç şirketin işbirliğiyle sanal ve uzak laboratuvarlara erişimi sağlayan bir projedir.
NetLab	<a href="http://netlab.unisa.edu.au/">http://netlab.unisa.edu.au/</a>	NetLab, dersi zenginleştirme amacıyla akademik personel tarafından ve gerçek laboratuvar ekipmanları üzerinde uzaktan deneyleri yürütme amacıyla öğrenciler tarafından kullanılan bir çevrimiçi uzak laboratuvardır. Elektrik mühendisliğine yönelik laboratuvar uygulamaları bulunmaktadır.
Value@Amrita Project	<a href="http://amrita.vlab.co.in/index.php">http://amrita.vlab.co.in/index.php</a>	Bu site Amrita Üniversite'sinin birçok disiplini içeren sanal laboratuvar projesidir. Hindistan'ın İnsan Kaynağı Geliştirme Bakanlığının bir girişimidir. Laboratuvarlara erişim için kullanıcıların kayıt olması gerekmektedir.
GO-LAB	<a href="http://www.go-lab-project.eu/project">http://www.go-lab-project.eu/project</a> <a href="http://www.golabz.eu/">http://www.golabz.eu/</a>	Go-Lab projesi, Avrupa komisyonu tarafından desteklenen, işbirlikli bir projedir. Go-lab, sınıf deneyimlerini güçlendirmek ve sınıf dışından öğrenmeleri desteklemek amacıyla çevrimiçi laboratuvarlara erişimi sağlama üzerine yoğunlaşmaktadır.
Molecular Workbench	<a href="http://mw.concord.org/modeler/">http://mw.concord.org/modeler/</a>	Bilimde görsel etkileşimli deneylerin tasarımı ve yürütülmesi için geliştirilen ücretsiz ve açık kaynak kodlu modelleme aracıdır. ConcordConsortium tarafından geliştirilmiştir ve NFS tarafından desteklenmiştir.
The Chemistry Collective	<a href="http://www.chemcollective.org/">http://www.chemcollective.org/</a>	ChemCollective, kimya alanında üniversite seviyesinde etkileşimli sanal laboratuvarlar sunmaktadır.
The BC-Integrated Laboratory Network	<a href="http://www.bciln.ca">http://www.bciln.ca</a>	BC-ILN, lisans ve orta öğretim öğrencileri için, çeşitli ileri seviye aletler kullanılarak kimya ile ilgili uzak laboratuvarlar ve sınıf aktiviteleri sunan işbirlikli bir projedir.
LabShareAustralia	<a href="http://www.labshare.edu.au/">http://www.labshare.edu.au/</a>	Mühendislik alanında uzaktan erişimli laboratuvarlar sunmaktadır.
Howard Hughes Medical Institute Virtual Labs	<a href="http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/">http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/</a>	Biyoloji ve medikal alanlar için etkileşimli ve üç boyutlu sanal laboratuvarlar sunmaktadır.



**Tablo 2.4. (Devam) Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulama örnekleri**

Ad	Adres	Açıklama
The Virtual Courseware Project	<a href="http://www.sciencecourseware.com/">http://www.sciencecourseware.com/</a>	National Science Foundation ve California State Üniversitesi tarafından desteklenen The Virtual Courseware Project, yaşam bilimleri, yer bilimleri ve jeoloji alanlarında etkileşimli çevrimiçi simülasyonlar sunmaktadır.
CORE –Materials	<a href="http://core.materials.ac.uk/">http://core.materials.ac.uk/</a>	Bilim ve mühendislik alanında çok sayıda açık eğitsel kaynak sunmaktadır.
University of Utah Genetic Science Learning Centre	<a href="http://learn.genetics.utah.edu/">http://learn.genetics.utah.edu/</a>	Genetik alanıyla ilgili sanal laboratuvarların yanında çok sayıda animasyon ve öğrenme aktiviteleri sunmaktadır.
Populus	<a href="http://www.cbs.umn.edu/populus/">http://www.cbs.umn.edu/populus/</a>	Minnesota Üniversitesi tarafından hazırlanmış biyoloji ve evrim ekolojisinin öğretimi için kullanılan etkileşimli simülasyonlardan oluşan bir yazılımdır.
Labster	<a href="http://www.labster.com/">http://www.labster.com/</a>	Yaşam bilimlerinin öğretilmesi için hazırlanmış 3 boyutlu sanal öğrenme platformudur. Stanford Üniversitesi, Danimarka Teknik Üniversitesi, NovoNordisk, Hong Kong Üniversitesi ve pek çok akademik kurum sanal laboratuvarların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.
Late Nite Labs	<a href="http://latenitelabs.com/">http://latenitelabs.com/</a>	Kimya, biyoloji, mikrobiyoloji ve fizik alanları ile ilgili 100'den fazla etkileşimli sanal laboratuvar hizmeti sunan ticari bir platformdur.
SimBio	<a href="http://simbio.com/">http://simbio.com/</a>	Biyoloji alanında, K12 ve kolej seviyesinde etkileşimli ticari sanal laboratuvar yazılımı sağlamaktadır.
Model Science Simulation	<a href="http://www.modelscience.com/">http://www.modelscience.com/</a>	Kimya eğitiminde kullanılacak etkileşimli laboratuvar sunan ticari amaçlı bir yazılımdır.
Phet	<a href="http://phet.colorado.edu/">http://phet.colorado.edu/</a>	Fizik, kimya, biyoloji, yer bilimleri ve matematik alanlarında çok sayıda iki boyutlu etkileşimli simülasyon ve sanal laboratuvar sunmaktadır.
PrimalPictures	<a href="https://www.primalpictures.com/">https://www.primalpictures.com/</a>	Üç boyutlu insan anatomisini detaylı olarak sunmaktadır.
Nova Labs	<a href="http://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/">http://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/</a>	Katılımcıların gerçek dünya araştırmalarını yapmaları için güneş, enerji, bulut ve RNA laboratuvarları sunmaktadır.

**Tablo 2.4. (Devam)** Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulama örnekleri

Ad	Adres	Açıklama
AnnenbergLearner	<a href="http://www.learner.org/">http://www.learner.org/</a>	Farklı alanlarda, öğrenme materyalleri sunan bir platformdur. Bu öğrenme materyallerinin arasında iki boyutlu etkileşimli sanal laboratuvarlar da bulunmaktadır.
3DLab	<a href="https://www.circuitlogix.com/circuitlogix-3DLab.php">https://www.circuitlogix.com/circuitlogix-3DLab.php</a>	Üç boyutlu ortamda elektrik/elektronik laboratuvarı sunan ticari bir yazılımdır.
DC/AC Virtual Lab	<a href="http://dcaclab.com/">http://dcaclab.com/</a>	DC/AC devrelerin çevrimiçi olarak yaratılmasına ve paylaşılmasına olanak veren platformdur.
CircuitLab	<a href="https://www.circuitlab.com/">https://www.circuitlab.com/</a>	DC/AC devrelerin çevrimiçi olarak yaratılmasına ve paylaşılmasına olanak veren platformdur.
DoCircuits	<a href="http://www.docircuits.com/">http://www.docircuits.com/</a>	Elektronik alanı için oluşturulmuş çevrimiçi sanal laboratuvardır.
OnlineChemLabs	<a href="http://www.onlinechemlabs.com/">http://www.onlinechemlabs.com/</a>	Kimya eğitiminde kullanılacak etkileşimli laboratuvar sunan ticari amaçlı bir platformdur.
The Nebraska AstronomyApplet Project	<a href="http://astro.unl.edu/naap/">http://astro.unl.edu/naap/</a>	Astronomi alanında giriş seviyesinde çevrimiçi laboratuvar sunar.
Virtlab ®: A Virtual Laboratory	<a href="http://www.virtlab.com/main.aspx">http://www.virtlab.com/main.aspx</a>	Kimya alanında deneylerin yapılabileceği sanal bir ortam sunar. Laboratuvar deneylerine erişim için üye olmak yeterlidir. Ücretsizdir.
ACD/Labs	<a href="http://www.acdlabs.com/download">http://www.acdlabs.com/download</a>	ACD/Labs, kişisel ve eğitim amacıyla kullanım için kimya deneylerinin yürütülebildiği bir yazılımdır.
Y ScienceLaboratories	<a href="http://chemlab.byu.edu/">http://chemlab.byu.edu/</a>	Y Science Laboratuvarları, kimya, biyoloji, fizik ve gezegenlerin hareketleri ile ilgili gerçekçi simülasyonlar sunar. Bu laboratuvarlar, Brigham Young Üniversitesi'nde üretilmiştir
UCLA ePhysics	<a href="http://ephysics.physics.ucla.edu">http://ephysics.physics.ucla.edu</a>	UCLA ePhysics, Fizik alanı ile ilgili öğrencilere, eğitimcilere ve bu alanla ilgilenen kişilere öğrenme deneyimlerini artırmaları için çeşitli etkileşimli animasyonlar sunmaktadır.
eAnthro Labs	<a href="http://www.eanthro.org/">http://www.eanthro.org/</a>	EAnthro, öğretmenler, öğrenciler ve araştırmacılar tarafından kullanılmak üzere antropolojik kaynakların bulunduğu dijital laboratuvarlarının bir koleksiyonudur.

## **2.6. Laboratuvar Uygulamaları İle İlgili Araştırmalar**

Laboratuvar uygulamaları ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Araştırmacıların, mühendislik, uygulamalı bilimler, sağlık bilimleri gibi çeşitli alanlarda laboratuvar uygulamaları konusunda alanyazına katkı sağladığı görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı laboratuvar uygulamalarının tanıtılması ile ilgiliyken bir kısmı ise bu laboratuvar uygulamalarının etkililiği üzerine yoğunlaşmaktadır. Laboratuvar uygulamalarının eğitime uygun bir şekilde dahil edilebilmesi için etkililiklerinin değerlendirilmesi önemlidir.

Pek çok kurum sanal laboratuvarları ve uzaktan erişimli laboratuvarları gerçek laboratuvarlara alternatif olarak veya destek materyali olarak kullanmaktadır. Bu laboratuvar uygulamalarının öğrenme amaçlarını yerine getirmesi ve kalitesinin değerlendirilmesi önemlidir (Stefanovic vd., 2013). Alanyazında öğrenme çıktıları, öğrenme amaçları ve eğitsel etkisi bakımından sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarların etkililiğinin değerlendirmesine odaklanan çalışmalar vardır.

### **2.6.1. Geleneksel eğitimde laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar**

#### **2.6.1.1. Sanal laboratuvar ile ilgili araştırmalar**

Pedagojik bir araç olarak sanal laboratuvarları ele alan çalışmalar, bu laboratuvarların bilişsel ve duyuşsal alanlarda pozitif bir etkiye sahip olduğunu ve anlamlı öğrenmeyi sağladığını göstermektedir. Sanal laboratuvarların öğrenenlerin ders notlarını yükseltme, becerilerini geliştirme ve kavramsal bilgilerini güçlendirme konusunda pozitif bir etkiye sahip olduğu ispatlanmıştır. Öğrencileri gerçek laboratuvarlara hazırlama konusunda da sanal laboratuvarın etkili olduğu belirtilmiştir (Campbell vd., 2002; Zacharia ve Anderson, 2003; Abdulwahed ve Nagy, 2009; Chaturvedi ve Dharwadkar, 2011). Ayrıca sanal laboratuvarla ilgili öğrencilerin veya öğretim elemanlarının algılarının ve tutumlarının değerlendirildiği çalışmalar da mevcuttur (Barnea ve Dori, 1999; Mowry, 2007; Doiron, 2009; Taghavi ve Colen Jr., 2009; Tüysüz, 2010; Bozkurt ve Ilik, 2010; Pyatt ve Sims, 2012). Kavramsal değişimin, hem sanal uygulama deneyimleri ile hem de gerçek uygulama deneyimleri ile mümkün olabileceğini, öğrenenlerin bu iki ortamdaki performansları arasında fark olmadığını, öğrenme hedeflerinin sağlanabildiğini gösteren çok sayıda çalışma vardır (Hall, 2000; Hsu ve Thomas, 2002; Lammi, 2009; Başer ve Durmuş, 2010; Tatlı ve Ayas, 2012;

Hawkins ve Phelps, 2013; Oser, 2013). Bunun yanı sıra gerçek laboratuvarlarla sanal laboratuvarların karşılaştırıldığı bazı çalışmalarda ise sanal laboratuvarların daha etkili olduğu da gözlenmiştir (Barnea ve Dori, 1999; Martínez-Jiménez vd., 2003; Finkelstein vd., 2004; Javidi, 2004; Holzinger vd., 2009; Tüysüz, 2010). Sanal gerçeğin de laboratuvar çalışmalarında öğretme ve öğrenmeyi artırması konusunda oldukça olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Couture, 2004; Cobb vd., 2009; Richardson ve Adamo-Villani, 2010).

#### ***2.6.1.2. Karma laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar***

Sanal laboratuvarların yüz yüze laboratuvarlar ile birleştirilmesiyle oluşturulan karma laboratuvar uygulamalarının etkililiğini inceleyen çalışmalar, karma laboratuvar uygulamalarının, bu laboratuvarların tek başına kullanımından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Jaakkola ve Nurmi (2008), farklı laboratuvar ortamlarında deneyleri yürüten ilköğretim öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramsal bilgilerini karşılaştırmıştır. Bu deneysel çalışmada öğrenciler ‘sadece sanal laboratuvarı’, ‘sadece fiziksel laboratuvarı’ ve ‘önce sanal laboratuvarı sonra fiziksel laboratuvarı’ kullananlar olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Kavramsal bilgilerin elde edilmesinde birleştirilmiş laboratuvar uygulamasının daha avantajlı olduğu görülmüştür. Sadece sanal laboratuvarı kullananlar ile sadece fiziksel laboratuvarı kullananlar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir.

Carmichael vd. (2010), fiziksel ve sanal laboratuvarların kullanım sırasının öğrencilerin makaralar konusundaki kavramsal anlamalarını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Bu deneysel çalışmada birinci grup önce sanal laboratuvarı, sonra fiziksel laboratuvarı, ikinci grup ise önce fiziksel laboratuvarı sonra sanal laboratuvarı kullanmıştır. Gruplar arasındaki kavramsal anlamaların ölçülmesinde ön test, orta test ve son test kullanılmıştır. Orta testler, gruplara ilk laboratuvar ortamlarından ikinci laboratuvara geçmeden önce uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bireysel olarak başarı puanları da incelenmiştir. İş kavramı ile ilgili sorularda, sanal laboratuvarı önce kullanan öğrencilerin fiziksel laboratuvarda öğrenilen bilgileri engellediği görülmüştür. Kuvvet ile ilgili sorularda, her iki gruptaki öğrenciler, orta testte benzer kazanımlar göstermiştir, fakat son testte “öncelik etkisi”yle tutarlı olarak hiçbir kazanım gözlenmemiştir. Fiziksel deneyi ilk önce yapan öğrenciler kuvvet konusunda orta testte daha iyidir. Bütün başarı puanlarına bakıldığında, sanal laboratuvardan önce fiziksel

deneyi yapan öğrencilerin sanal deneyleri yaptıktan sonra başarı puanlarında artış görülürken, sanal deneyleri fiziksel deneyden önce yapan öğrencilerin fiziksel deneyden sonra herhangi bir ilerleme göstermediği görülmüştür.

Toth, Morrow ve Ludvico (2009), birinci sınıf biyoloji dersinde sanal ve fiziksel laboratuvarların kullanım sırasının etkililiğini değerlendirmiştir. Ön test ve son test sonuçlarına göre sanal laboratuvarı önce kullanan öğrenciler için kavramsal bilgi testinde küçük bir avantaj rapor edildiği de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Zacharia ve arkadaşları tarafından yürütülen farklı çalışmalarda, fiziksel laboratuvarın ve sanal laboratuvarın birleştirilerek kullanılmasının öğrencilerin fizik alanındaki çeşitli konular (ışık ve renk, elektrik devreleri ısı ve sıcaklık) hakkında öğrenmelerinde, sadece sanal laboratuvar veya sadece fiziksel laboratuvar kullanımına oranla daha yararlı olup olmadığı araştırılmıştır. Bu deneysel çalışmalarda öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmek için öğretimden önce, öğretim sürecinde ve öğretimden sonra kavramsal testler uygulanmıştır. Çalışmalarda, öğrencilerin fiziksel laboratuvar ve sanal laboratuvarın birleşiminden oluşan harmanlanmış modelden elde ettikleri deneyimin, fiziksel ve sanal laboratuvarın tek başına kullanımındaki deneyimden daha fazla öğrenme sağladığı görülmüştür (Zacharia, 2007; Zacharia vd., 2008; Olympiou ve Zacharia, 2010; 2012).

Campbell vd. (2002), birleştirilmiş laboratuvar uygulaması (sanal ve fiziksel) ile fiziksel laboratuvar uygulamasını öğrencilerin deneyleri tamamlama, başarı puanları ve laboratuvar deneyimleri açısından kullanımını karşılaştırmıştır. Elektrik mühendisliği bölümünde, elektronik konusu üzerinde yapılan bu çalışmada, birleştirilmiş laboratuvar uygulamasını kullanan öğrencilerin başarı puanlarının daha yüksek olduğu, deneyleri fiziksel ortamda tamamlamaları arasında her iki grup öğrencileri arasında fark olmadığı ve öğrencilerin birleştirilmiş uygulamayla ilgili yorumlarının pozitif olduğu gözlenmiştir.

Farrokhnia ve Esmailpour (2010), birleştirilmiş laboratuvar uygulamasını (sanal ve fiziksel), sanal laboratuvarı ve fiziksel laboratuvarı öğrencilerin doğru akım elektronik devreleri ile ilgili kavramsal anlamaları ve becerileri açısından karşılaştırmıştır. Bu deneysel çalışma sonucunda birleştirilmiş laboratuvar uygulamasını kullanan öğrencilerin kavram anlamalarındaki değişim ve sanal laboratuvarı kullanan öğrencilerinin becerilerindeki gelişme diğer gruptaki öğrencilere göre daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Kollöffel ve de Jong, (2013), bilgisayar tabanlı uygulamalarla ve sanal laboratuvarla desteklenen gerçek elektrik laboratuvarı uygulamalarını karşılaştırmıştır. Bu deneysel çalışmada sanal laboratuvarı kullanan öğrencilerin diğer gruba göre daha fazla kavramsal anlamaya ve yöntemsel beceriye sahip olduğu görülmüştür.

### **2.6.1.3. Uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar**

Uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili çok fazla çalışma olmasına rağmen bu laboratuvarların etkililiğini değerlendiren çalışma oldukça azdır. Uzaktan erişimli laboratuvarların gerçek laboratuvarlar ile karşılaştırıldığı çalışmalarda uzaktan erişimli laboratuvarların gerçek laboratuvarlara benzer öğrenme çıktılarını sağladığı ve öğrenme farklılıklarının anlamlı olmadığı belirtilmiştir (Sonnenwald, Whitton ve Maglaughlin, 2003; Ogot vd., 2003; Corter vd., 2004; Lindsay ve Good, 2005; Sicker vd., 2005; Corter vd., 2007; Corter vd., 2011; Lang, 2012). Ancak öğrenenlerin deneyimlerinden oluşturdukları algılarında önemli farklılıkların olduğu görülmüştür (Stefanovic vd., 2013). Karşılaştırma çalışmalarına göre öğrenenler gerçek laboratuvarlarda çalışmayı tercih ettikleri, fakat genel olarak uzaktan erişimli laboratuvarların kullanımının kolaylığını ve uygunluğunu önemli ölçüde kabul ettikleri de belirtilmiştir (Cortier vd., 2011). Öğrenenlerin uzaktan erişimli laboratuvarları, gerçek laboratuvarlar kadar veya gerçek laboratuvarlardan daha etkili bulduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Cmuk, Mutapcic ve Zoino, 2006; Malaric vd., 2008). Jara vd. (2011) ise uzaktan erişimli laboratuvarların öğrenenlere gerçek problemler sunabildiği için eğitsel olarak etkili bir araç olduğunu ve sadece uzaktan erişimli laboratuvarların sunulduğu model yerine uzaktan erişimli laboratuvarların gerçek laboratuvarlarla birlikte kullanıldığı bir öğrenme modelinde öğrenenlerin daha memnun olduğunu ve öğrenmenin bu şekilde daha iyi gerçekleştiğini göstermiştir. Diwakar vd. (2016), Hindistan'da mühendislik öğrencilerinin uzaktan erişimli laboratuvar uygulamaları konusundaki algılarını araştırmış ve öğrencilerin uzaktan erişimli laboratuvarları, laboratuvar eğitimini tamamlayıcı yardımcı bir araç gibi gördükleri sonucuna ulaşmışlardır. Stefanovic vd. (2013), çalışmalarında uzaktan erişimli laboratuvarlarla sanal laboratuvarları karşılaştırarak öğrenenlerin uzaktan erişimli laboratuvarları tercih ettiklerini ve uzaktan erişimli laboratuvarların laboratuvar çalışmaları için önemli olan amaçları daha iyi yerine getirdiğini tespit etmişlerdir. Stefanovic (2013), çalışmasında uzaktan erişimli ve sanal laboratuvarların önceden belirlenen öğrenme amaçlarından bazılarını

karşılayamazken diğer öğrenme amaçlarının tam anlamıyla başarılabilirdiğini belirtmişlerdir ve çalışmada öğrenenlerin uzaktan erişimli laboratuvarları sanal laboratuvarlara tercih ettikleri görülmüştür. Alhalabi vd. (2008), uzaktan erişimli laboratuvarları, sanal ve gerçek laboratuvarlarla karşılaştırarak öğrenenlerin algılarını incelemiştir. Bu çalışmada öğrenenlerin büyük çoğunluğu gerçek laboratuvar ortamında çalışmayı tercih ettiklerini ama uzaktan erişimli laboratuvarları da kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, çalışmada öğrenenlerin uzaktan erişimli laboratuvarları, sanal laboratuvarlara tercih ettikleri de görülmüştür.

### **2.6.2. Açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları ile ilgili araştırmalar**

Sanal ve uzaktan erişimli laboratuvar uygulamalarının etkililiğini araştıran çalışmaların pek çoğu geleneksel eğitime yöneliktir. Açık ve uzaktan öğrenmede çok az çalışma sistematik olarak laboratuvar uygulamalarının etkisini, öğrenci başarısını veya tutumunu araştırmıştır. Aşağıda açık ve uzaktan öğrenmede yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

#### **2.6.2.1. Ev deney kitleleri ile ilgili araştırmalar**

Brewer vd. (2013), Thompson Rivers Üniversitesi'nde açık ve uzaktan öğrenenlere anlamlı laboratuvar deneyimi sağlamak, öğrenenlerin ihtiyaçlarını karşılamak ve yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarının olumsuzluklarını gidermek amacıyla birinci sınıf kimya dersi için ev deney kitleleri ile çevrimiçi öğrenme bileşenlerini birleştirdikleri karma laboratuvar modeli kullanmışlardır. Bu yeni geliştirilen laboratuvar uygulamasının amacı, diğer kurumlar tarafından kredi transferi için uygunluğunu sağlamak olarak belirtilmiştir. Belirlenen öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi için formativ ve summativ değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Ev deney kitlelerinin kullanılmasıyla birlikte yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı önceki yıllara oranla öğrenci kayıtlarında önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu iki laboratuvar uygulamasında öğrencilerin final notları karşılaştırıldığında ise öğrenci başarılarının ve laboratuvar becerilerinin her iki grup için de oldukça yüksek ve benzer olduğu, ancak laboratuvar uygulamalarından başarısız olan veya laboratuvar uygulamalarını tamamlamayan öğrenci sayısının önceki yıllara göre arttığı belirtilmiştir.

Kennepohl (2007), çalışmasında Kanada Athabasca Üniversitesi'nde ev deney kitlerini kullanan öğrencilerin deneyimlerini ve performanslarını incelemektedir. Ev deney kitlerini kullanan öğrencilerin notlarının, yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarındakilerle aynı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ev deney kitlerinin erişimi artırdığı ve esneklik sağladığı görülmüştür.

Sarik ve Kymissis (2010), çalışmalarında modern görüntüleme sistemleri deneyleri için hazırlanan Arduino mikrodenetleyici kartlarına dayalı laboratuvar kitlerini tanıtmışlar ve bu kitlerin etkililiğini basit bir anket ile ölçmüşlerdir. Bu laboratuvar kitlerini kullanan 10 yüz yüze ve 2 uzak öğrenciden çevrimiçi olarak verilen anketleri doldurulması istenmiştir. Anket sonucunda öğrencilerin bu laboratuvar kitleri ile deneyimlerinden memnun oldukları ve olumlu bir izlenim bıraktıkları görülmüştür. Yüz yüze eğitim alan öğrencilerin %40'ı laboratuvar kitlerini, %30'u geleneksel laboratuvarları tercih ettikleri, diğerlerinin ise herhangi bir tercihte bulunmadığı görülmüştür. Deneyimli öğrencilerin, laboratuvar kitlerinin kendi başlarında ölçüm yapmalarında ve deneyleri gerçekleştirmelerinde ekstra zaman sağladığı için memnun olduğu, daha az deneyimli öğrencilerin ise öğretim elemanlarından anında geri bildirim alabildikleri için geleneksel laboratuvarları tercih ettiği görülmüştür.

#### ***2.6.2.2. Sanal laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar***

Kaba (2012), yüksek lisans tezinde Anadolu Üniversitesi uzaktan Kimya Teknolojileri Önlisans Programı'nda kayıtlı öğrenenlerin ve programda görev alan öğretim elemanlarının, sanal laboratuvar uygulamaları hakkındaki tutumlarını incelemiştir. Sanal kimya laboratuvarlarının algılanan bazı üstünlükleri ve sınırlılıkları görüşmeler yoluyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Deney düzeneğinin kurulu olarak gelmesi, zaman kaybını gidermesi ve zaman esnekliği sağlaması, tekrar imkânının bulunması, hata yapma özgürlüğü vermesi, görsel zenginliği öğrenenler ve öğretim elemanları tarafından belirtilen üstünlükler arasındadır. Bunun yanı sıra sanal laboratuvarın kimya alanındaki öğrenenler için uygun olmaması, öğrenenlerin el hakimiyetini kaybedebilmesi ve görsel özelliği bulunan deneylerle sınırlı kalması da algılanan sınırlılıklardandır. Çalışmada, çoğu deneyin bu laboratuvarlarda gerçekleştirilmesinin mümkün olamayacağı ve deney sayısının sınırlı kalacağı gibi düşüncelerinden dolayı öğretim elemanlarının sanal kimya laboratuvarına, temkinli



yaklaştığı gözlenmiştir, ancak öğretim elemanları sanal kimya laboratuvarının dönem içinde potansiyel bir öğretim aracı olarak kullanılabileceğini düşünmektedir.

Dalgarno vd. (2004), Charles Sturt Üniversitesi'nde geliştirilen üç boyutlu sanal kimya laboratuvarının açık ve uzaktan öğrenmede yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar ortamına destek materyali olarak kullanımını değerlendirmişlerdir. Sanal kimya laboratuvarı öğrenenlere CD ortamında sunulmuştur. Sanal laboratuvarı yüz yüze laboratuvar ortamına gelmeden önce kullanan öğrenenler, gerçek laboratuvar ortamında çalışmalarını yürütürken daha fazla özgüven sahibi olduklarını ve dolayısıyla kaygılarının azaldığını belirtmişlerdir. Sanal laboratuvarlar hakkında olumlu tutum geliştirdikleri görülmüştür. Gerçek laboratuvar ortamına geldiklerinde deneyde kullanılacak araçların yerini saptama ve hangi araçlarla çalışılacağını bilme konusunda sanal laboratuvarların etkili olduğu öğrenenler tarafından dile getirilmiştir. Ayrıca genç öğrenenlerin yaşlılara oranla sanal laboratuvarları daha yararlı algıladığı belirtilmiştir.

Dalgarno vd. (2009), açık ve uzaktan öğrenmede yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar ortamına destek materyali olarak kullanılan üç boyutlu sanal kimya laboratuvarının etkililiğini incelemişlerdir. Anket ve görüşmelerden elde edilen verilere göre, çoğu öğrenen sanal laboratuvarı, gerçek laboratuvara hazırlayan değerli bir araç olarak görmüştür. Bu çalışmada, öğrenenlerin gerçek laboratuvar ortamındaki kaygılarının, laboratuvar ortamını tanıyıp tanımaması ile ilgili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bundan dolayı, laboratuvar ortamını öğrenenlere tanıtan sanal laboratuvar, öğrenme deneyimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Cameron (2002), ağ ve telekomünikasyon dersi için hazırlanan simülasyonun etkililiğini incelemiştir. Çalışmanın amacı, uzaktan eğitim ortamında simülasyon kullanan öğrenenler ile statik grafiksel gösterimleri kullanan öğrenenler arasındaki performansları karşılaştırmaktır. Simülasyonları kullanan öğrenenlerin, kullanmayanlara göre ağ kavramı konusunda daha iyi anlamlar geliştirdiği ve ders bilgilerini daha iyi hatırladığı görülmüştür. Ayrıca simülasyonu kullanan çoğu öğrenen, farklı ağ yapılandırmalarını deneyebildikleri için ve farklı bileşenlerle ağı oluşturup test edebildikleri için simülasyonun karmaşık ağ kavramlarını anlamalarına yardım ettiğini belirtmiştir.

Arjamand ve Khattak (2013), Allama Iqbal Açık Üniversitesi'nde fizik dersi için hazırlanan sanal laboratuvarın etkililiğini incelemiştir. Çalışmada, öğrenenler, sanal laboratuvarı kendi öğrenmelerini artıracak kolay, ilginç ve yararlı bir araç olarak

görmüşlerdir. Ayrıca, sanal laboratuvarların ilgi çekici ve etkileşimli bir ortam sağlayan etkili bir platform olduğu öğrenenler tarafından belirtilmiştir.

Kamlaskar (2009), Hindistan Maharashtra Açık Üniversitesi'nde yoğunlaştırılmış yüz yüze laboratuvar uygulamalarına destek materyali olarak hazırlanan sanal elektronik laboratuvar simülasyonunun etkililiğini değerlendirmiştir. Çalışmanın amacı, etkileşimli simülasyon kullanımının öğrenenlerin öğrenmeye yaklaşımlarını nasıl etkilediğini incelemektir. Simülasyonu kullanan öğrenenlerin anlamalarının arttığı görülmüştür. Öğrenenler, teorik kavramların öğrenilmesine yardımcı olma ve yüz yüze laboratuvar ortamından önce deneylerle çalışma imkânı verme konusunda sanal laboratuvarları başarılı bulmuşlardır ve genel olarak sanal laboratuvarlara karşı olumlu tutum geliştirmişlerdir.

Stuckey-Mickell ve Stuckey-Danner (2007), çevrimiçi olarak verilen biyoloji dersinde kullanılan sanal laboratuvarlar konusunda öğrenci algılarını belirlemeye çalışmışlardır. Öğrenenler 12 laboratuvar uygulamasını yüz-yüze ortamda, 10 laboratuvar uygulamasını ise CD-ROM tabanlı sanal laboratuvarlarda gerçekleştirmişlerdir. Öğrenenlerin çoğunun bazı kriterler açısından yüz yüze laboratuvarların sanal laboratuvarlardan daha etkili olduğunu düşündüğü, ancak önemli bir kısmının sanal laboratuvarları da etkili ve kendi öğrenme deneyimleri açısından yararlı bulduğu görülmüştür. Yüz yüze laboratuvar ortamındaki öğrenen-öğrenen ve öğrenen-öğreten etkileşimi ve anında geri bildirim alabilme, öğrenenler tarafından belirtilen önemli özellikler olarak görülmüştür. CD-ROM tabanlı laboratuvarın sunduğu geri bildirimler, öğrenenler tarafından geri bildirim olarak algılanmamıştır. Öğrenenler, birlikte çalışabilecekleri ve tartışabilecekleri ortamların sanal laboratuvar ortamına eklenmesinin etkileşimi ve öğrenmeyi artırabileceğini düşünmektedirler.

### ***2.6.2.3. Uzaktan erişimli laboratuvarlar ile ilgili araştırmalar***

Brill ve Gestel (2008), açık ve uzaktan öğrenme için hazırlanan uzaktan erişimli laboratuvarlar hakkında öğrenenlerin görüşlerini ve bu laboratuvarların gerçek laboratuvarlar kadar etkili olup olmadığını incelemişlerdir. Az sayıda öğrenenle yürütülen bu çalışmada öğrenenlerin uzaktan erişimli laboratuvarlar hakkında olumlu fikirler geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenenler tarafından belirtilen en önemli avantaj deneyleri istedikleri zaman evden gerçekleştirebilecekleri yönündedir. Öğrenenler, laboratuvar deneylerini bu yolla yürütmeyi ilginç bulmuşlardır. Ayrıca öğrenenler

tarafından algılanan bazı dezavantajlar da bulunmaktadır. Sistem tepkisinin yavaşlığı, sadece sistem yöneticisi tarafından düzeltilebilen uzaktan düzeltmenin imkânsız olduğu hataların oluşması, ihtiyaç duyulduğunda doğrudan soru sorulamaması, deney düzeneğini görememe bu dezavantajlar arasında belirtilmiştir. Yazarlar, donanım ve yazılımlar ile algılanan dezavantajların kolayca kaldırılabileceğini belirtmişlerdir.

Garcia-Zubia vd. (2013), çalışmalarında İspanya Deusto Üniversitesi'nin Mühendislik Fakültesi'nde analog elektronik dersinde uzaktan deneyleri gerçekleştirmek üzere tasarlanmış uzaktan erişimli laboratuvar olan VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) sisteminin uygulama sonuçlarını sunmuştur. Öğrencilerden sistemin kullanılabilirliği, kullanılabilirliği, gerçeklik duygusu ve sorunlar olmak üzere dört başlık altında gruplandırılmış anketler ile veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. Öğrenciler, Deusto Üniversitesi'nin San Sebastian kampüsündeki öğrenciler analog elektronikteki iki konu alanı için gerçek laboratuvara sahip olmadıklarından dolayı sadece uzaktan erişimli laboratuvarı, Bilbao kampüsündeki öğrenciler ise hem geleneksel hem de uzaktan erişimli laboratuvarı kullanmışlardır. Analog elektroniğin üçüncü bir konusu için ise her iki kampüsteki öğrenciler sadece uzaktan erişimli laboratuvarı kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre VISIR sisteminin fonksiyonel ve yararlı bir öğrenme aracı olduğu, kullanımının kolay olduğu, VISIR'de öğretmen deneyiminin, öğrencilerin deneysel etkinliklerine entegrasyonunda önemli rol oynadığı ve geleneksel laboratuvar ve uzaktan erişimli laboratuvarda (VISIR) deneylerin kombinasyonunda analog elektronikte daha iyi bilgi ve beceri geliştirdikleri görülmüştür.

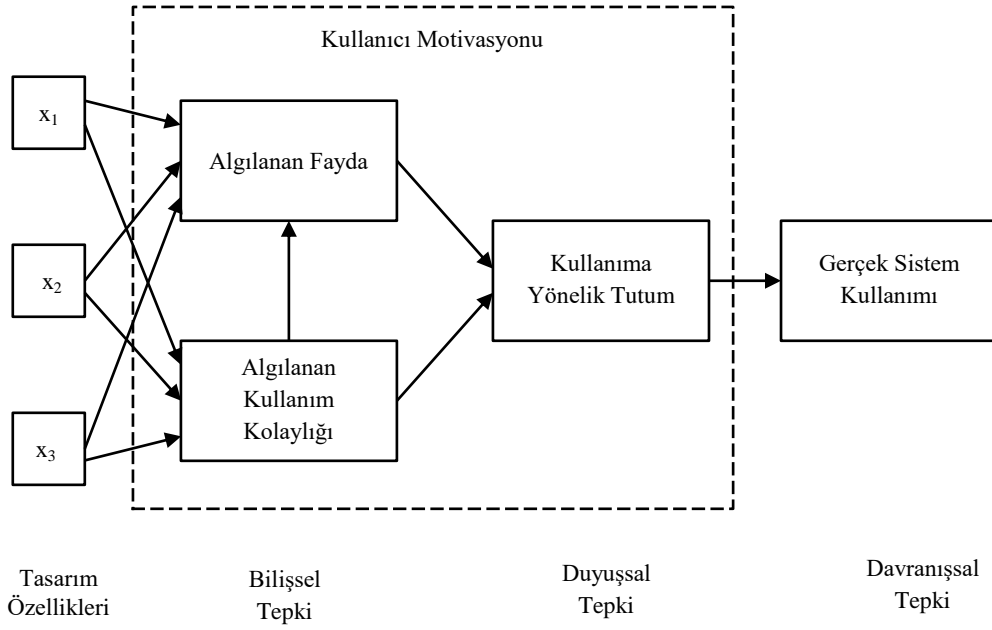
## **2.7. Kuramsal Çerçeve**

Teknoloji kabulü, insanların bir teknolojiyi kabul ederek kullanması veya kullanmaya olan niyetleri olarak tanımlanabilir. Bilgi teknolojilerinin her alanda kullanılmaya başlaması ile birlikte teknoloji kabulü önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. İnsanların teknolojik sistemleri kullanma kararlarını/davranışlarını etkileyen pek çok teknolojik veya psikolojik faktör vardır. Bu faktörleri ortaya koymak ve anlamak amacıyla çeşitli kuramlar ortaya çıkmıştır. Bu kuramlardan bazıları Sebep Eylem Teorisi (SET), Planlı Davranış Teorisi (PDT), Teknoloji Kabul Modeli (TKM, TKM2) ve Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi'dir.

Bu çalışmanın kuramsal çerçeve bölümünde Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ele alınmış ve bu modelin özellikleri ve ilkeleri detaylı olarak incelenmiştir.

### **2.7.1. Teknoloji kabul modeli (TKM)**

Teknoloji kabul modeli (TKM), ilk olarak Davis (1986) tarafından önerilmiştir. Bu model, bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerinin başarılı bir şekilde tasarlanması ve kullanıma sunulması ile ilgili teorik bir anlayış sunarak kullanıcı kabul süreçlerini anlamak amacıyla geliştirilmiştir. Aynı zamanda TKM, sistem tasarımcılarına ve uygulayıcılarına yeni sistemlerin kullanıcılar tarafından kabulünün değerlendirilmesini sağlayacak teorik bir temel sunma amaçındadır. TKM, sebepli eylem teorisinden (SET) (Fishbein ve Ajzen, 1975) uyarlanmıştır. SET, insanların davranışlarını açıklamaya yönelik sosyal-psikoloji kuramlarından biridir. SET'e göre insanların bir davranışı gerçekleştirmesi, o davranışı gerçekleştirmeye yönelik niyetlerine bağlıdır. Niyetler ise insanların davranışa karşı oluşturdukları tutumlar ve sübjektif normlar (kendisi için önemli diğer insanların düşünceleri) tarafından belirlenir. Son olarak da tutumlar, insanların davranışı gerçekleştirdikten sonra ortaya çıkacak belirli sonuçlara ilişkin sahip olduğu inançlar tarafından etkilenir. SET'te Fishbein ve Ajzen (1975), sübjektif normların en az anlaşılabilir konu olduğunu kabul etmiş ve bu yüzden Davis (1986), TKM'de sübjektif normları kullanmamıştır. SET'teki "Davranış" ifadesi yerine ise "sistem kullanımı" diğer bir ifadeyle "teknoloji kullanımı" ifadesini tercih etmiştir. Davis (1986)'in önerdiği TKM'de, SET'teki tutum ve davranış ilişkisi korunmuştur. Davis (1986)'e göre insanların teknolojiye karşı tutumları, gerçek sistem kullanımının kabulünü veya reddini belirleyen ana faktördür. Şekil 2.2'de Davis (1986)'in önerdiği Teknoloji Kabul Modeli yer almaktadır.

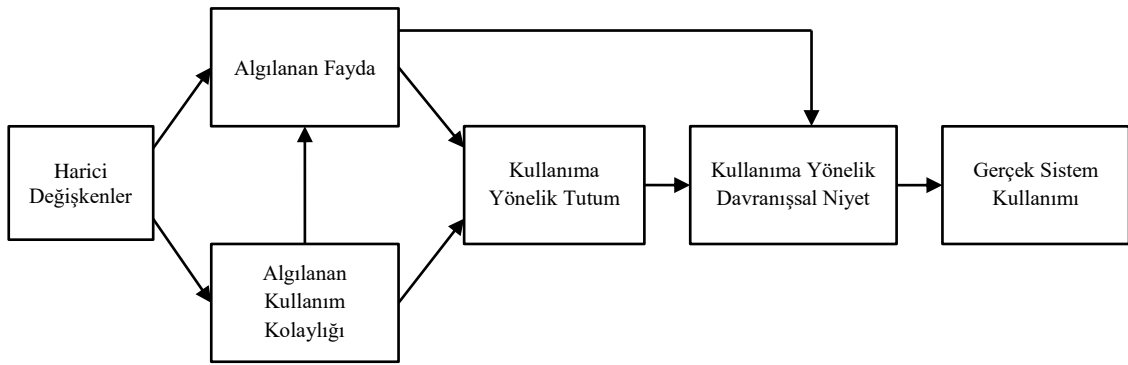


**Şekil 2.2.** Davis (1986)'in önerdiği Teknoloji Kabul Modeli

Davis (1986), TKM’de bilgi sistemlerinin kullanımı ile ilgili “Algılanan Fayda” ve “Algılanan Kullanım Kolaylığı” olmak üzere iki önemli faktörden söz etmektedir. Davis (1986)’e göre bu faktörler teknoloji kullanımına karşı tutumları pozitif veya negatif olarak etkilemektedir. Algılanan Fayda (AF), bir kişinin belirli bir sistemi kullanarak kendi iş performansını artırdığına inanma derecesi olarak tanımlanmıştır. Davis (1989)’e göre insanlar bir teknolojinin kendi işlerini daha iyi yapabilmelerine yardım ettiğine inandığı ölçüde o teknolojiyi kullanma veya kullanmama eğilimindedirler. Diğer taraftan teknoloji faydalı olarak algılansa bile kullanımı kolay olmadığı sürece insanlar tarafından kabul edilmeyebilir. Algılanan Kullanım Kolaylığı (AKK), bireylerin bir sistemi fazla çaba sarf etmeden kullanabileceğine ilişkin inançlarıdır ve AF’yi doğrudan etkilemektedir. Son olarak da Davis (1986), bu iki inancın Şekil 2.2’de  $x_1$ ,  $x_2$  ve  $x_3$  olarak gösterilen sistemin tasarım özelliklerinden doğrudan etkilendiğini varsaymıştır.

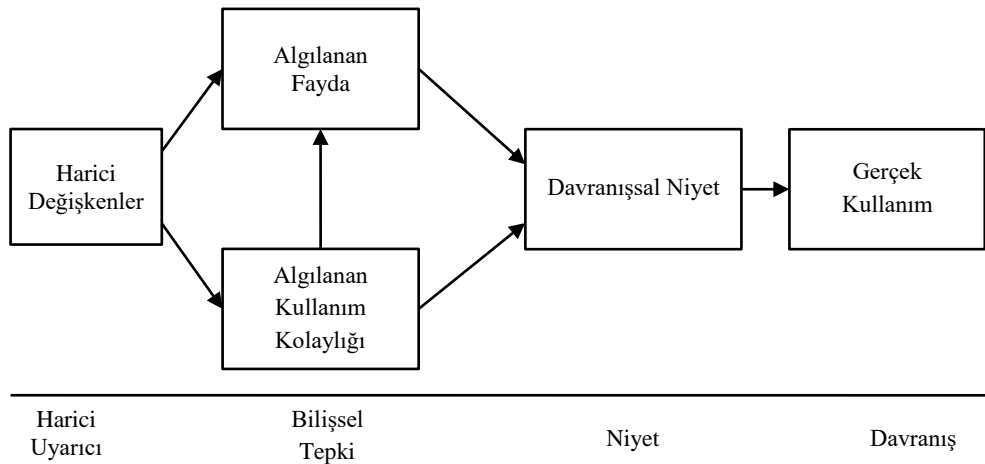
Davis, Bagozzi ve Warshaw (1989), çalışmalarında Davis (1986)’in önerdiği TKM’ye davranışsal niyet değişkenini ekleyerek Şekil 2.3’te verilen modeli önermiştir. SET kuramına benzer şekilde bu modelde de sistem kullanımı, doğrudan Davranışsal Niyet (DN) tarafından belirlenir. SET’ten farklı olarak DN, hem insanların sisteme yönelik tutumları hem de AF tarafından etkilenmektedir. Tutum ve DN arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilmiştir: İnsanlar, olumlu hisler besledikleri davranışları

gerçekleştirme niyetindedirler. AF ve DN arasındaki ilişki ise şu fikre dayanmaktadır: İnsanlar, davranışa karşı sahip oldukları olumlu ya da olumsuz hislere bakmaksızın kendi iş performanslarını artırdığına inandıkları davranışları gerçekleştirme niyetindedirler. TKM modeline getirilen bir diğer değişiklik ise inançları doğrudan etkileyen harici değişkenlerdir (sistem özellikleri, kullanıcıların eğitimi, uygulama süreci gibi). Şekil 2.3'te Davis vd. (1989) tarafından önerilen model gösterilmiştir.



**Şekil 2.3.** Davis vd. (1989) tarafından önerilen Teknoloji Kabul Modeli

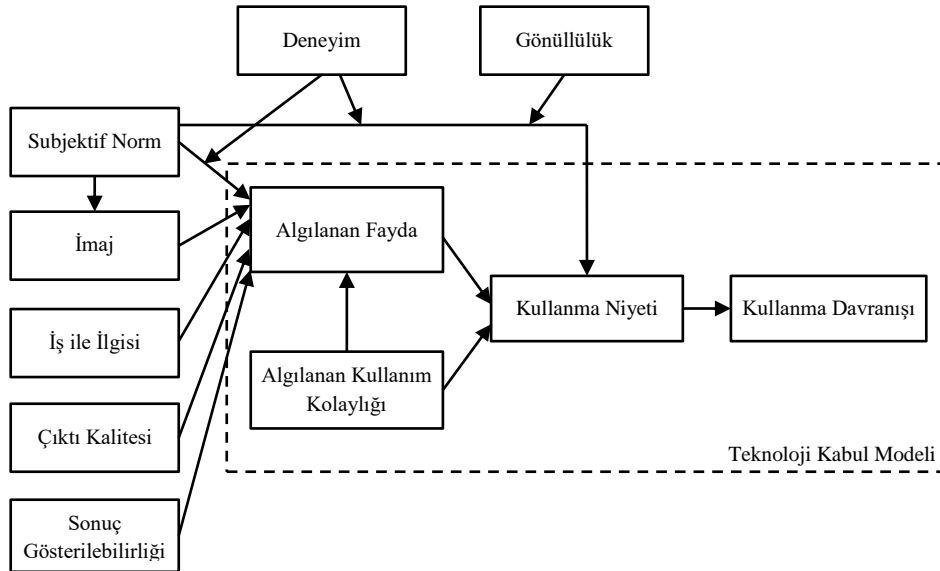
Bu modellerin geliştirilmesinin ardından TKM ile ilgili çok fazla ampirik çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre TKM modelinden Tutum yapısı kaldırılmıştır. Çünkü AF, Tutum aracılığı ile DN üzerindeki etkisini tam anlamıyla gösterememektedir. TKM modelinin son hali Şekil 2.4'te gösterilmiştir (Davis ve Venkatesh, 1996).



**Şekil 2.4.** Davis ve Venkatesh (1996) tarafından önerilen Teknoloji Kabul Modeli

Daha sonraki süreçlerde TKM'ye farklı değişkenler eklenerek ve değişkenler arasındaki ilişkiler düzenlenerek çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalarda TKM'deki temel değişkenler aynen korunmuştur.

Venkatesh ve Davis (2000), TKM modeli ile sosyal etki süreçlerini (sübjektif normlar, gönüllülük ve imaj) ve bilişsel süreçleri (işle ilişkisi, çıktı kalitesi, sonuç gösterebilirliği ve algılanan kullanım kolaylığı) kapsayan ek değişkenleri birleştirerek TKM2 modelini geliştirip test etmişlerdir. TKM2, sosyal etki ve bilişsel yardımcı süreçler açısından algılanan faydayı ve kullanım niyetlerini açıklamaktadır. Şekil 2.5'te TKM2 görülmektedir.



Şekil 2.5. TKM2

Venkatesh ve Davis (2000)'in de belirttiği gibi sübjektif normlar, SET'teki ile aynı anlamda kullanılmıştır. Sübjektif normlar, bireyin çevresinde önem verdiği kişilerin bir davranışı gerçekleştirmesine dair algısıdır. Gönüllülük, insanların herhangi bir zorunluluk olmadan davranış hakkında karar verebilme konusundaki algılarıdır. İmaj, insanların bir davranışı gerçekleştirdikten sonra sosyal bir sistem içindeki konumunu artırma derecesi olarak tanımlanmıştır. TKM2, algılanan faydanın dört tane bilişsel belirleyicisi olduğunu öne sürmektedir. Bunlar İşle İlişkisi, Çıktı Kalitesi, Sonuç Gösterilebilirliği ve Algılanan Kullanım Kolaylığıdır. İşle İlişki, bireylerin hedef sistemin kendi işi ile uygun olup olmadığı konusundaki algıları olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle sistemin meslekteki görevlerini destekleme

yeteneğidir. TKM2, İş ilişkisinin AF üzerinde pozitif etkisi olduğunu söylemektedir. Çıktı Kalitesi ise AF'nin diğer belirleyicisidir ve AF üzerinde pozitif etkisi vardır. Çıktı Kalitesi bireylerin sistemin görevleri ne kadar iyi gerçekleştirdiği konusundaki algılarıdır. Sonuç Gösterebilirlik ise sistem kullanımından sonra elde edilecek sonuçların somut olması anlamında kullanılmıştır ve AF'nin diğer belirleyicisidir ve AF üzerinde pozitif etkisi vardır. TKM2, AKK'yi, TKM'de olduğu gibi AF'nin doğrudan belirleyici olarak göstermektedir. TKM2 modelindeki deneyim ve gönüllülük subjektif normların yönlendirici (moderating) faktörleridir.

Venkatesh vd. (2003), teknoloji kabulü ile ilgili en çok bilinen 8 kuramsal modeli karşılaştırarak Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (BTKKT) adını verdikleri bir kuramsal model önermişler ve test etmişlerdir. Bu 8 kuram, SET, TKM, Motivasyon Modeli, Planlı Davranış Teorisi (PDT), TKM ve PDT'nin birleştirilmiş modeli, PC Kullanım Modeli, Yeniliklerin Yayılımı Kuramı ve Sosyal Bilişsel Kuramdır. Şekil 2.6'da BTKKT modeli görülmektedir.

Önerilen modeldeki yapılar şu şekilde tanımlanmıştır:

Performans Beklentisi (performance expectancy): Bireylerin iş performansı konusunda kazanımlar elde etmesinde sistem kullanımının fayda sağlayacağı yönündeki inançlardır.

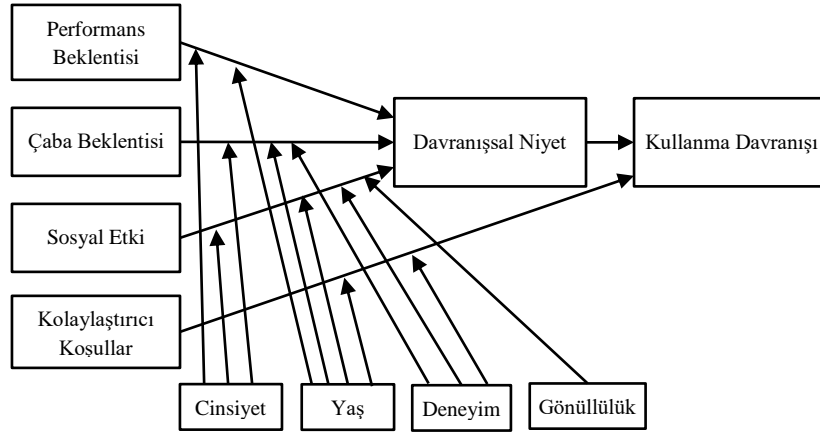
Çaba beklentisi (effort expectancy): Sistemin kullanımına ilişkin kolaylık derecesidir.

Sosyal etki (social influence): Bireyin çevresinde önem verdiği kişilerin bir davranışı gerçekleştirmesine dair algısıdır.

Kolaylaştırıcı koşullar (facilitating conditions): Sistem kullanımını destekleyecek örgütsel ya da teknik alt yapının varlığına ilişkin insanların algılarıdır.

Şekil 2.6'da bu dört faktörün Davranışsal Niyet ve Kullanım Davranışı ile ilişkileri görülmektedir. Cinsiyet, yaş, deneyim ve gönüllülük ise bu faktörler ve davranışsal niyet veya kullanım davranışı arasında yönlendirici faktörlerdir.





**Şekil 2.6. BTKKT modeli**

Çeşitli teknolojilerin kullanımını ve kabulünü etkileyen faktörlerin Teknoloji Kabul Modeli kullanılarak araştırıldığı çok sayıda çalışma vardır. Araştırmacılar teknoloji kabul modelinin uygunluğunu doğrulamaya veya yeni faktörler ekleyerek modelin tahmin gücünü artırmaya çalışmaktadır. Çalışmaların büyük çoğunluğunda TKM modeli bilgi ve bilgisayar teknolojisi üzerinde uygulanmıştır. Bilgi güvenliği teknolojisi, sağlık bilgi sistemleri, klinik bilgi sistemlerinin kabulü, dijital kütüphaneler, internet tabanlı bilgi sistemleri, internette bilgi aramak için kullanılan arama motorları gibi teknolojiler incelenen alanlar arasındadır. İnternet teknolojisinin her alanda yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte çeşitli internet teknolojilerinin kabulünü ve kullanımını etkileyen faktörleri ortaya çıkarmak amacıyla da TKM modeli kullanan çalışmalar vardır. Örneğin elektronik ticaret, elektronik posta, internet bankacılığı, sosyal ağlar incelenen internet teknolojileri arasında sayılabilir. Kablosuz internet teknolojileri ve mobil internet de çalışılan alanlar arasındadır (Marangunić ve Granić, 2015).

### **2.7.2. Açık ve uzaktan öğrenmede teknoloji kabulü**

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte her seviyede eğitim kurumlarında çeşitli teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojilerin etkili bir şekilde uygulanması ve başarıya ulaşması, bu teknolojilerin hem öğrenciler hem de öğretmenler tarafından kabulü ve kullanılması ile mümkündür. Bu açıdan teknolojilerin kabul edilmesini veya reddedilmesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi oldukça önemlidir ve alanyazında bu konuda çalışmalar yapılmaktadır.

Alanyazında açık ve uzaktan öğrenme yerine çoğunlukla e-öğrenme kavramının kullanıldığı görülmektedir. E-öğrenme üzerine yapılan kabul çalışmalarında, kullanılan çeşitli teknolojiler hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından ele alınmıştır. Bu e-öğrenme teknolojileri arasında, “öğrenme yönetim sistemi” (Ngai, Poon ve Chan, 2007; Sánchez ve Hueros, 2010; Williams ve Williams, 2010; Escobar-Rodriguez ve Monge-Lozano, 2012; Agudo-Peregrina, Hernández-García ve Pascual-Miguel, 2013; Fathema, Shannon ve Ross, 2015; Islam, 2013; Lwoga ve Komba, 2015; Ros vd., 2015; Mkhize, Mtsweni ve Buthelezi, 2016), “mobil öğrenme” (Liu, Li ve Carlsson, 2010; Fadare vd., 2011; Suki ve Suki, 2011; Park, Nam ve Cha, 2012; Bao vd., 2013; Hashim, Tan ve Rashid, 2015; Iqbal ve Bhatti, 2015), “senkron öğrenme” (Kang ve Shin, 2015; Kannan ve Narayanan, 2015), “sanal dünyalar” (Chow vd., 2012; Ali vd., 2013; Gallego, Bueno ve Noyes, 2016), “web tabanlı öğrenme araçları” (Cho, Cheng ve Lai, 2009; Khor, 2014), “artırılmış gerçeklik” (Chang ve Liu, 2013), “sosyal ağlar” (Mazman ve Usluel, 2010; Al-Ammari, Al-Sherooqi ve Al-Sherooqi, 2014), “çevrimiçi forumlar” (Camarero, Rodríguez ve José, 2012) örnek olarak verilebilir. Ayrıca genel bir bakış açısıyla e-öğrenme sistemlerinin kabulü de araştırılmıştır (Lee, 2006; Pituch ve Lee, 2006; Al-Ammari ve Hamad, 2008; Park, 2009; Alenezi, Karim ve Veloo, 2010; Bhatiasevi, 2011; Giesbers vd., 2013; Abbad ve Jaber, 2014; Adewole-Odeshi, 2014; Almarabeh, 2014; Lee, 2010; Tan, 2015).

Šumak, Heričko ve Pušnik (2011), çalışmasında e-öğrenme üzerine yapılan ve çeşitli kabul kuramlarını kullanan 42 çalışmayı incelemiştir. Bu meta analiz çalışmasında TKM'nin araştırmacılar tarafından en çok kullanılan model olduğu ve TKM ile ilgili faktörlerdeki ilişkilerin daha çok desteklendiği ve dolayısıyla TKM'nin e-öğrenme teknolojilerinin kabulünün araştırılması için iyi bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca incelenen çalışmaların nicel sonuçları birleştirilip analiz edilerek TKM ile ilgili faktörler arasındaki nedensel etkilerin meta analizi yapılmıştır. Sonuç olarak bu faktörlerin arasındaki nedensel etkilerin büyüklüğü, kullanıcı türüne ve e-öğrenme teknolojisi türüne bağlı olduğu bulunmuştur. Farklı kullanıcı türü ve e-öğrenme ortamları için kullanıcıların e-öğrenme teknolojisini kullanmaya yönelik tutumlarının, AKK ve AF tarafından eşit ölçüde etkilenen faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Abdullah ve Ward (2016), e-öğrenme kabulünde TKM'nin en yaygın kullanılan harici değişkenlerini belirlemek amacıyla son 10 yıl içindeki 107 çalışmayı inceleyerek

nicel meta-analiz çalışması yürütmüştür. Bu çalışma sonucunda Özyeterlik, Sübjektif Norm, Eğlence, Bilgisayar Kaygısı ve Deneyim değişkenlerinin en yaygın kullanılan harici faktörler olduğu bulunmuştur. Bu değişkenlerin TKM'nin iki temel yapısı olan AF ve AKK üzerindeki etkileri, çeşitli kullanıcı türlerinde ve e-öğrenme ortamlarında incelenmiştir. Sonuç olarak e-öğrenme sistemlerindeki öğrencilerin AKK'nin en iyi yordayıcıları (tahmin edicileri) öncelikle Özyeterlik, daha sonra ise sırasıyla Eğlence, Deneyim, Bilgisayar Kaygısı ve Sübjektif Norm olarak bulunmuştur. AF'nin en iyi yordayıcıları (tahmin edicileri) ise Eğlence, daha sonra Subjectif Norm, Özyeterlik ve Deneyim olarak bulunmuştur.

### **2.7.3. Sanal laboratuvarların kabulü ile ilgili çalışmalar**

Jagannathan (2016), doktora çalışmasında bilgi sistemleri alanında lisans düzeyinde eğitim veren akademisyenlerin çevrimiçi derslerde sanal laboratuvarların nasıl, neden ve ne oranda yayıldığı üzerine algılarını araştırmak için bir durum çalışması yürütmüştür. Derslerinde sanal laboratuvar kullanan 8 akademisyenle görüşmeler yapılarak veriler toplanmıştır. Sonuçlar, sanal laboratuvarların kullanımı konusunda akademisyenlerin memnuniyetlerinin yüksek olduğunu ve geleneksel laboratuvarlar ile birlikte sanal laboratuvarın öğrencilerin öğrenmesine değer katan bir yaklaşım olarak algıladıklarını ortaya koymuştur. Bu çalışma, kültürler arasında yeni fikirlerin ve teknolojilerin nasıl, neden ve ne oranda yayıldığı ile ilgili Rogers (2003)'ün yeniliklerin yayılımı kuramına dayanmaktadır.

Meli (2008), doktora çalışmasında sanal laboratuvar kullanımına yönelik akademik personelin tutumunu ve davranışsal niyetini değerlendirmiştir. Sanal laboratuvar olarak Amerikan Sağlık Bilgi Yönetimi tarafından geliştirilen e-HIM® Virtual Lab (V-lab) adı verilen sanal laboratuvar kullanılmıştır. Tek grup ön test-son test şeklinde tasarlanan bu araştırmada akademik personelin sistemin işlevselliği, kullanılabilirliği ve teknoloji kabulü açısından algılarını ölçmek için genişletilmiş TKM kullanılmıştır ve verilerin analizinde Kısmi En Küçük Kareler (Partial Least Squares) yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak sanal laboratuvar kullanım niyetinin en güçlü belirleyicilerini algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı, sistemin işlevselliği ve kullanılabilirliği olarak bulunmuştur.

Martinez-Torres vd. (2008), çalışmalarında, pratik becerilerin öğretimi için web tabanlı e-öğrenme araçlarının kabulünü incelemişlerdir. Bu çalışmada, teknoloji kabul

modeline yeni değişkenler eklenerek bir model geliştirilmiş ve bu modelden türetilen araştırma hipotezleri, öğrencilerin verdiği yanıtlar doğrultusunda Kısmi En Küçük Kareler yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Çalışma sonucunda geliştirilen modelin öğrencilerin e-öğrenme kullanım niyetlerini tahmin etmede etkili olduğu görülmüştür. Çalışmada önceki çalışmaların aksine algılanan kullanım kolaylığının öğrencilerin e-öğrenme araçlarını kullanımına yönelik tutumu ve niyeti üzerinde anlamlı etkisi olmadığı görülmüştür.

Barnes (2013), doktora çalışmasında laboratuvar bilimi öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanımı ve kabulünü etkileyen faktörleri Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (BTKKT) modeli ışığında araştırmıştır. Sonuçlar, BTKKT modelinin bu çalışma için kullanım davranışını iyi bir şekilde açıklayamadığını göstermiştir. Orijinal BTKKT modelinden farklı olarak oluşturan yeni modele teknolojiye karşı tutum ve bilgisayar kaygısı değişkenlerini eklenmiştir. Geliştirilen bu yeni modelin, kullanım davranışının %37'sini açıkladığı görülmüştür.

Raman ve Diwakar (2014), mühendislik eğitiminde laboratuvar deneylerini içeren açık kaynak kodlu Virtual Labs (VLAB) projesinin kabulüne ilişkin yürüttükleri çalışmada Rogers (2003)'ün Yeniliklerin Yayılımı Kuramını kullanmıştır. Verilerin analizinde regresyon ve faktör analizi kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda kullanım kolaylığı, uygunluk, göreceli avantaj ve denenebilirlik faktörlerinin öğrencilerin VLAB'ı benimseme niyetlerini anlamlı olarak etkilediği görülmüştür.

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, araştırma bağlamı, katılımcılar, veri toplama araçları ve verilerin analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmanın amacı Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı'nda öğrenim gören öğrenenlere, Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında sanal laboratuvar ortamı sunmak; öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerine etki eden faktörleri ortaya çıkarmak; bu faktörler arasındaki ilişkileri değerlendirmek ve sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenlerini belirlemektir.

Bu amaç çerçevesinde araştırma, karma yöntemle desenlenmiştir. Karma yöntem, bir araştırmada nicel ve nitel yaklaşımların verilerin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasında bir arada kullanıldığı yöntemdir. Nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanılması, bu yöntemlerin tek başına kullanılmasına oranla araştırma problemlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar (Creswell, 2012). Tek bir yöntemin doğurduğu eksiklikler veya zayıflıklar diğer yöntemle giderilebilir.

Creswell (2012), eğitsel araştırmalarda en sık kullanılan karma yöntem tasarımlarını 6 grupta toplamıştır. Bunlar paralel tasarım, açıklayıcı sıralı tasarım, keşfedici sıralı tasarım, gömülü tasarım, dönüşümsel tasarım ve çok aşamalı tasarımdır. Paralel tasarımda eş zamanlı olarak hem nitel hem de nicel veriler toplanır ve bu veriler birleştirilerek çıkan sonuçlar değerlendirilir. Açıklayıcı sıralı tasarımda, önce nicel veriler toplanır ve daha sonra ise nicel sonuçları açıklamak amacıyla nitel veriler toplanır. Keşfedici sıralı tasarım ise bir olguyu araştırmak amacıyla önce nitel veriler toplanır ve daha sonra nitel veriler arasındaki ilişkileri açıklamak için nicel veriler toplanır. Gömülü tasarımda veriler paralel ve sıralı tasarımlardaki gibi eş zamanlı olarak veya sıralı olarak toplanır, ancak bir yöntemden elde edilen veriler diğer yöntemi desteklemede kullanılır. Dönüşümsel tasarımın amacı, sözü geçen dört tasarımdan birini kullanarak dönüşümsel çerçeve veya bakış açısı içinde tasarımı sınırlandırmaktır. Çok aşamalı tasarım ise dönüşümsel tasarıma benzer şekilde dört tasarımın kullanıldığı karmaşık bir tasarımdır. Çok aşamalı tasarım, araştırmacıların ayrı çalışmalardaki bir konu veya bir problemi incelemesinde kullanılır.

Bu çalışmada keşfedici sıralı tasarım kullanılmıştır. Keşfedici sıralı, daha önce üzerinde araştırma yapılmamış bir konunun daha derinlemesine incelenmesi için kullanılmaktadır. Keşfedici sıralı tasarım, araştırmacıların nitel olarak bir konuyu araştırdığı ve bu nitel bulguları daha geniş örneklemelere genellemek için nicel araştırma yaptıkları iki aşamadan oluşmaktadır (Creswell, 2012). Bu çalışmada ilk olarak nitel durum çalışması yürütülmüş ve daha sonra nicel aşamaya geçilmiştir.

Nitel durum çalışması, belirli bir durumun belirli bir zaman içinde çeşitli veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler, görsel-işitseller, dokümanlar, raporlar) ile derinlemesine incelendiği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2009). Bu çalışmada, nitel durum çalışması aşamasında, öğrenenlerin sanal laboratuvar ile ilgili deneyimleri hakkında görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmış ve derinlemesine analiz edilerek temalar oluşturulmuştur. Sonuç olarak nitel durum çalışması ile öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım durumları araştırılmıştır. Nitel durum çalışması aşaması, öğrenenlerin sanal laboratuvar kabulünü ve sanal laboratuvarın kullanmama nedenlerini belirlemek için ölçme araçları hazırlama konusunda ön bilgi sağlamıştır.

Çalışmanın nicel araştırma aşamasında ise nitel bulgular ışığında iki tane ölçme aracı hazırlanmıştır. İlk ölçme aracı, sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenlerini incelemek amacıyla hazırlanırken ikinci ölçme aracı sanal laboratuvar kullanan öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörleri belirlemek amacıyla geliştirilen araştırma modeli çerçevesinde hazırlanmıştır. Daha sonra ise geliştirilen bu ölçme araçları öğrenenlere uygulanmıştır. Başlangıç aşaması olan nitel aşama her ne kadar öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanımı ile ilgili detaylı bilgi verse de nicel analizler olmadan bu bulguların daha geniş popülasyona genellenmesi zordur.

Bütün bunlar birlikte ele alındığında, keşfedici sıralı tasarım bu çalışmanın problemleri için uygun bir araştırma tasarımı olduğu görülmektedir. Nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanılması sanal laboratuvarların kullanımı ile ilgili kapsamlı bir resim ortaya koymada etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

### **3.2. Araştırmanın Bağlamı**

Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi “Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım” Önlisans Programı kapsamında yürütülmüştür.

#### **3.2.1. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi’nde laboratuvar uygulamaları**

Türkiye’de açık ve uzaktan eğitim sistemi ilk defa Anadolu Üniversitesi ile başlamıştır. 1982-1983 eğitim öğretim yılında, Anadolu Üniversitesi bünyesinde kurulan Açıköğretim Fakültesi, İş İdaresi ve İktisat lisans programları ile 29478 öğrenci ile eğitime başladı. Yıllar içinde Açıköğretime olan talebin artmasıyla birlikte birçok alanda önlisans ve lisans programları açıldı. 2016-2017 eğitim öğretim yılı itibari ile 17 lisans programı ve 36 önlisans programı bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye programlarının yanı sıra yurt dışı programları ile yurtdışında yaşayan Türk vatandaşlarına eğitim öğretim hizmeti de vermektedir ve şu an Anadolu Üniversitesi’nde açık ve uzaktan eğitim sistemi ile öğrenim gören öğrencilerin sayısı yaklaşık 1.4 milyon, mezun öğrencilerin sayısı ise yaklaşık 2.2 milyondur. Lisans ve önlisans programlarının yanı sıra Anadolu Üniversitesi’nde 2007 yılından itibaren e-Sertifika programları da uzaktan öğretim tekniği ile sunulmaktadır ve 2017 Bahar dönemi itibariyle 45 e-Sertifika programı ve 3 Batı Avrupa e-Sertifika programı bulunmaktadır. Ayrıca AKADEMA adı verilen kitlesel çevrimiçi açık ders platformu ile dileyen herkese önkoşul olmaksızın ücretsiz eğitim fırsatı sunulmaktadır.

Anadolu Üniversitesi Uzaktan Eğitim Sistemi’nde başlıca öğretim materyallerini ders kitapları, televizyon programları, akademik danışmanlıklar, e-öğrenme hizmetleri ve videokonferans uygulamaları oluşturmaktadır. İnternetin gelişimi ve yaygınlaşması ile e-öğrenme araçlarının kullanımı daha da artmaktadır. Bu yüzden Açıköğretim Fakültesi öğrencilerinin her bir derse internet üzerinden erişimlerini sağlayacak “Anadolum eKampüs Sistemi” hazırlanmıştır. Bu sistem sayesinde öğrenciler, çoklu ortam ile hazırlanan öğrenme materyallerine, e-kitaplara, videolara, ses kayıtlarına, deneme sınavlarına, senkron ve asenkron destek araçlarına erişebilmektedir. Ayrıca Anadolum eKampüs Mobil Sistemi ile öğrenenlere mobil öğrenme fırsatı sunulmaktadır. Diğer taraftan facebook, twitter, youtube gibi sosyal ağları aktif bir şekilde kullanarak bilgilendirmeler, duyurular ve paylaşımlar yapılmakta, öğrenenlere bu ağlar aracılığıyla destek sağlanmaktadır.

Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi bünyesinde bulunan programlar incelendiğinde çoğunlukla bilgi ve teoriye dayanan programlar olduğu görülmekte ve yukarıda sözü geçen öğrenme ortamları, bu programlarının eğitim-öğretim faaliyetlerinin yürütülmesi için yeterli gelmektedir. Ancak çok az sayıda uygulama gerektiren program bulunmaktadır ve bu programlarda bazı dersler için özel öğretim yöntemleri kullanılmaktadır. Örneğin “Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı” ve “Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik” Önlisans Programı’nın 3. yarıyılında bulunan Klavye Öğretimi dersi AÖF Bürolarında uygulamalı olarak yapılmaktadır. Devam zorunluluğu olmayan bu derste uygulamalar, bürolardaki bilgisayarlara kurulan ticari bir Klavye Öğretimi yazılımı kullanılarak yapılmaktadır. Bazı önlisans programlarında ise zorunlu yüz yüze laboratuvar uygulama dersleri bulunmaktadır. Bu programlar:

- Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtımı
- Eczane Hizmetleri
- Tıbbi ve Aromatik Bitkiler
- Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi
- Tıbbi Laboratuvar Teknikleri
- Kimya Teknolojisi şeklindedir.

“Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtımı” Önlisans Programı haricinde bu önlisans programlarına öğrenci alınmamaktadır, ancak devam eden öğrencileri için laboratuvar uygulama dersleri devam etmektedir. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi’nde laboratuvar uygulama dersleri için geleneksel yöntemlerin izlendiği görülmektedir. Bu derslerden başarılı olabilmek için program bazında farklılıklar olsa da öğrenenler, yaz aylarında belli bir süreliğine yerleşkeye gelerek uygulamalarını gerçek laboratuvar ortamında yapmak zorundadırlar. Öğrenenlerin bu laboratuvar uygulamalarına hazırlanmaları için bilgi ve teoriye dayalı diğer derslerde de kullanılan öğrenme ortamları sunulmaktadır.

Dünyadaki gelişmelere bakıldığında 21. yüzyıl teknolojilerinin sunduğu fırsatlar sayesinde eğitim faaliyetlerinin sunulmasında geleneksel ortamlardan dijital ortamlara bir kayma olduğu görülmektedir. Benzer şekilde her ne kadar öğrenenlerin deney malzemeleri ile temasa geçerek uygulama yapmalarının önemi kabul edilse de laboratuvar uygulamalarında da bir dijitalleşme söz konusudur ve bu dijital ortamların



laboratuvar uygulamaları için önemli olduğu görülmektedir. Sanal veya uzaktan erişimli laboratuvarlar ile öğrenenlere, zamandan ve mekândan bağımsız laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirme fırsatı sunulabilmektedir. İngiltere Açık Üniversitesi, Malezya Açık Üniversitesi, Sri Lanka Açık Üniversitesi, İspanya Uzaktan Eğitim Üniversitesi gibi açık ve uzaktan öğrenme hizmeti veren kurumların yanı sıra geleneksel eğitim sunan pek çok kurumda sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarlar eğitimin bir parçası haline gelmektedir. Açık ve uzaktan öğrenme konusunda Türkiye’de öncü olan ve eğitim öğretim faaliyetleri ile diğer kurumlara örnek olan Anadolu Üniversitesi; çevrimiçi öğrenme ortamlarını, mobil öğrenmeyi, kitlesel çevrimiçi açık dersleri ve sosyal ağları etkili bir şekilde kullanarak dijitalleşme konusunda dünyadaki ana eğilimleri yakalamasına rağmen laboratuvar uygulama dersleri konusunda geleneksel yöntemleri kullanması ile bu alanın biraz dışında kaldığı söylenebilir. Bu yüzden bu çalışmada Açıköğretim Fakültesi’nde uygulama gerektiren bir ders için sanal laboratuvar uygulaması kullanılarak öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi amaçlanmış ve bu kapsamda gerçekleştirilen uygulama ile öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanımları değerlendirilmiştir.

### **3.2.2. Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans programında laboratuvar uygulamaları**

Laboratuvar uygulamaları Anadolu Üniversitesi “Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım” Önlisans Programı’nın en önemli bileşenidir. Öğrenenler, laboratuvar çalışmalarını yürütmek üzere yerleşkeye gelmek zorundadır. Programda yer alan “Atölye Çalışması I”, “Atölye Çalışması II” ve “Devre Analizi Laboratuvarı” derslerine yönelik yapılan uygulamalar toplamda 5 günlük sürede tamamlanmaktadır. Bu uygulamalar öğrenenlere, teorik bilgiyi gerçek dünya problemlerine uygulama fırsatı verir. Önemli analiz becerilerini geliştirir.

Bu çalışmada Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi’nde Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı’nda Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında öğrenenlere yüz yüze laboratuvar ortamına gelmeden önce hazırlık amacıyla deneylerini gerçekleştirebilecekleri bir sanal laboratuvar sunulmuş ve görüşleri alınmıştır. Bu çalışmada Devre Analizi dersine ait laboratuvar uygulamasının seçilme nedeninde araştırmacının yapılacak uygulama konuları hakkında lisans ve yüksek lisans düzeyinde eğitim almış olması etkili olmuştur. Nitel veriler, 2014-2015

yaz dönemi, nicel veriler ise 2015-2016 yaz dönemi Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında toplanmıştır.

### 3.2.3. Devre analizi laboratuvarı dersi

Devre Analizi laboratuvarı direnç, kondansatör, bobin gibi temel bileşenlerden oluşan devrelerin oluşturulmasını ve fonksiyon jeneratörü kullanılarak giriş voltajının uygulanmasını içerir. Fonksiyon jeneratörü, ayarlanabilir frekanslarda ve genliklerde sinüs dalgası, kare dalga gibi farklı şekillerde dalgaları üretebilen bir laboratuvar aracıdır. Bir giriş sinyali uygulandığında, öğrenciler osiloskop üzerinde devrenin verdiği tepkinin dalgalarını gözlemleyebilir. Bunun yanı sıra dijital multimetre, genellikle voltajları, akımları ve direnç değerlerini ölçmek için kullanılır. Öğrenenler, Devre Analizi Laboratuvarında Tablo 3.1’de 8 deney başlığı altında toplanan laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirmektedirler.

**Tablo 3.1.** *Devre analizi laboratuvar uygulamaları*

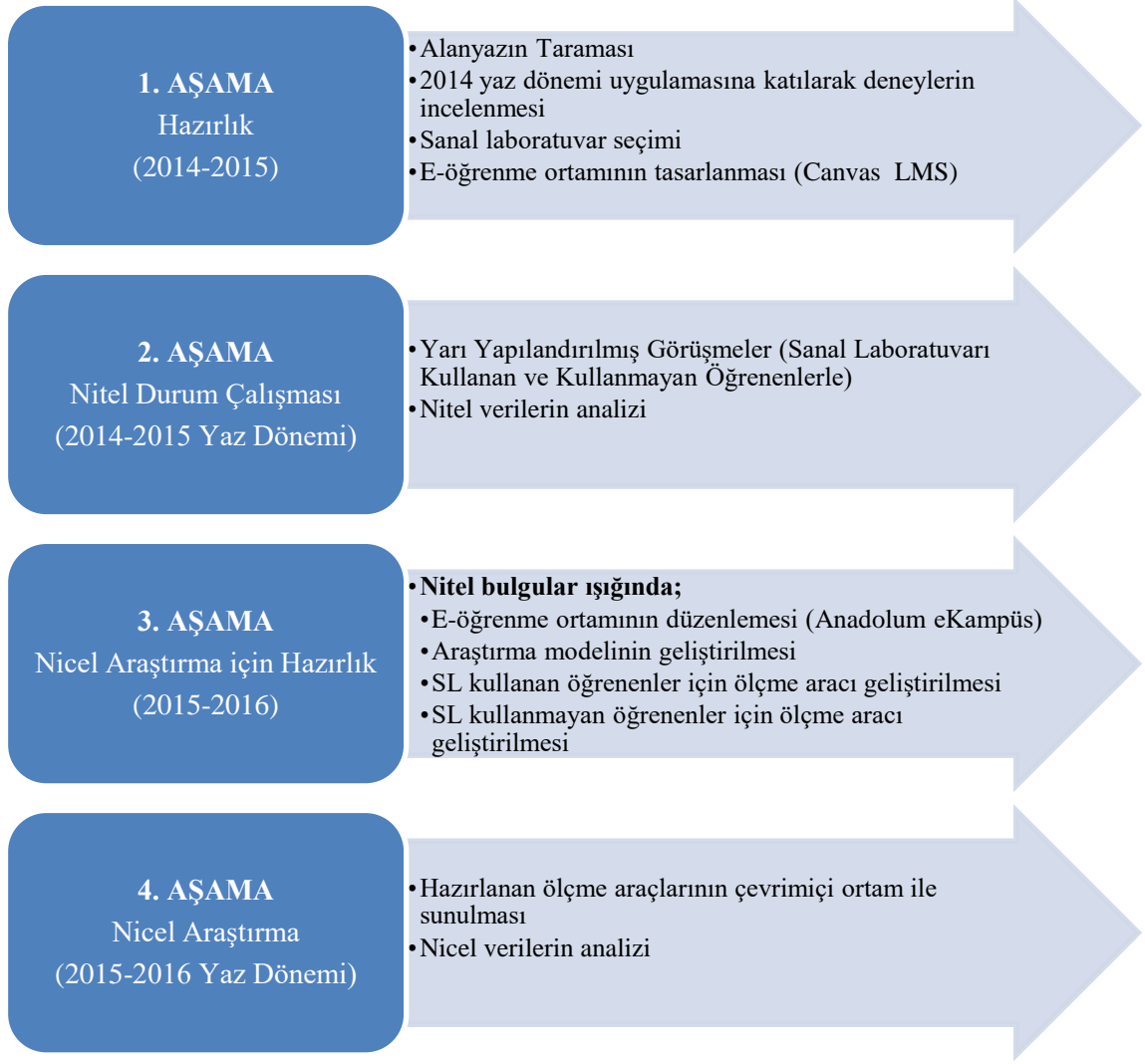
Deney 1: Direnç Değerlerinin Belirlenmesi ve Breadboard İle Devre Kurma	Direnç Renk Kodları İle Direnç Değerinin Belirlenmesi Breadboard Kullanımı
Deney 2: Eşdeğer Direnç, Voltaj ve Akım Ölçümü	Bir Direnç Üzerindeki Gerilimi ve Akımı Ölçme Seri Bağlı Devrede Gerilim ve Akım Paralel Bağlı Devrede Gerilim ve Akım
Deney 3: Kirchhoff Yasalarının Uygulamaları	Kirchhoff Akım Yasasının Paralel Bağlı Bir Direnç Devresinde Uygulanması Kirchhoff Akım Yasasının Karmaşık Bağlı Bir Direnç Devresinde Uygulanması Kirchhoff Gerilim Yasasının Seri Bağlı Bir Direnç Devresinde Uygulanması Kirchhoff Akım ve Gerilim Yasasının Karmaşık Bir Devrede Uygulanması
Deney 4: Thevenin Teoremi Uygulamaları	Thevenin Teoremi
Deney 5: Doğru Akım RC Devresi	Kondansatörün Dolması Deneyi Kondansatörün Boşalması Deneyi
Deney 6: Osiloskop Kullanımı ve DC/AC Gerilim Ölçümü	DC ve AC Gerilim Ölçümü Sinyal Üreticindeki Sinyalin Ölçümü Seri RL Devre Uygulaması
Deney 7: Alternatif Akımda RLC Devreleri	Seri RC Devre Uygulaması Seri RLC Devre Uygulaması
Deney 8: Alçak ve Yüksek Frekans Süzgeçleri	Alçak Frekans Süzgeci Yüksek Frekans Süzgeci

Uygulamalar gruplar halinde gerçekleştirilir ve bu esnada öğrenenler, öğretim elemanları tarafından gözlenir/yönlendirilir. Her bir uygulamadan sonra uygulamadan elde ettikleri ölçümleri, gözlemleri ve yorumları kitapta da bir örneği bulunan deney föylerine yazarak öğretim elemanına teslim eder. Öğrenenlere, laboratuvar uygulamaları ile ilgili çevrimiçi ve basılı olarak uygulama kitabı ve ayrıca deneylerin nasıl yapılması gerektiğine ilişkin videolar sunulmaktadır.

Bu çalışmada, öğrenenlerin Devre Analizi dersi kapsamında kavramsal bilgilerini geliştirmek ve yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına hazırlamak amacıyla Tablo 3.1'deki konuları kapsayan bir içerik ve devre analizi sanal laboratuvarları e-öğrenme ortamları üzerinden öğrenenlere sunulmuştur.

#### **3.2.4. Uygulama süreci**

Çalışma, dört aşamalı bir süreçten oluşmaktadır. Birinci aşama Devre Analizi Laboratuvarı dersine ait e-öğrenme ortamının tasarlanması ile ilgilidir. İlgili alanyazının taranması, örnek derslerin ve sanal laboratuvarların incelenmesi ve uzman görüşlerinin alınması ile e-öğrenme ortamı geliştirilmiş ve açık kaynak kodlu bir öğrenme yönetim sistemi aracılığıyla öğrenenlerin kullanımına sunulmuştur. İkinci aşamada; nitel veriler toplanarak analiz edilmiştir. Üçüncü aşamada, nitel bulgular ışığında ölçme araçları hazırlanmış ve nitel bulgular sonucunda öğrenenlerin önerileri de dikkate alınarak e-öğrenme ortamında düzenlemeler yapılmıştır. Dördüncü aşamada ise nicel veriler toplanmış, analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Şekil 3.1'de uygulama süreci verilmiştir.



**Şekil 3.1.** Uygulama süreci

### 3.2.5. Devre analizi sanal laboratuvarları ve e-öğrenme ortamları

Bu bölümde çalışmada kullanılan sanal laboratuvarlar ve e-öğrenme ortamları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.2.5.1. Hazırlık aşaması

Araştırmacı, Devre Analizi Laboratuvarı dersi için oluşturacağı e-öğrenme ortamını tasarlamadan önce, süreç ve işleyiş hakkında bilgi edinmek için 2014 yaz dönemindeki uygulama derslerine katılmıştır. Öğrenenlerin deneyleri yüz yüze gerçekleştirdikleri Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi içerisinde yer alan laboratuvarda yapılan uygulamaları ders danışmanı eşliğinde gözlemlemiştir. Öğrenenlerin ne tür

deneyle yaptığını, hangi malzemeleri kullandıklarını ve bu işlemler sırasında kullandıkları ders notlarını daha yakından görme fırsatı bulmuştur. Ayrıca Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi'nin öğrenenlerine laboratuvar dersi için hazırladığı “Devre Analizi Laboratuvarı” kitabı ayrıntılı olarak incelemiştir.

Sanal laboratuvarların öğrenenlere etkili bir şekilde tasarlanarak sunulabilmesi için araştırmacı, Sloan Consortium (Open Learning Consortium)'un sunduğu “Online Science Labs Mastery Series” adında çevrimiçi bir derse katılmıştır. Ayrıca MOOC platformu olan edX'te “Devreler ve Elektronik 1: Temel Devre Analizi” dersine kaydolarak sanal laboratuvarın çevrimiçi açık bir derste kullanımını incelemiştir.

### ***3.2.5.2. 2 boyutlu ve 3 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarları (DASL)***

Devre analizi dersinde, öğrenenlerden devre davranışlarının altında yatan elektrik kurallarını anlamaları beklenmektedir. Ancak gerçek ekipmanlarla yürütülen yüz yüze laboratuvarlarda elektrik gibi karmaşık ve soyut olgular konusunda öğrenenlerin teorik açıdan bilgilerinin geliştirilmesi problem olabilmektedir. Çoğu durumda öğrenenlerin teorik olarak (devreden geçen akım gibi) önemli olan ve doğal sistemlerde görünmeyen temel süreçleri ve mekanizmaları kavramaları mümkün olmayabilir ve sadece yüzeysel olarak neler olduğunu görebilir. Elektriğin soyut doğası öğrenenlere elektrik ve elektrik devrelerinin davranışları hakkında doğru olmayan fikirlere sahip olmasına neden olabilir. Bu yüzden öğrenenlerin Devre Analizi konusunda kavramsal bilgilerini geliştirecek yeni çözümlere ihtiyacı vardır. Bu çalışmada, bu ihtiyacı gidermenin yanı sıra öğrenenlere deney ortamını tanıtmak, deney sürecini anlatmak ve deneyde kullanılacak araç-gereçleri tanıtarak deney düzeneğini oluşturmalarını sağlamak amacıyla Devre Analizi Laboratuvarı için sanal laboratuvarlar kullanılmıştır.

Çalışmanın 2014-2015 yaz dönemi nitel durum çalışması aşamasında sadece 2 Boyutlu bir sanal laboratuvar kullanılmıştır. 2015-2016 yaz dönemi nicel araştırma aşamasında ise hem 2 boyutlu hem de 3 boyutlu sanal laboratuvarlar öğrenenlere sunulmuştur.

Hazırlık aşamasının ardından 2014-2015 yaz döneminde öğrenenlerin Tablo 3.1'de verilen laboratuvar uygulamalarını sanal ortamda gerçekleştirebilmelerini sağlayacak ve Devre Analizi Laboratuvarı dersinde öğrenme amaçlarını en iyi şekilde karşılayacak uygun sanal laboratuvar yazılımı için açık eğitsel kaynak olarak sunulan çeşitli sanal laboratuvarlar incelenmiş ve çalışma kapsamında Devre Analizi Sanal

Laboratuvarı olarak iki boyutlu "Phet Devre Yapım Kiti (AC ve DC)" kullanımı uygun görülmüştür. Görsel 3.1'de 2 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarının ekran görüntüsü verilmiştir.

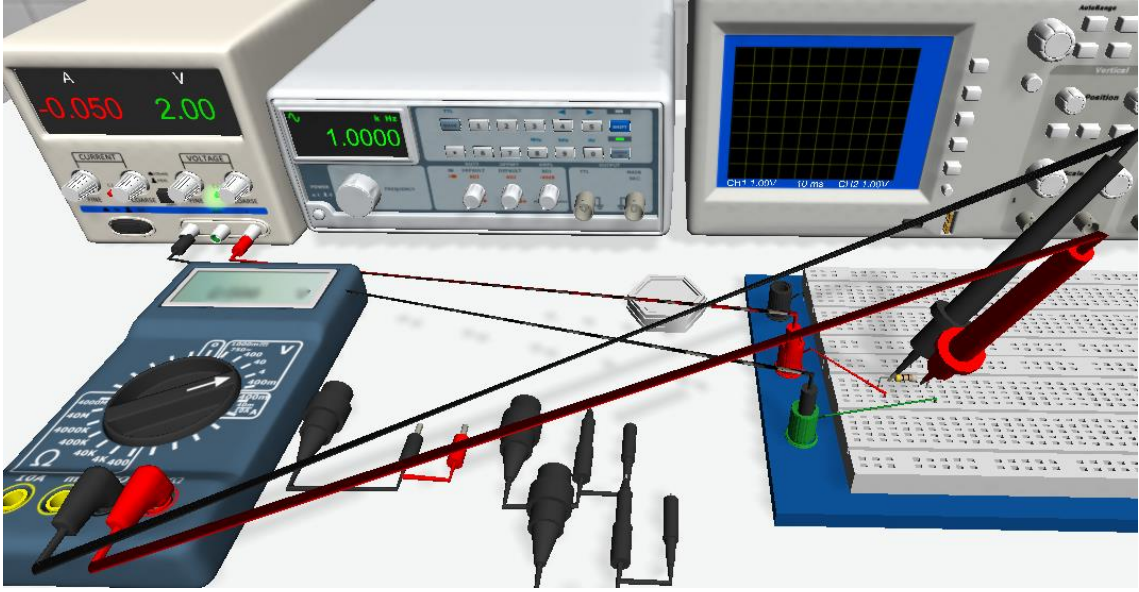


**Görsel 3.1.** 2 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarı

"Phet Devre Yapım Kiti (AC ve DC)" Colorado Üniversitesi'nin PhET projesi kapsamında hazırladığı açık kaynak kodlu bir simülasyondur. Devre Analizi sanal laboratuvarında öğrenenler direnç, kondansatör, indüktör gibi temel bileşenlerden oluşan devreleri oluşturabilir, pil veya AC voltaj kullanarak devreye giriş voltajını uygulayabilir, voltmetre veya ampermetre ile gerilim ve akım değerlerini ölçebilir, ayrıca voltaj ve akım grafiği butonları ile grafikleri görebilir. Öğrenenler sanal laboratuvarında kurdukları devreleri kaydederek saklayabilir.

Bu ortam çevrimiçi olarak çalışmamaktadır. Öğrenenlerden deneyleri gerçekleştirmeden önce sanal laboratuvarı bilgisayarlarına indirmeleri istenmektedir. Sanal Laboratuvarı çalıştırmak için öncelikle "Java Runtime Environment" programının kurulması gerekmektedir.

2015-2016 yaz dönemi nicel araştırma aşamasında ise nitel durum çalışması aşamasında da kullanılan iki boyutlu sanal laboratuvarın yanı sıra devre analizi deneylerinde kullanılan malzemelerin ve süreçlerin gerçekçi bir temsili içeren üç boyutlu bir sanal laboratuvar da öğrenenlerle paylaşılmıştır. Görsel 3.2’de 3 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarının ekran görüntüsü verilmiştir.



**Görsel 3.2.** 3 boyutlu devre analizi sanal laboratuvarı

Üç boyutlu sanal laboratuvar, iki boyutlu sanal laboratuvarın aksine bir internet tarayıcısı (browser) aracılığı ile çevrimiçi olarak çalışabilmektedir. Bu sanal laboratuvarı çalıştırmak için öncelikle "Unity Web Player" programının kurulması gerekmektedir.

Çalışmanın her iki aşamasında da sanal laboratuvarların kurulumu ve çalıştırılması ile ilgili ayrıntılı dokümanlar ve eğitim videoları öğrenenlerle paylaşılmıştır.

### **3.2.5.3. Devre analizi e-öğrenme ortamları**

Devre Analizi E-Öğrenme Ortamı, öğrenenlerin Devre Analizi Laboratuvarı dersi kapsamında gerçekleştirecekleri tüm deneylere ilişkin teorik bilgilerin, deneylerin nasıl yapılması gerektiğine ilişkin videoların ve sanal laboratuvarın bulunduğu ortamlardır. İçeriklerin geliştirilmesinde ve sanal laboratuvarında uygulanacak deneylerin

tasarlanmasında Açıköğretim Fakültesi'nin öğrenenlere sunduğu "Devre Analizi Laboratuvarı" kitabından yararlanılmıştır.

E-öğrenme ortamı olarak 2014-2015 yaz döneminde nitel durum çalışması için Canvas Öğrenme Yönetim Sistemi kullanılmıştır. 2015-2016 yaz döneminde nicel araştırma için ise Anadolu Üniversitesi'nin Anadolium eKampüs Sistemi projesi kapsamında tasarladığı ve 2016 yılından sonra faaliyete geçirdiği Blackboard tabanlı e-öğrenme ortamı kullanılmıştır.

Her iki e-öğrenme ortamı da modüler bir yapıya sahiptir. Her modül içerisinde gerekli içerikler ve etkinlikler tanımlanmaktadır. Devre Analizi Laboratuvarı dersi için de içerik modüllere, modüller etkinliklere bölünmüştür. Nitel durum çalışması sonucunda öğrenenlerin Canvas Öğrenme Yönetim Sistemi hakkındaki görüşleri doğrultusunda gerekli görülen düzeltmeler Anadolium eKampüs Sistemi üzerinde yapılmıştır. Ancak her iki e-öğrenme ortamı için benzer bir içerik yapısı kullanılmıştır. Genel bir ifadeyle içerik yapısı "Oryantasyon", "Üniteler" ve "Tartışma ve Notlar" bölümlerinden oluşmaktadır.

**Oryantasyon Bölümü:** Devre Analizi Laboratuvarı dersi için hazırlanan e-öğrenme ortamlarında ders içeriği, Ders Tanıtımının ve Ders Yapısının anlatıldığı, Devre Analizi sanal laboratuvarlarının kurulumu ve kullanımının açıklandığı ve uygulama etkinlikleri ile ilgili bilgilerin verildiği oryantasyon modülleri ile başlamaktadır. Bu modüllerdeki anlatımlar, eğitim videoları ve yardım dosyaları ile zenginleştirilmiştir.

**Üniteler:** Oryantasyon modüllerinin ardından "Devre Analizi Laboratuvarı" kitabına uygun olarak hazırlanan 8 üniteye ait modüller bulunmaktadır. Bu modüllerde kitabın elektronik versiyonu, ünite ile ilgili deneylerin gerçek ortamda gerçekleştirildiği eğitim videoları ve sanal laboratuvar etkinlikleri bulunmaktadır. Bu ünitelerde devre analizi sanal laboratuvarı üzerinde yapılacak etkinlikler bulunmaktadır. 8 üniteye ait toplam 19 uygulama etkinliği bulunmaktadır. Bu etkinliklerde üniteye ait deneylerin sanal laboratuvarlar üzerinde gerçekleştirilmesi için gereken yönergeler paylaşılmıştır. Yönergelerdeki işlem adımları "Devre Analizi Laboratuvarı" kitabındaki deneylerle aynı veya basitleştirilmiş şekilde hazırlanmıştır. Öğrenenlerden bu işlem adımlarını takip ederek sanal laboratuvarında devreyi kurlamaları ve devreden elde ettikleri ölçüm sonuçlarını yönergede istenen yerlere yazmaları istenmektedir. Öğrenenlerden deneyden



elde ettiği ölçüm sonuçlarını, devreyi veya ekran görüntüsünü e-öğrenme sistemi üzerinden veya e-posta ile göndermeleri istenmektedir.

Canvas Öğrenme Yönetim Sisteminde yönergeler, hızlı e-öğrenme araçlarından biri kullanılarak SCORM (Sharable Content Object Reference Model) paketleri halinde hazırlanmıştır. SCORM standardı olarak SCORM 2004 kullanılmıştır. SCORM, e-öğrenme içeriklerini farklı eğitim yazılımlarında kullanıcı verisi üretmek için, içerik yönetiminde bir iskelet oluşturur. SCORM standardı kullanılarak hazırlanan e-öğrenme içerikleri ile kullanıcıların içeriği ne zaman, ne kadar, kaç kere izlediği, içindeki testlerden kaç puan aldığı takip edilebilir. Çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında yönergelerin SCORM paketleri halinde hazırlanmasının nedeni hangi öğrenenlerin deneyleri gerçekleştirdiğini, deneyde geçirdikleri süreyi ve aldığı puanı yönergeler aracılığı ile gözlemlemektir. Yönergeler için hazırlanan SCORM paketleri araştırmacının satın aldığı Scorm Cloud hesabına eklenmiştir. Canvas Öğrenme Yönetim sistemine bu hesaptaki SCORM paketleri eklenti şeklinde eklenmiş ve öğrenenlerle her modüldeki uygulama etkinliklerinde paylaşılmıştır. Öğrenenlerin bu etkinliklerdeki yönergeleri açmaları ile Öğrenme Yönetim Sisteminden gönderilen öğrenen verileri sayesinde hangi öğrenenin, hangi deneyin yönergelerini, kaç kere ve ne kadar süre ile kullandığı bilgisi Scorm Cloud'da saklanmaktadır.

Çalışmanın nicel aşamasında kullanılan Anadolu eKampüs sisteminde ise yönergeler Word dokümanları halinde hazırlanmıştır. Bunun nedeni ise nitel durum çalışması sonucunda öğrenenlerin SCORM paketlerini karmaşık bulmasıdır.

Öğrenenler, gerçekleştirdikleri her deney için belli bir puan almaktadırlar. Ancak öğrenenlerin burada aldığı puanların yaz aylarında yapılan laboratuvar uygulaması notlarına katkısı yoktur. Sadece kendi performanslarını takip etmeleri amacıyla eklenmiştir. Ayrıca her bir üniteye ait modülün sonunda çoktan seçmeli soruların yer aldığı “Kendimizi Sınayalım” etkinliği yer almaktadır.

**Tartışmalar ve Notlar:** Öğrenenlerin birbirleriyle ve ders danışmanlarıyla ders hakkındaki görüşlerini paylaşabileceği, bilgi alışverişı yapabileceği “Tartışmalar” alanı ve modüllerde yer alan “Uygulama” etkinliklerinden ve “Kendimizi Sınayalım” etkinliklerinden aldıkları notları takip edebilecekleri “Notlar” alanı da bulunmaktadır.

Nitel durum çalışması için kullanılan Canvas Öğrenme Yönetim Sistemi'ne ait ekran görüntüleri EK-1'de ve deney yönergeleri için kullanılan Scorm paketlerine ait ekran görüntüleri EK-2'de paylaşılmıştır. Çalışmanın nicel aşaması için kullanılan

Anadolium eKampüs Sistemi ekran görüntüleri EK-3'te ve deney yönergeleri için hazırlanan bir doküman EK-4'te paylaşılmıştır.

### 3.3. Katılımcılar

Çalışmanın nitel durum çalışması ve nicel araştırma aşamaları için iki farklı grupta uygulama yapılmıştır. Bu bölümde nitel ve nicel katılımcılar ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.3.1. Nitel durum çalışması katılımcıları

Çalışmanın nitel durum çalışması aşaması, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım programında 2014-2015 yaz uygulamalarına kayıt yaptıran öğrenenlerle yapılmıştır. Öğrenenler, 4-8 Mayıs 2015 tarihleri arasında internet üzerinden katılmak istedikleri haftayı seçerek yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına kayıt yaptırmışlardır. 7 haftalık uygulamaya kayıt yaptıran toplam 1062 öğrenen bulunmaktadır. Tablo 3.2'de uygulama haftaları ve bu haftalar için kayıt yaptıran öğrenci sayıları verilmiştir.

**Tablo 3.2.** 2014-2015 yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına katılan öğrenenlerin haftalara göre dağılımı

Haftalar	Tarihler	Öğrenci Sayısı
1. Hafta	15–19 Haziran 2015	153
2. Hafta	22–26 Haziran 2015	149
3. Hafta	29 Haziran–03 Temmuz 2015	151
4. Hafta	06–10 Temmuz 2015	153
5. Hafta	20-24 Temmuz 2015	152
6. Hafta	27-31 Temmuz 2015	152
7. Hafta	03-07 Ağustos 2015	152
<b>TOPLAM</b>		<b>1062</b>

Hazırlanan e-öğrenme ortamı, 1062 öğrenciye, cep telefonlarından mesaj yoluyla paylaşılmış ve öğrenenlerin kullanımına sunulmuştur.

Canvas Öğrenme Yönetim Sisteminden elde edilen verilere göre bu ortamı kullanan öğrenen sayısı 296 olarak tespit edilmiştir. Devre Analizi Sanal Laboratuvarında ise 60 öğrenenin deneyleri gerçekleştirdiği gözlenmiştir.

Bu çalışmada öğrenenlerin sanal laboratuvar hakkındaki görüşlerinin alınması amacıyla amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örneklemede temel anlayış önceden belirlenmiş ölçütleri karşılayan

durumların çalışılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çalışmaya katılacak öğrenenlerin seçiminde, DASL’de en az bir deney yapmış olması veya e-öğrenme ortamına giriş yapmış ancak DASL’de deney yapmamış olmaları temel ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu temel ölçüt uyarınca nitel durum çalışması katılımcılarını, kullanım verilerine dayanılarak gönüllülük esasına göre DASL’de deneyleri gerçekleştiren 15 öğrenen ve e-öğrenme ortamına giriş yapıp DASL kullanmayan 9 öğrenen oluşturmaktadır. Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te bu öğrenenlerin listesi verilmiştir. Tablolarda da görüldüğü gibi nitel durum çalışması katılımcıları, 21-52 yaş arasında çoğunlukla çalışan yetişkin bireylerden oluşmaktadır. Bu çalışmada kadın katılımcıların sayısının az olmasının nedeni, programa kayıtlı olan kadın öğrencilerin sayısının az olmasına bağlanabilir. Katılımcıların mezun olduğu lise türü çoğunlukla meslek lisesi iken genel lise ve fen lisesi mezunu katılımcılar da bulunmaktadır. Öğrenim durumları ise lise, önlisans ve lisans olarak çeşitlilik göstermektedir.

**Tablo 3.3.** Nitel durum çalışması katılımcı listesi (DASL kullananlar)

Tarih	İsim	Yaş	Cinsiyet	Çalıştığı Kurum	Öğrenim Durumu	Mezun Olduğu Lise Türü
22-26 Haziran 2015	K1	40	Erkek	Kamu	Lisans	Meslek Lisesi
22-26 Haziran 2015	K2	50	Erkek	Özel	Lisans	Meslek Lisesi
22-26 Haziran 2015	K3	32	Erkek	Kamu	Lisans	Genel Lise
06-10 Temmuz 2015	K4	36	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi
06-10 Temmuz 2015	K5	33	Erkek	Kamu	Lisans	Meslek Lisesi
06-10 Temmuz 2015	K6	44	Kadın	Özel	Lisans	Genel Lise
20-24 Temmuz 2015	K7	26	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi
20-24 Temmuz 2015	K8	23	Kadın	Özel	Lise	Genel Lise
20-24 Temmuz 2015	K9	28	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi
27-31 Temmuz 2015	K10	27	Erkek	Özel	Lise	Meslek Lisesi
27-31 Temmuz 2015	K11	21	Kadın	Öğrenci (Lisans)	Lise	Genel Lise
27-31 Temmuz 2015	K12	42	Erkek	Kamu	Lisans	Genel Lise
27-31 Temmuz 2015	K13	29	Erkek	Özel	Önlisans	Genel Lise
27-31 Temmuz 2015	K14	25	Erkek	Öğrenci (Y.Lisans)	Lisans	Meslek Lisesi
3-7 Ağustos 2015	K15	52	Kadın	Çalışmıyor	Lisans	Genel Lise

**Tablo 3.4.** Nitel durum çalışması katılımcı listesi (DASL kullanmayanlar)

Tarih	İsim	Yaş	Cinsiyet	Çalıştığı Kurum	Öğrenim Durumu	Mezun Olduğu Lise Türü
22-26 Haziran 2015	K16	21	Erkek	Öğrenci (Lisans)	Lise	Fen Lisesi
22-26 Haziran 2015	K17	30	Erkek	Kamu	Lise	Genel Lise

**Tablo 3.4. (Devam) Nitel durum çalışması katılımcı listesi (DASL kullanmayanlar)**

Tarih	İsim	Yaş	Cinsiyet	Çalıştığı Kurum	Öğrenim Durumu	Mezun Olduğu Lise Türü
22-26 Haziran 2015	K18	50	Kadın	Kamu	Lisans	Genel Lise
29 Haziran-03 Temmuz 2015	K19	31	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi
29 Haziran-03 Temmuz 2015	K20	33	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi
06-10 Temmuz 2015	K21	44	Erkek	Kamu	Lisans	Meslek Lisesi
06-10 Temmuz 2015	K22	33	Erkek	Kamu	Lisans	Meslek Lisesi
06-10 Temmuz 2015	K23	30	Erkek	Özel	Lisans	Meslek Lisesi
20-24 Temmuz 2015	K24	28	Erkek	Kamu	Lise	Meslek Lisesi

### 3.3.2. Nicel araştırma katılımcıları

Çalışmanın nicel aşaması, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım programında 2015-2016 yaz uygulamalarına kayıtlı öğrenenlerle yapılmıştır. 11 haftalık uygulamaya kayıtlı toplam 1370 öğrenen bulunmaktadır. Tablo 3.5'te uygulama haftaları ve bu haftalar için kayıt yaptıran öğrenci sayıları verilmiştir.

**Tablo 3.5. 2015-2016 yaz dönemi laboratuvar uygulamalarına katılan öğrenenlerin haftalara göre dağılımı**

Haftalar	Tarihler	Öğrenci Sayısı
1. Hafta	30 Mayıs–03 Haziran 2016	142
2. Hafta	06–10 Haziran 2016	151
3. Hafta	13–17 Haziran 2016	150
4. Hafta	20–24 Haziran 2016	88
5. Hafta	27 Haziran-01 Temmuz 2016	137
6. Hafta	11-15 Temmuz 2016	150
7. Hafta	18-22 Temmuz 2016	150
8. Hafta	25-29 Temmuz 2016	151
9. Hafta	01-05 Ağustos 2016	150
10. Hafta	08-12 Ağustos 2016	51
11. Hafta	15-19 Ağustos 2016	50
<b>TOPLAM</b>		<b>1370</b>

Hazırlanan e-öğrenme ortamı 1370 öğrenciye, cep telefonlarından mesaj yoluyla paylaşılmış ve öğrenenlerin kullanımına sunulmuştur.

Nicel ölçme araçları ise 2015-2016 yaz dönemi laboratuvar derslerine kayıt yaptıran öğrenenlerle çevrimiçi olarak Anadolun eKampüs sisteminden paylaşılmıştır. Ayrıca ölçme araçları, öğrenenlere Anadolun eKampüs sisteminde kayıtlı e-posta adreslerine gönderilmiştir. 1370 öğrenenden 183'ünün sistemde kayıtlı e-posta adresi bulunmadığı tespit edilmiştir. Toplamda 1187 öğrenene e-posta yoluyla ulaşılarak

anketleri doldurmaları istenmiştir. Bu ankete toplamda 133 kişi yanıt vermiştir ve yanıt verme oranı %10'dur.

DASL'yi kullananlar ve kullanmayanlar için iki ayrı ölçme aracı hazırlanmıştır. Tablo 3.6'da ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlerin DASL'yi kullanım durumları verilmiştir.

**Tablo 3.6.** Ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım durumu

Sanal Laboratuvar Kullanım Durumu	Frekans	Yüzde
Kullandım	49	36.84
Kullanmadım	84	63.16
<b>TOPLAM</b>	<b>133</b>	<b>100.00</b>

İlgili tablo incelendiğinde ankete katılanların %36.84'ünün DASL'yi kullandığı ve %63.16'sının ise DASL'yi kullanmadığı görülmektedir. Her iki ölçme aracının ilk bölümünde öğrenenlerden kişisel bilgileri istenmiştir. Ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlerin kişisel bilgilerine ait bilgiler Tablo 3.7'de verilmiştir.

**Tablo 3.7.** Ölçme araçlarına yanıt veren öğrenenlere ait kişisel bilgiler

Demografik Özellikler	Frekans	Yüzde
<b>Cinsiyet</b>	Erkek	91.73
	Kadın	8.27
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>
<b>Yaş</b>	20-29	36.09
	30-39	43.61
	40-49	19.55
	50 ve üstü	0.75
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>
	<b>TOPLAM</b>	<b>133</b>
<b>Öğrenim Durumu</b>	Lise	35.34
	Önlisans	10.53
	Lisans	48.12
	Yüksek Lisans	6.01
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>
<b>Mezun Olduğu Lise Türü</b>	Açıköğretim Lisesi	3.76
	Anadolu Lisesi	12.03
	Fen Lisesi	0.75
	Genel Lise	30.08
	Mes. ve Tek. Eğt. Uygulayan Liseler	50.38
	Sosyal Bilimler Lisesi	1.50
	Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	1.50
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>
<b>Çalışma Durumu</b>	Çalışıyorum	87.97
	Çalışmıyorum	12.03
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>
<b>Alanla İlgili Deneyimi</b>	Var	51.88
	Yok	48.12
	<b>TOPLAM</b>	<b>100.00</b>

Öğrenenlerin kişisel bilgileri cinsiyet açısından incelendiğinde katılımcıların %91.73'ünün erkek, %8,27'sinin ise kadın olduğu görülmektedir. Katılımcıların yaş dağılımları incelendiğinde %36.09'unun 20-29 yaş, %43.61'inin 30-39 yaş, %19.55'inin 40-49 yaş ve %0.75'inin 50 ve üstü yaş aralığında olduğu görülmektedir. Öğrenenlerin öğrenim durumlarına bakıldığında %35.34'ünün Lise, %10.53'ünün Önlisans, %48.12'sinin Lisans ve %6,01'inin Yüksek Lisans mezunu olduğu görülmektedir. Öğrenenlerin mezun olduğu lise türü incelendiğinde %3.76'sının Açıköğretim Lisesi, %12.03'ünün Anadolu Lisesi, %0.75'inin Fen Lisesi, %30.08'inin Genel Lise, %50.38'inin Mesleki ve Teknik Eğitim Uygulayan Lise, %1.50'sinin Sosyal Bilimler Lisesi ve %1.50'sinin ise Yabancı Dil Ağırlıklı Lise mezunu olduğu görülmektedir. Öğrenenlerin %87.97'si çalışırken, %12.03'ü çalışmamaktadır. Aynı zamanda öğrenenlerin %51.88'i alanla ilgili deneyimi olduğunu, %48.12'si de deneyim sahibi olmadığını belirtmiştir.

### **3.4. Veri Toplama Araçları**

Bu bölümde çalışmada kullanılan nitel ve nicel veri toplama araçları ile ilgili bilgi verilmiştir.

#### **3.4.1. Nitel durum çalışması için veri toplama araçları**

Nitel veriler, 2014-2015 yaz dönemi laboratuvar uygulamaları dersine katılan öğrenenlerle yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılarak toplanmıştır.

Görüşme, nitel verilerin elde edilmesinde en yaygın kullanılan temel yöntemlerden biridir. Görüşmeler, durumlar ile ilgili insanların fikirleri, inançları ve hisleri konusunda veri toplamak için kullanılır. İnsanların sahip oldukları deneyimleri anlama konusunda yardımcı olur. Görüşmeler, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, sahip olduğu esnekliklerden dolayı yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Yarı yapılandırılmış bir görüşme, önceden belirlenmiş açık uçlu sorular etrafında düzenlenir ve görüşme süreci boyunca gelen cevaplar doğrultusunda sorular değiştirilebilir (Ary vd., 2009).

Veri toplama aracı olarak ise yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. DASL kullanan ve kullanmayan öğrenenlere yönelik hazırlanan görüşme formları uzman görüşüne sunulmuştur. Uzmanlar tarafından kapsam, soruların anlaşılabilirliği ve

dili bakımından incelenmiştir. Uzmanların önerileri doğrultusunda görüşme formlarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Görüşmelerde ses kayıt cihazı ve not alma tekniği birlikte kullanılmıştır. Görüşme öncesinde, araştırmanın amacı öğrenenlere açıklanmıştır. Öğrenenlere DASL'ye yönelik algılarına, DASL'nin olumlu ve olumsuz yönlerine ve DASL ile ilgili görüşlerini almaya ilişkin sorular sorulmuştur. DASL'yi kullananlarla ve kullanmayanlarla yapılan görüşme formları EK-5'te verilmiştir. Öğrenenler sorularla ilgili düşüncelerini istedikleri uzunlukta ifade edebilmişlerdir. Araştırmacı, gerektiğinde, sorularla ilgili ek açıklamalar yapmıştır.

### **3.4.2. Nicel araştırma için veri toplama araçları**

Nicel araştırma verilerinin toplanabilmesi için nitel durum çalışmasının bulguları doğrultusunda iki ayrı ölçme aracı oluşturulmuştur. Birinci ölçme aracı ile DASL'yi kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri araştırılmıştır. İkinci ölçme aracı ile DASL'yi kullanan öğrenenlerin DASL'yi kullanım niyetlerine etki eden faktörler araştırılmıştır. Ölçme araçlarının geliştirilmesi, iki aşamada gerçekleşmiştir. İlk aşamada ölçme araçlarındaki maddelerin anlaşılabilirliğini, ölçülen kavramların doğruluğunu ve ölçme araçlarının yapısının uygunluğunu test etmek amacıyla uzman kişilerle görüşülmüştür. Uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda bazı maddeler güncellenmiştir. Ölçme araçlarındaki maddelerin değerlendirilmesi için 7'li Likert ölçek kullanılmıştır. Bu ölçme araçları, 2015-2016 yaz dönemi laboratuvar dersine kayıt yaptıran öğrenenlerle Anadolu eKampus sistemi üzerinde çevrimiçi olarak paylaşılmış ve öğrenenlerin sistemde kayıtlı e-posta adreslerine gönderilerek ölçeği doldurmaları istenmiştir.

DASL'yi kullanmayanlara yönelik oluşturulan anket 3 bölümden oluşmaktadır (EK-6). İlk bölümde öğrenenlerden demografik bilgileri istenmiştir. İkinci bölümde öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde toplam 10 madde bulunmaktadır. Bu maddeler nitel durum çalışması bulgularına ve uzman görüşlerine dayalı olarak geliştirilmiştir. Üçüncü bölümde ise öğrenenlerin görüşlerini ve önerilerini yazabilecekleri 1 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Tablo 3.8'de DASL'yi kullanmayanlara yönelik araştırmacı tarafından geliştirilen anket maddeleri verilmiştir. Maddeler, 7'li Likert tipinde hazırlanmıştır (7 = Tamamen Katılıyorum, 1 = Kesinlikle Katılmıyorum).

**Tablo 3.8.** *DASL kullanmayanlara yönelik hazırlanan anket maddeleri*

<b>Maddeler</b>
1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.
2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.
5) Ders kitabı benim için yeterliydi.
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.
7) Sanal laboratuvarda deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.
9) Sanal laboratuvarda yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.
10) Sistemi çok karmaşık buldum.

Hazırlanan ikinci ölçek ise DASL kullananlara yönelik öğrenenlerin DASL kullanım niyetlerine etki eden faktörleri belirlemek amacıyla nitel durum çalışması bulguları ışığında oluşturulan Araştırma Modeli kapsamında hazırlanmıştır. Bu ölçek ilgili alanyazına ve uzman görüşlerine dayalı olarak hazırlanmıştır ve üç bölümden oluşmaktadır (EK-7). Birinci bölümde öğrenenlerden demografik bilgileri istenmiştir. İkinci bölümde ise öğrenenlerin DASL ile ilgili deneyimleri hazırlanan araştırma modeli çerçevesinde araştırılmıştır. Geliştirilen ölçek toplamda 11 değişkenden oluşmaktadır. Bu 11 değişkenin 4'ü TKM değişkenleri iken diğerleri nitel bulgular doğrultusunda araştırma modeline eklenmiştir. Ölçeğin üçüncü bölümünde ise öğrenenlerin bu ortamlara ilişkin görüşlerini ve önerilerini ortaya çıkarmaya yönelik 1 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Ölçek, toplamda 29 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan maddelerin bir kısmı bu çalışmaya uygun şekilde alanyazındaki önceki çalışmalardan uyarlanmıştır, diğerleri ise araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Tablo 3.9'da ölçekte yer alan maddeler ve bu maddelerin hangi çalışmalardan uyarlandığı görülebilir. Maddeler, 7'li Likert tipinde hazırlanmıştır (7 = Tamamen Katılıyorum, 1 = Kesinlikle Katılmıyorum).

**Tablo 3.9.** *DASL kullananlara yönelik hazırlanan ölçek maddeleri*

<b>Değişkenler</b>	<b>Maddeler</b>	<b>Nereden Uyarlandığı</b>
<b>Algılanan Kullanım Kolaylığı</b>	Akk1 DASL'de deney yapmak benim için kolaydı.	(Davis, 1986)
	Akk2 DASL'nin kullanımı açık ve anlaşılırdı.	(Davis, 1986)
	Akk3 DASL'yi nasıl kullanacağımı öğrenme konusunda zorlandım.	(Davis, 1986)



**Tablo 3.9. (Devam) DASL kullananlara yönelik hazırlanan ölçek maddeleri**

<b>Değişkenler</b>	<b>Maddeler</b>	<b>Nereden Uyarıldığı</b>	
<b>Algılanan Fayda</b>	Af1	DASL, devre elemanlarını tanınamamı sağladı.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	Af2	DASL'nin, gerçek laboratuvar ortamındaki performansımı artıracığını düşünüyorum.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	Af3	DASL, gerçek laboratuvar ortamına hazırlanmamı sağladı.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
<b>Algılanan Destek</b>	Ad1	DASL'nin kullanımı ile ilgili gerekli yardım dosyaları mevcuttu.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	Ad2	DASL'nin kullanımı ile ilgili problemlerde yardım edecek uzman kişi/kişiler mevcuttu.	(Williams ve Williams, 2010)
	Ad3	DASL'nin kullanımı konusunda sıkıntı yaşadığımda çeşitli araçlarla (telefon, tartışma formu, mesaj) yardım alabildim.	(Ngai vd., 2007)
	Ad4	Devre analizi ile ilgili teorik olarak sıkıntı yaşadığımda konusunda uzman kişi/kişilere ulaşabildim.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
<b>Sistem Karakteristikleri</b>	S1	DASL'deki devre elemanlarının kullanımı gerçek laboratuvar ortamdakilere benzerdi.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	S2	DASL'de deneyleri gerçek laboratuvar ortamındaki gibi yürütebildim.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	S3	DASL'deki devre elemanlarının görseli gerçeğe oldukça yakındı.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
<b>Göreceli Avantaj</b>	Ga1	Gerçek laboratuvar ortamına hazırlanırken ders kitabıyla birlikte DASL kullanmanın daha faydalı olduğunu düşünüyorum.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	Ga2	Gerçek laboratuvar ortamına hazırlanırken deney videoları ile birlikte DASL kullanımının daha faydalı olduğunu düşünüyorum.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
<b>Motivasyon</b>	Mtv1	DASL'yi, daha başarılı bir öğrenci olmak için kullandım.	(Kannan ve Narayanan, 2015)
	Mtv2	DASL'yi, devre analizi ile uğraşmaktan zevk aldığım için kullandım.	Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
	Mtv3	DASL'yi, devre analizi laboratuvarı dersinden daha yüksek not almak için kullandım.	(Malinovski vd., 2014)
	Mtv4	Okulum DASL'yi kullanmamı istediği için kullandım.	(Kannan ve Narayanan, 2015)
<b>Devre Analizi Özyeterliliği</b>	Daoy1	Gerçek laboratuvar ortamında deney düzeneğinin nasıl kurulması gerektiğini biliyorum.	(Lin ve Tsai, 2013)
	Daoy2	Gerçek laboratuvar ortamında devre ekipmanlarının nasıl kullanılacağını biliyorum.	(Lin ve Tsai, 2013)
	Daoy3	Gerçek laboratuvar ortamında ölçüm aletlerinden nasıl veri alacağımı biliyorum.	(Lin ve Tsai, 2013)

**Tablo 3.9. (Devam) DASL kullananlara yönelik hazırlanan ölçek maddeleri**

Değişkenler	Maddeler	Nereden Uyarlandığı
SL Özyeterliği	Sloy1	DASL'yi kullanabilmem için gerekli bilgisayar becerilerine sahibim. (Park, 2009)
	Sloy2	Herhangi birinin yardımı olmadan DASL'de deneyleri gerçekleştirebilirim. (Compeau ve Higgins, 1995)
Algılanan Kullanım	Ak	DASL'yi kullanma derecenizi işaretleyiniz. Araştırmacı tarafından oluşturuldu.
Tutum	T1	DASL kullanımını eğlenceli buldum. (Liu, Liao ve Pratt, 2009)
	T2	DASL'nin kullanımının gereksiz olduğunu düşünüyorum. (Ke, Sun ve Yang, 2012)
Davranışsal Niyet	Dn1	DASL'yi, diğer derslerde olması halinde kullanma niyetindeyim. (Lee, Yoon ve Lee, 2009)
	Dn2	DASL'yi arkadaşlarıma tavsiye ederim. (Lee, Yoon ve Lee, 2009)

### 3.5. Verilerin Analizi

Bu bölümde nitel ve nicel veri analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.5.1. Nitel durum çalışması için veri analizi

Öğrenenlerle yapılan bireysel görüşme verileri içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması, daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu çalışmada, öncelikle kayıt altına alınan görüşmeler dinlenerek bilgisayar ortamında yazıya aktırılmıştır. Daha sonra yazılı hale getirilen veriler, araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından kodlanmış ve bu kodlara ilişkin alt ve ana temalar belirlenmiştir. Nitel durum çalışmasında güvenilirliği belirlemek için Miles ve Huberman (1994)'ın önerdiği formül ( $\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}} \times 100$ ) kullanılarak kodlayıcılar arasındaki uyum hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda kodlayıcılar arasındaki uyumun %89 olduğu ve güvenirliliğin oldukça yüksek olduğu görülmüştür (Miles ve Huberman, 1994). Son olarak içerik analizi sonuçları tablolaştırılarak frekans ve yüzde değerleri şeklinde verilmiştir. Son olarak, elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

### 3.5.2. Nicel aşama için veri analizi

Nitel verilerden elde edilen bulgular doğrultusunda daha önceki bölümde de belirtildiği gibi iki tane ölçme aracı hazırlanmıştır.

DASL'yi kullanmayan öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenlerini ortaya çıkarmak için hazırlanan ölçeği 84 öğrenen yanıtlamıştır. Öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenleri betimsel istatistikler (frekans, yüzde, mod ve medyan) kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca ilişki analizleri için parametrik olmayan testler uygulanmıştır. Bunun için SPSS 23.0 programı kullanılmıştır.

DASL'yi kullanan öğrenenlerin DASL'yi kullanım niyetleri etkileyen faktörlerin incelenmesi için nitel bulgular ışığında araştırma modelindeki yapılar belirlenmiş ve bu doğrultuda ikinci bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Bu ölçme aracı ile elde edilen nicel verilerin analizi için Kısmi En Küçük Kareler (KEKK - Partial Least Squares) yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Kısmi En Küçük Kareler yapısal eşitlik modeli analizi için SmartPLS 3.0 (student edition) programı (Ringle, Wende ve Becker, 2015) kullanılmıştır.

Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM), birçok bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkisini açıklayabilen ve kuramsal modellerin bir bütün olarak tek seferde test edilmesine olanak veren etkili bir model test etme ve geliştirme yöntemidir. YEM araştırmacılara, değişkenler arasında doğrudan ve dolaylı etkileri belirleme olanağı sağlamaktadır (Anderson ve Gerbing, 1988).

YEM uygulamalarında farklı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan biri, Lisrel, Amos gibi paket programların kullanıldığı Kovaryans Tabanlı YEM'dir. Diğer yaklaşım ise varyans analizine odaklanan Kısmi En Küçük Kareler yöntemidir ve SmartPLS, PLS-Graph gibi paket programları kullanılabilir (Wong, 2013).

Hair, Ringle ve Sarstedt (2011), kovaryans tabanlı YEM ile KEKK-YEM arasındaki farkı şu şekilde açıklamıştır: Kovaryans tabanlı YEM, bir kuramı test etmek ve doğrulamak için kullanılırken KEKK-YEM, tahmin ve kuram geliştirme için uygundur. Kovaryans tabanlı YEM yaklaşımında, örneklem büyüklüğünün fazla olması ve verilerin normal dağılım göstermesi gerekir. Ancak bu gereksinimlerin karşılanması uygulama araştırmalarında genellikle zordur. KEKK-YEM yaklaşımı, Kovaryans tabanlı YEM yaklaşımının aksine örneklem büyüklüğünün az olduğu ve verilerin normal dağılım göstermediği araştırmalar için uygundur.

Bu çalışmada da KEKK-YEM kullanılmasının nedenleri sanal laboratuvarların kabulü ile ilgili alanyazında çok fazla çalışma olmaması, örneklem sayısının az olması ve KEKK'in tahmin hassasiyetinin güçlü olması şeklinde sayılabilir. KEKK-YEM modellerinin test edilebilmesi için minimum örneklem büyüklüğü, Hair vd. (2011)'ne göre yapısal modelde bir gizil yapıya yönelik en fazla sayıdaki yapısal yolların sayısının 10 katıdır. Bu çalışmadaki araştırma modelinde bir gizil yapıya yönelik en fazla dört tane yapısal yol vardır. Bu yüzden 40 tane örneklem bu çalışma için yeterlidir. Öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörlerin araştırıldığı bu çalışmada örneklem sayısı 49'dur, böylece KEKK analizinde asgari örneklem gereksinimi karşılanmaktadır.

KEKK-YEM yaklaşımında verilerin analizi iki aşamada gerçekleştirilir. Bunlar ölçüm modelinin değerlendirilmesi ve yapısal modelin değerlendirilmesi şeklindedir (Hair vd., 2011). Ölçüm modeli değerlendirmede, her bir gizil yapı ve o gizil yapıyla ilgili gözlenen değişkenler (göstergeler) arasındaki ilişkiler incelenir ve göstergelerin, ait oldukları yapıları doğru ölçüp ölçemediğine bakılır. Yapısal model değerlendirmede ise gizil yapılar arasındaki ilişkiler incelenir. Buna bağlı olarak çalışmanın nicel aşamasında ilk olarak ölçüm modelinin değerlendirmesi aşamasında geçerlik ve güvenilirlik hesaplamaları yapılmıştır ve daha sonra araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda araştırma modelindeki yapılar arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir.

#### **4. BULGULAR VE YORUM**

Öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörlerin araştırıldığı, bu faktörler arasındaki ilişkilerin değerlendirildiği ve sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenlerinin araştırıldığı çalışmanın bu bölümünde elde edilen verilere ait nitel ve nicel bulgulara yer verilmiştir.

##### **4.1. Nitel Durum Çalışması Bulguları**

Çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında, öğrenenlerin sanal laboratuvar ile ilgili deneyimleri hakkında görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Nitel durum çalışması ile ilgili araştırma soruları şu şekildedir:

1. Sanal laboratuvarı kullanan öğrenenler, sanal laboratuvarı nasıl değerlendirmektedir?
2. Sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri nelerdir?

Öğrenenlerin görüşleri, gizlilik esasına dayanılarak, isimleri verilmeden kodlanarak aktarılmıştır. Buna göre görüşmeye katılan öğrenenler, “Katılımcı” ifadesini temsil eden “K” harfi ile kodlanmış ve her öğrenene kodunun yanında “K1, K2...” şeklinde bir numara verilmiştir.

##### **4.1.1. DASL kullanan öğrenenlerin görüşleri**

Nitel araştırma yöntemlerinden yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin kullanıldığı bu çalışmada, elde edilen veriler derinlemesine analiz edilerek temalar oluşturulmuştur. Bu temalar; “teknolojik faktörler”, “eğitsel faktörler”, “duyuşsal faktörler” ve “Tercihler” şeklindedir. Şekil 4.1’de temalar ve bu temalara ait alt temalar verilmiştir.



**Şekil 4.1.** DASL kullanan öğrenenlerin görüşlerine ait temalar ve alt temalar

#### 4.1.1.1. Teknolojik faktörler

Görüşmeler doğrultusunda alınan yanıtların analizi sonucunda bu ana tema altında beş alt tema ortaya çıkmıştır: “Kurulum”, “Kullanım”, “İşlevsellik”, “Görsellik” ve “Esneklik”. Teknolojik Faktörlerle ilgili öğrenen görüşlerinin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Teknolojik faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri

Tema	Alt Tema	Frekans	Yüzde
Teknolojik Faktörler	Kurulum	7	20.00
	Kullanım	8	22.86
	İşlevsellik	5	17.14
	Görsellik	6	14.29
	Esneklik	9	25.71
<b>TOPLAM</b>		<b>35</b>	<b>100.00</b>

#### 4.1.1.1.1. Kurulum

Öğrenme yönetim sistemine, DASL’nin kurulumu ve kullanımı ile ilgili temel bilgisayar bilgisine sahip olan öğrenenler dikkate alınarak kısa eğitim videoları ve dokümanları eklenmiştir. Sisteme giren öğrenenler, rahatlıkla DASL hakkında bilgi sahibi olabilmektedirler. Deneyle ilgili yönergelerde ise DASL’de yapacakları işlemler ayrıntılı olarak tarif edilmiştir.

DASL’nin kurulumu ile ilgili 7 öğrenen görüş bildirmiştir. 2 öğrenen DASL’yi kurma konusunda zorlanmadığını belirtmiş ve K1, bilgisayar kullanmayı bilen birinin

DASL'yi kurma konusunda sıkıntı yaşamayacağını şu şekilde ifade etmiştir: “Yani birazcık bilgisayar kullanan birisi rahat rahat indirebilir. Hani bir şeyi yok. Orda bir javayı indirip onu açabilirdi.”

Ancak bazı öğrenenler DASL'nin kurulumu konusunda sıkıntılarla karşılaştıklarını belirtmiştir. Java programı ile açık kaynak kodlu olarak yazılan Devre Analizi Sanal Laboratuvarının çalıştırılması için öğrenenlerin öncelikle kendi bilgisayarlarına “Java Runtime Environment” programını kurmaları, daha sonra ise sanal laboratuvarı indirip çalıştırmaları gerekmektedir. Bu programı bilgisayara kurma ve dolayısıyla sanal laboratuvarı çalıştırma konusunda 5 öğrenen sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. Aşağıda bu konuda sıkıntı yaşayan öğrenenlerin açıklamalarından örneklerle yer verilmiştir:

**K10:** “Tek bir yönü javadan dolayı, internetten dolayı bir sıkıntı oluştu. Onun dışında da bir sıkıntı yaşamadım.”

**K6:** “...hani laboratuvarı indirmekte önce bir güçlük çektim. Ama hani benden kaynaklı. Ama yani hani oradan Java indirmem gerekiyor, oradan başka bir şey indirmem gerekiyor falan. Yani çok konsantre olmak gerekiyordu.”

**K2:** “onu kurarken baya baya uğraştım ben. Sıkıntı oldu. Apple var bende belki ondan oldu. Onu kurduktan sonra deneyler falan gayet güzeldi.”

Ayrıca K9, bu sıkıntıların giderilebilmesi için DASL'nin bilgisayara indirilen üçüncü parti bir yazılım olmasındansa çevrimiçi ortamda sunulmasının daha erişilebilir olmasını sağlayacağını belirtmiş ve önerisini şu şekilde bildirmiştir: “Çünkü şey olsa misal direkt bilgisayara indirdiğinizde sizi otomatik olarak internete bağlayıp o sayfaya yönlendirse daha faydalı olur.”

#### **4.1.1.1.2. Kullanım**

DASL'nin kullanımını konusunda 8 öğrenen görüş bildirmişlerdir. K5 ve K13, deneyler için verilen yönergelerin yol gösterici olduğunu ve bu sayede DASL'de deneyleri gerçekleştirmenin kolay olduğunu söylemiştir:

**K5:** “sırasıyla her şeyi sırasıyla tarif ediyor zaten sistem. Kolay oldu”

**K13:** “Kullanımı basit... Her deney öncesi bu şeyde bir tanıtım şeyi vardı. Onlara bakıp da yaptığımız zaman daha iyi yani devreyi bir kere zaten gösteriyor. Değerlerini falan resim olarak da. Yani o çok yardımcı oldu devreyi kurarken.”

K15 ise başlangıçta DASL'yi kullanmada zorluk çektiğini ancak zamanla alıştığını ifade etmiştir: “kullanırken problem yaşamadım. Yani sistem güzel çalışıyordu

hiçbir problem yaşamadım. Biraz hani ilk zamanlar el alışkanlığı. Biraz zorluk çektim. Ama sonra hiçbir problem olmadı.”

K14 ise gerçek laboratuvar koşullarında kafa karıştıracak etkenlerin DASL’de olmadığını ve bu yüzden kullanımının daha kolay olduğunu belirtmiştir.

**K14:** “gayet güzeldi yani basitti. En azından ölçümler falan tablo ile uğraşmak yoktu. Normal şartlarda yok artı eksiydi falan onların hiçbiri yok. Yani gayet kolaydı. Daha rahat... Öyle işte değerleri orada ayarlamak daha kolay.”

#### **4.1.1.1.3. İşlevsellik ve görsellik**

DASL’de öğrenenlere sunulan deney yapma ortamı ve kullanılan malzemelerle yüz yüze laboratuvarda kullandıkları malzemeler arasında görsel ve işlevsel olarak fark olduğu ve geliştirilmesi gerektiği öğrenenler tarafından belirtilmiştir. Örneğin öğrenenlerden, devreleri yüz yüze laboratuvarda Breadboard adı verilen malzeme üzerine kurmaları beklenirken DASL’de ise düz bir arka plan üzerinde kurmaları beklenmektedir. Bu yüzden K12, bu durumun DASL’de yaptıkları deneylerin gerçekte yaptıkları deneyleri bire bir karşılayamadığını “Yani Board üzerinde olsa keşke. Mesela direnci taksam diğerini seri bir şekilde takılsa. Yani bizim Board üzerinde yaptığımız şekilde olsa daha faydalı olur. Burada gördüğümüzle sanal laboratuvarda yaptığımız farklıydı” şeklinde ifade etmiştir. Aynı durum K9 tarafından şu şekilde belirtilmiştir: “Mesela orada direk çizim yapıyorsun. Ama burada boardun üstüne döküyorsun ki boardda nerelere ne bağlanıyor, onu gösteriyor. Aslında oraya da bir board devresi koysalar biraz daha iyi olur.”

K7 ise DASL’deki ampermetrenin kullanımının işlevsel olarak gerçeği yansıtmadığını ve bu haliyle diğer malzemelere göre basit kaldığını belirtmiştir. Yine aynı şekilde direnç değerinin hesaplanmasında renk kodlarından faydalanmak yerine sanal laboratuvarın bunu doğrudan değer girerek yaptığını belirtmiştir:

**K7:** “Ampermetrenin normal tutup getirip takılması çok basit. Oradaki voltmetre gibi kablo ile getirip de araya koyma olması lazım yani. İşte seri bağlantı ampermetresi biraz daha detaylı olabilirdi. Çünkü hani Avometre şey yapabiliyorsunuz paralel bağlayabiliyorsunuz. Artı eksiye bağlayabiliyorsunuz. Ama sanal avometrede aynı şekilde yani avometre gibi bir şey yok. Direkt şeyin üstüne koyuyorsunuz. Hani onu kimse anlamaz. Devre analizinde şey gösteriyor, hani biz renk kodları gösteriyoruz. Sanal ortamda o renk kodları yok. Sadece şey yapıyorsunuz, direncin değerini giriyorsunuz. Yani arasında çok fark var. Burada renk kodları ile yaparken sanal ortamda direnç değerini direkt giriyorsunuz.”



DASL, öğrenenlerin Devre Analizi Laboratuvarı kitabında yer alan 8 deneye uygun olarak seçilip öğrenenlere sunulmuştur. Direnç, kondansatör, bobin gibi devre elemanlarını kullanarak temel devre analizi deneyleri yapılabilmektedir. Ancak K7, hem yüz yüze laboratuvarında hem de DASL’de yeni deneyler olması gerektiğini ve bu doğrultuda farklı devre elemanlarının kullanılarak DASL’nin geliştirilmesini önermiştir:

**K7:** “Devre analizinde şöyle bir eksiklik var. Sadece direnç ve kondansatörü gösteriyor. Transistör işte öbür entegreler, köprü diyotlar, zener diyotlar ve işte diğer entegreleri göstermiyor. Onlarla ilgili hani mesela flip flop devresi en basitinden söylüyorum flip flop devresi yapsak yapılırsa, biraz daha hani görsel olarak direncin ne işe yaradığını transistörün ne işe yaradığını görürüz. Hani şu an direnci gördük. Ama sadece direnç akıma karşı bir şey ama direnç transistörle led diyotla kullanılmış olsa dersiniz ki hani direnç transistöre gerekli olan akımı düşürerek transistörü devreye sokup transistörü devreye soktu diye deme şansımız var.”

K15, yapılan deneylerin mesleki hayatlarında karşılaşılabilecekleri gerçek durumlarla ve örneklerle birlikte sunularak elde ettikleri bilgileri zihinlerinde daha iyi yapılandırabileceklerini ve DASL’nin de bu yönde geliştirilebileceğini dile getirmiştir:

**K15:** “...deney laboratuvarlarında yaptığımız devre analizini gerçek hayatta farklı alanlarda nasıl kullanabiliriz? Böyle birebir karşılaştırma yapabileceğimiz bize bir ön fikir verebilecek bir çalışmamız olabilir belki. ...Şimdi diyelim ki bana devre analizinde kondansatör ile ilgili bir devre çalışması yaptırdınız. Ben onu gerçek yaşamda o bilgilerimi nerede kullanabilirim? Ona bir etkileşimli hani görsellik katabilirseniz o şeye programa. Yani mesleki hayatta ileride biz bunu iş hayatında nasıl kullanabiliriz? Oradaki öğrendiğimiz biraz da okuldaki bilgilerimizle pekişirse havada kalmaz. Temeli olmayan elektrik konusunda yeni olan öğrenciler için rehber olur, kaynak olur diye düşünüyorum”

Ayrıca K1, DASL’de deneyler için ihtiyaç duyulan osiloskobun eksikliğine değinmiştir: “Yani laboratuvar zaten basit çok basit. Malzeme de eksik... Hatta onu düşündüm niye bir osiloskop koymamışlar.”

Bunun yanı sıra DASL’nin görsel olarak daha da iyileştirilmesi, gerçek laboratuvar ortamına benzemesi gerektiği, bu haliyle biraz basit kaldığı öğrenenler tarafından dile getirilen diğer hususlar arasında yer almıştır. Aşağıda öğrenenlerin bu konudaki düşüncelerine yer verilmiştir:

**K12:** “Dediğim şeyi de o devreyi sanal laboratuvarında birebire yakın olursa. Board üzerinde dirençleri takarsak, oradan amperi bağlarsak daha faydalı olur. Çünkü artık yani teknoloji çağındayız. Yani basit çok basit işin gerçeği.”

**K14:** “Sistem işte programın görseli biraz daha arttırılabilir. Yani biraz basit olmuş.”

**K13:** “Yani biraz daha görsellik. İletkenler mesela biraz şey tuhaf. Noktalar dönüyor falan. Ama güzel.”

#### 4.1.1.1.4. Esneklik

DASL, öğrenenlere yüz yüze laboratuvarda elde edemeyecekleri esneklikler sağlamaktadır. Bu esnekliklerden biri DASL'deki uygulama ortamının, öğrenenlere istediği deneyi istediği kadar yapma şansı tanıyarak kendi hatalarından öğrenme fırsatı sunması ve farklı deneyimler sağlamasıdır. Böylece öğrenenlere deneyleri tasarlama ve yorumlama fırsatı verir. K15 bu durum ile ilgili düşüncesini şu şekilde ifade etmiştir: “Orada devreyi kuruyorsunuz, çalışma sistemine bakıyorsunuz. En azından deneme şansınız var. Devreyi yanlış kursam nasıl bir sonuç alırım onu da görebiliyorsunuz. O açıdan da iyi.” K3 ve K6 ise deneyleri gerçekleştirirken DASL'nin hata yapma endişesini ortadan kaldırdığını şu şekilde belirtmiştir:

**K3:** “İstediğim gibi hata yapabilirim ve hayati tehlikem yok, yakma ihtimalim yok.”

**K6:** “Burada bozabileceğiniz aletler var, bozmadan çalışabilirsiniz rahatlıkla.”

Diğer bir esneklik ise yüz yüze laboratuvarda sağlanması zor olan doğa koşullarının DASL ile sağlanabilmesidir. Rüzgâr, sıcaklık, nem, basınç vb. gibi doğa koşullarını içeren bir takım konuların öğrenilmesinde uygun deney ortamının sağlanması gerekmektedir. Yüz yüze laboratuvarda bu koşulların sağlanması çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Sanal laboratuvarlar, etkili tasarlandığı takdirde bu koşullar sanal olarak sağlanabilmektedir. K1 ve K14, DASL'yi yararlı bulduğunu söyleyerek, diğer uygulama dersleri olan Atölye 1 ve Atölye 2 laboratuvarları için de böyle sanal ortamların tasarlanmasının farklı doğa koşullarını sağlaması açısından yararlı olacağı düşüncesini belirtmiştir:

**K1:** “Bizim bölüm zaten enerji yüksek gerilim hatları falan. Mesela sanalda tren rayları falan döşeyebiliriz. Dağıtım şirketi kurabiliriz sanal olarak. Mesela şehre köye vereceğin elektriği falan ayarlayabilirsin. Burada hepsini yapamazsın zaten, ama sanalda istediğin her şeyi uyguladıktan sonra yapabilirsin. Yüksek gerilim hattı kurabilirsin mesela orada. Şu mahalleye şu kadar elektrik, lambalar şu zamanda yansın falan öyle şeyler ayarlayabilirsin sanal olarak.”

**K14:** “Yani çünkü buradaki laboratuvarlarda şey var. Normal koşullar her zaman sağlayamıyoruz. Rüzgâr olur, ısı farkı olur. Bunları her zaman sağlayamıyoruz.”

Diğer taraftan Öğrenme yönetim sistemi üzerinde çevrimiçi olarak paylaşılan DASL, öğrenenlere kendi planları doğrultusunda tercih ettikleri bir zaman diliminde ve mekânda deneyleri yapma esnekliği de verir. K12 bu durumu şu şekilde ifade etmiştir: “İstediğim zaman ulaşabiliyorum. Mesela ben şimdi yurttan şeyde kalıyorum, bir yerde kalıyorum. Orada bakabiliyorum yani. Yarınki derslere bakıyorum mesela çalışmış oluyorum. Hazırlıklı bir şekilde gelmiş oluyorum. Yani herhangi bir kitap taşıma derdi

olmuyor.” Ancak DASL, sadece bilgisayarlarda çalışan bir yazılım olduğundan 3 öğrenen, bu durumun çalışanlar ve bilgisayarı olmayanlar için kısıtlılık yarattığını belirtmiş ve DASL’ye mobil platformlar aracılığı ile erişebilme esnekliği istemişlerdir:

**K13:** “Yani çalışıyoruz, dışarıda vakit bulması zor oluyor. Hani cep telefonuna indirmeyi denemedim. Olmadı. Öyle bir şey olsaydı daha iyi olurdu.”

**K7:** “Ama mobil olarak cep telefonu için de olsa daha iyi olur. Çünkü bilgisayarı her yerde bulamayabiliyorsunuz. Şimdi herkes cep telefonu kullanıyor mesela Android kullanabiliyor. Oturduğu yerde şey yapabilir. Ama ben kendim için söyleyeyim eve gittiğim zaman evimde bilgisayarım var, çalışabiliyorum ama olmayan biri için... Herkesin cep telefonu var. Cep telefonundan yapabilir yani.”

**K9:** “Çünkü millet çalışan olduğu için boş zamanında hemen açıp bakmak daha şey olabilir, çalışan kişiler olduğu için”

Öğrenenlerin, DASL’yi teknolojik olarak farklı değerlendirdikleri görülmektedir. Bu farklılıkların oluşmasında öğrenenlerin demografik özellikleri, çalışma durumları, bilgisayar deneyimleri, Devre Analizi konusunda geçmiş deneyimleri vb. gibi kişisel özelliklerin etkili olduğu söylenebilir.

#### **4.1.1.2. Eğitsel faktörler**

Görüşmeler doğrultusunda alınan yanıtların analizi sonucunda bu ana tema altında beş alt tema ortaya çıkmıştır: “Ön Hazırlık”, “Hazırlanma Süresi”, “Teorik Bilgiyi Geliştirme”, “Göreceli Avantaj” ve “Akademik Destek”. Eğitsel Faktörlerle ilgili öğrenen görüşlerinin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** *Eğitsel faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri*

<b>Tema</b>	<b>Alt Tema</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Eğitsel Faktörler	Ön Hazırlık	13	35.13
	Hazırlanma Süresi	5	13.51
	Teorik Bilgiyi Geliştirme	10	27.03
	Göreceli Avantaj	7	18.92
	Akademik Destek	2	5.41
<b>TOPLAM</b>		<b>37</b>	<b>100.00</b>

#### **4.1.1.2.1. Ön hazırlık**

DASL’nin öğrenenleri yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlama konusunda destekleyici bir rolü vardır. Öğrenenlerin çoğu DASL’nin, yüz yüze laboratuvar uygulamasında yapılacak deneylere hazırlıklı gelmelerini sağladığı yönünde olumlu görüş bildirmişlerdir. Öğrenenler, DASL sayesinde yüz yüze laboratuvar ortamına daha bilinçli geldiklerini ve DASL’yi kullanmayan öğrenenlere göre daha avantajlı

olduklarını ifade etmişlerdir. Bu konu hakkında K15, K4 ve K5'in görüşleri şu şekildedir:

**K15:** “Mesela devre analizinde o sanal ortamdaki dersleri çalıştığım için daha yatkındım, daha eksiklerimi görebiliyorum. Yani birebir içinde hissettim kendimi. En azından devrenin hangi elemanlardan oluştuğunu, nasıl çalıştığını sistem hakkında bir bilgi veriyor. Konuya yabancı olmadan şimdiki laboratuvar ortamında derse daha çok hakimdim. Ha diğer laboratuvarlara girerken daha farklıydı. Ama Devre analizinde daha bilinçli bir şekilde ders izledim. O laboratuvarın sanal laboratuvarın etkisi oldu.”

**K4:** “Ben buraya gelmeden yani burayla yapacağım işle ilgili bilgi almış oldum. Yani en kötü yani hiçbir şey hiçbir yardımcı olmadıysa en azından burada yapacağımız hakkında bilgi almış oldum.”

**K5:** “En azından buraya gelmeden göz gezdirmek ve oradaki deneyleri yapmak burada bir avantaj sağladı. Yani daha önce görmediğim için şu an orda görüp orayı kullanıp geldim. Burada birazcık neyin ne olduğu konusunda avantajım var. Az çok yani hiç bilinmeyen için veya bakmadan gelenlerden bir adım öndeyim yani”

Benzer şekilde DASL'nin deney düzeneğini oluşturma, deney malzemelerini tanıma ve malzemeleri doğru şekilde kullanma konularında yüz yüze laboratuvara daha hazırlıklı geldiklerini K11, K3 ve K14 şu şekilde belirtmiştir:

**K11:** “Deneyleri yaptım mesela. İlk deneydeki direnç numaralarını daha rahat öğrendim. Çünkü orada biliyordum. Nasıl yapılacağını nasıl edileceğini, onlarda çok rahat uyguladım. Devreyi nasıl kuracağımı da aslında gördüm, hani her zaman kâğıt üzerinde gördüğün şeyi burada da görebiliyorsun. Hani orada zaten uygulamasını da görmüşsün. O bakımdan iyiydi mesela. Amperin nasıl seri bağlanması gerektiğini falan bunları gördüm öğrendim. Ama burada daha çok pekiştiriyorsun.”

**K3:** “En azından malzemeyi tanımış olduk. Direnç falan. En azından kafamızdaki projeyi şekillendirmiş olduk.”

**K14:** “Yani bir nebze farkı oldu. Bir rahatlama oldu. Bir katkısı vardı orada. En azından bir dirençleri paralel, seri bağlıyorduk. Onları kolay kolay bağladık.”

#### **4.1.1.2.2. Hazırlanma süresi**

DASL'nin de yer aldığı e-öğrenme ortamı, öğrenenlere yüz yüze laboratuvara gelmeden önce kısa mesaj yolu ile bildirilmiştir. 5 öğrenen, öğrenme yönetim sisteminin paylaşılma tarihi ile yüz yüze laboratuvara gelme süreleri arasında yeterince zaman olmadığını veya çalıştıkları için zaman ayıramadıklarını ifade ederek sanal laboratuvarı gerektiği kadar kullanamadıklarını ve deneyleri bitiremediklerini belirtmişlerdir:

**K4:** “Daha geniş olsaydı hani bunu buraya gelmeden nasıl bir şey oluyor daha net anlayabilirdim.”

**K13:** “Bitiremedim. Hani zaman, çalıştığımız için kısıtlıydı.”

**K6:** “Çok geç gördüm. Yani hani buraya gelmeme çok yakındı. Tabi 2. dönemin başında, 2. yarıyılın başında falan görseydim kesinlikle şey yapardım yani kesinlikle deneyleri bitirirdim.”

K2, bu paylaşımın Devre Analizi dersinin verildiği dönemin başında yapılmasının dönem içi derslerindeki teorik bilgilerini geliştirmelerinde ve görselleştirmelerinde kitaba nazaran daha fazla yardımcı olabileceğini düşünmektedir:

**K2:** “Sanal laboratuvarın mesela o derslerin başında verilse belki daha faydalı olur. Daha öğretici olur o seri-paralel bağlamalar, karışık bağlamalar vs. derslerle beraber yayınlansa insan mantık olarak daha iyi anlar. Şimdi ben bile bazı şeylerde zorlanıyorum yani okurken bazı ağır şeyler oluyor ya. Teknik olarak normal liseden kazanıp da belli bir tekniğin içine girdiğin anda terimler vs.ler falan ciddi anlamda zaten derslerde bocalayabileceğini düşündüm. Ama bunun çok faydası olabilir. En azından gözle görüp orda bak böyleymiş, elektronlar böyle akıyormuş, bak burada direnç gösteriyor falan deyip...”

#### **4.1.1.2.3. Teorik bilgiyi geliştirme**

DASL'nin sunduğu etkileşimli fonksiyonlar, öğrenenlere kendi öğrenmelerinde aktif bir rol vermektedir. Böylece öğrenenleri sadece pasif birer gözlemci olmaktan çıkararak yeni bilgiyi keşfedebilecekleri ve hatta üretebilecekleri öğrenme sürecinin aktif üyeleri haline getirir. Öğrenenlerin çoğu, DASL'nin görsel öğrenme imkânı sunarak teorik bilgilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. DASL ile yaparak-yaşayarak öğrenme fırsatı bulduklarını, bu sayede bilgiyi zihinlerinde daha kolay yapılandırdıklarını ve daha kalıcı hale getirdiklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda bu konu hakkında öğrenen görüşlerinden birkaçı verilmiştir:

**K4:** “Dirençlerin değerlerini yani sanki fiilen laboratuvarda yapıyormuş gibi, işte değerleri seçerek sonunda ne olacağını görerek falan... Hani bunu yaparak sanal olarak malzemeleri görebildim. Görsel ya da bilgisayar kullanarak iyi bir şeyler yapmak, hani öğrenci psikolojisinde vardır, kitap okumaktan ziyade bu biraz daha bilgi anlamında daha yararlı olur. Görseli her zaman daha yararlı olur.”

**K12:** “Görselleştirilmiş görsel eğitim zaten daha faydalı. Görsel göze hitap eden alıcıdır. Yani anlatırsın anlatırsın çocuk anlamaz. Ama yaparak yaşayarak öğrenme diye bir olay var. Y yaparak yaşayarak iyi anlıyor insanlar. Biz de yaparak yaşayarak daha iyi anladık.”

**K11:** “Böyle sistem bazı şeylerde çok iyi. Mesela devre analizi laboratuvarında Thevenin teoremini gördük. Ben onun uygulamasını hiç yapmamıştım. Teorem üzerinde gördük ve bunu laboratuvarında da uygulattı. Nasıl yaptığını çok iyi öğrenebiliyorsun. Hani teoriyi uygulamaya dökmek her zaman daha çok öğretici olabilir. Yani bilgiler daha kalıcı oluyor sizin açınızdan. Bir fizik dersini bütün lise hayatın boyunca alıyorsun ama onun uygulaması daha çok yarar sağlayabiliyor.”

#### 4.1.1.2.4. Göreceli avantaj

Öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamında yapacakları uygulamaların yer aldığı uygulama kitapları bulunmaktadır. Bu kitap hem basılı olarak hem de internet üzerinden sunulmaktadır. Ayrıca yapacakları uygulamalarla ilgili videolar çevrimiçi olarak öğrenenlerle paylaşılmaktadır. Öğrenenler bu öğrenme materyalleri ile çalışarak yüz yüze laboratuvar uygulamalarına daha hazırlıklı gelebilir. Bazı öğrenenler, DASL'nin videolarla ve kitaplarla birlikte kullanılmasının bu ortamları tek başına kullanmaktan daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir:

**K2:** “Kitapta okudunuz, ama görsel olarak yapmak istiyorsunuz, açıp yapabilirsiniz. Hem kitaptan okuyup hem de ekrandan uygulamalı yapmak, en etkili yöntem o.”

**K8:** “Videoda hocalarımız çok güzel anlatmış. Ona bağlı olarak bizim elimizde de böyle bir sanal laboratuvar olması, birebir normalde yapıyormuşsunuz gibi bilgisayarda yaptık. Açıkçası Açıköğretim dersi gibi değil. Birebir laboratuvar dersi yapıyorsunuz, birebir hocaların dersine katılıyorsunuz. Videoları izlerken aynı zamanda sanal laboratuvar da yapmak çok daha iyi.”

**K11:** “Kitaptan okuması zamanımı alabilir. Bizim zamanımız da çok kısıtlı, örgün eğitim okuyan öğrenciler için söylüyorum. Kısa zamanda o kitaba çalışmak zor. O yüzden sanal laboratuvar olmalı. Sanal ortamda daha hızlı ilerleyebileceğimi düşünüyorum. En azından görme şansım olacak, Mouse'la taşıma şansım olacak. Ama kitapta öyle bir şansım olmayacak. Hazır resimler olduğu için.”

**K15:** “Sanal laboratuvar biraz daha insanın ilgisini çekiyor. Çünkü kitap okudukça insanlarda bazen sıkıntı oluyor. Kitap açmayı falan sevmiyor. Yani baktım da fazla anlayamadım. Şu anki sistem üzerindeki devre analiz programı daha hevesli oluyor, insan yapmak istiyor.”

#### 4.1.1.2.5. Akademik destek

DASL'de öğrenenler, deneyleri tek başına yapmak durumundadırlar. Çalışmaları esnasında çevrimiçi olarak onların çalışmalarını gözlemleyen, ilerlemelerini takip eden ve çalışmalarına yardım edecek bir destek sistemi mevcut değildir. Öğrenenler, daha fazla Akademik Desteğe ihtiyaç duyabilmektedir. Öğrenenlere deneyleri gerçekleştirmesi anında gerekli desteğin sağlanması ile öğrenenler deneylerine daha fazla odaklanabileceklerdir. K15 ve K1, DASL'de deneylerin yürütülmesi esnasında karşılaştıkları sorun ve hatalarda anında destek alabilmek amacıyla etkileşimli bir sistemin geliştirilmesini talep etmişlerdir:

**K15:** “Hani tekrar iletişim kurabilir miyiz? Hani öğrencinin nerelerde (hata) yapmıştır. Hani online sistem olduğu için yüz yüze görüşme şansımız yok. Yani hatalarımızı telafi etmemiz anlamında böyle bir çalışma yapılabilir mi? İletişim yani online eğitim olduğu için geriye döndüğüm zaman yapılan hatalar neydi kendimizi telafi etmek anlamında.”

**K1:** “Bu online yani interaktif bir bağlantı olursa... Yani ben hem orada laboratuvardaki o deneyi yapıp hem de oradan takıldığım konuları yazarak veya direk konuşarak yüz yüze de olabilir, hani görüntülü de olabilir, birisine bir hocaya sormuş olsam faydalı olabilir. Yani bu kısım interaktif kısım geliştirilebilir bence, geliştirilmeli de zaten.”

Öğrenenler, genel olarak DASL’yi öğrenmelerine ve uygulama becerilerine katkı sağlayan değerli bir araç olarak görmüşlerdir. Ancak öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar uygulamalarına daha iyi hazırlanmaları için DASL ortamında daha fazla vakit geçirmeleri gereksinimi olduğu söylenebilir. Ayrıca bu süreçte öğrenenlerin ihtiyaç duydukları anda ulaşabilecekleri akademik destek hizmetinin sağlanması da önemli olan bir diğer eğitsel faktördür.

#### **4.1.1.3. Duyuşsal faktörler**

Görüşmeler doğrultusunda alınan yanıtların analizi sonucunda bu ana tema altında üç alt tema ortaya çıkmıştır: “Memnuniyet”, “Motivasyon” ve “Özyeterlik”. Duyuşsal Faktörlerle ilgili öğrenen görüşlerinin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 4.3’te verilmiştir.

**Tablo 4.3.** *Duyuşsal faktörlere ilişkin öğrenen görüşleri*

<b>Tema</b>	<b>Alt Tema</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Duyuşsal Faktörler	Memnuniyet	10	62.50
	Motivasyon	4	25.00
	Özyeterlik	2	12.50
<b>TOPLAM</b>		<b>16</b>	<b>100.00</b>

#### **4.1.1.3.1. Memnuniyet**

Öğrenenlerin çoğu DASL’yi beğendikleri ve memnun kaldıkları yönünde olumlu görüş bildirmişler ve başarılı bulmuşlardır. Bu konu ile ilgili K2’nin görüşü şu şekildedir: “Benim hoşuma gitti. Gayet güzel ve kolay anlaşılır. Sanal laboratuvarı çok başarılı buldum ben. ...sanal laboratuvardan memnun kaldım.”

K6 ise DASL’yi kullanmaya başlamadan önce zaman kaybı olarak gördüğünü, ancak kullandıkça DASL’ye yönelik tutumunun değiştiğini ve memnun kaldığını söylemiştir:

**K6:** “Çok başarılı olduğunu düşünüyorum yani sistemin. Yani hani o çok güzeldi. İşte başta biraz zaman lazım. Ya da biraz zaman kaybı gibi gördüm başta. Ya bu ne falan oldum. Ama ondan sonra alışınca ya ne güzel. Bak tak tak tak tak gidiyor. Ben çok beğendim.”

K8 ve K12, DASL’yi kendilerine olan katkısından dolayı başarılı bulunduğunu söyleyerek diğer uygulama dersleri için de böyle bir sistemin olmasını temenni etmiştir:

**K8:** “Atölye 1’e girdim. Zorlandım yani. Çünkü görmediğim şeyler vardı. Ama bire bir çalışmış olsaydım sanal laboratuvarında belki en azından hocamızın anlattıkları şeylerden biraz daha sistem üzerinde montajını vs. kendimiz yapma imkânımız olurdu yani.”

**K12:** “Başarılı bir sistem bence. Etkili oldu yani. Kendimizi geliştirmemiz açısından Devre Analizi Laboratuvarı bize daha kolay oldu. Bu videolar olsun, bu sanal laboratuvar olsun. Bize faydası dokundu yani. Keşke diğer bölümlerde de öyle olsaydı. Atölye çalışması 1 ve 2’de de olsaydı bize katkısı olurdu.”

#### **4.1.1.3.2. Motivasyon**

Kurumun isteği veya DASL’de gerçekleştirdikleri deneyler sonucunda aldıkları notlar, öğrenenlerin DASL’yi kullanma konusundaki motivasyonlarını artırabilir. K5, DASL’yi başlangıçta kullanmak istemediğini sonrasında ise oldukça yararlı bulunduğunu ve DASL’nin kullanımının öğrenenlerin inisiyatifine bırakılmaması gerektiğini belirtmiştir:

**K5:** “Ha bir de bu birazcık da zorunlu tutulsa daha iyi olur. Yani buraya gelmeden bunlara bakın tarzında. Hiç kullanmayayım dedim. Sonradan da yapayım, en azından gittiğimde bir avantaj sağlar diye.”

K8 ve K11, DASL ile yaptıkları deneylerin Devre Analizi Laboratuvarı dersinden alacakları notlara katkı sağlaması durumunda diğer öğrenenlerin de DASL’yi kullanma konusunda daha istekli olacaklarını ve bu sayede yüz yüze laboratuvar ortamına daha hazırlıklı geleceklerini ifade etmiştir:

**K8:** “Katkısı da olsun isterdim. Buradaki değerlendirmeye, not durumuna. Az bir şey bile olsa, yüzde 10, 15 gibi bir payı bile olsa hem motivasyon kaynağı hem de buraya daha hazırlıklı gelmek, burada daha kolay bir şekilde derslere uyum sağlayıp geçmek konusunda faydalı olacağına inanıyorum.”

**K11:** “Bence sistemin zorunlu olması daha güzel olur. İnsan günde yarım saat, 1 saat bu sistem üzerinde çalıştığı zaman o kadar da almıyor gerçi. Ama ondan sonra zorunlu olsa herhalde bu zamanla daha hevesli olur, bir on dakika on beş dakika, insan kendi sistemini biraz daha geliştirerek, hem faydalı olur kendisine, hem de bu zorunlu kısmında neyin ne olduğunu daha iyi bilir. Bilinçli bir şekilde buraya da gelir yani.”

K12 ise DASL’de gerçekleştirdikleri deneyler sonrası aldıkları notların yüz yüze laboratuvar uygulamasına katkısı olmasa bile teşvik edici bulmuştur: “Bir de yaptığımız deneyleri gönderiyoruz. Onun notlarının gelmesi falan teşvik etti. Evet, motive etti.”



#### 4.1.1.3.3. Özyeterlik

Öğrenenlerin DASL’yi kullanma konusundaki algılarında Devre Analiz konusunda sahip oldukları özyeterliklerinin etkili olduğu görülmüştür. Örneğin K5 DASL’yi kullanmasının nedenini şu şekilde açıklamıştır: “Benim altyapım Elektrik olmadığı için bakmak ihtiyacı hissettim.” Ancak Devre Analizi konusunda bilgi sahibi olmaya başladıkça, diğer bir ifadeyle Devre Analizine yönelik özyeterliği arttıkça DASL’nin basit kaldığını da belirtmiştir:

**K5:** “Altyapısı elektrik elektronik olan arkadaşlar için çok basit. Biraz zaten bu bölümü okuyup okumak için girenlerin de kapasitesi bellidir. Yani belli bir kapasitenin üstündedir. İlk etapta birazcık yabancılık çekiyor olabiliriz. Hiç bu elektrik elektronikle alakası olmayanlar için az çok bir şeyleri gördüğü zaman bizler için de basit geliyor. Yani bir sonraki adım basit geliyor.”

Ayrıca Devre Analizine yönelik özyeterlik algısının yüksek olması DASL kullanımını da kolaylaştırabilmektedir. Bu konuyu K1 şu şekilde ifade etmiştir: “Hayatında kondansatör görmemiş arkadaş var mesela. Benim için o laboratuvar ve laboratuvardaki malzemeler hani deney malzemeleri yabancı olmadığından benim için sıkıntı yoktu.”

Öğrenenlerin DASL ortamı ile ilgili genel olarak olumlu görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Ancak DASL’yi daha istekli ve daha etkin kullanabilmeleri için bir takım motivasyonlara ihtiyaç duydukları söylenebilir. Ayrıca DASL’yi kullanma kararlarında özyeterliklerinin de etkili olduğu söylenebilir.

#### 4.1.1.4. Öğrenenlerin devre analizi sanal laboratuvar veya yüz yüze laboratuvar tercihleri

DASL’yi kullanan öğrenenlerle yapılan görüşmede öğrenenlere sanal laboratuvarı yüz yüze laboratuvara tercih edip etmedikleri sorulmuştur. 4 öğrenen bu soruya evet yanıtını, 10 öğrenen hayır yanıtını verirken 1 öğrenen ise kararsız kalmıştır. Tercihlerle ilgili öğrenen görüşlerinin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 4.4’te verilmiştir.

**Tablo 4.4.** *Tercihlere ilişkin öğrenen görüşleri*

Tema	Alt Tema	Frekans	Yüzde
Tercihler	Yüz yüze laboratuvar	10	66.67
	Sanal laboratuvar	4	26.67
	Kararsız	1	6.67
<b>TOPLAM</b>		<b>15</b>	<b>100.00</b>

#### **4.1.1.4.1. Sanal laboratuvar**

K15, öğrenenlerin deneyleri yürütürken akıllarına takılan sorulara cevap alabilecekleri ve gerekli akademik desteği anında alabilecekleri nitelikte etkileşimli bir ortamın sağlanması durumunda laboratuvar uygulamalarının çevrimiçi olarak verilmesinin yeterli olduğunu belirtmiştir.

**K15:** “Eğer etkileşimli olursa diyelim ki ben sanal laboratuvarında yaparken kafama takılan sorular olabilir. Yani bununla ilgili cevap soru iletişim kurabileceğimiz bir yapı olursa o zaman tabii ki olur. Genel bir formatta bir forum sayfası falan olursa o zaman daha iyi olur. En azından birebir olmasa bile... Çünkü bütün öğrencilerin ortak konusu aynı sorunlarla karşılaşabilirsiniz.”

K5 ise çalışanların yüz yüze laboratuvar uygulamalarına gelebilmek için iş yerlerinden aldıkları izinlerin sıkıntılar yaratabileceğini söylemiş ve belirli bir zamanda diğer öğrenenlerle ve öğretmenlerle etkileşimli olarak deneyleri yürütebilecekleri bir sanal laboratuvarların yüz yüze laboratuvarların yerine kullanılabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca çalışan öğrenenlerin bu gibi problemler yaşamaması için sanal laboratuvarlara alternatif olarak öğrenenlere daha yakın kurumlarda da yüz yüze olarak laboratuvar uygulamalarının yapılabileceğini belirtmiştir. K4, K5'in de belirttiği gibi belirli bir zamanda yürütülen çevrimiçi sanal laboratuvar uygulamalarını tercih etmektedir.

**K5:** “Yüz yüzenin yerine geçmeli. Çünkü genelde bu bölümü okuyanlar çalışanlar ve izin almada sıkıntılar oluyor. Ondan dolayı bu LMS geliştirilerek uzaktan görüntülü olarak kişilere, öğrencilere belirli bir gün, zaman aralığı verilerek... Hangi zaman aralığında hangi laboratuvar dersine hangi laboratuvar çalışmasını yapacağını öğrenip de ona göre kendisini hazırlasa ya da buraya gelmek zorunda kalmasa olabilir. Veya her yerde Meslek Lisesi var Meslek Yüksekokulu var ülkemizin. Herkesin ikamet ettiği yerlerde Elektrik Elektronik Bölümü var. Açıköğretim sisteminin etkileşimiyle kendi ikamet ettiği yerlerde böyle laboratuvar derslerini oralarda görmesi daha iyi olur.”

**K4:** “Online belki olabilir yani. Mesela buradaki deneyleri o sanal laboratuvarında işte online bir böyle hani sınavla demeyeyim de uygulama şeyi olur. Zamanlar belirlenerek. İşte atıyorum dirençle ilgili deney yapılacak. Bir zaman belirlenir. O zaman içerisinde biz sanal laboratuvarında deneyimizi yaparız. Sonuçlarımızı ona göre yazarak.”

#### **4.1.1.4.2. Yüz yüze laboratuvar**

Yüz yüze laboratuvar uygulamalarını, sanal laboratuvar uygulamalarına tercih eden öğrenenlerin tercih sebepleri çeşitlilik göstermektedir. Yüz yüze laboratuvar aracılığı ile gerçek laboratuvar deneyimine sahip olmaları, gerçek araçlarla deney yapmaları, bu sayede belirli motor becerilerini kazanmaları bu tercihlerinin başlıca sebeplerini oluşturmaktadır. Ayrıca sanal laboratuvarların gerçek laboratuvar

ortamındaki atmosferi sunamadığı düşünülmektedir. Aşağıda bu soruya hayır yanıtı veren öğrenenlerden bazılarının ifadelerine yer verilmiştir:

**K2:** “Örgün iyi yani, buraya gelmek iyi yani, havayı koklamak, birebir deneyleri görmek, o formülleri hesap etmek, yani onu yapmak gerekiyor bence de. Çok farklı yani. Öğrenmeyi daha iyi sağlıyor, kavramayı geliştiriyor.”

**K6:** “İyi ki geldim buraya. Sanal gene belki teoriyi güçlendiriyor. Ama mesela işte dün devre analizinde teknisyen arkadaş çubukları bağlayacak, kendisi direncin ucunu şöyle kıvrıverdi. Şimdi ben hiç böyle bir şey görmemişim. Çok pratik. Yani böyle burada pratiği görmek bana güzel geldi. Mesela Kirchhoff, Thevenin var ve ben çok zorlanıyordum anlamakta onları. Gerçekten burada onlar gösterince ben de devreyi kurdum. Breadboardu görmek, direnci ellelemek, multimetrede ayar yapmak... Hani o dokunmak dedik ya. O yüzden o güzel.”

Ayrıca yüz yüze laboratuvarında deneyleri yaparken öğrenenlerden doğrudan akademik ve teknik yardım alabilmeleri tercih sebepleri arasında yer almıştır.

**K9:** “Sanal laboratuvarında hatalarımızı görme vs. imkânımız yok. Burada hatamızı hocamızın düzeltme imkânı var veya bilmediğimiz konuda hocamıza danışma imkânımız da var. O nedenle burayı tercih ederdim bilen biri olarak. Yaşamaları ayrı bir şey deneyi. Görerek, yaparak.”

**K12:** “Sanal laboratuvarla yetersiz olur. Çünkü yanlış bir şey de yapmış olabiliriz ya da tam bilgiye ulaşamayabiliriz burada. Öğretmenlerimiz sağolsun bize neyi nasıl yapacağınızı daha iyi algılatıyor. Destek oluyor. Burasının olması büyük bir avantaj bizim için.”

**K7:** “Yani şimdi ufak bir voltaj olarak düşünüyoruz. Bunun yüksek bir voltaj olduğunu düşündüğün zaman. Şimdi sanal laboratuvarında uyarı vermiyor mesela, çarpılırsın falan. Ama burada, uyarıyı veriyor sana hoca diyor ki orada uyarı var.”

Sanal laboratuvarların tek başına yetersiz olduğu ve yüz yüze laboratuvarlar ile desteklenmesi durumunda öğrenmenin daha iyi gerçekleşeceği de K10 tarafından belirtilmiştir. “Sanal ortamdaki bilgi ile buradaki bilgi pekiştirilmesi gerekiyor bence.”

Sonuç olarak çoğu öğrenenin eğitsel ve duyuşsal açıdan DASL hakkındaki düşünceleri olumludur. Ancak laboratuvar uygulamalarını sağladığı avantajlardan dolayı yüz yüze laboratuvarlarda gerçekleştirmeyi tercih ettikleri görülmüştür.

#### **4.1.2. DASL kullanmayan öğrenenlerin görüşleri**

DASL’yi kullanmayan öğrenenlerle yapılan görüşmelerde öğrenenlere sadece DASL’yi neden kullanmadıkları sorulmuştur. Öğrenenlerin bu soruya verdikleri yanıtlar çeşitlilik göstermektedir. Teknolojik olarak yaşadıkları sıkıntılar bunların başında gelmektedir.

DASL’nin yer aldığı Canvas Öğrenme Yönetim Sistemine giriş için öğrenenlere kısa mesaj yoluyla kullanıcı adları ve şifreleri paylaşılmıştır. Ancak öğrenenler, bu

sisteme Açıköğretim Sisteminde kullandıkları kullanıcı adı ve şifreleri ile giriş yapmaya çabalamış ve sisteme girememişlerdir. Bu konu hakkındaki sıkıntıları K18, K20 ve K24 şu şekilde açıklamıştır:

**K18:** “Geldi daha önce açamadım. Çünkü şöyle açamadım. Ben oraya öğrenci numaramı şifremi girmeye çalıştım. Olmayınca şifre yok diye üniversiteye gönderince TC kimlik ile girileceğini öğrendim. Öyle girdiğimde de çok geçti. Son gün izin alıp bir şeyler yaptım.”

**K20:** “Yani benim sıkıntım sisteme girememekti. Birkaç hafta uğraştım ben giremedim. Mail adresi verip şifre girilecekti falan... Şifreden dolayı sıkıntı oldu. Buradaki derslere gelmeden çok yakın bir zamanda kullandığım için çok fazla inceleyemedim.”

**K24:** “Ben önce bu parolalarda sıkıntı yaşadım. Ondan sonra bir daha da uğraşmadım Başta girmeyi denedim olmadı. Daha sonra düzelmiş sistem ama ben uğraşmadım.”

Öğrenenlerin karşılaştıkları diğer teknolojik sıkıntı ise DASL’yi kuramamaları olmuştur. Java programı ile açık kaynak kodlu olarak yazılan Devre Analizi Sanal Laboratuvarının çalıştırılması için öğrenenlerin öncelikle kendi bilgisayarlarına “Java Runtime Environment” programını kurmaları, daha sonra ise sanal laboratuvarı indirip çalıştırmaları gerekmektedir. K21 ve K22 bu durumu şu şekilde ifade etmiştir:

**K21:** “İşte o programı kuramadık. Verilen linklerden falan kuramadık işin açıkçası. Hani şu adımı şöyle izleyin falan şeklinde ibareleri vardı. Tamamen okuduk ama bir türlü beceremedik.”

**K22:** “Ona (Canvas Öğrenme Yönetim Sistemine) giriş yaptım ama o simülasyonla ilgili bir şey yüklemek gerekiyormuş bilgisayara. Onu yüklemekte sıkıntı çektik.”

Öğrenenlerin belirttiği bir diğer konu ise zaman sıkıntısı olmuştur. K21 bu sistemin dönem başında paylaşılmasının kendi çalışma takvimini ayarlayabilmesi açısından daha iyi olacağı önerisini sunmuştur:

**K21:** “Yani daha öncesinden mesela dönem başında böyle bir uygulama yapılacaktır şeklinde duyuru yapılıp da çünkü biz çalışan insanlarız. Bizim için zaman çok önemli, yani çalışırken de aynı zamanda eve gittiğim zaman yorgun argın oluyoruz. İşin açıkçası derse bakma gibi bir fırsatımız olmuyor. Böyle daha öncesinden geniş bir zaman dilimi olmuş olsa kendi programını ona göre hazırlarsın, o şekilde ders çalışırsın.”

K22 ise zaman sıkıntısından dolayı sadece Canvas Öğrenme Yönetim Sistemindeki eğitim videolarını izleyebildiğini ve bu videoları yararlı bulduğunu belirtmiştir:

**K22:** “Süre çünkü benim o kadar yeterli bir sürem yoktu. Ben sadece videolara baktım. O videolar çok yararlıydı. Çok da güzel anlaşılır bir şekilde açıklamışlar.”

DASL’yi kullanmama nedenini bir öğrenen, Devre Analizi konusunda bilgi sahibi olmasına bağlamış ve böyle bir sistemin Devre Analizi ile ilgili bilgi ve tecrübe sahibi olmayan öğrenenler için daha uygun olduğunu belirtmiştir:

**K19:** “4 sene teknik lise okudum. Sadece kitap olmuyor. Sıfırdan gelenler çok zorlanıyor. Direnç nedir, akım nedir, onlar çok zorlanıyor. Teknik lise mezunu olduğum için konulara aşınayım. Düz liseden gelen arkadaşlar için daha uygun olacağını düşünüyorum.”

K16 ise yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanması gerektiğini düşünmediği için DASL’yi kullanmadığını şu şekilde ifade etmiştir:

**K16:** “Ben sistemi çok kullanmadım açıkçası, kitabım da yoktu. Hocalar zaten çok karmaşık şekilde anlatmıyorlar ve yardımcı da oluyorlar not konusunda. Buna güvenerek çok da şey yapmadım. Yani bu aslında biraz sistemle alakalı. Sistem ne de olsa bizi geçirecek kafasında olduğumuz için biz biraz öğrenci olarak tabii ki çalışmamayı tercih ediyoruz. Biraz daha şey olsaydı aslında hazırlıklı gelmemiz gereken bir durum olsaydı ya da 5 kişi bir şeyde değil de daha fazla ilgilenme durumu olsaydı. Biraz arada kaynama durumları olabiliyor. O yüzden kolay geçti. O yüzden ihtiyaç duyma durumu olmadı.”

Sonuç olarak öğrenenlerin DASL’yi kullanmama nedeni olarak teknik aksaklıklar, bilgisayar kullanım becerisindeki yetersizlikler, zaman kısıtı ve gereksinim duymama öğrenenler tarafından dile getirilen faktörler arasında yer almıştır.

## 4.2. Araştırma Modeli

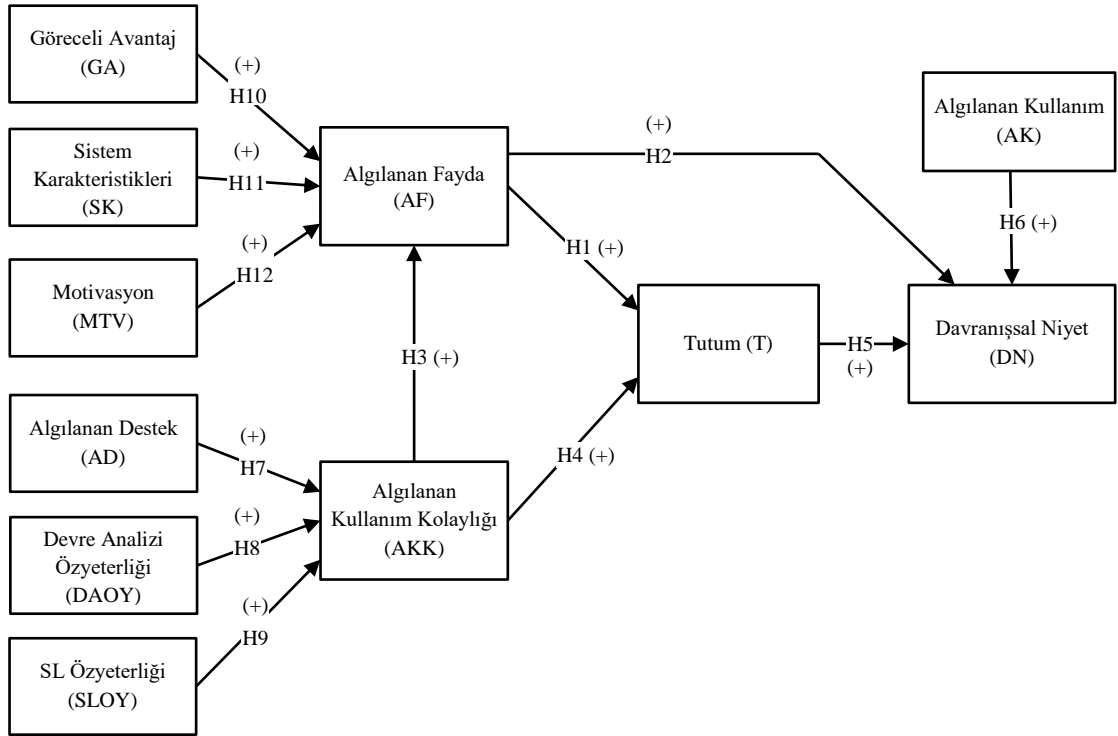
Bu çalışmada, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Nitel durum çalışması bulguları ve alanyazın taraması sonucunda araştırma modeli geliştirilmiştir.

Alanyazın incelenmesi ve nitel durum çalışması ile Teknoloji Kabul Modeli, sanal laboratuvarların kabulü konusunda bir araştırma modeli oluşturmada uygun olduğu görülmüştür. Bu yüzden araştırma modeli, Teknoloji Kabul Modeli’nin temel yapıları üzerine yapılandırılmıştır. Bunlar; algılanan kullanım kolaylığı (AKK), algılanan fayda (AF), tutum ve niyettir. Modelin yordayıcı (tahmin edici) gücünü artırmak için algılanan faydayı ve algılanan kullanım kolaylığını etkileyebilecek çeşitli harici değişkenler eklenmiştir.

Nitel veri analizi bulguları, araştırma modelindeki sanal laboratuvar kullanım niyetlerini etkileyen faktörlerinin belirlenmesinde yol gösterici olmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ile sanal laboratuvar kullanımı konusunda önemli olan faktörler ortaya çıkarılmış ve bu faktörlere odaklanılmıştır.

Görüşmeler sonucunda çok sayıda faktör ortaya çıkmıştır. Bu faktörlerin sanal laboratuvarın kabulünü etkilediği düşünülmektedir. Örneğin öğrenenlerin sanal laboratuvarı çeşitli açılardan faydalı buldukları ve kurulum ve kullanımları sırasında yaşadıkları deneyimler sıkça dile getirilmiştir. Dolayısıyla bu durum, AF ve AKK

faktörlerinin diğer teknoloji kabul çalışmalarında da belirtildiği gibi öğrenenlerin tutumlarını ve teknoloji kullanım niyetlerini etkileyen önemli faktörler olduğunu doğrular niteliktedir. Görüşmeler sonucunda ortaya çıkan diğer faktörler ise Göreceli Avantaj, Motivasyon, Destek, Özyeterlik ve GörSELLİK/İşlevSELLİktir. Bu çalışmada önerilen araştırma modelinde özyeterlik faktörü iki şekilde ele alınmıştır. Birincisi Devre Analizi Özyeterliği, ikincisi ise Sanal Laboratuvar (SL) Özyeterliğidir. Devre Analizi Özyeterliği görüşmeler sonucunda öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanımlarını etkileyen bir faktör olarak ortaya çıkarken SL Özyeterliği ise öğrenenlerin DASL'yi kurulum ve kullanım konusunda yaşadıkları sıkıntılar dikkate alınarak araştırmacı tarafından modele eklenmiştir. GörSELLİK/İşlevSELLİK faktörü ise modelde Sistem Karakteristikleri olarak ele alınmıştır. Sonuç olarak görüşmeler, modelde kullanılan tüm faktörlerin sanal laboratuvar teknolojisinin kabulü açısından hangi anlamlarda kullanıldığını açığa kavuşturmuştur. Şekil 4.2'de araştırma modeli gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Araştırma modeli

Bu çalışma, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçladığı için Davranışsal Niyet çıktı değişkeni olarak ele alınmıştır. Modelde yer alan faktörler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde e-öğrenmenin kabulü ile ilgili çalışmalardan faydalanılmıştır.

Bu araştırma modeli öğrenenlerin sanal laboratuvar kabulünün kavramsallaştırılmış halidir. Bu araştırma modelindeki faktörlerin birbiriyle ilişkileri bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak açıklanmış ve daha sonraki bölümde ise test edilmiştir.

#### **4.2.1. Araştırma modeli değişkenleri**

Araştırma modeli, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerini etkileyen faktörleri tutum, algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda, göreceli avantaj, sistem karakteristikleri, motivasyon, algılanan destek, özyeterlik (devre analizi ve sanal laboratuvar) ve algılanan kullanım olarak varsaymaktadır. Çalışmanın bu bölümünde bu faktörler tek tek ele alınmış ve hipotezler geliştirilmiştir.

##### **4.2.1.1. Algılanan fayda (AF) ve Algılanan kullanım kolaylığı (AKK)**

AF ve AKK, teknoloji kabulünün ana faktörleridir. AF, bir kişinin belirli bir sistemi kullanarak kendi iş performansını artırdığına inanma derecesi olarak ve AKK, herhangi bir sistemin kullanıcılar tarafından fazla çaba sarf etmeden kullanabileceğine inanma derecesi olarak tanımlanmaktadır (Davis, 1989). Bu çalışmada AF, öğrenenlerin sanal laboratuvardan elde edeceklerini düşündükleri faydaları ifade etmektedir. AKK ise öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanırken veya kurarken gösterdikleri çaba konusundaki izlenimlerini ifade etmektedir.

Davis (1989), AF ve AKK'nin kullanıcıların teknoloji kullanımlarına yönelik tutumlarını etkilediğini, tutumların ise teknoloji kullanmaya yönelik kullanıcıların gösterdikleri davranışsal niyeti (DN) etkilediğini ileri sürmüştür. AF, davranışsal niyeti doğrudan etkilerken, AKK tarafından da etkilenmektedir. Ayrıca harici değişkenler, AF ve AKK'yi etkilemektedir.

Çeşitli e-öğrenme sistemlerinin (web tabanlı öğrenme teknolojileri, öğrenme yönetim sistemleri, mobil öğrenme, sanal dünyalar, çevrimiçi forumlar, scorm tabanlı öğrenme nesnelere vs.) öğrenciler tarafından kabulünün araştırıldığı çalışmalarda hem orijinal TKM hem de TKM'nin genişletilmiş versiyonu kullanılmış ve AF ve AKK, e-öğrenme sisteminin kabulünün en önemli belirleyicileri olarak bulunmuştur. Bu ampirik

çalışmalardan bazılarında AF ve AKK'nin tutumlar aracılığı ile davranışsal niyeti etkilediği ve aynı zamanda algılanan faydanın davranışsal niyeti doğrudan etkilediği görülürken (Liu vd., 2009; Teo, 2009; Fadare vd., 2011; Al-Mushasha, 2013; Cheung ve Vogel, 2013; Almarabeh, 2014; Khor, 2014; Fathema vd., 2015), bazılarında ise tutum değişkeni kaldırılarak AF ve AKK'nin doğrudan davranışsal niyeti etkilediği görülmüştür (Al-Ammari ve Hamad, 2008; Chang ve Tung, 2008; Lee, 2008; Abbad, Morris ve de Nahlik, 2009; Lee vd., 2009; Lin, Chen ve Yeh, 2010; Chow vd., 2012; Li vd., 2012; Ali vd., 2013; Chen vd., 2013; Shah vd., 2013; Lee, Hsiao ve Purnomo, 2014). Ayrıca bu çalışmalarda AKK'nin AF'yi etkilediği de görülmektedir. Sonuç olarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir:

H1: AF ile tutum arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H2: AF ile DN arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H3: AKK ile AF arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H4: AKK ile tutum arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

AF ve AKK için hazırlanan ölçekler, 7'li Likert şeklinde 3'er maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.2. Tutum (T)**

Tutum (T), bireyin insanlar, olaylar ve cansız varlıklar karşısında takındığı davranış biçimidir (TDK, 2017). Bu çalışmada tutum öğrenenlerin sanal laboratuvara yönelik genel tutumlarını ifade etmektedir.

Tutumun öğrenenlerin teknoloji kabul niyetleri üzerindeki etkisini pek çok araştırmacı incelemiştir. Tutumun davranışı tahmin etmede önemli bir bileşen olduğu düşünülmektedir. Bu çerçevede tutum ile ilgili aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

H5: Tutum ile öğrenenlerin niyetleri arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki vardır.

Bu değişken için hazırlanan ölçek, 7'li Likert şeklinde 2 maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.3. Davranışsal niyet (DN) ve Algılanan kullanım (AK)**

Davranışsal Niyet (DN), bir kişinin harekete geçmesi konusundaki gelecekteki niyetini ve isteğini (gönüllülüğünü) ifade etmektedir. Bu çalışmada niyet, gelecekte öğrenenlerin sanal laboratuvarları diğer derslerde olması durumunda kullanmaya yönelik niyetleri ve sanal laboratuvarları arkadaşlarına tavsiye edip etmemeleri ile ifade



edilmiştir. DN değişkeni için hazırlanan ölçek, 7’li Likert şeklinde 2 maddeden oluşmaktadır.

Bu çalışmada AK ise öğrenenlerin DASL’yi ne kadar kullandıklarına yönelik inançlarıdır. 7’li Likert şeklinde hazırlanmış tek maddelik bir değişkendir. “Az kullandım” ve “çok kullandım” arasında değişmektedir. Gerçek kullanımın, niyet ile tahmin edildiği orijinal teknoloji kabul modellerinin aksine bu çalışmada gerçek kullanım (algılanan kullanım) araştırma modeline sanal laboratuvar kullanım niyetinin potansiyel yordayıcısı (tahmin edicisi) olarak eklenmiştir ve aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

H6: AK ile DN arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

#### **4.2.1.4. Algılanan destek (AD)**

Bu çalışmada Algılanan Destek (AD), öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanımları sırasında ihtiyaç duydukları kaynakların ulaşılabilirliği konusundaki algılarını ifade etmektedir. Nitel durum çalışması sonucunda öğrenenlerin desteğe ihtiyacı olduğu gözlenmiş ve bu çalışmada algılanan destek; akademik destek ve teknolojik destek olarak ele alınmıştır.

Yapılan çalışmalar, teknik desteğin teknoloji kabulünde önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Williams ve Williams (2010), web tabanlı ders yönetim sisteminin kullanımını araştırdığı çalışmasında teknik destek ve kullanım kolaylığı arasında anlamlı bir ilişki bulmuştur. Ngai vd. (2007), WebCT kullanımını ve Sánchez ve Hueros (2010) ise Moodle kullanımını etkileyen faktörleri araştırmış ve teknik desteğin AF ve AKK üzerinde anlamlı doğrudan etkisi olduğunu bulmuşlardır. Benzer olarak Al-Mushasha (2013), e-öğrenme sisteminin kabulünü incelediği çalışmasında üniversite tarafından sağlanan desteğin AF ve AKK üzerinde pozitif etkisi olduğunu bulmuştur. Sonuç olarak aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

H7: AD ile AKK arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu değişken için hazırlanan ölçek, 7’li Likert şeklinde 4 maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.5. Özyeterlik algısı**

Bandura (1977)’ya göre özyeterlik algısı kişinin belirli bir girişimi başarmak konusunda kendi yeteneklerinin ve kapasitesinin farkında olması anlamına gelmektedir. Bu çalışmada öz yeterlik algısı iki şekilde ele alınmıştır. Birincisi öğrenenlerin sanal

laboratuvarı kullanma konusundaki özyeterlik algıları (SLOY), diğeri ise gerçek laboratuvar ortamında Devre Analizi Laboratuvarı dersine ait deneyleri yapabileceklerine dair özyeterlik algılarıdır (DAOY).

Teknoloji kabul modellerine harici değişkenlerden biri olarak özyeterliğin eklendiği e-öğrenmeyi ele alan bazı çalışmalarda öğrencilerin web tabanlı öğretim, mobil öğrenme, eş zamanlı e-öğrenme, işbirlikli öğrenmede Google Uygulamaları, öğrenme yönetim sistemi gibi çeşitli e-öğrenme teknolojilerini kullanım niyetleri incelenmiştir. Bu çalışmalarda özyeterliğin, davranışsal niyet üzerinde (Fadare vd., 2011; Mohamed ve Karim, 2012; Chen vd., 2013; Cheung ve Vogel, 2013; Lwoga ve Komba, 2015), e-öğrenme sisteminin kullanımı üzerinde (Tarhini, Hone ve Liu, 2015), AKK üzerinde (Pituch ve Lee, 2006; Park vd., 2012; Shin ve Kang, 2015) ve AF üzerinde (Kang ve Shin, 2015) etkisi olduğu bulunmuştur. Benzer e-öğrenme sistemlerinin kullanımını inceleyen farklı çalışmalarda ise özyeterliğin hem AF hem de AKK üzerinde etkisi olduğu görülmüştür (Abbad, Morris ve de Nahlik, 2009; Park, 2009; Lin vd., 2010).

Çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında Devre Analizi özyeterlik algısı (DAOY) ve sanal laboratuvar özyeterlik algısı (SLOY) yüksek olan öğrenenlerin sanal laboratuvarın kullanımını kolay bulduğu görülmüştür. Sonuç olarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir:

H8: DAOY algısı ile AKK arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H9: SLOY ile AKK arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Devre analizi özyeterlik algısı için hazırlanan ölçek, 7'li Likert şeklinde 3 maddeden, SL özyeterlik algısı için hazırlanan ölçek ise 7'li Likert şeklinde 2 maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.6. Göreceli avantaj (GA)**

Göreceli avantaj (GA), Rogers (2003) tarafından “yeniliğin, yerini aldığı fikir ya da teknolojiye göre avantajlarının değerlendirilme düzeyidir” şeklinde tanımlanmaktadır. Birey tarafından yeniliğin algılanan avantajı arttıkça, uyum oranı da artar. Bu çalışmada göreceli avantaj değişkeni sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvarlara hazırlanmaları konusunda var olan diğer materyallerle (kitap, video vs.) birlikte kullanımının sağladığı avantajlar hakkındaki düşünceleri olarak ele alınmıştır.

Diwakar vd. (2014), sanal laboratuvar ile ilgili yürüttüğü çalışmasında göreceli avantajın öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanımları konusunda olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Shin ve Kang (2015), çevrimiçi öğrencilerin mobil öğrenme kabullerini ve öğrenme başarısına etkisini genişletilmiş TKM ve bilgi sistemleri başarı modellerini kullanarak incelemiştir. Mobil öğrenmenin kabulünü etkileyen bireysel, sosyal ve sistematik faktörleri ve mobil öğrenmenin kabulünün öğrenme memnuniyeti ve başarısını nasıl etkilediğini yapısal eşitlik modeli kullanarak test etmişlerdir. Bu çalışmada sistem faktörlerinden biri olarak ele alınan göreceli avantajın algılanan fayda üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir.

H10: GA ile AF arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu değişken için hazırlanan ölçek 7'li Likert şeklinde 2 maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.7. Sistem karakteristikleri (SK)**

Sistem karakteristikleri (SK), bir sistemin arzu edilen amaçlara uygun olarak görevini en iyi şekilde gerçekleştirmesini sağlayacak özellikler olarak tanımlanabilir (Venkatesh ve Davis, 2000). Alanyazında sistem karakteristikleri, incelenen teknolojiye bağlı olarak farklı şekillerde ele alınarak teknoloji kabul modeline harici değişkenler olarak eklenmiş ve kullanıcıların bu teknolojileri kullanımları veya kabulleri araştırılmıştır. Örneğin sistem kalitesi, sistemin işlevselliği, sistem erişimi, sistem arayüzü, tasarım özellikleri gibi değişkenler sistem karakteristikleri olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmada ise sistem karakteristikleri, sanal laboratuvarın öğrenenler tarafından gerçek bir laboratuvar ortamına ne derece benzediği ve gerçek laboratuvar ortamında yürütebildikleri deneyleri sanal laboratuvar ortamında ne derece gerçekleştirebildikleri yönünde algısı olarak tanımlanmıştır.

e-öğrenmede, sistem karakteristiklerinin (sistemin kalitesi, sistem erişilebilirliği, arayüzü, tasarım özellikleri vs.) teknolojinin kabulüne etkisini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur.

Pituch ve Lee (2006), hem geleneksel eğitimde destekleyici bir öğrenme aracı olan hem de uzaktan öğretimde kullanılan e-öğrenme sisteminin öğrenciler tarafından kullanım niyetlerini incelemek için alternatif modeller önermiş ve bu modelleri yapısal eşitlik modeli kullanarak test etmiştir. Sistem karakteristiklerinin (sistemin işlevselliği,

sistem etkileşimi ve sistem tepkisi) harici değişken olarak kullanıldığı bu modellerde uzaktan eğitimde, AF, AKK ve e-öğrenme sisteminin kullanımına doğrudan etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Lee vd. (2009), Güney Kore’de e-öğrenme adaptasyonu üzerine yaptıkları çalışmada öğrenme içeriklerinin tasarımının AKK ile pozitif olarak ilişkili olduğunu bulmuştur. Cho vd. (2009), kendi hızında öğrenme imkânı sağlayan e-öğrenme araçlarının arayüz tasarımının öğrencilerin kullanım niyetleri üzerindeki etkisini incelemişler ve arayüzün önemli bir rolü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Algılanan kullanıcı arayüzü tasarımının hem AF hem de AKK üzerinde etkisi olduğunu bulmuşlardır. Bhatiasevi (2011), e-öğrenme sistemini kullanım niyeti üzerine yürüttüğü çalışmasında TKM’ye harici değişken olarak eklediği sistemin işlevselliği değişkeninin AKK’ye pozitif etkisi olduğunu bulmuştur. Lin vd., (2010), çokluortam e-öğrenme sistemlerinin kullanımlarını inceledikleri çalışmalarında sistem karakteristiklerinin AF’yi anlamlı olarak etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmada sanal laboratuvar, yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlayan destekleyici bir materyal olarak kullanılmıştır. Bu yüzden sanal laboratuvarın gerçek laboratuvara benzerliği açısından ele alınan sistem karakteristiklerinin sadece algılanan faydayı etkilediği düşünülmektedir. Bu kapsamda aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

H11: SK ile AF arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu değişken için hazırlanan ölçek, 7’li Likert şeklinde 3 maddeden oluşmaktadır.

#### **4.2.1.8. Motivasyon (MTV)**

Motivasyon (MTV), biliş ve davranış boyutunda harekete geçiren, öğrenmeyi sağlayan itici bir güç olarak tanımlanmaktadır. Motivasyonu etkileyen içsel ve dışsal etkenler vardır. Bu çalışmada içsel motivasyon ile öğrenenlerin kendi hedeflerini gerçekleştirme ve ihtiyaçlarını giderme konusunda; dışsal motivasyon ile de öğretim kurumunun etkisi noktasında sanal laboratuvar kullanım nedenleri olarak ele alınmıştır.

Chen ve Tseng (2012), hizmetiçi eğitimde olan 402 lise öğretmeni ile yürüttüğü çalışmasında web tabanlı e-öğrenme sistemlerinin kullanımını etkileyen faktörleri araştırmıştır. Yapısal eşitlik modeli kullanılan bu çalışmada öğretmenlerin web tabanlı e-öğrenme sistemini kullanma motivasyonlarının AF’yi ve AKK’yi pozitif olarak etkilediği görülmüştür. Khor (2014), Malaysia Wawasan Açık Üniversitesi’nde açık ve uzaktan öğrenenlerle yürüttüğü çalışmasında öğrenenlerin SCORM uyumlu öğrenme nesnelerini kabullerine etki eden faktörleri araştırmıştır. Regresyon analizi sonucunda

öğrencilerin içsel motivasyonlarının AKK'yi anlamlı olarak etkilediği ancak AF ile ilişkisi olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada öğrenenlerin içsel ve dışsal motivasyonlarının sadece algılanan faydayı etkilediği düşünülmektedir. Sonuç olarak aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

H12: MTV ile AF arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu değişken için hazırlanan ölçek, 7'li Likert şeklinde 4 maddeden oluşmaktadır.

### **4.3. Nicel Araştırma Bulguları**

Nicel bulgular, DASL'yi kullanan ve kullanmayan öğrenenler için ayrı ayrı incelenmiştir.

#### **4.3.1. DASL kullanan öğrenenlerin nicel bulguları**

Araştırma modelinin değerlendirilmesinde Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi (KEKK-YEM) kullanılmıştır. KEKK-YEM analizi için SmartPLS 3.0 (student edition) programı (Ringle vd., 2015) kullanılmıştır. Nicel verilerin analizi 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak yapıların geçerliğini ve güvenilirliğini doğrulamak için ölçüm modeli değerlendirilmiştir. Daha sonra da yol katsayılarının anlamlılığının değerlendirilmesi ile hipotezler test edilerek yapısal model tahmin edilmiştir.

##### **4.3.1.1. Ölçüm modeli**

Yapısal modelin analizinden önce ölçüm modelinin geçerliğinin ve güvenilirliğinin analiz edilmesi gerekmektedir. Güvenirlik, ölçümlerin tutarlılığını, geçerlik ise ölçekteki maddelerin amaçladıkları ölçümü ne derece gerçekleştirebildiklerini göstermektedir. Bunun için sırayla gösterge güvenirliliği, iç tutarlılığı, yakınsak geçerlik ve ayırteci geçerlik incelenmiştir.

Tablo 4.5'te her bir göstergenin yükleri verilmiştir. Bu değerlerin, 0.7 veya daha büyük olması oldukça tatmin edici olarak değerlendirilmektedir. Eğer 0.5'den yüksek ise kabul edilebilir olarak değerlendirilmektedir (Chin, 1998). Bu çalışmada gösterge yükleri için eşik değer 0.5 olarak alınmış ve bu değer altında olan "akk3" (DASL'yi nasıl kullanacağımı öğrenme konusunda zorlandım.) ve "mtv4" (Okulum DASL'yi kullanmamı istediği için kullandım.) göstergeleri silinmiştir. Tablo 4.5'te de görüldüğü

gibi ölçüm modelindeki bütün göstergelerin yükleri 0.600 ile 0.966 arasındadır ve bu durum da yeterli gösterge güvenilirliğini göstermektedir.

**Tablo 4.5.** Gösterge yükleri, ortalama, standart sapma, bileşik güvenilirlik ve ortalama açıklanan varyans

Gizil Değişken	Göstergeler	Gösterge Yükleri	Ort.	Standart Sapma	Birleşik Güvenirlik	Ortalama Açıklanan Varyans (AVE)
Algılanan Kullanım Kolaylığı	Akk1	0.853	4.939	1.8530	0.872	0.774
	Akk2	0.906	5.184	1.6030		
Algılanan Fayda	Af1	0.802	5.347	1.7506	0.893	0.737
	Af2	0.881	5.612	1.6178		
	Af3	0.889	4.816	1.9650		
Algılanan Destek	Ad1	0.767	5.388	1.8576	0.841	0.571
	Ad2	0.652	4.367	1.9968		
	Ad3	0.804	4.102	2.0941		
	Ad4	0.788	4.061	2.1056		
Sistem Karakteristikleri	S1	0.855	5.122	1.5361	0.843	0.643
	S2	0.813	4.980	1.4360		
	S3	0.733	5.143	1.6708		
Göreceli Avantaj	Ga1	0.873	5.429	1.7795	0.894	0.808
	Ga2	0.925	5.857	1.4142		
Motivasyon	Mtv1	0.958	5.041	1.9035	0.873	0.705
	Mtv2	0.914	4.980	1.9737		
	Mtv3	0.600	5.143	1.7200		
Devre Analizi Özyeterliği	Daoy1	0.958	5.408	1.6447	0.947	0.857
	Daoy2	0.966	5.408	1.6320		
	Daoy3	0.848	5.571	1.5138		
SL Özyeterliği	Sloy1	0.765	6.163	1.3126	0.840	0.727
	Sloy2	0.932	4.918	1.7776		
Algılanan Kullanım	Ak	1.000	3.306	1.7225	1.000	1.000
Tutum	T1	0.831	5.245	1.7384	0.754	0.607
	T2	0.723	5.755	1.8204		
Davranışsal Niyet	Dn1	0.914	5.510	1.6089	0.911	0.836
	Dn2	0.914	5.490	1.5562		

İç tutarlılık için birleşik güvenilirlik hesaplanmıştır. Sosyal bilimler araştırmalarında iç tutarlık güvenilirliğini ölçmek için genellikle Chronbach's alfa kullanılmaktadır. Ancak araştırmacılar, KEKK-YEM için Birleşik Güvenirlik (Composite Reliability) adı verilen farklı bir ölçümü önermektedirler. Çünkü her bir

göstergenin eşit güvenilirliğe sahip olduğu varsayımına dayanan Chronbach's alfa KEKK-YEM'de gizil değişkenlerin iç tutarlıklarını düşük olarak tahmin etme eğilimindedir (Henseler, Ringle ve Sinkovics, 2009). Birleşik güvenilirlik bütün göstergeleri eşit olarak güvenilir farz etmediği için KEKK-YEM için daha uygun olduğu düşünülmektedir (Hair vd., 2012). Hair vd. (2012), Birleşik Güvenirlik değerinin 0.70 ve üzerinde olması gerektiğini ancak 0.60 ve üzerindeki değerlerin ise keşfedici bir çalışma için kabul edilebilir değerler olduğunu belirtmektedirler. Tablo 4.5'te gizil değişkenlere ait Birleşik Güvenirlik değerleri görülmektedir. Bu değerlerin bütün gizil değişkenler için eşik değeri olan 0.70'den yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, gizil değişkenlerin yüksek iç tutarlılığa sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Yakınsak geçerlik için her bir gizil değişkenin ortalama açıklanan varyans (average variance extracted - AVE) değeri hesaplanmıştır. Yakınsak geçerlik, bir grup göstergenin bir değişkeni ne derece yansıttığını gösterir. Açıklanan varyansın kabul edilebilir değerinin 0.50 ya da 0.50'den fazla olması gerektiği ifade edilmektedir (Fornell ve Larcker, 1981). Tablo 4.5'te bütün değişkenlerin her biri için elde edilen ortalama açıklanan varyans değerlerinin 0.50 eşik değerinden yüksek olduğu görülmektedir ve bu durum da uygun yakınsak geçerliği göstermektedir.

Her gizil değişkendeki AVE değerinin karekökünün, diğer gizil değişkenler arasındaki korelasyondan yüksek olması modelin ayırtedici geçerliğini göstermektedir (Fornell ve Larcker, 1981). Tablo 4.6'da bu kriterin sağlandığı görülmektedir.

**Tablo 4.6. Ayırtedici geçerlik**

	AD	AF	AK	AKK	DAOY	DN	GA	MTV	SK	SLOY	T
<b>AD</b>	<b>0.755</b>										
<b>AF</b>	0.627	<b>0.858</b>									
<b>AK</b>	0.264	0.237	<b>Tek Madde</b>								
<b>AKK</b>	0.527	0.596	0.209	<b>0.880</b>							
<b>DAOY</b>	0.346	0.381	0.147	0.585	<b>0.926</b>						
<b>DN</b>	0.531	0.839	0.212	0.516	0.377	<b>0.914</b>					
<b>GA</b>	0.478	0.838	0.212	0.351	0.312	0.812	<b>0.899</b>				
<b>MTV</b>	0.505	0.838	0.258	0.416	0.385	0.705	0.796	<b>0.839</b>			
<b>SK</b>	0.710	0.769	0.184	0.740	0.512	0.715	0.610	0.567	<b>0.802</b>		
<b>SLOY</b>	0.388	0.367	0.356	0.661	0.575	0.170	0.170	0.357	0.438	<b>0.852</b>	
<b>T</b>	0.417	0.762	0.350	0.523	0.427	0.758	0.629	0.654	0.680	0.381	<b>0.779</b>

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi her bir alt boyuttan hesaplanan AVE değerlerinin karekökü diğer alt boyutlar ile olan korelasyon değerlerinden daha büyüktür.

Yukarıdaki sonuçlar, yapısal modelin değerlendirilmesi ve hipotez testleri için önkoşul olan ölçüm modelinin geçerlik ve güvenilirliğini göstermektedir.

#### 4.3.1.2. Yapısal model

Ölçüm modelinin değerlendirilmesinin ardından yapısal model test edilmiştir ve önerilen araştırma modelinde belirlenen nedensel ilişkiler incelenmiştir. KEKK-YEM yöntemi ile modeldeki her bir dış yapı (bağımlı değişken) için belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) ve yol katsayıları ( $\beta$ ) elde edilmiştir.

$R^2$ , modeldeki dış yapının (bağımlı değişkenin) yüzde kaçının iç yapılar (bağımsız değişkenler) tarafından açıklandığını gösterir. KEKK yönteminde 0.67, 0.33 ve 0.19  $R^2$  değerleri sırasıyla güçlü, orta ve zayıf olarak tanımlanır (Chin, 1998). Tablo 4.7’de dış yapılara (bağımlı değişkenlere) ait  $R^2$  değerleri verilmiştir. Tabloda Algılanan Fayda ve Davranışsal Niyet için elde edilen  $R^2$  değerleri güçlü, Algılanan Kullanım Kolaylığı ve Tutum için elde edilen  $R^2$  değerleri orta değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle önerilen modelde Algılanan Faydanın %86.9’u, Algılanan Kullanım Kolaylığının %56.5’i, Davranışsal Niyetin %74’ü ve Tutumun %58.8’i bu değişkenleri etkileyen diğer değişkenler tarafından açıklanmaktadır. Bu durum, önerilen modelin öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanım niyetlerini açıklamada oldukça iyi olduğunu göstermektedir.

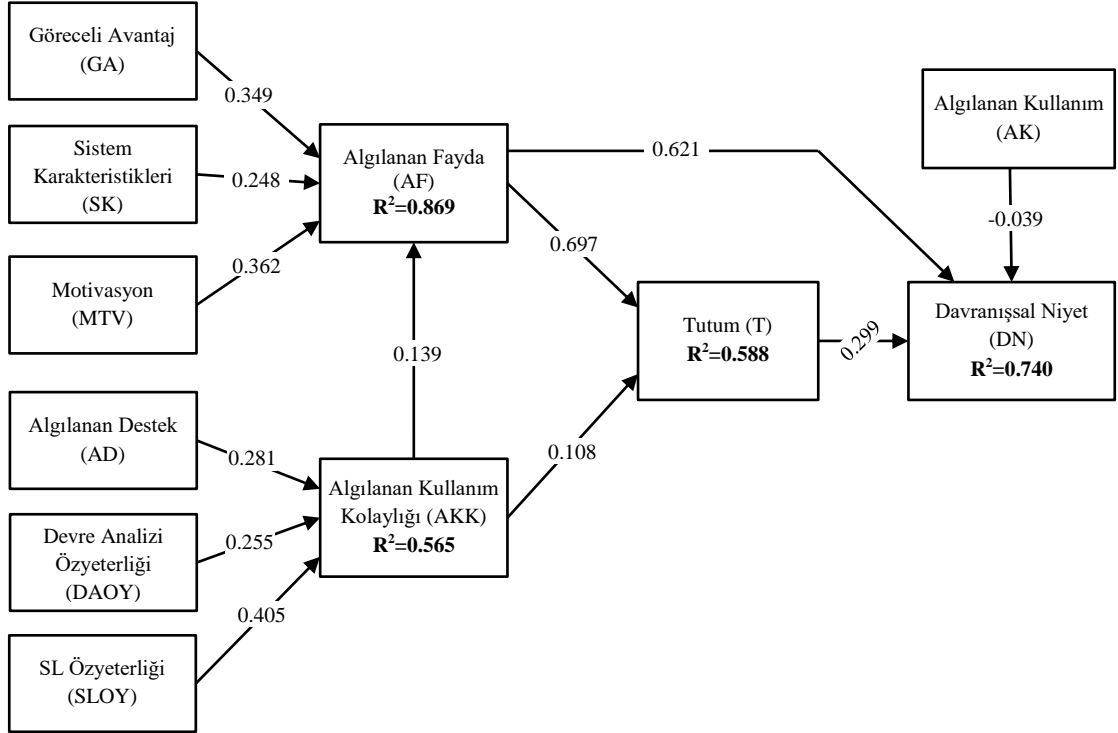
**Tablo 4.7. Açıklanan varyans değerleri**

Dış Gizil Değişkenler	$R^2$
Algılanan Fayda (AF)	0.869
Algılanan Kullanım Kolaylığı (AKK)	0.565
Davranışsal Niyet (DN)	0.740
Tutum (T)	0.588

Yol katsayıları ( $\beta$ ), yapılar arasındaki nedensel ilişkilerin büyüklüğünü gösterir. Bu çalışmada önerilen araştırma modeli için yol katsayıları ve  $R^2$  değerleri Şekil 4.3’te gösterilmiştir. SmartPLS programından alınan ekran görüntüsü ise EK-8’de verilmiştir. Kutuların içindeki değerler, bir gizil değişkenin varyansının diğer gizil değişkenler tarafından ne kadarının açıklandığını ( $R^2$  değerlerini), okların üzerindeki değerler ise yol katsayılarını yani bir değişkenin diğer değişken üzerindeki etki büyüklüğünü gösterir.



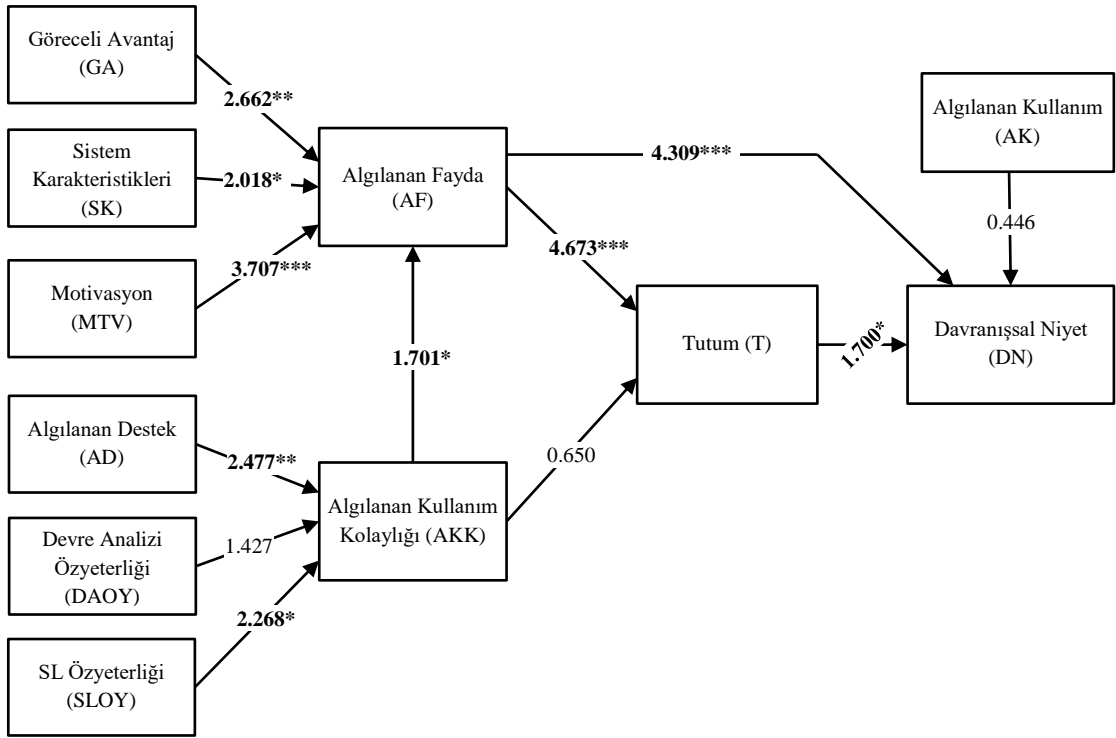
Örneğin Davranışsal Niyet üzerinde Algılanan Faydanın ( $\beta = 0.621$ ) güçlü, Tutumun ( $\beta = 0.299$ ) orta ve Algılanan Kullanımın ( $\beta = -0.039$ ) ise çok zayıf bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Modeldeki yol katsayılarının, AK ile DN arasındaki yol katsayısı haricinde pozitif olduğu görülmektedir. Negatif yol katsayısı nedensel ilişkinin negatif olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.3.** Önerilen araştırma modeli için yol katsayıları ve  $R^2$  değerleri

Modeldeki yol katsayılarının istatistiksel anlamlılıklarını tahmin etmek için bootstrap yöntemi kullanılmıştır. Bootstrap yöntemi, herhangi büyüklükteki mevcut veri setindeki gözlemlerin rassal olarak yer değiştirilerek yeniden örneklenmesi ile yeni veri setleri oluşturulmasına dayanmaktadır. Böylece mevcut veri setinden mümkün olduğunca fazla miktarda bilgi alınabilmektedir. Bu yöntem kullanılarak t-istatistikleri ve standart hatalar üretilmiştir. t-değerleri kullanılarak hipotezler test edilmiştir.

Bu çalışmada bootstrap analizi 500 alt örneklem ile yapılmıştır ve bu örneklerin her biri kullanılarak yol katsayılarının anlamlılıkları yeniden tahmin edilmiştir. Şekil 4.4'te t-değerleri ile birlikte bootstrap çıktısının grafiksel gösterimi verilmiştir. SmartPLS programından alınan ekran görüntüsü ise EK-9'da verilmiştir.



**Şekil 4.4.** *t*-değerleri ile birlikte bootstrap çıktısının grafiksel gösterimi

Tablo 4.8’de ise hipotez sonuçları özetlenmiştir. 12 hipotezden 9’unun desteklendiği görülmektedir. Algılanan Kullanım Kolaylığı ve Tutum arasındaki nedensel ilişki (H4) haricinde Orijinal TKM değişkenleri ile ilgili bütün hipotezler (H1, H2, H3, H5) desteklenmiştir. Ayrıca Algılanan Kullanımın, Davranışsal Niyet üzerindeki etkisinin anlamlı olmadığı (H6) ( $t = 0.446$ ,  $p > 0.05$ ) görülmüştür.

Harici değişkenler arasında Algılanan Desteğin Algılanan Kullanım Kolaylığı üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür (H7) ( $t = 2.477$ ,  $p < 0.01$ ). Devre Analizi Özyeterlik Algısının Algılanan Kullanım Kolaylığı (H8) ( $t = 1.427$ ,  $p > 0.05$ ) üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. Sanal Laboratuvar Özyeterlik Algısının, Algılanan Kullanım Kolaylığı üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur (H9) ( $t = 2.268$ ,  $p < 0.05$ ). Son olarak da Göreceli Avantaj (H10) ( $t = 2.662$ ,  $p < 0.01$ ), Sistem Karakteristikleri (H11) ( $t = 2.018$ ,  $p < 0.05$ ) ve Motivasyon (H12) ( $t = 3.707$ ,  $p < 0.001$ ), Algılanan Fayda üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir.

**Tablo 4.8.** *Hipotezlenen yol katsayıları, t-değerleri ve hipotez sonuçları*

Hipotezler	Yol Katsayısı	t-değerleri	Sonuçlar
H1 Algilanan fayda → Tutum	0.697	<b>4.673***</b>	Desteklendi
H2 Algilanan fayda → Davranışsal Niyet	0.621	<b>4.309***</b>	Desteklendi
H3 Algilanan kullanım kolaylığı → Algilanan fayda	0.139	<b>1.701*</b>	Desteklendi
H4 Algilanan kullanım kolaylığı → Tutum	0.108	0.650	Desteklenmedi
H5 Tutum → Davranışsal Niyet	0.299	<b>1.700*</b>	Desteklendi
H6 Algilanan kullanım → Davranışsal Niyet	-0.039	0.446	Desteklenmedi
H7 Algilanan destek → Algilanan kullanım kolaylığı	0.281	<b>2.477**</b>	Desteklendi
H8 Devre analizi özyeterlik algısı → Algilanan kullanım kolaylığı	0.255	1.427	Desteklenmedi
H9 SL özyeterlik algısı → Algilanan kullanım kolaylığı	0.405	<b>2.268*</b>	Desteklendi
H10 Göreceli avantaj → Algilanan fayda	0.349	<b>2.662**</b>	Desteklendi
H11 Sistem karakteristikleri → Algilanan fayda	0.248	<b>2.018*</b>	Desteklendi
H12 Motivasyon → Algilanan fayda	0.362	<b>3.707***</b>	Desteklendi

**Not:** one tail \*\*\*p < 0.001, \*\*p < 0.01, \*p < 0.05.

Tablo 4.9’da, her bir değişkenle ilgili doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler verilmiştir. Doğrudan etkiler, bağımlı değişkenler üzerindeki, bağımsız değişkenlerin doğrudan etkisini ifade eder. Dolaylı etkiler, bir bağımsız değişkenin, bağımlı değişkeni başka bir değişken aracılığı ile etkisini ifade eder. Toplam etki ise doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamıdır. Toplam etkilere bakıldığında, 0.829 toplam etki ile algılanan faydanın, davranışsal niyet üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Modeldeki harici değişkenler arasında ise Motivasyonun, Davranışsal Niyet üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu ve bunu Göreceli Avantajın ve Sistem Karakteristiklerinin takip ettiği görülmektedir.

**Tablo 4.9.** *Araştırma modelindeki doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler*

Bağımlı Gizil Değişkenler	Bağımsız Gizil Değişkenler	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Toplam Etki
Algilanan Fayda	Algilanan Kullanım Kolaylığı	0.139		0.139
	Göreceli Avantaj	0.349		0.349
	Motivasyon	0.362		0.362
	DAOY		0.035	0.035
	Algilanan Destek		0.039	0.039
	Sistem Karakteristikleri	0.248		0.248
	SLOY		0.056	0.056
Algilanan Kullanım Kolaylığı	DAOY	0.255		0.255
	Algilanan Destek	0.281		0.281
	SLOY	0.405		0.405

**Tablo 4.9. (Devam)** Araştırma modelindeki doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler

Bağımlı Gizil Değişkenler	Bağımsız Gizil Değişkenler	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Toplam Etki
Tutum	Algılanan Fayda	0.697		0.697
	Algılanan Kullanım Kolaylığı	0.108	0.097	0.205
	Göreceli Avantaj		0.244	0.244
	Motivasyon		0.252	0.252
	DAOY		0.052	0.052
	Algılanan Destek		0.058	0.058
	Sistem Karakteristikleri		0.173	0.173
	SLOY		0.083	0.083
Davranışsal Niyet	Tutum	0.299		0.299
	Algılanan Fayda	0.621	0.208	0.829
	Algılanan Kullanım Kolaylığı		0.147	0.147
	Göreceli Avantaj		0.290	0.290
	Motivasyon		0.300	0.300
	DAOY		0.038	0.038
	Algılanan Destek		0.041	0.041
	Sistem Karakteristikleri		0.206	0.206
	SLOY		0.060	0.060
Algılanan Kullanım	-0.039		-0.039	

Etki büyüklüğü ( $f^2$ ) bir iç değişkenin modelden çıkarıldığında  $R^2$  değerindeki değişimin nasıl olacağını ölçer. Diğer bir ifadeyle çıkarılan iç değişkenin, dış yapılardaki  $R^2$  değeri üzerinde bir etkisi olup olmadığını değerlendirmek için kullanılır. 0.02, 0.15 ve 0.35 etki büyüklükleri sıraya küçük, orta ve büyük etki anlamına gelmektedir (Cohen, 1988).

Tablo 4.10 her bir gizil değişkenin etki büyüklüğü sonuçlarını göstermektedir. Davranışsal Niyet gizil değişkeninin  $R^2$  değerinin üretilmesinde, Algılanan Faydanın büyük, Tutumun ve Algılanan Kullanımın ise küçük bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Algılanan Fayda gizil değişkeninin  $R^2$  değerinin üretilmesinde Motivasyonun, Göreceli Avantajın ve Sistem Karakteristiklerinin orta ve Algılanan Kullanım Kolaylığının ise küçük bir etkisi vardır. Algılanan Kullanım Kolaylığı gizil değişkeninin  $R^2$  değerinin üretilmesinde SL Özyeterliğin ve Algılanan Desteğin orta ve Devre Analizi Özyeterliğin ise küçük bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tutum gizil değişkeninin  $R^2$  değerinin üretilmesinde ise Algılanan Faydanın büyük, Algılanan Kullanım Kolaylığının ise küçük bir etkisi vardır.

**Tablo 4.10. Etki büyüklüğü sonuçları**

	$f^2$
<b>Davranışsal Niyet</b>	
Algılanan Fayda	0.621
Algılanan Kullanım	0.005
Tutum	0.133
<b>Algılanan Fayda</b>	
Algılanan Kullanım Kolaylığı	0.062
Göreceli Avantaj	0.287
Motivasyon	0.345
Sistem Karakteristikleri	0.147
<b>Algılanan Kullanım Kolaylığı</b>	
Algılanan Destek	0.150
Devre Analizi Özyeterlik	0.097
SL Özyeterlik	0.237
<b>Tutum</b>	
Algılanan Fayda	0.761
Algılanan Kullanım Kolaylığı	0.018

Modelin tahmin yeteneğinin değerlendirilmesinde Stone-Geisser's  $Q^2$  değeri kullanılmıştır (Stone, 1974; Geisser, 1974).  $Q^2$  değeri modelin kestirimsel uygunluğunun (predictive relevance) bir göstergesidir.  $Q^2$  ölçümü veri matrisinden bir kısmını çıkararak ve bu çıkarılan kısmı tahmin etmek için model tahminlerini kullanan bir örnek tekrar kullanma tekniğidir. KEKK-YEM modeli kestirimsel uygunluk gösterdiği zaman, çok maddeli ve tek maddeli dış yapıların ölçüm modellerindeki göstergelerin veri noktalarını doğru bir şekilde tahmin eder. YEM modellerinde, bir dış gizil değişken için  $Q^2$  değerinin 0'dan büyük olması, o değişken için modelin kestirimsel uygunluğunu gösterir. 0 veya 0'dan küçük  $Q^2$  değerleri ise kestirimsel uygunluğun olmadığı anlamına gelmektedir. Aynı zamanda 0.02, 0.15 ve 0.35 değerleri seçilen dış değişken için iç değişkenin sırasıyla küçük, orta ve büyük kestirimsel uygunluğa sahip olduğunu gösterir.

Bu çalışmada  $Q^2$ , blindfolding prosedürü ile cross-validated redundancy yaklaşımı kullanılarak elde edilmiştir. Her bir gizil değişken için omisyon uzaklığı 6 alınmıştır. Tablo 4.11'de de görüldüğü gibi bütün dış gizil değişkenlerin  $Q^2$  değerleri 0'dan büyüktür, dolayısıyla bu değişkenler, kestirimsel uygunluğa sahiptir. Aynı zamanda modelin, Tutum haricindeki diğer dış değişkenler için büyük kestirimsel uygunluğa ( $Q^2 > 0.35$ ) sahip olduğu, Tutum değişkeni için ise orta kestirimsel uygunluğa ( $Q^2 > 0.15$ ) sahip olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.11. Kestirimsel uygunluk sonuçları**

Dış Gizil Değişkenler	Q <sup>2</sup>
Algılanan Fayda	0.593
Algılanan Kullanım Kolaylığı	0.388
Davranışsal Niyet	0.579
Tutum	0.303

#### 4.3.2. DASL kullanmayan öğrenenlerin nicel bulguları

Öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenlerini araştırmak için nitel durum çalışması bulguları ışığında 10 maddelik 7'li Likert tipi anket araştırmacı tarafından hazırlanmıştır (EK-6). Bu maddeler 1- kesinlikle katılmıyorum, 2- katılmıyorum, 3- biraz katılmıyorum, 4- kararsızım, 5- biraz katılıyorum, 6- katılıyorum, 7- tamamen katılıyorum şeklinde 7 kategoride ölçeklendirilmiştir.

Bu anketteki maddelerin ortalama değerleri kullanılarak genel bir çıkarım yapmak amaçlanmadığından maddeler birbirinden bağımsız olarak tek tek ele alınmıştır. Verilerin analizinde medyan, mod, ranj, frekans, yüzde gibi tanımlayıcı istatistikler ve parametrik olmayan testler kullanılmıştır (Boone ve Boone, 2012). Tablo 4.12'de mod, medyan ve ranj değerleri verilmiştir. Tablo 4.13'te ise frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

**Tablo 4.12. Öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenlerine ilişkin mod, medyan ve ranj değerleri**

Maddeler	Medyan	Mod	Ranj	Yüzde		
				25	50	75
1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.	3.000	1.0	6.0	1.000	3.000	4.000
2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.	2.000	1.0	6.0	1.000	2.000	4.000
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.	3.000	4.0	6.0	2.000	3.000	5.000
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.	3.000	1.0	6.0	1.000	3.000	5.000
5) Ders kitabı benim için yeterliydi.	4.000	4.0	6.0	2.000	4.000	5.000
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.	4.000	4.0	6.0	3.000	4.000	6.000
7) Sanal laboratuvarda deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.	6.500	7.0	6.0	4.000	6.500	7.000
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.	2.000	1.0	6.0	1.000	2.000	4.750
9) Sanal laboratuvarda yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.	1.000	1.0	6.0	1.000	1.000	4.000
10) Sistemi çok karmaşık buldum.	3.000	1.0	6.0	2.000	3.000	5.000

**Tablo 4.13.** Öğrenenlerin DASL’yi kullanmama nedenlerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Maddeler	1		2		3		4		5		6		7	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Madde1	32	38.10	9	10.71	11	13.10	20	23.81	3	3.57	1	1.19	8	9.52
Madde2	36	42.86	9	10.71	7	8.33	13	15.48	5	5.95	4	4.76	10	11.90
Madde3	16	19.05	12	14.29	15	17.86	19	22.62	10	11.90	4	4.76	8	9.52
Madde4	30	35.71	10	11.90	9	10.71	13	15.48	6	7.14	5	5.95	11	13.10
Madde5	17	20.24	6	7.14	11	13.10	21	25.00	11	13.10	10	11.90	8	9.52
Madde6	6	7.14	11	13.10	8	9.52	25	29.76	8	9.52	11	13.10	15	17.86
Madde7	9	10.71	2	2.38	4	4.76	7	8.33	7	8.33	13	15.48	42	50.00
Madde8	39	46.43	10	11.90	6	7.14	8	9.52	2	2.38	1	1.19	18	21.43
Madde9	44	52.38	9	10.71	8	9.52	11	13.10	1	1.19	3	3.57	8	9.52
Madde10	18	21.43	15	17.86	13	15.48	15	17.86	7	8.33	3	3.57	13	15.48

Tablo 4.12 ve Tablo 4.13 incelendiğinde öğrenenlerin en çok katıldıkları ifade %73.81 ile “Sanal laboratuvarında deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.” (Madde7) ifadesi olmuştur (Mdn=6.5, IQR=3). DASL, öğrenenlere kendi seçtikleri bir zamanda deneyleri yapmalarına izin verir. Ancak öğrenenlerin çoğu yetişkin olduğu için farklı sorumlulukları olabilmektedir. Ankete katılan öğrenenlerin çoğu çalışmaktadır. Dolayısıyla hem çalışmak zorunda olduklarından hem de diğer sorumluluklarından dolayı öğrenenler DASL’yi kullanma fırsatı bulamadıkları düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili birkaç öğrenenin açık uçlu anket sorusuna verdikleri cevaplar şu şekildedir:

“Çalışan bir öğrenci olarak fazla zaman bulamadım, Eskişehir’de laboratuvar ortamında daha gerçekçi bir deneyim kazanabileceğimi düşünüyorum.”

“İşten vakit bulmadığım için bu ve benzeri eğitim seçeneklerini kullanamıyorum.”

“Sistem mükemmel fakat uygulamaya zamanım olmadığından katılım gerçekleştiremedim.”

Zaman yetersizliğinden dolayı DASL’yi kullanamadığını belirten bir öğrenen, DASL’yi kullanması durumunda faydalı olabileceğini belirtmiş, farklı bir öğrenen de diğer uygulama dersleri için de böyle uygulamaların olabileceği önerisini getirmiştir:

“Sanal laboratuvarı ve ders videolarını bilgisayar karşısında oturup seyretme ya da uygulama zamanı bulamadım. Eminim ki zaman olsaydı bizlere faydası olurdu.”

“Aslında ilgimi çeken bir konu ama zaman yetersizliğinden inceleme fırsatım olmadı. Bu tip uygulamaların geliştirilmesini ve diğer dersler için de yaygınlaşmasını önemle arz ediyorum.”

Tablolara göre “Ders kitabı benim için yeterliydi.” (Madde5) ve “Eğitim videoları benim için yeterliydi.” (Madde6) ifadelerine öğrenenlerin katılma ve katılmama oranları birbirine yakındır. Öğrenenlerin bir kısmı DASL’yi kullanmama nedenlerini var olan

materyallerin yeterli olmasını bağlamıştır (Madde5 için %34.7 (Mdn=4, IQR=3); Madde6 için %40.5 (Mdn=4, IQR=3). Bir kısmı ise bu ifadelere katılmamıştır (Madde5 için %40.4 (Mdn=4, IQR=3); Madde6 için %29.7 (Mdn=4, IQR=3)).

Ayrıca “Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.” (Madde1, Mdn=3, IQR=3), “Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.” (Madde2, Mdn=2, IQR=3), “Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.” (Madde3, Mdn=3, IQR=3), “Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.” (Madde4, Mdn=3, IQR=4), “Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.” (Madde8, Mdn=2, IQR=3.8), “Sanal laboratuvarda yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.” (Madde9, Mdn=1, IQR=3) ve “Sistemi çok karmaşık buldum.” (Madde10, Mdn=3, IQR=3) ifadelerine çoğu öğrenenin katılmadığı görülmektedir. Ancak Madde1 ve Madde10 ile ilgili olarak üç öğrenen, anketteki açık uçlu soruya şu şekilde cevaplar vermiştir:

“İstenilen programı kuramadığım için sanal laboratuvarı kullanamadım.”

“Sistemin nasıl kullanılacağını çözemedim. Kullanamadım.”

“Sanal laboratuvar çok gerekli bir uygulama bence, ama daha kolay ve rahat kullanılabilir olması gerekliydi diye düşünüyorum. Kuvvetle muhtemel sanal laboratuvardaki deneyler yapılabilseydi, gerçek dersler daha anlaşılır ve kolay olacaktı.”

Bunların haricinde anketteki açık uçlu soruya bir öğrenen kullanmama nedeni olarak bilgisayarının olmamasını ve DASL uygulamasının mobil platformlarda çalışmamasını, başka bir öğrenen ise internet bağlantısının olmamasını göstermiştir.

“Sanal lab. ile ilgili bilgilendirme msj ı dikkatimi çekti ve belirtilen bilgi numarasını arayarak bilgi aldım. Bence çok faydalı bir uygulama fakat cep telefonundan uygulamadan yararlanamayacağımı öğrendim. Bilgisayarım olmadığı için faydalanamadım. Akıllı telefon uygulaması olursa çok daha iyi olurdu.”

“Her zaman internet erişimi olanağım olmadığından yapamadım.”

Bir öğrenen DASL kullanımının zorunlu tutulmadığı için öğrenenler tarafından kullanılmayacağını şu şekilde ifade etmiştir:

“Sanal uygulamalar zorunluluk olmadığı sürece insanların ilgisini çekeceğini sanmıyorum.”

Ayrıca iki öğrenen DASL uygulamasından haberdar olmadıkları için kullanmadıklarını belirtmiştir:

“Öyle bir uygulamadan haberim yoktu.”

“Sanal laboratuvarın yeterince reklam edilmediğini düşünüyorum”



Öğrenenlerin öğrenim, yaş ve deneyimlerine bağlı olarak DASL'yi kullanmama nedenleri arasında anlamlı fark olup olmadığının analizi için parametrik olmayan testler (Mann-Whitney U, Kruskal Wallis H testi) kullanılmıştır.

Öğrenenlerin öğrenim değişkenine göre DASL'yi kullanmama nedenlerinin ortalamaları arasında anlamlı düzeyde farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan Kruskal Wallis H testi sonuçları Tablo 4.14'te toplu olarak verilmiştir.

**Tablo 4.14.** Öğrenim değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları

Maddeler	Öğrenim	N	Sıra Ortalaması	X <sup>2</sup>	p
1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.	Lise	30	40.47	.529	.913
	Önlisans	9	46.56		
	Lisans	40	42.91		
	Yüksek Lisans	5	44.10		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.	Lise	30	36.05	3.703	.295
	Önlisans	9	43.56		
	Lisans	40	46.50		
	Yüksek Lisans	5	47.30		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.	Lise	30	44.32	4.930	.177
	Önlisans	9	32.17		
	Lisans	40	45.56		
	Yüksek Lisans	5	25.70		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.	Lise	30	35.17	7.335	.062
	Önlisans	9	49.22		
	Lisans	40	48.11		
	Yüksek Lisans	5	29.50		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
5) Ders kitabı benim için yeterliydi.	Lise	30	43.68	.171	.982
	Önlisans	9	41.11		
	Lisans	40	41.71		
	Yüksek Lisans	5	44.20		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.	Lise	30	36.28	4.501	.212
	Önlisans	9	45.33		
	Lisans	40	47.54		
	Yüksek Lisans	5	34.40		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
7) Sanal laboratuvarda deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.	Lise	30	42.38	.249	.969
	Önlisans	9	44.83		
	Lisans	40	41.66		
	Yüksek Lisans	5	45.70		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			

**Tablo 4.14. (Devam) Öğrenim değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları**

Maddeler	Öğrenim	N	Sıra Ortalaması	X <sup>2</sup>	p
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.	Lise	30	36.60	3.256	.354
	Önlisans	9	47.56		
	Lisans	40	45.01		
	Yüksek Lisans	5	48.70		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
9) Sanal laboratuvarlarda yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.	Lise	30	41.70	.158	.984
	Önlisans	9	41.67		
	Lisans	40	42.90		
	Yüksek Lisans	5	45.60		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
10) Sistemi çok karmaşık buldum.	Lise	30	42.52	1.882	.597
	Önlisans	9	32.50		
	Lisans	40	44.65		
	Yüksek Lisans	5	43.20		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			

Tablo 4.14'te verilen Kruskal Wallis H sonuçlarına göre öğrenenlerin öğrenim düzeyleri ile DASL kullanmama nedenlerinin puanları anlamlı düzeyde farklılaşmamaktadır.

Öğrenenlerin yaş değişkenine göre DASL'yi kullanmama nedenlerinin ortalamaları arasında anlamlı düzeyde farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan Kruskal Wallis H testi sonuçları Tablo 4.15'te toplu olarak verilmiştir.

**Tablo 4.15. Yaş değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları**

Maddeler	Yaş	N	Sıra Ortalaması	X <sup>2</sup>	p
1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.	20-29	29	32.93	7.356	.025
	30-39	39	47.65		
	40 ve üstü	16	47.28		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
	2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.	20-29	29		
30-39		39	45.55		
40 ve üstü		16	38.16		
<b>TOPLAM</b>		<b>84</b>			
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.		20-29	29	50.09	4.534
	30-39	39	39.22		
	40 ve üstü	16	36.75		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			

**Tablo 4.15. (Devam) Yaş değişkenine göre öğrenenlerin DASL kullanmama nedenlerine ilişkin kruskal wallis h testi sonuçları**

Maddeler	Yaş	N	Sıra Ortalaması	X <sup>2</sup>	p
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.	20-29	29	47.67	2.107	.349
	30-39	39	39.81		
	40 ve üstü	16	39.69		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
5) Ders kitabı benim için yeterliydi.	20-29	29	46.83	3.550	.170
	30-39	39	43.23		
	40 ve üstü	16	32.88		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.	20-29	29	44.64	.356	.837
	30-39	39	41.28		
	40 ve üstü	16	41.59		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
7) Sanal laboratuvar da deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.	20-29	29	39.43	1.033	.597
	30-39	39	45.05		
	40 ve üstü	16	41.84		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.	20-29	29	40.86	1.710	.425
	30-39	39	45.78		
	40 ve üstü	16	37.47		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
9) Sanal laboratuvar da yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.	20-29	29	43.26	.076	.963
	30-39	39	42.41		
	40 ve üstü	16	41.34		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
10) Sistemi çok karmaşık buldum.	20-29	29	41.26	.596	.742
	30-39	39	44.59		
	40 ve üstü	16	39.66		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			

Tablo 4.15'te de verildiği gibi Kruskal Wallis H testi sonucunda yaş değişkenine göre öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenleri arasında sadece "Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu." ifadesinde anlamlı farklılık bulunmuştur ( $X^2 = 7.356$ ,  $p < 0.05$ ). Grupların sıra ortalamaları dikkate alındığında, bu ifadede en yüksek sıra ortalaması 30-39 yaş arasındaki öğrenenlerde (47.65), en düşük sıra ortalaması 20-29 yaş grubundaki öğrenenlerde (32.93) olduğu görülmektedir. Bu ifadede gözlemlenen anlamlı farklılaşmanın kaynağını belirlemek amacıyla üç farklı grup için Mann Whitney U-testi yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi, Bonferroni düzeltilmesi (0.05/3) ile 0.0167 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak sadece 30-39 yaş grubu ile 20-29 yaş grubu öğrenenler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. 30-39 yaş grubunda yer alan öğrenenlerin 20-29

yaş grubunda yer alan öğrenenlere göre DASL'yi kurma konusunda daha fazla zorlandığı görülmüştür (Mann-Whitney U=361.500, p<0.0167).

Deneyim değişkenine göre öğrenenlerin DASL'yi kullanmama nedenlerinde anlamlı düzeyde farklılaşma olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

**Tablo 4.16.** Deneyim değişkenine göre mann whitney-u testi sonuçları

Maddeler	Deneyim	N	Sıra Ortalaması	Mann-Whitney U	p
1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.	Yok	40	50.86	545.500	.002
	Var	44	34.90		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.	Yok	40	51.56	517.500	.001
	Var	44	34.26		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.	Yok	40	28.51	320.500	.000
	Var	44	55.22		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.	Yok	40	38.00	700.000	.097
	Var	44	46.59		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
5) Ders kitabı benim için yeterliydi.	Yok	40	39.95	778.000	.353
	Var	44	44.82		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.	Yok	40	38.18	707.000	.114
	Var	44	46.43		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
7) Sanal laboratuvarlarda deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.	Yok	40	43.05	858.000	.833
	Var	44	42.00		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.	Yok	40	41.59	843.500	.729
	Var	44	43.33		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
9) Sanal laboratuvarlarda yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.	Yok	40	41.83	853.000	.793
	Var	44	43.11		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			
10) Sistemi çok karmaşık buldum.	Yok	40	50.60	556.000	.003
	Var	44	35.14		
	<b>TOPLAM</b>	<b>84</b>			

Tablo 4.16’da verilen Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre Madde1 (Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.), Madde2 (Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.), Madde3 (Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.) ve Madde10 (Sistemi çok karmaşık buldum.) ile deneyimleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre DASL’yi kullanmama nedenleri arasında sanal laboratuvarın kurulumunun zor olduğu düşüncesi, Devre Analizi ile ilgili deneyimi olmayan öğrenenlerde (Md=50.86), deneyimi olan öğrenenlere (Md=34.90) göre anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur (Mann-Whitney U=545.500,  $p < 0.01$ ). Ayrıca deneyim sahibi olmayan öğrenenler (Md=51.56), deneyim sahibi olan öğrenenlere (Md=34.26), göre sanal laboratuvarları anlamlı olarak daha az ilgi çekici bulmuşlardır (Mann-Whitney U=517.500,  $p < 0.01$ ). Kullanmama nedenleri arasında belirtilen Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahip olduğu düşüncesi deneyim sahibi olan öğrenenlerin (Md=55.22), deneyim sahibi olmayan öğrenenlere (Md=28.51) göre anlamlı olarak daha fazladır (Mann-Whitney U=320.500,  $p < 0.001$ ). Son olarak ise deneyim sahibi olmayan öğrenenler (Md=50.60), deneyim sahibi olan öğrenenlere (Md=35.14) göre sistemi daha karmaşık bulmuşlardır (Mann-Whitney U=556.000,  $p < 0.01$ ).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, açık ve uzaktan öğrenmede laboratuvar uygulamaları konusu ele alınarak, laboratuvar uygulaması olan derslerin uzaktan yapılabilmesiyle ilgili sorunlar ve geliştirilen çözümler incelenmiş ve sanal laboratuvarlar (SL) başta olmak üzere farklı laboratuvar türlerinin uzaktan eğitim kapsamında gerçekleştirilebilmesine yönelik yaklaşımlar ve gelişim süreçleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı'nda Devre Analizi Laboratuvarı dersi için öğrenenlere sanal laboratuvar ortamı sunularak öğrenme ortamları zenginleştirilmiş ve açık ve uzaktan öğrenenlerin sanal laboratuvar hakkında görüşleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ilk olarak nitel durum çalışması yürütülmüş ve daha sonra ise nicel araştırma yapılmıştır.

Nitel durum çalışması aşamasında Canvas Öğrenme Yönetim Sistemi aracılığıyla paylaşılan sanal laboratuvar hakkında öğrenenlerin görüşleri yarı-yapılandırılmış görüşme tekniği ile alınmış ve aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Sanal laboratuvarı kullanan öğrenenler, sanal laboratuvarı nasıl değerlendirmektedir?
2. Sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri nelerdir?

Nicel araştırma aşamasında ise Anadolium e-Kampüs sistemi aracılığıyla paylaşılan sanal laboratuvarı kullanan ve kullanmayan öğrenenlere yönelik hazırlanan anketler aracılığı ile veriler toplanmış ve aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanım niyetlerine etki eden faktörler nelerdir?
2. Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmama nedenleri ile yaş, öğrenim ve deneyim arasında anlamlı farklılık var mıdır?

### 5.1. Sonuçlar

Çalışmanın bu bölümünde nitel durum çalışması ve nicel araştırmaya ait sonuçlara yer verilmiştir.

#### 5.1.1. Nitel durum çalışmasına ilişkin sonuçlar

Bu çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında, öğrenenlerin sanal laboratuvar ile ilgili deneyimleri hakkında görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Veriler, “teknolojik”, “eğitsel”, “duyuşsal” ve

“tercihler” açısından incelenmiştir. Ayrıca sanal laboratuvarı kullanmayan öğrenenlerin kullanmama nedenleri ele alınmıştır.

Öğrenenlerin sanal laboratuvarı, kurulum açısından farklı değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Bazıları kurulum konusunda her hangi bir sıkıntı yaşamadığını belirtirken bazıları ise zorluk çektiğini ifade etmiştir. Bu durum öğrenenlerin bilgisayar ve internet teknolojileri konusundaki deneyim farklılıkları ile açıklanabilir. Mungania (2003)'ya göre öğrenenlerin çevrimiçi e-öğrenme ortamında başarılı olabilmesi için teknoloji kullanma becerisine sahip olması gerekir. Teknoloji kullanımı konusunda öğrenenler yeterli bilgiye sahip değil ise bu durum onlar açısından bir engel haline gelebilmektedir. Benzer şekilde Muilenburg ve Berge (2005), teknoloji ile ilgili engellerden birinin teknoloji kullanma becerilerindeki yetersizlik olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmadaki sanal laboratuvarın kurulumunun da, temel seviyede bilgisayar becerisi gerektirdiği açıktır. Sonuç olarak öğrenenlerin bir kısmı zorluk yaşasa da tüm öğrenenlerin sanal laboratuvarı kurarak deneyleri gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu durum, bilgisayar becerilerinin yanı sıra Canvas e-öğrenme sistemine eklenen sanal laboratuvarın kurulumu ile ilgili kısa eğitim videoları ve dokümanları ile açıklanabilir. Bu eğitim videolarının ve dokümanlarının kurulum konusunda sıkıntı yaşayan öğrenenlerin yaşadığı engelleri ortadan kaldırdığı söylenebilir. Ayrıca öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanımları konusunda herhangi bir sorun yaşamadıkları ve deneyleri gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu durum ise sanal laboratuvarın kullanıcı dostu olması, basit bir arayüze sahip olması ve deneyler için verilen ayrıntılı yönergeler ile açıklanabilir.

Canvas e-öğrenme sisteminde sanal laboratuvarın kurulumu ve kullanımı ile ilgili video ve doküman paylaşılmasına ve adım adım kurulum ve kullanımı anlatılmasına rağmen öğrenenlerin teknik açıdan yaşadıkları zorlukların anında giderilmesi gerektiği görülmüştür. Öğrenenlerin yaşadıkları bu zorluklar, görüşmelerde belirtilmemesine rağmen teknik destek ihtiyacını işaret etmektedir. Hricko (2002), öğrenenlerin teknolojik açıdan karşılaştıkları bu engelleri aşabilmesi için kurumların öğrenenlere teknik destek sağlaması gerektiğini belirtmektedir. Bir diğer çözüm ise öğrenenlerin teknolojiyi daha yakından tanımalarını sağlayacak çevrimiçi derslerin verilmesidir. Özetle sanal laboratuvar gibi yeni öğrenme araçlarının teknik zorluklar içerebileceği gözden kaçırılmamalıdır. Teknik rehberlik / destek hizmetlerinin sağlanması ve

öğrenenlerin sanal laboratuvarları kullanmadan önce bu konuda bilgilendirilmeleri onların deneyimlerini zenginleştirebilir ve çevrimiçi çalışmalarını kolaylaştırabilir.

Bu çalışmada kullanılan sanal laboratuvarın seçiminde, Devre Analizinde yapılan devreler ve bu devrelerde kullanılan ekipmanlar göz önünde bulundurulmuştur. Sanal laboratuvardaki amaç, görsel olarak gerçekçi bir deney ortamı sunmak yerine kurulan devrelerin altında yatan elektrik davranışlarının öğrenenler tarafından anlaşılmasıdır. Sanal laboratuvarın bu amaçla kullanılması, elektrik devrelerinin oluşturulması ve sonuçlarının alınması konusunda öğrenenlere fikir vermek için iyi bir yaklaşımdır. Gerçek laboratuvar ortamında yapılacak deneyler, sanal laboratuvarında daha basit parametreler, girdiler ve çıktılar ile yapılabilmektedir. Kısacası kullanılan sanal laboratuvar Devre Analizi deneylerinde bulunan ekipmanların ve olguların basitleştirilmiş bir temsilini içermektedir ve iki boyutlu olmasına rağmen gerçek laboratuvar ortamına benzer bir deneyim sağlamaktadır. Bu konu ile ilgili Devre Analizi konusunda deneyim sahibi olan öğrenenler, sanal laboratuvarın görsel ve işlevsel olarak daha fazla geliştirilmesi gerektiğini, bu haliyle sadece başlangıç aşaması için kullanılabileceğini belirtmiştir. Sanal laboratuvarında yapılan deneyler gerçek laboratuvar ortamındaki deneyleri karşılamasına rağmen görsel olarak biraz daha basit kaldığı belirtilmiştir. Bu sorunun sanal laboratuvarın iki boyutlu olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda sanal laboratuvarında malzeme çeşitliliğinin olmaması da belirtilen durumlar arasında yer almıştır. Alhalabi vd. (2000)'nin de belirttiği gibi öğrenenlerin sanal laboratuvardaki deneyimleri, geliştiriciler tarafından hazırlanan sanal laboratuvarın özellikleri ile sınırlı kalmıştır. Sonuç olarak Devre Analizi konusunda deneyim sahibi olan öğrenenler, deneyimlerini geliştirme konusunda bu şekilde bir sanal laboratuvarı yeterli görmemektedir.

Sanal laboratuvarların görsellik sorunu programlama ve grafik teknolojilerinin (sanal gerçeklik) gelişmesi ile giderilebilmekte ve sanal laboratuvarlar, gerçek laboratuvar deneyimleri sağlayabilecek nitelikte 3 boyutlu olarak sunulabilmektedir (Balamuralithara ve Woods, 2009). Öğrenenlerin öğrenme deneyimi üzerine yapılan bazı çalışmalarda, 3 boyutlu sanal ortamların, öğrenmeye olumlu katkılarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Scheucher vd., 2009; Koh vd., 2010; Rudman vd., 2010; Korakakis vd., 2012; Chau vd., 2013). Ancak Alessi (1988), gerçekliğin üst düzeye çıkarılmasının, daha az tecrübeli öğrenenler için zarar verici (verimsiz) olabileceğini ileri sürmüştür. Hatzipanagos (1997) ise görsel olarak iki farklı simülasyonu karşılaştığı



çalışmasında yüksek sunum gerçekliğine ve düşük karmaşıklığa sahip simülasyonların yeni öğrenenler için daha uygun olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Couture (2004), çalışmasında öğrenenlerin geçmiş deneyimlerinin, sanal laboratuvar konusunda gerçeklik yargıları açısından önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak Couture (2004)'a göre gerçekliğin daha da düşürülmesi riskli olacaktır. Sonuç olarak, sanal laboratuvarlarda gerçekçi öğrenme durumları sunulmak isteniyorsa, öğrencilerin önceki deneyimlerine daha fazla dikkat edilmelidir ve sanal laboratuvarları tasarlarken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Yapılan görüşmelerde bir öğrenen, sanal laboratuvarı okul derslerinin haricinde gerçek yaşamlarında veya işlerinde karşılaşılabilecekleri örnekleri de içermesi gerektiğini ifade etmiştir. Böylece sanal laboratuvar, kitabi bilgilerin ötesinde gerçek yaşam ile ilgili bilgileri öğrenebilecekleri ve uygulayabilecekleri değerli bir araç haline gelecektir. Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım programında öğrenim gören öğrenenlerin çoğu elektrik enerjisi alanında çalışan veya bu alanda çalışma planları olan yetişkinlerdir. Koretsky, Kelly ve Gummer (2011)'in de belirttiği gibi öğrenenlere endüstride uygulama yapma imkânı veren fırsatların sağlanması önemlidir. Bu yüzden öğrenenlere kendi alanlarına özgü deneyim sahibi olmalarını sağlayacak ortamlar hazırlanmalıdır. Öğrenenlere bu ortamların sunulmasının bir yolu da sanal laboratuvarlardır. Sanal laboratuvarlar, öğrenenlerin endüstride karşılaşılabilecekleri ve mevcut üniversite müfredatında bulunmayan problemleri deneyimleme ve çözme fırsatı tanımalıdır. Öğrenenlerin pratikte ihtiyaç duyacakları bilgi, beceri ve tutumları geliştirmek için sanal laboratuvarlar uygun şekilde tasarlanmalıdır. Böylece öğrenenler, öğrendikleri bilgiyi pratik bağlamda kullanma becerisi geliştirebilirler (Koretsky vd., 2011). Bu şekilde gerçek dünyayla benzer görevlerin yerine getirilmesi veya benzer ortamların sunulması öğrenme fırsatlarını artırarak deneyimleri destekler ve öğrenenlerin endüstride ihtiyaç duyabilecekleri pek çok beceriyi uygulamasına olanak tanır. Bu yaklaşım ile öğrenme deneyimleri daha gerçekçi olacak ve daha anlamlı hale gelecektir (Gilbuena, Kirsch ve Koretsky, 2012). Sonuç olarak Koretsky vd. (2011)'nin de belirttiği gibi sanal laboratuvarın teknoloji arayüzüne odaklanmak yerine, öncelikle öğrenen deneyimlerini esas alan öğretim tasarımı göz önüne alınmalıdır.

Görüşmelerde öğrenenlerin belirttiği bir diğer teknolojik durum ise esnekliktir. Sanal laboratuvarın, gerçek laboratuvara olan göreceli avantajlarından gelen esneklikler, öğrenenler tarafından sıkça dile getirilmiştir. Bunlar; deneylerin istenildiği kadar tekrar

edilebilmesi, yapılan hatalardan öğrenme şansı vermesi ve farklı doğa koşullarının sağlanmasıdır. Ayrıca uzaktan eğitim ortamına has özellikler olan zaman ve mekân bağımsızlığı, diğer bir ifadeyle istenilen zaman ve mekânda deneyleri gerçekleştirebilme imkânı, belirtilen diğer esneklikler arasındadır. Bu bulgular, Kaba (2012) ve Doiron (2009)'un çalışmalarıyla tutarlıdır. Bu çalışmalarda öğrenenlerin ve öğretim elemanlarının sanal laboratuvarlar hakkındaki algıları incelenmiştir. Kaba (2012)'nin çalışmasında, sanal kimya laboratuvarının zaman esnekliği sağlaması, tekrar imkânının bulunması, hata yapma özgürlüğü vermesi ve görsel zenginliği, öğrenenler ve öğretim elemanları tarafından belirtilen üstünlükler arasında yer almıştır. Doiron (2009) ise öğrenenlerin çoğunun çevrimiçi biyoloji laboratuvarı dersini seçmelerinin başlıca nedenlerini sunduğu esneklikler, öğrenenlerin kendi hızında çalışabilmesi ve kendi çizelgelerini oluşturabilmeleri olarak ifade etmiştir.

Öğrenenler tarafından esneklik konusunda belirtilen bir diğer konu ise mobilitedir. Mobil platformlar için sanal laboratuvarın olmaması çalışanlar ve bilgisayar sahibi olmayıp cep telefonu sahibi olanlar için sınırlılık olduğu belirtilmiştir. Yeni mobil teknolojilerin, iletişim-bilgi altyapısının ve e-öğrenme sistemlerinin hızla gelişmesi ile açık ve uzaktan öğrenme alanında mobil öğrenme veya m-öğrenme olarak adlandırılan yeni bir paradigma ortaya çıkmıştır. M-öğrenme ile her yerde ve her zaman öğrenmeyi destekleyen uygulamalara mobil cihazlar ile erişim mümkün hale gelmiştir (Glavinic, Kukec ve Ljubic, 2007). Mobil platformlar için sanal laboratuvarların hazırlanması ile öğrenenlerin sanal laboratuvarlara erişimi artırılabilir.

Yapılan görüşmeler sonucunda öğrenenlerin sanal laboratuvarı eğitsel açıdan oldukça yararlı bulduğu ortaya çıkmıştır. Sanal laboratuvar, görsel öğrenme imkânı sunarak Devre Analizi konusunda önemli pedagojik avantajlar sağlamaktadır. Sanal laboratuvarın sunduğu etkileşimli fonksiyonlar, öğrenenlere kendi öğrenmelerinde aktif bir rol vermektedir. Bu durum öğrenenleri pasif birer gözlemci olmaktan çıkararak yeni bilgiyi keşfedebilecekleri ve hatta üretebilecekleri öğrenme sürecinin aktif üyeleri haline getirir. Öğrenenlerin çoğu, sanal laboratuvarın sunduğu görsel öğrenme imkânı ile Devre Analizi konusunda teorik bilgilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda yaparak-yaşayarak öğrenme fırsatı bulduklarını, bu sayede bilgiyi zihinlerinde daha kolay yapılandırdıklarını ve daha kalıcı hale getirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu bulgular, sanal laboratuvarların, bilişsel alanda pozitif bir etkiye sahip olduğunu gösteren çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Sanal

laboratuvarların öğrenenlerin ders notlarını yükseltme, becerilerini geliştirme ve kavramsal bilgilerini güçlendirme konusunda da pozitif bir etkiye sahip olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Cameron, 2002; Campbell vd., 2002; Zacharia ve Anderson, 2003; Abdulwahed ve Nagy, 2009; Chaturvedi ve Dharwadkar, 2011). Ayrıca sanal laboratuvarların yüz yüze laboratuvarlar ile birleştirilmesiyle oluşturulan karma laboratuvar uygulamalarının etkililiğini inceleyen çalışmalar, karma laboratuvar uygulamalarının, bu laboratuvarların herhangi birinin tek başına kullanımından daha etkili olduğunu göstermektedir (Campbell vd., 2002; Kamlaskar, 2009; Farrokhnia ve Esmailpour, 2010). Bunun yanı sıra görüşmelerde öğrenenlerin çoğu, Sanal laboratuvarın, yüz yüze laboratuvar uygulamasında yapılacak deneylere hazırlıklı gelmelerini sağladığı yönünde olumlu görüş bildirmişlerdir. Deney düzeneğini oluşturma, deney malzemelerini tanıma ve malzemeleri doğru şekilde kullanma konularında sanal laboratuvarın yüz yüze laboratuvara daha iyi hazırladığı, öğrenenler tarafından dile getirilmiştir. Bu bulgu Dalgarno vd. (2004)'nin çalışmaları ile tutarlıdır. Dalgarno vd. (2004), üç boyutlu sanal kimya laboratuvarını yüz yüze laboratuvar ortamına destek materyali olarak kullanmış ve öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamına geldiklerinde deneyde kullanılacak araçların yerini saptama ve hangi araçlarla çalışılacağını bilme konusunda sanal laboratuvarların etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Öğrenenlerin eğitsel olarak sanal laboratuvarı yararlı buldukları bir diğer konu ise göreceli avantajlarıdır. Öğrenenlere kurum tarafından yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanmaları için uygulama kitapları ve deney videoları sunulmaktadır. Ancak bazı öğrenenler, uygulama derslerinin anlatımı için kullanılan kitapların tek başına yeterli olmadığını, sanal laboratuvar ile birlikte daha etkili olduklarını belirtmişlerdir. Kitapta ve videolarda anlatılan deneylerin, sanal laboratuvar ile desteklenmesi, öğrenenlere deneyleri uygulama fırsatı vermiş ve öğrenmelerinde daha etkili olmuştur. Kollöffel ve de Jong (2013)'un yarı deneysel çalışmalarında elektrik devreleri ile ilgili geleneksel müfredatın bilgisayar tabanlı uygulamalar ile veya sanal laboratuvar ile desteklendiği iki grup öğrencinin öğrenmelerini karşılaştırmış ve bu çalışmanın sonucunda sanal laboratuvarın kullanıldığı grupta öğrenmenin daha iyi gerçekleştiği görülmüştür.

Görüşmelerde bazı öğrenenler, deneylerini sanal laboratuvarında gerçekleştirirken takıldıkları yerlerde soru sorabilecekleri veya yardım alabilecekleri bir desteğe ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Öğrenenlerin sanal laboratuvarında deneyleri kendi başlarına

gerçekleştirebilmeleri için araştırmacı tarafından ayrıntılı deney yönergeleri hazırlanmıştır. Ayrıca bu deneylere ilişkin ayrıntılı bilgiler, kurumun basılı kitaplarında ve eğitim videolarında da mevcuttur. Buna rağmen bu deney yönergelerinin, kitapların ve videoların sorularına anında cevap bulabilmeleri konusunda yetersiz kaldığı görölmüştür. Gerçek laboratuvar ortamındaki gibi takıldıkları noktalarda öğretim elemanlarından anında yanıt alabilecekleri bir ortamın eksikliği hissedilmiştir. Dolayısıyla çevrimiçi ortamda deneyler konusunda anında geri bildirim alabilecekleri bir sistemin olması, öğrenenler açısından oldukça önemlidir. Bu sebeple deneylerin öğrenenler açısından sorunsuz bir şekilde yürütölebilmesi için akademik desteğe / rehber ihtiyaa duyulduğu görölmektedir.

Öğrenenlere anlamlı ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi kazandırmada destek hizmetleri önemli bir rol oynamaktadır. Öğrenenler, öğrenme ortamına bir dizi beceri, deneyim ve beklenti ile gelmektedirler. Hughes (2004)'un da belirttiği gibi kurumlar, öğrenenler arasındaki bu farklılıkları göz önünde bulundurmalı, onların ihtiyaçlarını belirlemeli ve öğrenenler açısından hangi destek hizmetinin önemli olduğunu belirleyerek esnek, kolay ve sürekli erişilebilir destek hizmetleri sunmalıdır. Bu çalışmada öğrenenlerin iki tür desteğe ihtiyacı olduğu görölmüştür. Birincisi teknik destek, ikincisi akademik destektir. Bu destekler e-posta adresi ve sistemde bulunun tartışma panosu ile verilse de yeterli gelmediği ve öğrenenlerin anında destek alabilmesi, karşılaştıkları engellerin ortadan kaldırılması için daha önemli olduğu görölmüştür. Öğrenenlere ihtiyaa duydukları anda birebir yardım sağlanmalıdır. Bu yüzden öğrenenlerin çalışmalarını kolaylaştırmak ve hızlandırmak için telefon gibi canlı destek hizmetlerine ihtiyaa duyduğu açıktır.

Öğrenenlerin çoğu, sanal laboratuvarı olumlu bir deneyim olarak algıladıklarını, ortamdaki memnun kaldıklarını ve sistemi başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Öğrenen memnuniyeti, eğitsel çalışmalarda sıklıkla üzerinde durulan bir konudur. Öğrenenlerin öğrenme deneyimlerinden memnun kaldıklarında, daha üst seviyede performans gösterdiği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Öğrenen memnuniyeti, uzaktan öğrenenlerin başarılarının ve başarısızlıklarının belirlenmesinde anahtar değişkenlerden biri olarak görölmektedir (Yukseltürk ve Yıldırım, 2008). Alanyazında sanal laboratuvarlar ile ilgili yapılan çalışmalarda öğrenenlerin sanal laboratuvar deneyimlerinden memnun kaldıkları görölmüştür (Marchevsky, Relan ve Baillie, 2003; Durán vd., 2007; Cobb vd., 2009; Doiron, 2009). Doiron (2009) çalışmasında çevrimiçi

kimya laboratuvar sınıfında yaşanan sorunlara (teknolojik sorunlar, geri bildirim eksikliği vs.) rağmen öğrenenlerin ve öğretim elemanlarının çevrimiçi sanal laboratuvar sınıfı deneyiminden memnun kaldıkları belirlenmiştir. Cobb vd. (2009) çalışmalarında Second Life platformu kullanılarak geliştirilen sanal biyoloji laboratuvarı ile ilgili öğrenenlerin algılarını incelemiştir. Bu çalışmada öğrenenlerin sanal laboratuvar deneyiminden oldukça memnun kaldığı ve bu sistemi tekrar kullanmak istedikleri görülmüştür. Marchevsky, Relan ve Baillie (2003) tarafından yürütülen çalışmada, sanal patoloji laboratuvarı, tıp fakültesi öğrenenlerinin kullanımına sunulmuştur. Bu ortamı kullanan öğrenenlerin derse katılımlarında artış olduğu tespit edilmiştir ve memnuniyetlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Durán vd. (2007), çalışmalarında elektrik makineleri dersi için kullanılan bir simülasyonun öğrenci memnuniyeti üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yapılan görüşmelerde bazı öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanma yönündeki motivasyonlarının, kurumun isteği ve sanal laboratuvarında deneyleri gerçekleştirdikten sonra aldıkları puanlar tarafından etkilendiği görülmüştür. Bu bulguya göre öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmalarında dışsal motivasyonun etkili olduğu söylenebilir. Hofmann (2003)'a göre öğrenenler için yeterli motivasyonu sağlamak, başarılı bir çevrimiçi öğrenme ortamı yaratmak için gerekli olan kritik faktörlerden biridir. Yapılan araştırmalar, öğrenen motivasyonunun önemini sıklıkla vurgulamaktadır (Shih ve Gamon, 2001; Kim, 2004; Dantas ve Kemm, 2008). Araştırmalar, yüksek motivasyona sahip öğrenenlerin, zor görevlerin üstesinden gelme konusunda daha istekli olduğunu, öğrenme ortamında daha fazla aktif katılım gösterdiklerini ve öğrenmelerinden daha fazla keyif aldıklarını göstermektedir. Öğrenme sürecinde hangi motivasyon türünün daha etkili olduğuna ilişkin farklı görüşler bulunmaktadır. Bu çalışmada öğrenenler tarafından çoğunlukla dışsal motivasyon belirtilmesine rağmen iç motivasyonun da sanal laboratuvar kullanımında etkili olduğu düşünülmektedir. Çevrimiçi ortamlarda içsel motivasyonun önemine değinen çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Delialioğlu (2004), karma bir öğrenme ortamında öğrenenlerin, içsel motivasyonlarının, dışsal motivasyonlarına göre daha önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Delialioğlu (2004)'nın çalışmasında dışsal motivasyona sahip öğrenenler, motivasyonlarını daha çabuk kaybetme eğilimi göstermiştir. İçsel motivasyonun ise öğrenmeyi etkileyen kritik bir faktör olduğunu belirtmiştir. Lee ve Park (2003), çalışmalardaki motivasyon türleri ile ilgili bu çelişkili bulguları, öğrenenler arasındaki

farklılıklara bağlamıştır. Örneğin, içsel motivasyon, yetişkin öğrenenler gibi güçlü bir şekilde hedefe odaklı öğrenciler için daha etkili olabilirken, dışsal motivasyon, çalışmak zorunda olduğunu hisseden öğrenciler için daha iyi olabilir.

Yapılan görüşmeler sonucunda iki öğrenenin sanal laboratuvar ile ilgili algısında Devre Analizi konusunda sahip olduğu özyeterliliğin etkili olduğu görülmüştür. Devre Analizi özyeterliliği ile sanal laboratuvar algısı arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Bir öğrenen, Devre Analizi konusunda kendini yetersiz hissetmesi nedeniyle sanal laboratuvarı kullanma ihtiyacı hissederken, ilerleyen süreçte bilgi sahibi olmaya başlamasıyla birlikte sanal laboratuvarın basit kaldığını ifade etmiştir. Ancak diğer taraftan Devre Analizine yönelik yüksek özyeterlilik algısına sahip bir öğrenen sanal laboratuvarın kullanımını kolay bulduğunu ifade etmiştir. Devre analizinde kullanılan malzemelerin tanıdık olması, sanal laboratuvarda deneylerin daha rahat yapılabilmesini sağlamıştır.

Bu çalışmada Devre Analizi için kullanılan sanal laboratuvar ortamı, yüz yüze laboratuvar ortamında yapılacak deneylere hazırlık amacıyla destekleyici bir materyal olarak kullanılmıştır. Böylece her iki laboratuvar uygulamasının avantajlarını içerebilmesi ve olumsuz yönlerinin mümkün olduğunca azaltılmasıyla öğrenenlerin uygulama becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ancak görüşmelerde öğrencilerden sanal laboratuvar ortamı ile yüz yüze laboratuvar ortamını karşılaştırmaları istenmiş ve iki uygulama ortamı arasındaki tercihleri sorulmuştur.

Öğrenenlerin çoğunluğu yüz yüze laboratuvar ortamının sağladığı avantajlar dolayısıyla yüz yüze laboratuvarı tercih ettiklerini belirtmiştir. Yüz yüze laboratuvar aracılığı ile gerçek laboratuvar deneyimine sahip olmaları, gerçek araçlarla deney yapmaları, bu sayede belirli motor becerilerini kazanmaları bu tercihlerinin başlıca sebeplerini oluşturmaktadır. Ayrıca deneyleri yaparken öğretim elemanlarından anında akademik ve teknik yardım almaları belirtilen sebepler arasında yer almıştır. Öğrenenlerin sanal laboratuvar deneyimleri eğitsel ve duyuşsal açıdan pozitif olmasına rağmen laboratuvar derslerini sadece sanal laboratuvarda gerçekleştirmeyi tercih etmedikleri görülmüştür. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamını sanal laboratuvarlara tercih ettikleri görülmüştür (Candelas vd., 2005; Corter vd., 2007; Stuckey-Mickell ve Stuckey-Danner, 2007). Örneğin Stuckey-Mickell ve Stuckey-Danner (2007)'nin çalışmasında öğrenenlerin yüz yüze laboratuvarları, sanal laboratuvarlara tercih ettiği görülmüştür. Öğrenenlerin bu

tercihlerinde sanal laboratuvar da yüz yüze laboratuvar ortamındaki gibi deney malzemelerine müdahale edememeleri ve öğretmenleri ile etkileşim kuramamaları etkili olmuştur. Corter vd. (2007), bir mühendislik dersinde yüz yüze laboratuvar, sanal laboratuvar ve uzaktan erişimli laboratuvarlar için öğrenme çıktılarını ve öğrenenlerin laboratuvar tercihlerini araştırmışlardır. Öğrenenlerin sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarların kolaylık ve güvenilirlik gibi özelliklere sahip olmasından kaynaklı avantajlarına rağmen yüz yüze laboratuvarları tercih ettiği görülmüştür. Candelas vd. (2005)'nin çalışmasında da sanal laboratuvarlar veya uzaktan erişimli laboratuvarlar öğrenenler tarafından memnuniyetle kabul edildiği görülmüştür. Ancak öğrenenler, sınıf arkadaşları ile koordinasyonlu çalışabilecekleri, öğretmen desteğini alabilecekleri yüz yüze laboratuvarları daha fazla tercih etmiştir. Genel olarak sanal laboratuvarlar, yüz yüze laboratuvarı destekleyici bir materyal olarak görülmekte ve hiçbir zaman yüz yüze laboratuvarın yerine geçemeyeceği savunulmaktadır.

Öğrenenlerin çok az bir kısmı ise sanal laboratuvarın geliştirilmesi, destek hizmetlerinin sağlanması ve daha etkileşimli bir ortamın oluşturulması ile sanal laboratuvar ortamının tek başına yeterli olabileceğini ifade etmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da bu yönde bulgular yer almaktadır (Flowers, 2011; Pyatt ve Sims, 2012). Pyatt ve Sims (2012)'in çalışmasında öğrenenlerin hem sanal laboratuvara hem de yüz yüze laboratuvara yönelik olumlu tutumlara sahip olduğu görülmüş ve öğrenenlerin laboratuvar deneyimleri için sanal laboratuvarı tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Flowers (2011), öğrenenlerin sanal laboratuvarları yüz yüze laboratuvarlara tercih ettiğini belirtmiştir.

Bu çalışmada öğrenenlerin sanal laboratuvarı tercihlerindeki önemli sebeplerden biri ise sanal laboratuvarın mekân bağımsızlığı sağlamasıdır. Yüz yüze laboratuvarda belirli bir mekâna gelmek zorunda olmaları, iş yerlerinde sıkıntılarla karşılaşmalarına neden olabilmektedir. Bu gibi olumsuzlukların sanal laboratuvar ortamı kullanılarak giderilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca sanal laboratuvarların tek başına yetersiz olduğu ve yüz yüze laboratuvarlar ile desteklenmesi durumunda öğrenmenin daha iyi gerçekleşeceği de bir öğrenen tarafından belirtilmiştir. Daha önceki çalışmalarda da bu yönde bulgular yer almaktadır (Toth vd., 2009; Rutten, van Joolingen ve van der Veen, 2012). Toth vd. (2009)'nin çalışmasında biyoloji dersi için sanal ve yüz yüze laboratuvar uygulamalarından oluşan karma model öğrenenlere sunulmuştur. Yarı deneysel bu çalışmada gruplar arasında laboratuvar sırası (önce sanal laboratuvar alan

grup veya önce yüz yüze laboratuvar alan grup) farklılık göstermektedir. Çalışmanın nitel sonuçlarına göre öğrenenlerin yüz yüze laboratuvardan önce sanal laboratuvarı kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür. Rutten, van Joolingen ve van der Veen (2012)'in çalışmasında belirttiği gibi laboratuvar becerilerinin edinilmesinde sanal laboratuvarlar tek başına yeterli olmamaktadır. Sanal laboratuvarların, yüz yüze laboratuvar öncesi bir eğitim ortamı olarak sunulması, laboratuvar faaliyetlerinin daha etkili hale getirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Bu çalışmada sanal laboratuvarı kullananların yanı sıra kullanmayan öğrenenlerle de görüşülmüş ve bu öğrenenlere sadece sanal laboratuvarı neden kullanmadıkları sorulmuştur. Öğrenenlerin kullanmama nedenlerine verdikleri yanıtlar çeşitlilik göstermiştir. Teknolojik olarak yaşadıkları sıkıntılar bu nedenlerin bunların başında gelmektedir. Canvas Öğrenme Yönetim Sistemine giriş yapamamaları veya sanal laboratuvarı kuramamaları, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanamamasına neden olan teknolojik engeller olduğu görülmüştür. Daha önce de bahsedildiği gibi öğrenenlerin yaşadıkları bu zorlukların ortadan kaldırılması için sağlanacak bir teknik destek hizmeti veya sanal laboratuvarın tanıtımı için çevrimiçi derslerin verilmesi ile öğrenen deneyimleri zenginleştirilebilir ve sanal laboratuvar kullanımı kolaylaştırılabilir. Öğrenenlerin belirttiği bir diğer neden ise zaman sıkıntısıdır. Öğrenme yönetim sisteminin öğrenenlerle paylaşılma tarihi ile yüz yüze laboratuvara gelme tarihleri arasında sürenin kısa olduğu ve iş sorumluluklarından dolayı zamanın yeterli olmadığı belirtilmiştir. Öğrenenlerin çoğu çalışan, ailelerine karşı sorumlulukları olan yetişkinlerdir ve öğrenimlerine ayırabildikleri zaman kısıtlıdır. Bu yüzden zaman kısıtlamalarını ortadan kaldıran esnek ortamların sunulması, öğrenenlerin kendi çalışma programlarını yapabilmeleri açısından önemlidir. Dolayısıyla öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanmaları için sanal laboratuvarın daha önceden paylaşılması gerektiği görülmüştür. Sanal laboratuvarı kullanmama nedenini bir öğrenen, Devre Analizi konusunda bilgi sahibi olmasına bağlamış ve böyle bir sistemin Devre Analizi ile ilgili bilgi ve tecrübe sahibi olmayan öğrenenler için daha uygun olduğunu belirtmiştir. Farklı bir öğrenen ise yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanma ihtiyacı duymadığı için sanal laboratuvarı kullanmadığını belirtmiştir. Bunun nedenini ise yüz yüze laboratuvarda öğretim elemanlarının yapılan deneyleri anlatmasına, gruplar halinde yapılan deneylerde uygulama yapma sorumluluğu hissetmemesine ve not kaygısının olmamasına bağlamıştır.



Çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında öğrenenlerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrenme yönetim sistemi ve sanal laboratuvarlar ile ilgili iyileştirmeler yapılması gerektiği görülmüştür. 2015 yılında Nitel durum çalışması aşamasında kullanılan Canvas Öğrenme Yönetim Sistemi, öğrenenlerin Açıköğretim Fakültesi'nde kayıtlı olduğu ve diğer dersleri için kullandıkları sistemden bağımsız bir platformdur ve sadece Devre Analizi Laboratuvarı dersi için kullanılmıştır. Canvas'ta öğrenenlerin kullanıcı adı ve şifreleri Açıköğretim sisteminde kullanılan kullanıcı adı ve şifrelerinden farklı olduğu için sisteme girişte sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Anadolu Üniversitesi'nin 2016 yılında Blackboard tabanlı Anadolium eKampüs sistemine geçmesi ile bu ders eKampüs platformuna taşınarak diğer dersleri ile bir arada sunulmuş ve bu sayede 2016 yılında yürütülen nicel araştırma aşamasında öğrenenlerin sisteme giriş sorunları ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca nicel araştırma aşamasında, nitel durum çalışması aşamasında da kullanılan iki boyutlu sanal laboratuvarın yanı sıra devre analizi deneylerinde kullanılan malzemelerin ve süreçlerin gerçekçi bir temsilini içeren üç boyutlu bir sanal laboratuvar da öğrenenlerle paylaşılmıştır. Üç boyutlu sanal laboratuvar, iki boyutlu sanal laboratuvarın aksine bir tarayıcı aracılığı ile çevrimiçi olarak çalışabilmektedir. Öğrenenlere iki ve üç boyutlu sanal laboratuvar fırsatı sunulması ile öğrenenler dilediği sanal laboratuvarı kullanarak deneyleri gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Son olarak da öğrenenlerin canlı destek alabilecekleri araştırmacıya ait özel bir telefon numarası, Anadolium eKampüs platformu ve mesaj yoluyla öğrenenlere iletilmiştir. Bu şekilde öğrenenlerin karşılaştıkları sorunlarla ilgili anında yanıt alabilmeleri sağlanmıştır.

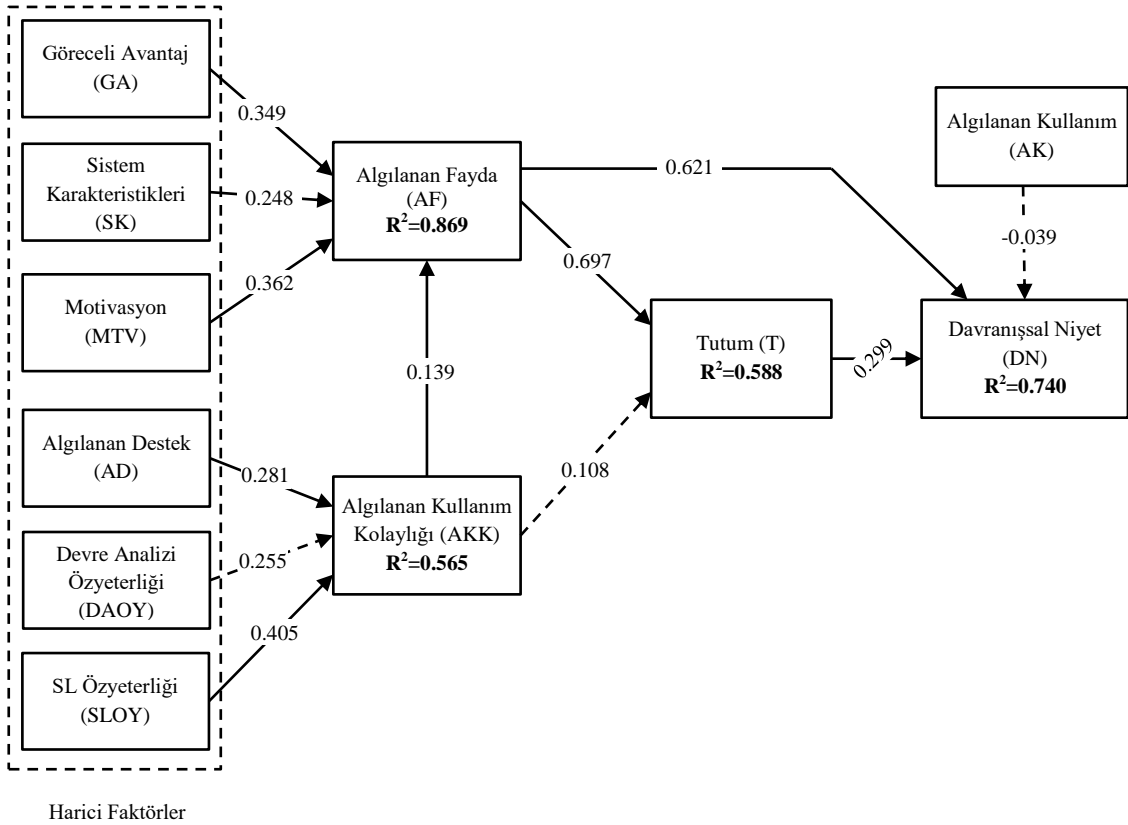
## **5.1.2. Nicel araştırmaya ilişkin sonuçlar**

### ***5.1.2.1. SL kullanım niyetlerini etkileyen faktörlere ilişkin sonuçlar***

Alanyazın incelenmesi ve nitel durum çalışması bulguları sonucunda, Teknoloji Kabul Modeli'nin, sanal laboratuvarların kabulü konusunda araştırma modelini oluşturmada uygun olduğu görülmüştür. Bu yüzden araştırma modeli, teknoloji kabul modelinin temel bileşenleri üzerine yapılandırılmıştır. Bu bileşenler; algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda, tutum ve niyettir. Nitel bulgular ışığında modele, algılanan faydayı ve algılanan kullanım kolaylığını etkileyebilecek altı harici değişken (göreceli avantaj, motivasyon, sistem karakteristikleri, devre analizi özyeterliliği, algılanan destek

ve sanal laboratuvar özyeterliği) eklenmiştir. Ayrıca gerçek kullanımın, niyet ile tahmin edildiği orijinal teknoloji kabul modellerinin aksine bu çalışmada gerçek kullanım (algılanan kullanım) araştırma modeline gelecekteki sanal laboratuvar kullanım niyetinin potansiyel yordayıcısı (tahmin edicisi) olarak eklenmiştir. Araştırma modelinin oluşturulmasının ardından geliştirilen ölçme aracı ile toplanan verilerin analizinde Kısmi En Küçük Kareler yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır.

Nicel araştırmanın bulguları, geliştirilen araştırma modelindeki değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin çoğunu desteklediğini göstermektedir. Araştırmanın sonuçları 12 hipotezden 9 tanesini doğrulamaktadır. Şekil 5.1’de desteklenen hipotezler düz çizgi ile gösterilirken desteklenmeyen hipotezler kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Dolayısıyla geliştirilen araştırma modelinin, sanal laboratuvar kullanımının davranışsal niyetini anlamaya ve açıklamaya yardımcı olması için yararlı bir teorik model olduğu söylenebilir.



Şekil 5.1. Araştırma modeli sonuçları

Sonuçlar, algılanan fayda, tutum ve algılanan kullanım değişkenlerinin öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanma niyetlerindeki varyansın %74'ünü açıkladığını göstermektedir. Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanma niyeti üzerine doğrudan etkisinin en güçlü olduğu değişken Algılanan Fayda olmuştur. Öğrenenler, yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanma, devre elemanlarını tanımasına yardım etme veya yüz yüze laboratuvarda gerçekleştirecekleri deneylerde performanslarını artırma gibi konularda sanal laboratuvarın yararlı olduğunu düşünürse sanal laboratuvarı daha fazla kullanacaklardır. Bunun anlamı öğrenenlerin sanal laboratuvarları kullanımından dolayı algıladıkları faydanın, sahip oldukları olumlu ya da olumsuz hislere bakılmaksızın sanal laboratuvarı kullanmaya yönelik niyetlerini olumlu yönde etkilemesidir. Sonuçlar ayrıca, öğrenenlerin tutumlarının davranışsal niyet üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu da göstermektedir. Yani öğrenenler, sanal laboratuvar kullanımına yönelik olumlu duygular taşıdıkları zaman, sanal laboratuvarı kullanma ihtimalleri daha yüksek olacaktır. Ayrıca, Tutum değişkeni, algılanan fayda ile sanal laboratuvar kullanım niyetleri arasındaki ilişkiye aracılık eden bir değişken olarak da işlev görür. Yani niyet üzerinde, algılanan faydanın hem doğrudan hem de dolaylı bir etkisi bulunmaktadır. Son olarak Algılanan Kullanımın, öğrenenlerin tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Algılanan Fayda ve Algılanan Kullanım Kolaylığı değişkenleri öğrenenlerin sanal laboratuvara yönelik tutumlarındaki varyansın %58,8'ini açıklamaktadır. Sonuçlar, öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanımlarını etkileyen tutumlarını belirlemede sadece Algılanan Faydanın anlamlı bir etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Algılanan Kullanım Kolaylığı, TKM'nin temel yapı taşlarından biri olmasına rağmen, bu çalışmada öğrenenlerin tutumları üzerinde doğrudan anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bununla, öğrenenlerin sanal laboratuvara yönelik tutumlarında, sanal laboratuvarın algılanan faydalarının daha önemli olduğu, ancak sanal laboratuvar kullanımının ne kadar kolay veya zor olduğuyla ilgili algılarının önemli olmadığı sonucunu çıkartabiliriz. Ancak Algılanan Kullanım Kolaylığının, Algılanan Fayda aracılığı ile tutum ve niyet üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Bu çalışmada algılanan kullanım kolaylığı-kullanım niyeti arasındaki ilişkinin anlamlı çıkmaması TKM'ye ters düşmesine rağmen bu sonuca benzer sonuçlar barındıran çalışmalar da bulunmaktadır (Sun ve Cheng, 2009; Camarero ve diğerleri, 2012; Tan, 2015).

Önerilen modelin sonuçları, harici faktörler ile öğrenenlerin sanal laboratuvara yönelik tutumları ve kullanım niyetleri arasındaki ilişkilerin yönlendirilmesinde algılanan kullanım kolaylığının ve algılanan faydanın önemini ortaya koymaktadır. Önerilen model, algılanan fayda ve kullanım kolaylığına ilişkin inançların, kısmen, harici faktörler ile tutum ve niyet arasındaki ilişkiye aracılık ettiğini göstermektedir.

Sonuçlar, Algılanan Kullanım Kolaylığı, Göreceli Avantaj, Motivasyon ve Sistem Karakteristikleri değişkenlerinin algılanan faydadaki varyansın %86.9'unu açıkladığını göstermektedir. Sanal laboratuvarların kolay kullanılması, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmaya yönelik iç ve dış motivasyonları, yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlama açısından kitap, video gibi var olan öğrenme araçlarının tamamlayıcısı olarak sanal laboratuvar kullanımının sağladığı avantajlar ve son olarak da öğrenenlerin sanal laboratuvar ortamının görsel ve işlevsel olarak gerçek bir laboratuvar ortamına benzerliği açısından algıları, öğrenenlerin yüz yüze laboratuvara hazırlanmasında sanal laboratuvarların faydaları konusundaki algılarını doğrudan ve tutumlarını ise dolaylı olarak etkilemektedir. Sonuç olarak, sanal laboratuvar kullanımının açık, kolay ve anlaşılır olduğunu, deneylerin yüz yüze laboratuvardaki gibi gerçekleştirilebileceğini ve sanal laboratuvarların var olan öğrenme materyallerinin tamamlayıcısı olduğunu düşünen yüksek motivasyona sahip öğrenenler, sanal laboratuvarın kazandırdıkları ile ilgili olumlu düşünceye sahip olacaklardır. Dolayısıyla sanal laboratuvarı kullanma yönündeki tutumları olumlu olacak ve kullanım niyetleri de artacaktır. Bu bulgu, öğrenenlerin ihtiyaçlarını dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve söz konusu sanal laboratuvarın bu ihtiyaçlarının etkili bir şekilde karşılayabilmesi için geliştiricilere, tasarımcılara ve kurumlara yol göstermektedir.

Son olarak Algılanan Destek, Sanal Laboratuvar Özyeterliliği ve Devre Analizi Özyeterliliği değişkenleri, algılanan kullanım kolaylığındaki varyansın %56,5'ini açıklamaktadır. Öğrenenlere teknik ve akademik konularda sağlanan destek, onların sanal laboratuvarda çaba gerektirmeden, kolay bir şekilde deneylerini gerçekleştirebilecekleri yönündeki inançlarını etkileyecektir. Öğrenenler, sanal laboratuvarı kullanırken teknik sıkıntılarla karşılaşabilirler veya deney düzeneğini kurma konusunda teorik olarak yol gösterici bir kişinin olmamasından kaynaklı problemler yaşayabilirler. Böyle durumlar yüzünden öğrenenler, sanal laboratuvarın zor ve karmaşık bir teknoloji olduğunu düşünebilir. Bu yüzden tasarımcıların ve kurumların, öğrenenlerin sıkıntılarını çözebilmeleri ve sanal laboratuvar ile ilgili olası

sorunlarına cevap verebilmeleri için daha fazla yardım seçeneği ve destek hizmetleri sunmaları önemlidir. Böylece öğrenenler, destek yoluyla sanal laboratuvar ve deneyler hakkında daha fazla bilgi edinecek ve sanal laboratuvar hakkındaki kolaylık algıları olumlu olacaktır.

Öte yandan Sanal Laboratuvar Özyeterliğinin Algılanan Kullanım Kolaylığı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanma konusunda yeteneklerinin ve kapasitesinin farkında olması kolaylık algılarını olumlu etkileyecektir. Özyeterliğe sahip öğrenenler, sanal laboratuvar ile ilgili karşılaştıkları sıkıntıların üstesinden gelme eğilimleri ve çabaları daha yüksek olacağından sanal laboratuvarın kullanımını diğer öğrenenlere göre daha kolay bulacaktır. Ancak öğrenenlerin Devre Analizi konusundaki özyeterliklerinin, Algılanan Kullanım Kolaylığı üzerinde doğrudan ve tutum ve niyet üzerinde ise dolaylı etkisi olmadığı görülmektedir. Nitel görüşmeler sonucunda ortaya çıkan ve devre analizi konusunda özyeterliğe sahip öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanımını daha kolay algıladığı yönündeki eğilimleri sonucunda ortaya atılan Algılanan Kullanım Kolaylığı ve Devre Analizi Özyeterliği arasında pozitif yönde olacağı yönünde geliştirilen hipotez doğrulanamamıştır.

Sanal laboratuvar uygulamasının başarılı olabilmesi için öncelikle öğrenenler tarafından kabul edilmesi ve kullanılması gerekir. Bu yüzden sanal laboratuvar kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılması, kurumlar, geliştiriciler ve tasarımcılar açısından önemlidir. Bu çalışma, önerilen modelin öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanma niyetlerini etkileyen faktörleri öngörmek ve anlamak için faydalı bir teorik çerçeve olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

#### **5.1.2.2. SL kullanmayanlara yönelik nicel araştırma sonuçları**

Öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmama nedenlerini araştırmak için nitel durum çalışması bulguları ışığında anket hazırlanmış ve analiz edilmiştir. Öğrenenlerin ankete verdikleri yanıtlarda en çok katıldıkları ifadenin “Sanal laboratuvarda deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.” olduğu görülmüştür. Öğrenenlerin çoğunluğu ev ve iş sorumlulukları olan yetişkin bireylerdir. Bu yüzden, derslerine ayıracakları zamanın kısıtlı olduğu söylenebilir. Çalışmanın nitel durum çalışması aşamasında öğrenenlerle görüşmeler sonucunda da ortaya çıkan bu bulgu, öğrenenlerin sanal laboratuvarda uygulamalarını yapabilmeleri için daha geniş bir zaman aralığı verilmesi gerektiğinin

önemini ortaya koymaktadır. Böylece öğrenenler çalışma programlarını, kendi sorumlulukları çerçevesinde ayarlayarak yüz yüze laboratuvar ortamına daha hazırlıklı gelebilirler.

Öğrenenlerin öğrenim, yaş ve deneyimlerine bağlı olarak sanal laboratuvarı kullanmama nedenleri arasındaki farklılıkları analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğrenim düzeyinin, kullanmama nedenlerinde belirleyici bir etken olmadığını göstermektedir. Yaş ve deneyimleri ile ilişkili kullanmama nedenleri incelendiğinde ise bu iki değişkene bağlı olarak bazı ifadelerde anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Anketteki “Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.” ifadesine çoğu öğrenenin (%61,9) katılmadığı görülmesine rağmen farklı yaş gruplarındaki kullanmama nedenlerine bakıldığında sadece bu ifade için anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmiştir. Grupların sıra ortalamaları dikkate alındığında, bu ifadede en yüksek sıra ortalaması 30-39 yaş arasındaki öğrenenlerde, en düşük sıra ortalaması ise 20-29 yaş grubundaki öğrenenlerde olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile ileri yaş grubundaki öğrenenlerin, düşük yaş grubundaki öğrenenlere göre sanal laboratuvarın kurulumunda nispeten daha fazla zorlandıkları söylenebilir. Bu durum, genç nesil öğrenenlerin teknoloji ile kurdukları bağın, ileri yaştaki yetişkinlere oranla daha yüksek olması ve dolayısıyla bilgisayar ve internet teknolojileri konusundaki öz yeterlilikleri ile ilişkilendirilebilir.

Anketteki “Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.”, “Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.”, “Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.” ve “Sistemi çok karmaşık buldum.” ifadelerine öğrenenlerin çoğunun katılmadığı görülmüştür. Ancak öğrenenlerin devre analizi konusundaki deneyimleri ile bu ifadeler arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Devre Analizi konusunda deneyimli olmayan öğrenenler, deneyimli öğrenenlere göre sanal laboratuvar kurulumunu zor ve sistemi de karmaşık bulmuşlardır. Bunun nedeni deneyim sahibi olmayan öğrenenlerin sanal laboratuvara ve/veya sisteme karşı olan ön yargılarından kaynaklanabilir. Öğrenme Yönetim Sisteminde öğrenme süreci ile ilgili yönlendirmeler, sanal laboratuvar yönergeleri gibi paylaşılan dokümanlar, bu öğrenenlerin Devre Analizi konusunda deneyim sahibi olmamasından dolayı sistemle ilgili zorluk yaşayacakları hissine kapılmalarına neden olmuş olabilir. Ayrıca deneyim sahibi olmayan öğrenenlerin belirtilen bu sebeplerle bağlantılı olarak deneyim sahibi öğrenenlere göre sanal laboratuvarı daha az ilgi çekici bulmuş olabilir. Bunun yanı sıra deneyim

değişkenine göre anlamlı çıkan bir diğer ifade olan “Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.” ifadesidir. Bu ifadeye deneyimli olan öğrenenlerin kullanmama nedeni olarak deneyimsizlere göre daha fazla katıldıkları görülmüştür. Devre analizi konusunda deneyim sahibi olan öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlanma konusunda, deneyim sahibi olmayan öğrenenlere göre daha fazla bilgiye sahip olduklarından dolayı sanal laboratuvara ihtiyaç duymadıkları söylenebilir.

### **5.1.3. Çalışmaya ilişkin genel sonuçlar**

Açık ve uzaktan öğrenmede öğrenenlerin öğrenme kaynaklarından uzakta olması, laboratuvar uygulamaları için farklı çözümler geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu çalışmanın alanyazın bölümünde de anlatıldığı gibi geçmişten günümüze laboratuvar uygulamaları gerektiren disiplinlerde uygun öğrenme çıktılarının elde edilebilmesi için çeşitli yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. Geçmişte laboratuvar uygulamaları için öğrenenlerin laboratuvar araç ve gereçleri ile fiziksel olarak etkileşim kurabilecekleri yöntemlerin kullanıldığı, günümüzde ise bu yöntemlerin yanı sıra yeni teknolojilerin de işe koşulduğu görülmüştür. Açık ve uzaktan öğrenmede kullanılan laboratuvar uygulamalarının daha iyi anlaşılması için üstünlükleri ve sınırlılıkları ele alınmış ve dünya genelindeki örnekleri incelenerek değerlendirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında yapılan bu çalışmanın hem uzaktan hem de geleneksel eğitimde, laboratuvar uygulamaları konusunda öğrenenlere uygun ortamların sağlanması için kurumlara yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Özellikle son yıllarda sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarların formel ve formel olmayan ortamlarda etkin bir şekilde kullanıldığı ve giderek yaygınlaştığı göze çarpmaktadır. Bu laboratuvarların uygun bir şekilde tasarlanıp geliştirilmesi halinde eğitsel ve duyuşsal açıdan oldukça yararlı olduğu çalışmalarda sıklıkla vurgulanmıştır. Bu çalışmanın uygulama kapsamında da açık ve uzaktan öğrenmede sanal laboratuvarların kullanımı incelenmiştir. Öğrenenlere, yüz yüze laboratuvar ortamından üst düzey verim almalarını sağlamak amacıyla iki ve üç boyutlu sanal laboratuvarlar öğrenme yönetim sistemleri aracılığı ile sunulmuş ve sanal laboratuvarların kullanımı öğrenenlerin bakış açısı ile değerlendirilmiştir. Sanal laboratuvarların etkili bir şekilde uygulanması ve başarıya ulaşması, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kabulü ve kullanması ile mümkündür. Bu sebeple öğrenenlerin sanal laboratuvar kullanımını etkileyen psikolojik ve sosyolojik faktörler, geliştirilen model çerçevesinde belirlenmiştir.

Eğitim kurumlarının, dđnyadaki dijitalleşme trendini yakalamak ve laboratuvar uygulamalarını zenginleştirmek amacıyla sanal laboratuvarları, eğitim-öğretim faaliyetlerine dahil etmeleri, öğrenenlerin daha anlamlı öğrenme deneyimi elde etmeleri açısından önemlidir. Dolayısıyla bu çalışma sonuçlarının sanal laboratuvarları kendi eğitim-öğretim sürecine dahil etme konusunda eğitim kurumlarına katkı sunacağı ve sanal laboratuvarların öğrenenler tarafından kullanımının artırılması konusunda fikir sağlayacağı dđřünölmektedir. Ayrıca öğretim elemanlarına ve tasarımcılara daha etkili laboratuvar ortamları hazırlamaları konusunda da yol göstereceği dđřünölmektedir.

## **5.2. Öneriler**

Çalışmanın bu bölümünde uygulamaya yönelik ve ileride yapılacak çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

### **5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler**

Hem sanal laboratuvarın hem de yüz yüze laboratuvarın birlikte kullanıldığı karma laboratuvar uygulaması ile her iki laboratuvar uygulamasının avantajlarından faydalanılarak laboratuvar uygulamalarının etkililiği artırılabilir. Karma laboratuvarın başarılı bir şekilde uygulanması ve öğrenme çıktılarının elde edilmesi, öncelikle sanal laboratuvarın öğrenenler tarafından kabul edilmesine ve kullanılmasına bağlıdır. Kurumların, sanal laboratuvarın kabul edilebilirliğini artırma konusunda düzenleyici önlemler alması gerekmektedir.

Sanal laboratuvarın kullanımını üst düzeye çıkarmak ve öğrenen katılımını artırmak için öncelikle öğrenenler tarafından kullanımı kolay ve yararlı bir ortam olarak algılanmalıdır. Bu yüzden kurumlar, sanal laboratuvarı mümkün olduğu kadar kolay ve kullanışlı hale getirmek için özenle tasarlamalı ve öğrenenleri bu ortamı kullanmaya teşvik etmelidir. Ayrıca öğrenenlerin sanal laboratuvarın kendilerine sağlayacağı katkıların farkında olması gerekir. Öğrenenlere sanal laboratuvarın faydaları konusunda ve nasıl kullanacakları konusunda eğitimler verilerek sanal laboratuvara kullanmaya yönelik tutumları artırılabilir.

Sanal laboratuvar, gerçek laboratuvar ortamına benzer bir uygulama yapma deneyimi sunmalıdır. Burada sözü geçen gerçeklik iki şekilde ele alınabilir. İlki, deney düzeneğinin ve kullanılan cihazların işlevsel olarak gerçeğe yakın olmasıdır. Diğeri ise görsel olarak cihazların, bileşenlerin ve uygulama süreçlerinin gerçekçi bir temsilidir.



Sanal laboratuvarın işlevsel açıdan gerçeğe yakın olmasında iki veya üç boyutlu ortamlar tercih edilebilirken, görsel açıdan gerçeklikte ise üç boyutlu tasarımlar tercih edilmelidir. Her iki ortamın da öğrenmeye önemli katkılarının olduğu bilinmektedir. Devre analizi konusunda farklı deneyimlere ve geçmiş bilgilere sahip öğrenenlerin bu ortamlar arasındaki tercihleri farklılık gösterebilmektedir. Bu yüzden kurumlar, öğrenen farklılıklarını dikkate alarak ihtiyaçlarını belirlemeli ve sanal laboratuvarında kullanılacak tasarım konusunda kararlarını bu yönde almalıdır.

Yetişkinlerin bilgisayar öz yeterlikleri farklı olabilmektedir. Bu durum sanal laboratuvar kurulum ve kullanımlarını da etkileyebilir. Bu yüzden teknik destek sunulması önemlidir. Sanal laboratuvar ile ilgili yardım dokümanlarının oluşturulması, tartışma forumları ve telefon ile öğrenenlere teknik destek sunulabilir. Kurumlar, bu ortamları kullanmaya yönelik öğrenenleri teşvik etmelidir.

Öğrenenlerin teknik desteğin yanı sıra akademik destek ihtiyaçları da olabilmektedir. Benzer şekilde yukarıda bahsedilen ortamlar akademik destek için de kullanılabilir. Ancak öğrenenlerin deneyleri yaptığı esnada anında destek alabilmesi için bu ortamlar yeterli gelmeyebilir. Sanal laboratuvarın, diğer öğrenenlerle ve öğretmenlerle birlikte deneylerini yapabilecekleri şekilde etkileşimli olarak tasarlanması ile bu problemin üstesinden gelinebilir. Böylece öğrenenler, arkadaşları ile işbirliği içinde çalışabilecek ve öğretmenlerden de anında destek alabileceklerdir.

Ayrıca öğrenenlerin motivasyonları sanal laboratuvar kullanımını etkileyebilmektedir. Bu yüzden öğrenenlere ihtiyaçları olan motivasyonun sağlanması gerekmektedir. Öğrenenlere sanal laboratuvarın kendi çalışmaları açısından sağlayacağı faydalar ve avantajlar açık ve anlaşılır bir şekilde anlatılmalı ve onlardan beklenenler belirtilmelidir. Bu şekilde öğrenenlerin motivasyonları artırılarak sanal laboratuvarı kullanmaya yönelik daha istekli olmaları sağlanabilir. Ayrıca sanal laboratuvarın, eğitim-öğretim sürecine dahil edilerek öğrenenlerin başarılı sayılabilmesi için laboratuvar uygulamalarında kullanılması ve öğrenme materyali olarak görülmesi sağlanabilir.

Tüm bunların dışında kullanılacak olan sanal laboratuvarların mali fizibilitesinin yapılması kurumlar için dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husustur. Son yıllarda açık eğitsel ders malzemeleri çerçevesinde çeşitli disiplinlerde sanal laboratuvarlar sunulmaktadır. Kurumlar, bu sanal laboratuvarları ücretsiz olarak kullanabilmekte ve kendi sistemlerine entegre edebilmektedir. Ancak bu sanal laboratuvarların yeterli

gelmediği durumlarda kurumlar gerekli olan sanal laboratuvarı öğrenme amaçları ve hedef kitlenin özellikleri doğrultusunda kendi imkânlarıyla da tasarlayabilir. Bu durumda sanal laboratuvarların mali açıdan değerlendirilmesi önemlidir. Sanal laboratuvar geliştirme maliyeti, yazılım ve alan bilgisine sahip personel, destek personeli, altyapı gereksinimi vb. durumlar mali açıdan dikkat edilmesi gereken noktaları oluşturmaktadır.

Sanal laboratuvarların yeni bir öğrenme ortamı olması nedeniyle hem öğretim elemanlarının hem de öğrenenlerin hazırbulunuşluğu artırılmalıdır.

### **5.2.2. İleride yapılacak araştırmalara yönelik öneriler**

Bu çalışmada, öğrenenlerin sanal laboratuvarı kullanmaya yönelik niyetlerini anlamak için bir model geliştirilmiştir. Kuşkusuz tek bir çalışma ile bu konuda kavramsal bir çerçevenin oluşturulması zordur. Bu yüzden bundan sonra yapılacak çalışmalarda önerilen bu modelin, benzer veya farklı bağlamlarda çeşitli kullanıcılar üzerinde değerlendirilmesi gereklidir.

Bu çalışma sadece Açıköğretimde Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım programında öğrenim gören öğrenenlerle sınırlıdır ve sadece Devre Analizi dersi için tasarlanmış bir sanal laboratuvar ortamını içerir. Gelecek çalışmalarda sanal laboratuvarların uygulayıcısı olan kurum yöneticilerinin ve öğretmenlerin de sanal laboratuvarı kabul etme eğilimlerini incelemek için ve onların kabullerini etkileyebilecek önemli faktörleri belirlemek için daha kapsamlı araştırmalar yürütülebilir. Ayrıca öğrenenlerin yüz yüze laboratuvar ortamına hazırlayacağı düşünülen mobil sanal laboratuvarlar ve uzaktan erişimli laboratuvarlar gibi farklı uygulamalar öğrenenlerin kullanımına sunulurak kabulleri üzerine araştırmalar farklı disiplinlerde de yapılabilir.

Bu çalışmada alanyazın incelemesi ve nitel bulgular sonucunda önerilen modele öğrenenlerin sanal laboratuvar kabullerini etkilediği düşünülen değişkenler eklenmiştir. Öğrenenlerin algıları ve kullanımları üzerinde etkili olabilecek farklı değişkenler araştırılıp modele eklenerek açıklama oranını yükselten çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmada örneklem büyüklüğünün yeterli olmaması nedeniyle öğrenenlerin demografik özelliklerinin sanal laboratuvar kabullerine etkisi incelenememiştir. Daha sonra yapılacak araştırmalarda yaş, cinsiyet, deneyim gibi demografik özelliklerin kabullerine

etkisi incelenebilir. Ayrıca sanal laboratuvarların, yüz yüze laboratuvar ortamları ile birlikte kullanılmasının etkililiği eğitsel olarak değeriendirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Abbad, M. M. ve Jaber, F. N. (2014). Evaluating E-Learning Systems : An Empirical Investigation on Students' Perception in Higher Education Area. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9(4), 27–34.
- Abbad, M. M., Morris, D., Al-Ayyoub, A. ve Abbad, J. M. (2009). Students' decisions to use an elearning system: A structural equation modelling analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 4(4), 4–13. doi:10.3991/ijet.v4i4.928
- Abbad, M. M., Morris, D. ve de Nahlik, C. (2009). Looking under the Bonnet: Factors affecting student adoption of E-learning systems in Jordan. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(2).
- Abdel-Salam, T. M., Kauffmann, P. J. ve Crossman, G. R. (2007). Are distance laboratories effective tools for technology education? *American Journal of Distance Education*, 21(2), 77–91. doi:10.1080/08923640701299041
- Abdullah, F. ve Ward, R. (2016). Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, 238–256. doi:10.1016/j.chb.2015.11.036
- Abdulwahed, M. ve Nagy, Z. K. (2009). The impact of the virtual lab on the hands-on lab learning outcomes, a two years empirical study. *Proceedings of the 20th annual conference for the Australasian Association for Engineering Education: 6-9 December 2009: Engineering the Curriculum*, Barton, A.C.T.: Engineers Australia. ss.255-260. ISBN: 1876346590.
- Abu Shanab, S., Odeh, S., Hodrob, R. ve Anabtawi, M. (2012). Augmented reality internet labs versus hands-on and virtual labs: a comparative study. *Proceedings of 2012 International Conference on Interactive Mobile and Computer Aided Learning (IMCL)*, Amman, Jordan: IEEE. ss.17-21. doi:10.1109/IMCL.2012.6396444
- Adewole-Odesi, E. (2014). Attitude of Students Towards E-learning in South- West Nigerian Universities: An Application of Technology Acceptance Model. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. <http://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/1035/> (Erişim tarihi: 12.10.2016)
- Agudo-Peregrina, Á. F., Hernández-García, Á. ve Pascual-Miguel, F. J. (2013). Behavioral intention, use behavior and the acceptance of electronic learning systems: Differences between higher education and lifelong learning. *Computers in Human Behavior*, 34, 301–314. doi:10.1016/j.chb.2013.10.035
- Aiken, J., Lin, S., Schatz, M. ve Caballero, M. (2013). The Initial State of Students Taking an Introductory Physics MOOC. *Physics Education Research Conference Proceedings 2013*, Portland, OR, July 17-18, 2013. ss.53-56. Paula V. Engelhardt, Alice D. Churukian ve Dyan L. Jones (Eds). doi:10.1119/perc.2013.pr.001
- Aktan, B., Bohus, C. A., Crawl, L. A. ve Shor, M. H. (1996). Distance Learning applied to control engineering laboratories. *IEEE Transactions on Education*, 39(3), 320–326.

- Al-Ammari, J. ve Hamad, S. (2008). Factors Influencing the Adoption of E-Learning at UOB. *Proceeding of the Second International Conference and Exhibition for Zain E-Learning Center*, Manama, Bahrain, 28 -30 April 2008, ss.1-10.
- Al-Ammari, J. H., Al-Sherooqi, A. K. ve Al-Sherooqi, H. K. (2014). The Acceptance of Social Networking as a Learning Tools at University of Bahrain. *International Journal of Information and Education Technology*, 4(2), 208–214. doi:10.7763/IJiet.2014.V4.400
- Al-Mushasha, N. F. (2013). Determinants of E-Learning Acceptance in Higher Education Environment Based on Extended Technology Acceptance Model. *2013 Fourth International Conference on e-Learning “Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity”*, Manama, 7-9 May 2013, ss.261-266. doi:10.1109/ECONF.2013.50
- Al-Shamali, F. ve Connors, M. (2010). Low-cost physics home laboratory. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible Elements: Teaching Science Online and at a Distance* içinde (ss. 131–145). Canada: AU Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Al-sharif, L., Saleem, A., Ayoub, W. ve Naser, M. (2011). Teaching control system principles using remote laboratories over the internet. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011*, London: Newswood Limited. ISBN: 978-988-19251-4-5. S. I. Ao, L. Gelman, D. W. Hukins, A. Hunter, A. M. Korsunsky (Eds.).
- Alenezi, A. R., Karim, A. M. A. ve Veloo, A. (2010). An empirical investigation into the role of enjoyment, computer anxiety, computer self-efficacy and internet experience in influencing the students’ intention to use e learning: A case study from saudi arabian governmental universities. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 22–34.
- Alessi, S. M. (1988). Fidelity in the design of instructional simulations. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15, 40–47.
- Alhalabi, B., Anandapuram, S. ve Hamza, K. (2000). Real laboratories: An innovative repartee for distance learning. *Proceedings of the 4th Multiconference on Systemic, Cybernetics and Informatics, SCI2000*, Orlando, Florida, USA, July 23-26, 2000.
- Alhalabi, B., Hamza, M. K. ve Humos, A. A.-E. (2008). Distance Education: Remote Labs Environment. *ASEE Middle Atlantic Annual Meet proceedings*, <https://www.asee.org/documents/sections/northeast/2008/Distance-Education-Remote-Labs-Environment.pdf> (Erişim tarihi: 16.01.2014)
- Ali, H., Ahmed, A. A., Tariq, T. G. ve Safdar, H. (2013). Second Life (SL) in Education: The intensions to use at university of Bahrain. *Proceedings - 2013 4th International Conference on e-Learning Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity, ECONF 2013*, Manama, Bahrain, 7-9 May 2013. ss.205-215. doi:10.1109/ECONF.2013.81
- Allen, I.E., Seaman, J. ve Garrett, R. (2007). Blending in: The extent and promise of blended education in the united states. <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/blending-in.pdf> (Erişim tarihi: 15.04.2017)
- Almarabeh, T. (2014). Students’ perceptions of E-learning at the University of Jordan.

- International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9(3), 31–35.  
doi:10.3991/ijet.v9i3.3347
- Anderson, J. C. ve Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411–423. doi:10.1037/0033-2909.103.3.411
- Anderson, T. (2010). Interactions affording distance science education. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 1–18). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Arjamand, M. J. ve Khattak, M. D. (2013). Virtual labs: A New Horizon for Localised Distance Education. *27th Annual Conference of Asian Association of Open Universities 2013*, Islamabad, Pakistan, 1-3 October 2013.
- Ary, D., Jacobs, L. C., Sorensen, C. K. ve Razavieh, A. (2009). *Introduction to Research in Education* (8. bs.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning. <http://www.modares.ac.ir/uploads/Agr.Oth.Lib.12.pdf> (Erişim tarihi: 08.02.2017)
- Aydın, C. H. (2011). *Açık ve uzaktan öğrenme: Öğrenci adaylarının bakış açısı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Balamuralithara, B. ve Woods, P. C. (2009). Virtual laboratories in engineering education: the simulation lab and remote lab. *Computer Applications in Engineering Education*, 17(1), 108–118. doi:10.1002/cae.20186
- Bandura, A. (1977). Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*. doi:10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bao, Y., Xiong, T., Hu, Z. ve Kibelloh, M. (2013). Exploring Gender Differences on General and Specific Computer Self-Efficacy in Mobile Learning Adoption. *Journal of Educational Computing Research*, 49(1), 111–132. doi:10.2190/EC.49.1.e
- Barnea, N. ve Dori, Y. J. (1999). High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257–271. doi:10.1023/A:1009436509753
- Barnes, B. C. (2013). *Use and Acceptance of Information and Communication Technology Among Laboratory Science Students*. Doktora Tezi. Minnesota: Walden University.
- Başer, M. ve Durmuş, S. (2010). The effectiveness of computer supported versus real laboratory inquiry learning environments on the understanding of direct current electricity among pre-service elementary school teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 47–61.
- Bell, J. (1999). The biology labs on-line project: Producing educational simulations that Promote active learning. *Interactive Multimedia Electronic Journal of ComputerEnhanced Learning*.
- Bell, J. T. ve Fogler, H. S. (1998). Virtual reality in chemical engineering education. *Proceedings of the 1998 ASEE North Central Section Meeting*, University of Detroit Mercy, Detroit, MI, April 3-4, 1998.
- Bhatiasevi, V. (2011). Acceptance of e-learning for users in higher education: An

- extension of the technology acceptance model. *Social Sciences*, 6(6), 513–520. doi:10.3923/sscience.2011.513.520
- Boone, H. N. J. ve Boone, D. A. (2012). Analyzing Likert data. *Journal of Extension*, 50(2). <https://www.joe.org/joe/2012april/tt2.php> (Erişim tarihi: 17.11.2016)
- Borrero, A. M. ve Márquez, J. M. A. (2011). A pilot study of the effectiveness of augmented reality to enhance the use of remote labs in electrical engineering education. *Journal of Science Education and Technology*, 21(5), 540–557. doi:10.1007/s10956-011-9345-9
- Bourne, J., Harris, D. ve Mayadas, F. (2005). Online engineering education: learning anywhere, anytime. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 131–146. doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00834.x
- Bozkurt, E. ve Ilik, A. (2010). The effect of computer simulations over students' beliefs on physics and physics success. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4587–4591. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.735
- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D. ve Seaton, D. T. (2013). Studying Learning in the Worldwide Classroom Research into edX's First MOOC. *Research & practice in assessment*, 8, 13–25. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1062850.pdf> (Erişim tarihi: 06.02.2017)
- Brewer, S. E., Cinel, B., Harrison, M. ve Mohr, C. L. (2013). First year Chemistry laboratory courses for distance learners: development and transfer credit acceptance. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), 488–507.
- Brill, D. V. S. ve Gestel, B. van. (2008). Students' appreciation of an online lab-experiment – A case study. *SEFI, 36th annual conference on engineering education*, Aalborg, Denmark, 2-5 July 2008. <http://www.sefi.be/wp-content/abstracts/1066.pdf> (Erişim tarihi: 17.05.2014)
- Budhu, M. (2002). Virtual laboratories for engineering education. *International Conference on Engineering Education*, Manchester, U.K, August 18-21, 2002.
- Burd, S. D., Seazzu, A. F. ve Walton, S. M. (2009). Virtual computing laboratories: a case study with comparisons to physical computing laboratories. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 8, 55–78. <http://www.jite.org/documents/Vol8/JITEv8IIP055-078Burd693.pdf> (Erişim tarihi: 24.07.2014)
- Camarero, C., Rodríguez, J. ve José, R. S. (2012). An exploratory study of online forums as a collaborative learning tool. *Online Information Review*, 36(4), 568–586. doi:10.1108/14684521211254077
- Cameron, B. (2002). The effectiveness of simulation in a hybrid and online networking course. *TechTrends*, 47(5), 18–21.
- Campbell, J. O., Bourne, J. R., Mosterman, P. J. ve Brodersen, A. J. (2002). The effectiveness of learning simulations for electronic laboratories. *Journal of Engineering Education*, 91(1), 81–87. doi:10.1002/j.2168-9830.2002.tb00675.x
- Campbell, J. O., Bourne, J. R., Mosterman, P. J., Nahvi, M., Rassai, R., Brodersen, A. J. ve Dawant, M. (2008). The Effectiveness of Simulated Electronics Laboratories for Distributed Online Learning. <http://msdl.cs.mcgill.ca/people/mosterman/papers/jaln04/p.pdf> (Erişim tarihi: 17.11.2016)

14.04.2014)

- Candelas, F. A., Puente, S. T., Torres, F., Segarra, V. ve Navarrete, J. (2005). Flexible system for simulating and tele-operating robots through the internet. *Journal of Robotic Systems*, 22(3), 157–166. doi:10.1002/rob.20056
- Carmichael, A., Chini, J. J., Gire, E. ve Rebello, N. S. (2010). Comparing the effects of physical and virtual experimentation sequence on students' understanding of mechanics. *Annual Meeting of the American Educational Research Association'da sunulan bildiri*, Denver, Colorado, April 30–May 4, 2010.
- Chang, S. C. ve Tung, F. C. (2008). An empirical investigation of students' behavioural intentions to use the online learning course websites. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 71–83. doi:10.1111/j.1467-8535.2007.00742.x
- Chang, V. ve del Alamo, J. A. (2002). Collaborative WebLab: Enabling Collaboration in an Online Laboratory. *2002 World Congress on Networked Learning in a Global Environment*, Berlin, Germany, May 2002.
- Chang, Y. H. ve Liu, J. C. (2013). Applying an AR technique to enhance situated heritage learning in a ubiquitous learning environment. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(3), 21–32.
- Chaturvedi, S. K. ve Dharwadkar, K. A. (2011). Simulation and Visualization Enhanced Engineering Education – Development and Implementation of Virtual Experiments in a Laboratory Course. J. Bernardino ve J. C. Quadrado (Ed.), *WEE2011*, Lisbon, Portugal, September 27-30. ss.933-942. J. Bernardino ve J. C. Quadrado (Eds.).
- Chau, M., Wong, A., Wang, M., Lai, S., Chan, K. W. Y., Li, T. M. H., Chu D., Chan I. K. W. ve Sung, W. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Decision Support Systems*, 56, 115–121. doi:10.1016/j.dss.2013.05.009
- ChemCollective. (2017). <http://www.chemcollective.org/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Chen, H.-R. ve Tseng, H.-F. (2012). Factors that influence acceptance of web-based e-learning systems for the in-service education of junior high school teachers in Taiwan. *Evaluation and Program Planning*, 35(3), 398–406. doi:10.1016/j.evalprogplan.2011.11.007
- Chen, Y. C., Lin, Y. C., Yeh, R. C. ve Lou, S. J. (2013). Examining factors affecting college students' intention to use web-based instruction systems: Towards an integrated model. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(2), 111–121.
- Cheung, R. ve Vogel, D. (2013). Predicting user acceptance of collaborative technologies: An extension of the technology acceptance model for e-learning. *Computers and Education*, 63, 160–175. doi:10.1016/j.compedu.2012.12.003
- Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern methods for business research* içinde (ss. 295–336). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Cho, V., Cheng, T. C. E. ve Lai, W. M. J. (2009). The role of perceived user-interface design in continued usage intention of self-paced e-learning tools. *Computers and Education*, 53(2), 216–227. doi:10.1016/j.compedu.2009.01.014
- Chow, M., Herold, D. K., Choo, T. M. ve Chan, K. (2012). Extending the technology



- acceptance model to explore the intention to use Second Life for enhancing healthcare education. *Computers and Education*, 59(4), 1136–1144. doi:10.1016/j.compedu.2012.05.011
- Clark, R. E. (1983). Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, 53(4), 445–459.
- Cmuk, D., Mutapcic, T. ve Zoino, F. (2006). Remote versus classical laboratory in electronic measurements teaching - effectiveness testing. *XVIII IMEKO world congress proceedings*, Rio de Janeiro, Brazil, September, 17 – 22.
- Cobb, S., Heaney, R., Corcoran, O. ve Henderson-Begg, S. (2009). The learning gains and student perceptions of a Second Life Virtual Lab. *Bioscience Education*, 13, 1–9. doi:10.3108/beej.13.5
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. bs.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates. <http://www.tandfebooks.com/isbn/9780203771587> (Erişim tarihi: 21.11.2016)
- Compeau, D. R. ve Higgins, C. A. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189–211.
- Cooper, M. (2005). Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 1(1).
- CORE-Materials. (2017). <http://core.materials.ac.uk/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Corter, J. E., Esche, S. K., Chassapis, C., Ma, J. ve Nickerson, J. V. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, 57(3), 2054–2067. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.009
- Corter, J. E., Nickerson, J. V., Esche, S. K. ve Chassapis, C. (2004). Remote versus hands-on labs: a comparative study. *34th Annual Frontiers in Education, 2004*, Savannah, GA, 20-23 Oct. 2004. ss.17-21. doi:10.1109/FIE.2004.1408586
- Corter, J. E., Nickerson, J. V., Esche, S. K., Chassapis, C., Im, S. ve Ma, J. (2007). Constructing reality: a study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 14(2). doi:10.1145/1275511.1275513
- Couture, M. (2004). Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(1), 40–49. doi:10.1111/j.1365-2729.2004.00064.x
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Approaches* (3. bs.). Los Angeles: SAGE Publications.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4. bs.). Boston, MA: Pearson.
- Dalgarno, B. (2002). The Potential of 3D Virtual Learning Environments: A Constructivist Analysis. *Electronic Journal of Instructional Science and Technology*, 5(2).
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W. ve Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853–865.

doi:10.1016/j.compedu.2009.05.005

- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Bedgood, D. R. ve Adlong, W. (2004). What factors contribute to students' confidence in chemistry laboratory sessions and does preparation in a virtual laboratory help? *Proceedings of Scholarly Inquiry into Science Teaching and Learning Symposium*, Sydney, Australia. ss.15-21. <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/IISME/article/view/6490> (Erişim tarihi: 16.01.2014)
- Dalgarno, B., Bishop, A. G. ve Bedgood Jr., D. R. (2003). The potential of virtual laboratories for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory. *UniServe Science Improving Learning Outcomes Symposium Proceedings*, Sydney, Australia. ss.90-95. <http://openjournals.library.usyd.edu.au/index.php/IISME/article/view/6527> (Erişim tarihi: 16.01.2014)
- Dantas, A. M. ve Kemm, R. E. (2008). A blended approach to active learning in a physiology laboratory-based subject facilitated by an e-learning component. *Advances in physiology education*, 32(1), 65–75. doi:10.1152/advan.00006.2007
- Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. Doktora Tezi: MIT Sloan School Of Management, Cambridge: MA.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use, And User Acceptance. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–339. doi:10.2307/249008
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. ve Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*. doi:10.1287/mnsc.35.8.982
- Davis, F. D. ve Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: Three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19–45. doi:10.1006/ijhc.1996.0040
- Delialioglu, O. (2004). Investigation of Source of Motivation in a Hybrid Course. *27th Association for Educational Communications and Technology*, Chicago, IL, Oct19-23, 2004. ss.265-273.
- Díaz, G., Loro, F. G., Castro, M., Tawfik, M., Sancristobal, E. ve Monteso, S. (2013). Remote electronics lab within a MOOC: Design and preliminary results. *2013 2nd Experiment@ International Conference, exp.at 2013*, Coimbra, Portugal: University of Coimbra, ss.89-93. doi:10.1109/ExpAt.2013.6703036
- Diwakar, S., Kumar, D., Radhamani, R., Sasidharakurup, H., Nizar, N., Achuthan, K., Nedungadi, P., Raman, R. ve Nair, B. (2016). Complementing education via virtual labs: Implementation and deployment of remote laboratories and usage analysis in south indian villages. *International Journal of Online Engineering*, 12(3), 8–15.
- Diwakar, S., Parasuram, H., Medini, C., Raman, R., Nedungadi, P., Wiertelak, E., Srivastava, S., Achuthan, K. ve Nair, B. (2014). Complementing Neurophysiology Education for Developing Countries via Cost-Effective Virtual Labs: Case Studies and Classroom Scenarios. *Journal of undergraduate neuroscience education (JUNE)*, 12(2), A130–A139. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3970995&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Erişim tarihi: 17.10.2016)

- Doiron, J. B. (2009). *Labs not in a lab: a case study of instructor and student perceptions of an online biology lab class*. Doktora Tezi. Michigan: Capella University.
- Doulgeri, Z. ve Matiakis, T. (2006). A web telerobotic system to teach industrial robot path planning and control. *IEEE Transactions on Education*, 49(2), 263–270.
- Durán, M. J., Gallardo, S., Toral, S. L., Martínez-Torres, R. ve Barrero, F. J. (2007). A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*, 17, 55–73. doi:10.1007/s10798-006-9007-z
- Escobar-Rodriguez, T. ve Monge-Lozano, P. (2012). The acceptance of Moodle technology by business administration students. *Computers and Education*, 58(4), 1085–1093. doi:10.1016/j.compedu.2011.11.012
- Fadare, O. G., Babatunde, O. H., Theophilus, D., Lawal, O. O., Anglais, A. E., Umé, R. É. S. ve French, F. (2011). Behavioral Intention for Mobile Learning on 3G Mobile Internet Technology in South-West Part of Nigeria. *World Journal of Engineering and Pure and Applied Science*, 1(2), 19–28.
- Farrokhnia, M. R. ve Esmailpour, A. (2010). A study on the impact of real, virtual and comprehensive experimenting on students' conceptual understanding of DC electric circuits and their skills in undergraduate electricity laboratory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5474–5482. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.893
- Fathema, N., Shannon, D. ve Ross, M. (2015). Expanding The Technology Acceptance Model (TAM) to Examine Faculty Use of Learning Management Systems (LMSs) In Higher Education Institutions. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 11(2), 210–232.
- Fernandes, H., Balula, S., Marques, R., Henriques, R. ve Pereira, T. (2015). Remote real laboratories in massive open on-line laboratories (MOOLs): A live demonstration at experimenta@2015. *exp.at 2015 - 3rd Experiment International Conference: Online Experimentation*, Portugal: University Of The Azores, ss.95-96. doi:10.1109/EXPAT.2015.7463223
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S. ve LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1(1). doi:10.1103/PhysRevSTPER.1.010103
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P. ve Podolefsky, N. (2004). Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories? *Physics Education Research Conference Proceedings*, Sacramento, California, August 4-5, 2004. ISBN: 0-7354-0281-7. J. Marx, P. R. L. Heron ve S. V. Franklin (Eds.).
- Fiore, L. ve Ratti, G. (2007). Remote laboratory and animal behaviour: an interactive open field system. *Computers & Education*, 49(4), 1299–1307. doi:10.1016/j.compedu.2006.02.005
- Fishbein, M. ve Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behaviour: An*

- Introduction to Theory and Research*. <http://people.umass.edu/aizen/f&a1975.html> (Erişim tarihi: 07.11.2016)
- Flowers, L. O. (2011). Investigating the Effectiveness of Virtual Laboratories in an Undergraduate Biology Course. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 7(2), 110–116.
- Fornell, C. ve Larcker, D. F. (1981). Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3), 382–388. doi:10.2307/3150980
- Fozdar, B. I., Kumar, L. S. ve Kannan, S. (2006). A Survey of a Study on the Reasons Responsible for Student Dropout from the Bachelor of Science Programme at Indira Gandhi National Open University. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 7(3). doi:10.19173/irrodl.v7i3.291
- Gallego, M. D., Bueno, S. ve Noyes, J. (2016). Second Life adoption in education: A motivational model based on Uses and Gratifications theory. *Computers and Education*, 100, 81–93. doi:10.1016/j.compedu.2016.05.001
- Garcia-Zubia, J., Gustavsson, I., Hernandez-Jayo, U., Orduna, P., Angulo, I., Dziabenko, O., Rodriguez, L. ve Lopez-de-Ipina, D. (2013). Using VISIR: experiments, subjects and students. *International Journal of Online Engineering*, 7, 11–14.
- Garrison, D. R. ve Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95–105. doi:10.1016/j.iheduc.2004.02.001
- Geisser, S. (1974). A Predictive Approach to the Random Effects Model. *Biometrika*, 61(1), 101-107.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K. ve Manitsaris, A. (2007). A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Social and Human Sciences*, 2(1), 306–313.
- Gercek, G. ve Saleem, N. (2008). Transforming traditional labs into virtual computing labs for distance education. *International Journal of Online Engineering*, 4(1), 46–51.
- Giesbers, B., Rienties, B., Tempelaar, D. ve Gijssels, W. (2013). Investigating the relations between motivation, tool use, participation, and performance in an e-learning course using web-videoconferencing. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 285–292. doi:10.1016/j.chb.2012.09.005
- Gilbuena, D. M., Kirsch, F. A. ve Koretsky, M. D. (2012). Use of an authentic, industrially situated virtual laboratory project to address engineering design and scientific inquiry in high schools. *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1–32.
- Glavinic, V., Kukec, M. ve Ljubic, S. (2007). Mobile Virtual Laboratory: Learning Digital Design. *Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. on Information Technology Interfaces*, Cavtat, Croatia, University of Zagreb, June 25-28, 2007. ss.325-332. ISBN 978-953-7138-09-7. V. Luzar ve V. H. Dobric (Eds.). doi:10.1109/ITI.2007.4283791
- Go-Lab. (2017). <http://www.go-lab-project.eu/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Gröber, S., Vetter, M., Eckert, B. ve Jodl, H.-J. (2007). Experimenting from a distance-

- remotely controlled laboratory (RCL). *European Journal of Physics*, 28(3), 127–141. doi:10.1088/0143-0807/28/3/S12
- Gunawardena, C. N. ve McIsaac, M. S. (2003). Distance education. D. Jonassen (Ed.), *Handbook for research on educational communications and technology* (ss. 355–396). New York: Simon and Schuster.
- Güzer, B. ve Caner, H. (2014). The past, present and future of blended learning: an in depth analysis of literature. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4596–4603. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.992
- Hair, J. F., Ringle, C. M. ve Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. doi:10.2753/MTP1069-6679190202
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M. ve Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), 414–433. doi:10.1007/s11747-011-0261-6
- Hall, T. M. (2000). Using simulation software for electronics engineering technology laboratory instruction. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition'da sunulan bildiri*, St. Louis, Missouri, June 18-22, 2000.
- Hampton, C. (2002). Teaching practical skills. A. K. Mishra ve J. Bartram (Ed.), *Perspectives on distance education skills development through distance education* içinde (ss. 83–91). Vancouver: The Commonwealth of Learning.
- Harasim, L. (2000). Shift happens: Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 3 (1-2), 41–61. doi: 10.1016/S1096-7516(00)00032-4
- Hashim, K. F., Tan, F. B. ve Rashid, A. (2015). Adult learners' intention to adopt mobile learning: A motivational perspective. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 381–390. doi:10.1111/bjet.12148
- Hatzipanagos, S. (1997). Fidelity and complexity: multimedia motion in action. *In Proceedings of CAL97*, Exeter, UK, March 24-26.
- Hawkins, I. ve Phelps, A. J. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 516–523. doi:10.1039/c3rp00070b
- Henseler, J., Ringle, C. M. ve Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. R. R. Sinkovics ve P. N. Ghaur (Ed.), *Advances in international marketing* içinde (ss. 277–319). Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Hernández-Jayo, U. ve García-Zubía, J. (2011). A Remote and Reconfigurable Analog Electronics Laboratory based on IVI an LXI Technologies. *REV 2011 Proceedings*. Brasov, Romania, 29 June - 2 July 2011. ss.71-77.
- Hofmann, J. (2003). Building success for e-learners. *Australasian journal of correctional staff development*. [http://csa.intersearch.com.au/csajspui/bitstream/10627/484/1/Building\\_success\\_for\\_e-learners.pdf](http://csa.intersearch.com.au/csajspui/bitstream/10627/484/1/Building_success_for_e-learners.pdf) (Erişim tarihi: 06.02.2017)

- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217.
- Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M. D., Wassertheurer, S. ve Hessinger, M. (2009). Learning performance with interactive simulations in medical education: lessons learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics Simulator. *Computers & Education*, 52(2), 292–301. doi:10.1016/j.compedu.2008.08.008
- Homepage Africa. (2017). <http://www.homepageafrica.com/tag/taste/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Hricko, M. (2002). Student Retention in Distance Education. V. Phillips, B. Elwert ve L. Hitch (Ed.), *Motivating & Retaining Adult Learners Online* içinde (ss. 3–10). <https://www.geteducated.com/images/pdfs/journalmotivateretain.pdf> (Erişim tarihi: 18.12.2016)
- Hsu, Y.-S. ve Thomas, R. A. (2002). The impacts of a web-aided instructional simulation on science learning. *International Journal of Science Education*, 24(9), 955–979. doi:10.1080/09500690110095258
- Hughes, J. A. (2004). Supporting the online learner. T. Anderson ve F. Elloumi (Ed.), *Theory and Practice of Online Learning* içinde (ss. 367–384). Athabasca, Canada: AU Press. [http://cde.athabascau.ca/online\\_book/pdf/TPOL\\_chp15.pdf](http://cde.athabascau.ca/online_book/pdf/TPOL_chp15.pdf) (Erişim tarihi: 10.01.2017)
- Iqbal, S. ve Bhatti, Z. A. (2015). An Investigation of University Student Readiness towards M-learning using Technology Acceptance Model. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(4).
- Islam, A. N. (2013). Investigating e-learning system usage outcomes in the university context. *Computers and Education*, 69, 387–399. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.037
- Islam, M. T. (2010). Challenges and opportunities for teaching laboratory sciences at a distance in a developing country. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 213–234). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- iLabs. (2017). <https://icampus.mit.edu/projects/ilabs/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Jaakkola, T. ve Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271–283. doi:10.1111/j.1365-2729.2007.00259.x
- Jagannathan, U. (2016). *Higher Education Faculty Perceptions of the Infusion of Virtual Labs in IT Degree Programs: An Exploratory Multi-Case Study*. Doktora Lisans Tezi. Arizona: Northcentral University.
- Jara, C. A., Candelas, F. A., Puente, S. T. ve Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, 57(4), 2451–2461. doi:10.1016/j.compedu.2011.07.003
- Javidi, G. (2004). *A Comparison of Traditional Physical Laboratory and Computer Simulated Laboratory Experiences in Relation to Engineering Undergraduate*

- Students' Conceptual Understandings of a Communication Systems Topic*. Doktora Lisans Tezi. Florida: University of South Florida.
- Kaba, A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Kamlaskar, C. (2007). Multimedia Simulation for Electronics Laboratory Activity in India. *Asian Journal of Distance Education*, 5(3), 33–45.
- Kamlaskar, C. H. (2009). Assessing effectiveness of interactive electronics lab simulation: learner's perspective. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 10(1), 193–209.
- Kang, M. ve Shin, W. S. (2015). An Empirical Investigation of Student Acceptance of Synchronous E-Learning in an Online University. *Journal of Educational Computing Research*, 52(4), 475–495. doi:10.1177/0735633115571921
- Kannan, K. ve Narayanan, K. (2015). A structural equation modelling approach for massive blended synchronous teacher training. *Educational Technology and Society*, 18(3), 1–15.
- Kara, A., Ozbek, M. E., Cagiltay, N. E. ve Aydin, E. (2011). Maintenance, sustainability and extendibility in virtual and remote laboratories. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 722–728. doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.134
- Ke, C., Sun, H. ve Yang, Y. (2012). Effects of User and System Characteristics on Perceived Usefulness and Perceived Ease of Use for the Web-Based. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(3), 128–143.
- Kennepohl, D. (2007). Using home-laboratory kits to teach general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 337–346. doi:10.1039/b7rp90008b
- Kennepohl, D. (2010). Remote control teaching laboratories and practicals. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 167–187). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Kennepohl, D. K. (2013). Learning from blended chemistry laboratories. *2013 IEEE Fifth International Conference on Technology for Education*, Kharagpur, West Bengal, India, 18-20 December 2013. ss.135-138. doi:10.1109/T4E.2013.40
- Kennepohl, D. ve Last, A. M. (2000). Teaching Chemistry at Canada's Open University. *Distance Education*, 21(1), 183–197. doi:10.1080/0158791000210111
- Kennepohl, D. ve Shaw, L. (2010). *Accessible elements: teaching science online and at a distance*. Edmonton: AU Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Khor, E. T. (2014). An Analysis of ODL Student Perception and Adoption Behavior Using the Technology Acceptance Model. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(6), 275–288.
- Kim, K. (2004). Motivational Influences in Self-Directed Online Learning Environments: A Qualitative Case Study. *27th Association for Educational Communications and Technology*, Chicago, Illinois. ss.460-467.
- Koh, C., Tan, H. S., Tan, K. C., Fang, L., Fong, F. M., Kan, D., Lye, S.L. ve Wee, M. L. (2010). Investigating the Effect of 3D Simulation-Based Learning on the

- Motivation and Performance of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 99(3), 237–251. doi:10.1002/j.2168-9830.2010.tb01059.x
- Kollöffel, B. ve de Jong, T. (2013). Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: Combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab. *Journal of Engineering Education*, 102, 375–393.
- Korakakis, G., Boudouvis, A., Palyvos, J. ve Pavlatou, E. A. (2012). The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching science. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 145–149. doi:10.1016/j.sbspro.2011.12.032
- Koretsky, M., Kelly, C. ve Gummer, E. (2011). Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 540–573.
- Lammi, M. D. (2009). *Student achievement and affective traits in electrical engineering laboratories using traditional and computer-based instrumentation*. Yüksek Lisans Tezi. Utah: Utah State University.
- Lang, J. (2012). Comparative study of hands-on and remote physics labs for first year university level physics students. *Transformative Dialogues: Teaching & Learning Journal*, 6(1), 1–25.
- Lee, B.-C., Yoon, J.-O. ve Lee, I. (2009). Learners' acceptance of e-learning in South Korea: Theories and results. *Computers and Education*, 53(4), 1320–1329. doi:10.1016/j.compedu.2009.06.014
- Lee, J. ve Park, O. (2003). Adaptive Instructional Systems. *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* içinde (ss. 651–660).
- Lee, M. C. (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation-confirmation model. *Computers and Education*, 54(2), 506–516. doi:10.1016/j.compedu.2009.09.002
- Lee, Y.-C. (2006). An empirical investigation into factors influencing the adoption of an e-learning system. *Online Information Review*, 30(5), 517–541. doi:10.1108/14684520610706406
- Lee, Y.-C. (2008). The role of perceived resources in online learning adoption. *Computers and Education*, 50(4), 1423–1438. doi:10.1016/j.compedu.2007.01.001
- Lee, Y. H., Hsiao, C. ve Purnomo, S. H. (2014). An empirical examination of individual and system characteristics on enhancing e-learning acceptance. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(5), 562–579.
- Li, Y., Duan, Y., Fu, Z. ve Alford, P. (2012). An empirical study on behavioural intention to reuse e-learning systems in rural China. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 933–948. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01261.x
- Lin, T. ve Tsai, C. (2013). Self-Efficacy in Relation To Their Approaches. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1275–1301.
- Lin, Y.-C., Chen, Y.-C. ve Yeh, R. C. (2010). Understanding college students' continuing intentions to use multimedia e-learning systems. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 8(4), 488–493.
- Lindsay, E. D. ve Good, M. C. (2005). Effects of laboratory access modes upon learning



- outcomes. *IEEE Transactions on Education*, 48(4), 619–631.
- Liu, S.-H., Liao, H.-L. ve Pratt, J. A. (2009). Impact of media richness and flow on e-learning technology acceptance. *Computers and Education*, 52(3), 599–607. doi:10.1016/j.compedu.2008.11.002
- Liu, Y., Li, H. ve Carlsson, C. (2010). Factors driving the adoption of m-learning: An empirical study. *Computers and Education*, 55(3), 1211–1219. doi:10.1016/j.compedu.2010.05.018
- Loannides, A. A. (1987). Open education at a distance: the UK Open University experience in teaching physics. *European Journal of Physics*, 8(4), 286–296. doi:10.1088/0143-0807/8/4/012
- Lowe, D. (2014). MOOLs: Massive Open Online Laboratories: An Analysis of Scale and Feasibility. *2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, Porto, Portugal, 26 - 28 February 2014. ss.1-6.
- Lwoga, E. T. ve Komba, M. (2015). Antecedents of continued usage intentions of web-based learning management system in Tanzania. *Education + Training*, 57(7), 738–756. doi:10.1108/ET-02-2014-0014
- Lyall, R. ve Patti, A. F. (2010). Taking the chemistry experience home - home experiments or “kitchen chemistry”. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 83–108). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Ma, J. ve Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: a comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1–24. doi:10.1145/1132960.1132961
- Malaric, R., Jurcevic, M., Hegedus, H., Cmok, D. ve Mostarac, P. (2008). Electrical measurements student laboratory-replacing hands-on with remote and virtual experiments. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(4), 299–309.
- Malinovski, T., Vasileva, M., Vasileva-Stojanovska, T. ve Trajkovik, V. (2014). Considering high school students’ experience in asynchronous and synchronous distance learning environments: QoE prediction model. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(4), 91–112.
- Marangunić, N. ve Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 81–95. doi:10.1007/s10209-014-0348-1
- Marchevsky, A. M., Relan, A. ve Baillie, S. (2003). Self-Instructional “Virtual Pathology” Laboratories Using Web-Based Technology Enhance Medical School Teaching of Pathology. *Human Pathology*, 35(4), 423–429. doi:10.1016/S0046-8177(03)00089-3
- Martínez-Jiménez, P., Pontes-Pedrajas, A., Climent-Bellido, M. S. ve Polo, J. (2003). Learning in chemistry with virtual laboratories. *Journal of Chemical Education*, 80(3), 346–352.
- Martinez-Torres, M. R., Toral Marin, S. L., Barrero Garcia, F., Gallardo Vazquez, S., Arias Oliva, M. ve Torres, T. (2008). A technological acceptance of e-learning tools used in practical and laboratory teaching, according to the European higher

- education area. *Behaviour & Information Technology*, 27(6), 495–505.
- Mazman, S. G. ve Usluel, Y. K. (2010). Modeling educational usage of Facebook. *Computers and Education*, 55(2), 444–453. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.008
- McIsaac, M. S. ve Gunawardena, C. N. (1996). Distance Education. D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology: a project of the Association for Educational Communications and Technology* içinde (ss. 403-437). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Meester, M. A. M. ve Kirschner, P. A. (1995). Practical Work at the Open University of the Netherlands. *Journal of Science Education and Technology*, 4(2), 127–140.
- Meli, P. L. (2008). *Perspectives of health information management faculty use of an e-learning laboratory and technology acceptance*. Doktora Lisans Tezi. Florida: University of Central Florida.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London: Sage Publication.
- MIT OpenCourseWare. (2017). <https://ocw.mit.edu/index.htm> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Mkhize, P., Mtsweni, S. ve Buthelezi, P. (2016). Diffusion of Innovations Approach to the Evaluation of Learning Management System Usage in an Open Distance Learning Institution. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3).
- Mohamed, N. ve Karim, N. S. A. (2012). Open source e-learning anxiety, self-efficacy and acceptance - A partial least square approach. *International Journal of Mathematics and Computers in Simulation*, 6(4), 361–368.
- Moore, M. G. (2010). Foreword. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance*. Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Mosse, J. ve Wright, W. (2010). Acquisition of laboratory skills by on-campus and distance education students. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 109–129). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Mowry, M. M. (2007). *An innovative approach to impacting student academic achievement and attitudes: pilot study of the Heads Up virtual molecular biology lab*. Doktora Tezi. Texas: The University of Texas.
- Muilenburg, L. Y. ve Berge, Z. L. (2005). Student barriers to online learning: A factor analytic study. *Distance Education*, 26(1), 29–48. doi:10.1080/01587910500081269
- Mungania, P. (2003). *The seven e-learning barriers facing employees: Final report*. [http://www.academia.edu/8420360/The\\_7\\_E-Learning\\_Barriers\\_facing\\_Employees\\_-\\_Penina\\_Mungania](http://www.academia.edu/8420360/The_7_E-Learning_Barriers_facing_Employees_-_Penina_Mungania) (Erişim tarihi: 18.12.2016)
- Muthusamy, K., Kumar, P. R. ve Latif, S. R. S. A. (2005). Virtual Laboratories in Engineering Education. *Asian Journal of Distance Education*, 3(2), 55–58.
- NANSLO. (2017). <http://www.wiche.edu/nanslo> (Erişim tarihi: 05.02.2017)

- Nedic, Z., Machotka, J. ve Nafalski, A. (2003). Remote laboratories versus virtual and real laboratories. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Boulder, CO, 5-8 Nov. 2003: IEEE. doi:10.1109/FIE.2003.1263343
- NetLab. (2017). <http://netlab.unisa.edu.au/index.xhtml> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Ngai, E. W. T., Poon, J. K. L. ve Chan, Y. H. C. (2007). Empirical examination of the adoption of WebCT using TAM. *Computers and Education*, 48(2), 250–267. doi:10.1016/j.compedu.2004.11.007
- O'Malley, P. J., Agger, J. R. ve Anderson, M. W. (2015). Teaching a Chemistry MOOC with a Virtual Laboratory: Lessons Learned from an Introductory Physical Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 92, 1661–1666. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00118
- Ogot, M., Elliott, G. ve Glumac, N. (2003). An Assessment of In-Person and Remotely Operated Laboratories. *Journal of Engineering Education*, 92(10), 57–64. doi:10.1002/j.2168-9830.2003.tb00738.x
- Olympiou, G. ve Zacharia, Z. C. (2010). Implementing a blended combination of physical and virtual laboratory manipulatives to enhance students' learning through experimentation in the domain of Light and Color. *Journal of Education, Informatics and Cybernetics*, 2(1), 49–53.
- Olympiou, G. ve Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21–47. doi:10.1002/sce.20463
- Onyesolu, M. O. (2009). Virtual Reality Laboratories: An Ideal Solution to the Problems Facing Laboratory Setup and Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*. San Francisco, USA, October 20-22, 2009. ss.291-295.
- Oser, R. R. (2013). *Effectiveness of virtual laboratories in terms of achievement, attitudes, and learning environment among high school science students*. Doktora Tezi. Bentley: Curtin University.
- Özkul, A. E. (2003). E-öğrenme ve mühendislik eğitimi. *TMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi*, 41(419), 18–27.
- Park, S. Y. (2009). An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(3), 150–162.
- Park, S. Y., Nam, M.-W. ve Cha, S.-B. (2012). University students' behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the technology acceptance model. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 592–605. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01229.x
- Peters, O. (2004). *Distance education in transition: New trends and challenges (4. bs.)*. Oldenburg: BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Peterson, G. D. ve Feisel, L. D. (2002). e-Learning: The Challenge for Engineering Education. *Proceedings of the 2002 eTEE Conference*, Davos, Switzerland, 11-16 August 2002. ss.164-169.
- Phet. (2017). <https://phet.colorado.edu/tr/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)

- Pituch, K. A. ve Lee, Y. (2006). The influence of system characteristics on e-learning use. *Computers and Education*, 47(2), 222–244. doi:10.1016/j.compedu.2004.10.007
- Pyatt, K. ve Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 133–147. doi:10.1007/s10956-011-9291-6
- Raman, R. ve Diwakar, S. (2014). The VLAB OER Experience: Modeling Potential-Adopter Student Acceptance. *IEEE Transactions on Education*, 57(4), 235–241.
- Rengel, A. ve Gómez, K. F. (2014). The transformative potential of technology in higher education: the shortcomings of mooc's, the benefits of face-to-face learning and the hybrid model as a possible optimal solution (a 2013 spanish case study). <http://ssrn.com/abstract=2476854> (Erişim tarihi: 13.11.2014)
- Richardson, J. J. ve Adamo-Villani, N. (2010). A virtual embedded microcontroller laboratory for undergraduate education: development and evaluation. *Engineering Design Graphics Journal*, 74(3), 1–12.
- Ringle, C. M., Wende, S. ve Becker, J.-M. (2015). SmartPLS 3. Bönningstedt: SmartPLS.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5. bs.). NewYork, NY, USA: Free Press.
- Ros, S., Hernández, R., Caminero, A., Robles, A., Barbero, I., Maciá, A. ve Holgado, F. P. (2015). On the use of extended TAM to assess students' acceptance and intent to use third-generation learning management systems. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1250–1271. doi:10.1111/bjet.12199
- Rudman, P. D., Lavelle, S. P., Salmon, G. ve Cashmore, A. (2010). SWIFT-ly enhancing laboratory learning: genetics in the virtual world. *ALT-C 2010 Conference Proceedings*. Nottingham, UK, 7-9 September 2010. ss. 118-128.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R. ve van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. doi:10.1016/j.compedu.2011.07.017
- Sahin, S. (2006). Computer simulations in science education: implications for distance education. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 7(4), 132–146.
- Salzmann, C., Gillet, D. ve Piguet, Y. (2016). MOOLs for MOOCs: A first edX scalable implementation. *Proceedings of 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2016*, UNED, Madrid, Spain, 24-26 February 2016. ss.246-251. doi:10.1109/REV.2016.7444473
- Samuelsen, D. A. H. (2016). Adopting an exercise program for electronics engineering education utilising remote laboratories for the age of MOOC. *Frontiers in Education Conference (FIE)*, Erie, Pennsylvania, 12-15 Oct. 2016: IEEE. ISBN: 978-1-5090-1789-8. doi:10.1109/FIE.2016.7757578
- Sánchez, R. A. ve Hueros, A. D. (2010). Motivational factors that influence the acceptance of Moodle using TAM. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1632–1640. doi:10.1016/j.chb.2010.06.011
- Sarik, J. ve Kymissis, I. (2010). Lab kits using the Arduino prototyping platform. *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Washington, DC, October 27 - 30,

- 2010: IEEE. ss.T3C-1-T3C-5. doi:10.1109/FIE.2010.5673417
- Scheucher, B., Belcher, J. W., Bailey, P. H., Santos, F. R. dos ve Gütl, C. (2009). Evaluation Results of a 3D Virtual Environment for Internet-accessible Physics Experiments. *International Conference of Interactive Computer Aided Learning*, Villach, Austria, 23-25 September 2009. ss.1-12.
- Sciencecourseware. (2017). <http://www.sciencecourseware.com/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Shah, G. U. D., Bhatti, M. N., Iftikhar, M., Qureshi, M. I. ve Zaman, K. (2013). Implementation of technology acceptance model in E-learning environment in rural and urban areas of Pakistan. *World Applied Sciences Journal*, 27(11), 1495–1507.
- Shaw, L. ve Carmichael, R. (2010). Needs, costs, and accessibility of de science lab programs. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* içinde (ss. 191–211). Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> (Erişim tarihi: 09.06.2014)
- Shih, C.-C. ve Gamon, J. (2001). Web-Based Learning: Relationships Among Student Motivation, Attitude, Learning Styles, And Achievement. *Journal of Agricultural Education*, 42(4), 12–20.
- Shin, W. S. ve Kang, M. (2015). The Use of a Mobile Learning Management System at an Online University and Its Effect on Learning Satisfaction and Achievement. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(3).
- Shott, M. (1974). Physics in the open university. *Contemporary Physics*, 15(1), 69–85.
- Sicker, D. C., Lookabaugh, T., Santos, J. ve Barnes, F. (2005). Assessing the effectiveness of remote networking laboratories. *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Indianapolis, IN, October 19-22, 2005: IEEE. ss.7-12. doi:10.1109/FIE.2005.1612279
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. ve Zvacek, S. (2012). *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education* (5. baskı.). Boston: Allyn & Bacon.
- Software Tools for Academics and Researchers. (2017). <http://star.mit.edu/>
- Sonnenwald, D. H., Whitton, M. C. ve Maglaughlin, K. L. (2003). Evaluating a scientific collaboryatory: results of a controlled experiment. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 10(2), 150–176.
- Stefanovic, M. (2013). The objectives, architectures and effects of distance learning laboratories for industrial engineering education. *Computers & Education*, 69, 250–262. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.011
- Stefanovic, M., Tadic, D., Nestic, S. ve Djordjevic, A. (2013). An Assessment of Distance Learning Laboratory Objectives for Control Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(2), 191–202. doi:10.1002/cae.21589
- Stone, M. (1974). Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions. *Journal of the Royal Statistical Society*, 36(2), 111–147.
- Stuckey-Mickell, T. A. ve Stuckey-Danner, B. D. (2007). Virtual labs in the online biology course: student perceptions of effectiveness and usability. *MERLOT*

- Journal of Online Learning and Teaching*, 3(2), 105–111.
- Suki, N. M. ve Suki, N. M. (2011). Users' behavior towards ubiquitous M-learning. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 12(3), 118–129.
- Šumak, B., Heričko, M. ve Pušnik, M. (2011). A meta-analysis of e-learning technology acceptance: The role of user types and e-learning technology types. *Computers in Human Behavior*, 27(6), 2067–2077. doi:10.1016/j.chb.2011.08.005
- Taghavi, S. E. ve Colen Jr., C. (2009). Computer simulation laboratory instruction vs. traditional laboratory instruction in digital electronics. *Journal of Information Technology Impact*, 9(1), 25–36.
- Tan, P. J. B. (2015). English e-learning in the virtual classroom and the factors that influence ESL (English as a Second Language): Taiwanese citizens' acceptance and use of the Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. *Social Science Information*, 54(2), 211–228. doi:10.1177/0539018414566670
- Tarhini, A., Hone, K. ve Liu, X. (2015). A cross-cultural examination of the impact of social, organisational and individual factors on educational technology acceptance between British and Lebanese university students. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 739–755. doi:10.1111/bjet.12169
- Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2012). Virtual chemistry laboratory: effect of constructivist learning environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(1), 183–199.
- TDK. (2017). <http://tdk.gov.tr/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers and Education*, 52(2), 302–312. doi:10.1016/j.compedu.2008.08.006
- The Open Science Laboratory. (2017). <https://learn5.open.ac.uk/course/view.php?id=2> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Toth, E. E., Morrow, B. L. ve Ludvico, L. R. (2009). Designing blended inquiry learning in a laboratory context: a study of incorporating hands-on and virtual laboratories. *Innovative Higher Education*, 33, 333–344. doi:10.1007/s10755-008-9087-7
- 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.
- Uluyol, Ç. ve Karadeniz, Ş. (2009). Bir harmanlanmış öğrenme ortamı örneği: öğrenci başarısı ve görüşleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi.*, 6(1), 60–84.
- UNILabs. (2017). <http://unilabs.dia.uned.es/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)
- Venkatesh, V. ve Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. ve Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Virtual Labs. (2017). <http://vlab.co.in/> (Erişim tarihi: 05.02.2017)

- Waldrop, M. M. (2013). Education online: The virtual lab. *Nature*, 499, 268–270. doi:10.1038/499268a
- Warner, L. ve Wilkinson, J. (1992). Evaluation of on-campus activities in disciplines necessitating compulsory attendance. *Research in Distance Education*, 4(3), 2–5.
- Williams, M. ve Williams, J. (2010). Evaluating a model of business school students' acceptance of web-based course management systems. *The International Journal of Management Education*, 8(3), 59–70.
- Wong, K. K. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Techniques Using SmartPLS. *Marketing Bulletin*, 24, 1–32. [http://marketing-bulletin.massey.ac.nz/v24/mb\\_v24\\_t1\\_wong.pdf](http://marketing-bulletin.massey.ac.nz/v24/mb_v24_t1_wong.pdf)
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yukselturk, E. ve Yildirim, Z. (2008). Investigation of interaction, online support, course structure and flexibility as the contributing factors to students' satisfaction in an online certificate program. *Educational Technology and Society*, 11(4), 51–65.
- Zacharia, Z. ve Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of Physics. *American Journal of Physics*, 71, 618–629.
- Zacharia, Z. C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 120–132. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x
- Zacharia, Z. C., Olympiou, G. ve Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021–1035. doi:10.1002/tea.20260
- Zajdel, T. J. ve Maharbiz, M. M. (2016). Introducing Electronics at Scale with a Massive Online Circuits Lab. *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*, New Orleans, LA, June 26 - 29, 2016. <https://www.asee.org/public/conferences/64/papers/16155/view> (Erişim tarihi: 05.02.2017)

## **EKLER**

- EK-1 Canvas Öğrenme Yönetim Sistemine Ait Ekran Görüntüleri
- EK-2 Scorm Paketlerine Ait Ekran Görüntüleri
- EK-3 Anadolu E-Kampüs Sistemine Ait Ekran Görüntüleri
- EK-4 Deney Yönergelerine Ait Örnek Bir Doküman
- EK-5 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları
- EK-6 DASL Kullanmayan Öğrenenlere Yönelik Hazırlanan Anket
- EK-7 DASL Kullanan Öğrenenlere Yönelik Hazırlanan Ölçek
- EK-8 SmartPLS Programında Araştırma Modeline Ait Yol Katsayılarının ve  $R^2$  Değerlerinin Ekran Görüntüsü
- EK-9 SmartPLS Programında t-değerleri ile Birlikte Bootstrap Çıktısının Ekran Görüntüsü
- EK-10 Etik Kurul İzni



## EK-1. Canvas Öğrenme Yönetim Sistemine Ait Ekran Görüntüleri

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Dersler ▼ Notlar Takvim

DASL > DASL

Ana Sayfa

Ödevler

Tartışmalar

Notlar

Katılımcılar

Sayfalar

Dosyalar

Ders Programı

Kısa sınavlar

Modüller

Konferanslar

İşbirliğine Yönelik Çalışmalar

### Devre Analizi Sanal Laboratuvarı

Devre Analizi dersi kapsamında gerçekleştireceğiniz tüm deneylerle ilişkin bilgileri, deneylerin nasıl yapılması gerektiğine ilişkin videoları ve deneylerle ilişkin simülasyonları bu ortamda bulabilirsiniz. Bu ortamda ders modüllerine,

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Dersler ▼ Notlar Takvim Çıkış

DASL > DASL > Modüller

Ana Sayfa

Ödevler

Tartışmalar

Notlar

Katılımcılar

Sayfalar

Dosyalar

Ders Programı

Kısa sınavlar

Modüller

Konferanslar

İşbirliğine Yönelik Çalışmalar

### Başlarken

- M00: Genel Tanıtım
- M00, Etkinlik 1: Devre Analizi Sanal Laboratuvarını Tanıyalım
- M00, Etkinlik 2: Deneylere Göz Atalım
- M00, Etkinlik 3: Bildikleriniz, Merak Ettikleriniz

### Modül 1: Deney 1 - Direnç Değerlerinin Belirlenmesi ve Devre Kurma

- M01: Genel Tanıtım
- M01, Etkinlik 1: Kitabımızı okuyalım

▼ Modül 2: Deney 2 - Eşdeğer Direnç, Voltaj ve Akım Ölçümü

📄 M02: Genel Tanıtım

📄 M02, Etkinlik 1: Kitabımızı okuyalım

📄 M02, Etkinlik 2: Deneye ilişkin bilgi alalım

📄 M02, Etkinlik 2, Adım 2

📄 M02, Etkinlik 2, Adım 5

📄 M02, Etkinlik 2, Adım 6

📄 M02, Etkinlik 3: Uygulama 1 - Bir Direnç Üzerindeki Gerilimi ve Akımı Ölçme

📄 M02, Etkinlik 4: Uygulama 2 - Seri Bağlı Devrede Gerilim ve Akım

📄 M02, Etkinlik 5: Uygulama 3 - Paralel Bağlı Devrede Gerilim ve Akım

📄 M02, Etkinlik 6: Deney videosunu izleyelim

🕒 M02, Etkinlik 7: Kendimizi Sınayalım

🕒 M02, Etkinlik 8: Modülü Değerlendirelim

## EK-2. Scorm Paketlerine Ait Ekran Görüntüleri

### Your Course Library

[Add Content](#)

Search By:  Search:  Sort By:  Show Usage | Show Tags | Show Dispatch | Show Icon View

Course Name	Date Added	Actions
<input type="checkbox"/> Dene1_Uygulama1	06/07/2015 (5:55 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene1_Uygulama2	06/07/2015 (5:57 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene1_Uygulama3	06/07/2015 (5:58 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene1_Uygulama4	06/07/2015 (5:59 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene2_Uygulama1	06/07/2015 (6:00 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene2_Uygulama2	06/07/2015 (6:02 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene2_Uygulama3	06/07/2015 (6:04 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene3_Uygulama1	06/07/2015 (6:06 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene3_Uygulama2	06/07/2015 (6:08 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene3_Uygulama3	06/07/2015 (6:08 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene3_Uygulama4	06/07/2015 (6:07 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene4_Uygulama	06/07/2015 (6:08 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene5_Uygulama1	06/07/2015 (6:09 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene5_Uygulama2	06/07/2015 (6:10 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene7_Uygulama1	06/07/2015 (6:15 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene7_Uygulama2	06/07/2015 (6:16 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene7_Uygulama3	06/07/2015 (6:17 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene8_Uygulama1	06/07/2015 (6:18 PM)	Preview Invite
<input type="checkbox"/> Dene8_Uygulama2	06/07/2015 (6:19 PM)	Preview Invite

Select: [All](#) | [None](#) Items Per Page:  (View Paged)

[Invite](#) [Dispatch](#) [Add Course Tags](#) [Delete](#)

Dene2\_Uygulama1 - Google Chrome

cloud.scorm.com/content/courses/6KTL28SWO5/dene2\_uygulama1f70dd430-57f3-483d-bfbf-c66a5a137bb8/0/mu

1.  $R_1$  (40  $\Omega$ ) direnci üzerindeki gerilim değerini voltmetreden okuyarak Çizelge 2.1'e yazınız.

2. Hazırladığınız deney düzeneğini bozmadan devredeki direnci üzerinde sağ tıklayarak "Direnci Değiştir" ile  $R_2$  direnci için belirtilen 10  $\Omega$  değerine ayarlayınız ve voltmetreden okuyacağınız gerilim değerini Çizelge 2.1'e yazınız.

3. Yukarıda belirtilen işlemleri 20  $\Omega$ 'luk  $R_3$  direnci için de tekrarlayınız.

**NOT:** "Kontrol Et" butonuna tıklayarak Çizelge 2.1'e girdiğiniz değerleri kontrol ettiriniz.

DİRENÇ	GERİLİM	ÖLÇÜLEN DEĞER
40 $\Omega$	V1	<input type="text"/>
10 $\Omega$	V2	<input type="text"/>
20 $\Omega$	V3	<input type="text"/>

[KONTROL ET](#)

[Çizelge 2.1.Çeşitli Dirençler Üzerinden Okunan Gerilim Değerleri](#)

[Geri](#) [İleri](#)

## EK-3. Anadolu E-Kampüs Sistemine Ait Ekran Görüntüleri

Sanal Laboratuvar Oryantasyonu

### Sanal Laboratuvar Oryantasyonu

#### Oryantasyon

Bu ders kapsamında yaz aylarında yapılacak olan yüz yüze Devre Analizi laboratuvar uygulamasında yürüteceğiniz deneyleri sizlere sunulan sanal laboratuvar ortamlarında yapabileceksiniz. Bu ortamda yapacağınız deneyler, yüz yüze laboratuvar uygulamalarına daha hazırlıklı gelmenizi ve geldiğinizde zamanınızı daha verimli kullanmanızı sağlayacaktır.

Bu ortamda 2 Boyutlu ve 3 Boyutlu olmak üzere iki farklı Devre Analizi Sanal Laboratuvarı bulunmaktadır. Bu sanal laboratuvarların kurulması ve çalıştırılması ile ilgili ayrıntılı bilgiye sol taraftaki menüden ilgili başlıklara tıklayarak ulaşabilirsiniz.


Yapacağınız deneyler her iki sanal laboratuvar ortamı için de eşdeğer olup hangi sanal laboratuvarı kullanacağınız sizin tercihinize bırakılmıştır. Uygulama etkinliklerine başlamadan önce kullanmak istediğiniz Sanal Laboratuvarı açmayı unutmayınız.

#### Uygulama Etkinlikleri ve Deneysel Sonuçlarını Gönderme

Sanal Laboratuvarlarda deneyleri yapabilmemiz için **Ünite** başlıkları altında "**Uygulama Etkinlikleri**" yer almaktadır. Uygulama Etkinliklerinin sayısı Ünitelere göre değişim gösterebilir. Bu etkinliklerde 2 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarı ve 3 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarı için ayrı ayrı deney yönergeleri Word dosyası şeklinde sizinle paylaşılmıştır. Deneyleri hangi Sanal Laboratuvar'da gerçekleştireceğiniz (2 boyutlu veya 3 boyutlu) tercihinize bırakılmıştır.

Sizden bu etkinlikleri tamamlamanız ve sizden istenen dosyaları bu çevrimiçi ortamdan göndermeniz beklenmektedir.

**Lütfen aşağıdaki videoyu izleyerek uygulama etkinliklerine nasıl erişeceğinizi ve deneylerden elde ettiğiniz sonuçları nasıl göndereceğinizi inceleyiniz.**



#### Notlandırma

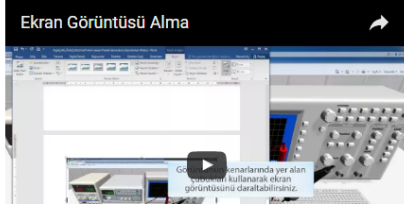
Gönderdiğiniz her bir uygulama etkinliği için bir puan alacaksınız.

Burada aldığınız puanların yaz aylarında yapılacak olan laboratuvar uygulaması notlarına herhangi bir katkısı **yoktur**. Sadece buradaki performansınızın hem kendi açısından hem de bizim açımızdan takip edilebilmesi amacıyla kullanılacaktır.

#### Ekran Görüntüsü Alma

Eğer 3 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da deneyleri gerçekleştirecekseniz yönergelerde sizden kurduğunuz devrelerin ekran görüntüleri istenecektir.

**Ekran görüntüsü alma ile ilgili aşağıdaki kısa eğitim videosunu izleyiniz.**



📄	🏠	🔄
▼	EİD184U_DEVRE ANALİZİ	🏠
	LABORATUVARI	
	Ders Bildirimleri	
	Buradan Başlayın...	
	Ders Kitabı	
	Ünite Videoları	
	2B Devre Analizi Sanal Laboratuvarı	
	3B Devre Analizi Sanal Laboratuvarı	
	Sanal Laboratuvar Oryantasyonu	
	Ünite 01	
	Ünite 02	
	Ünite 03	
	Ünite 04	
	Ünite 05	
	Ünite 06	
	Ünite 07	
	Ünite 08	
	ANKET	
	Notlarım	
	Takvimim	
	Ders Topluluğu	

## Ünite 01

### Üniteyi Tanıyalım

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Direnç türlerini tanıyabileceksiniz.
- Multimetre ile direnç değeri okuyabileceksiniz.
- Direnç değeri belirleyen renk kodlarını tanıyabileceksiniz.
- Değişik direnç değerlerini belirleyebileceksiniz.
- Breadboard kullanabileceksiniz.
- Dirençler ve breadboard kullanarak devre kurabileceksiniz.

### Ünite Matzemeleri

1. ünite ile ilgili olan içeriklere, "Ünite Anlatım Videosuna" ve Sanal Laboratuvar bağlantılarına bu klasörden ulaşabilirsiniz.



#### Uygulama Etkinliği 1: Dirençlerin Seri Bağlanması

Eklene Dosyalar: [2B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Seri Bağlanması.docx \(66,013 KB\)](#)  
[3B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Seri Bağlanması.docx \(341,076 KB\)](#)

"Dirençlerin Seri Bağlanması" deneyini 2 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da veya 3 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da gerçekleştiriniz. Ekte verilen dosyalarda sanal laboratuvar'da yapacağınız deneylerin yönergelerini bulabilirsiniz. Seçtiğiniz sanal laboratuvara ait yönergeyi indiriniz. Yönergede istenenleri gerçekleştirerek sizden istenen sonuçları gönderiniz. Ödev gönderimi ile ilgili "Oryantasyon" ünitesinde ayrıntılı bilgiyi bulabilirsiniz.



#### Uygulama Etkinliği 2: Dirençlerin Paralel Bağlanması

Eklene Dosyalar: [2B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Paralel Bağlanması.docx \(77,067 KB\)](#)  
[3B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Paralel Bağlanması.docx \(87,048 KB\)](#)

"Dirençlerin Paralel Bağlanması" deneyini 2 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da veya 3 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da gerçekleştiriniz. Ekte verilen dosyalarda sanal laboratuvar'da yapacağınız deneylerin yönergelerini bulabilirsiniz. Seçtiğiniz sanal laboratuvara ait yönergeyi indiriniz. Yönergede istenenleri gerçekleştirerek sizden istenen sonuçları gönderiniz. Ödev gönderimi ile ilgili "Oryantasyon" ünitesinde ayrıntılı bilgiyi bulabilirsiniz.



#### Uygulama Etkinliği 3: Dirençlerin Karmaşık Bağlanması

Eklene Dosyalar: [2B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Karmaşık Bağlanması.docx \(96,248 KB\)](#)  
[3B DAsL\\_Ünite1\\_Dirençlerin Karmaşık Bağlanması.docx \(115,787 KB\)](#)

"Dirençlerin Karmaşık Bağlanması" deneyini 2 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da veya 3 Boyutlu Sanal Laboratuvar'da gerçekleştiriniz. Ekte verilen dosyalarda sanal laboratuvar'da yapacağınız deneylerin yönergelerini bulabilirsiniz. Seçtiğiniz sanal laboratuvara ait yönergeyi indiriniz. Yönergede istenenleri gerçekleştirerek sizden istenen sonuçları gönderiniz. Ödev gönderimi ile ilgili "Oryantasyon" ünitesinde ayrıntılı bilgiyi bulabilirsiniz.



#### Ünite 1: Kendimizi Sınavalım

Bu kısa sınavda, ünite ile ilgili soru havuzundan rasgele alınan sorulardan oluşan 5 adet soru yer almaktadır.

#### EK-4. Deney Yönergelerine Ait Örnek Bir Doküman

### 2B DASL\_Ünite3\_Kirchhoff akım ve gerilim yasası-Karmaşık devre

Bu deneyde sanal laboratuvarı kullanarak karmaşık bağlı bir direnç devresinde Kirchhoff akım ve gerilim yasasının uygulanmasını göreceksiniz.

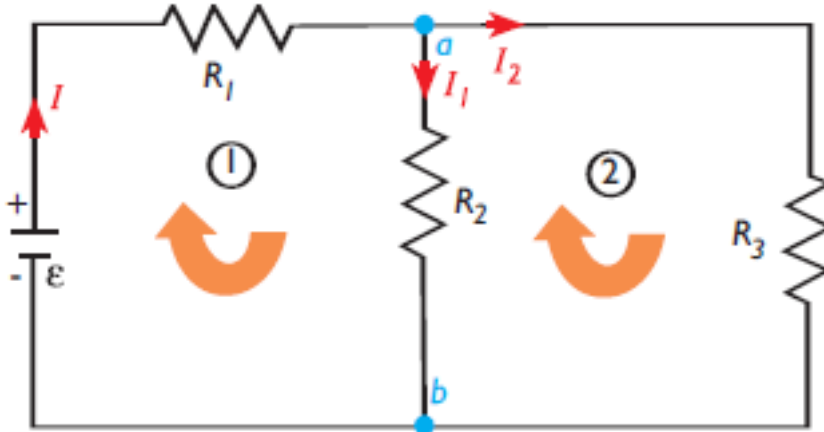
**NOT:** Sanal laboratuvarda oluşturduğunuz devreyi "Devre" alanındaki "Kaydet" butonu ile kaydediniz. Devrenin ismi "AdSoyad Ünite3 Kirchhoff akım ve gerilim yasası (Karmaşık devre)" şeklinde olmalıdır.

Aşağıdaki yönergeleri takip ederek deneyleri gerçekleştiriniz ve bulduğunuz değerleri **Çizelgelerdeki** ilgili alanlara yazınız. Bu Word dosyasının ismini "AdSoyad Ünite3 Kirchhoff akım ve gerilim yasası (Karmaşık devre)" şeklinde değiştiriniz. Kaydettiğiniz devreyi ve bu Word dosyasını "Oryantasyon" ünitesinde anlatıldığı gibi çevrimiçi ortamdan gönderiniz.

#### Deneyde Kullanılacak Elemanlar

1. Dirençler ( $R_1 = 90 \Omega$ ,  $R_2 = 15 \Omega$ ,  $R_3 = 65 \Omega$ )
2. Pil
3. Voltmetre
4. Ampermetre veya "Devreye Bağlanmayan Ampermetre"
5. Kablo

#### Kirchhoff Akım ve Gerilim Yasasının Karmaşık Bağlı Bir Direnç Devresinde Uygulanması

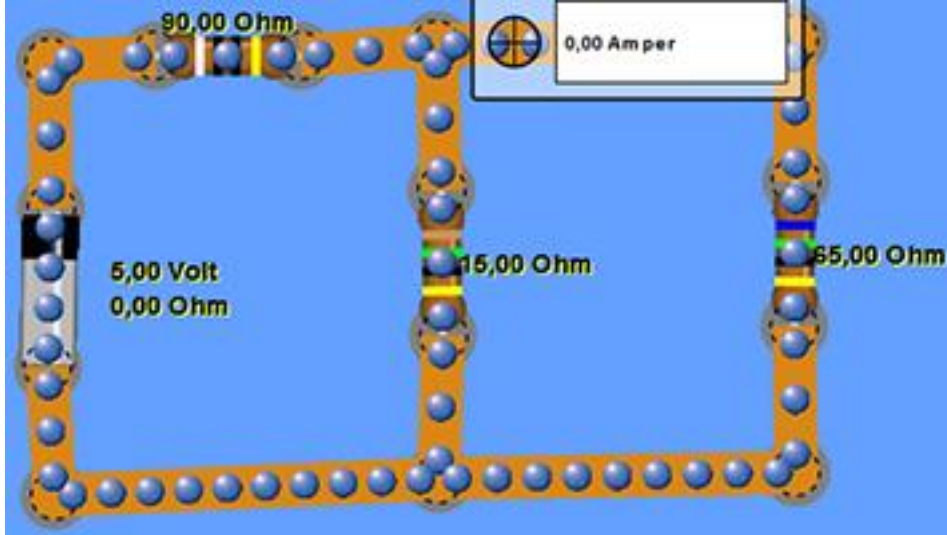


Şekil 1. Karmaşık Bağlı Direnç Devresi

#### Deneyin Yapılışı

1. Şekil 1'deki deney düzeneğini sanal laboratuvarda hazırlayınız.
2. Pilin voltajını 5 Volt olarak ayarlayınız.
3. Devredeki  $I$ ,  $I_1$  ve  $I_2$  akımlarını ölçmek için, akımların geçtiği kollara ampermetreyi Deney 2'de anlatıldığı gibi sırayla seri olarak bağlayınız veya "Devreye Bağlanmayan Ampermetre"yi dokundurunuz. Şekil 2'de sanal laboratuvarda "Devreye Bağlanmayan Ampermetre" ile  $I_2$  akımının ölçülmesi gösterilmiştir.

4. Ampermetreden okuduğunuz I akım değerlerini Çizelge 1'de ilgili alana yazınız. Aynı ölçümleri  $I_1$  ve  $I_2$  akımları için tekrarlayınız ve sonuçları Çizelge 1'e yazınız.
5. Aynı işlemleri, 10 volt değerı için tekrarlayınız ve ampermetreden okuduğunuz değerleri Çizelge 1'e yazınız.



Şekil 2. Sanal Laboratuvarda Karmaşık Bağlı Direnç Devresi

Uygulanan her gerilim değerı için  $I = I_1 + I_2$  bağıntısının gerçekleştiğini görebilirsiniz.

$\epsilon$ (volt)	I (amper)	$I_1$ (amper)	$I_2$ (amper)	$I_1 + I_2$
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çizelge 1. Devreden Geçen Akım Değerleri

## **EK-5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları**

### **DASL Kullanan Öğrenenlerle Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu**

1. Sanal laboratuvar uygulamasının kullanımını teknik olarak nasıl buldunuz?
2. Sanal laboratuvarın burada gerçekleştirdiğiniz Devre Analizi deneylerini tam olarak karşıladığını düşünüyor musunuz?
3. Sanal laboratuvarı kullanırken karşılaştığınız sıkıntılar nelerdir? Sizce eksiklikleri nelerdir? Ne şekilde geliştirilmelidir?
4. Hazırlanan sanal laboratuvarın size ne gibi katkısı oldu?
5. Sizce sanal laboratuvar uygulaması gerçek uygulamaların yerine geçebilir mi?
  - Sanal laboratuvarı, yüz yüze laboratuvar uygulamasına tercih eder miydiniz?
  - Yüz yüze laboratuvarlar kadar etkili olabilir mi?
6. Genel olarak bu şekilde bir öğrenme deneyiminden memnun kaldınız mı?

### **DASL Kullanmayan Öğrenenlerle Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu**

1. DASL kullanmama nedenleriniz nelerdir?



## EK-6. DASL Kullanmayan Öğrenenlere Yönelik Hazırlanan Anket

Sevgili Öğrencimiz,

Aşağıdaki anket sizin Devre Analizi Sanal Laboratuvarını kullanmama nedenleriniz ile ilgili görüşlerinizi saptamak amacıyla hazırlanmıştır. Anketin beklenen sonuçlara ulaşması, vereceğiniz içten ve güvenilir yanıtlara bağlıdır. Soruları yanıtlarken gereken özeni göstereceğiniz inancıyla, yardım ve katkılarınız için teşekkür ederim.

Hanife ÇİVRİL

### I. BÖLÜM

**Yönerge:** Bu bölümde bırakılan boşlukları doldurmanız beklenmektedir. Açık uçlu sorular için detaylı cevap vermeniz ve seçenekli sorular için ise size uygun seçeneğin karşısındaki kutucuğu işaretlemeniz yeterli olacaktır.

#### 1) ÇALIŞMA DURUMUNUZ

Çalışmıyorum

Çalışıyorum

#### 2) YAŞINIZ:.....

#### 3) CİNSİYETİNİZ

Kadın

Erkek

#### 4) ÖĞRENİM DERECEİNİZ

Lise

Önlisans (Lütfen belirtiniz)

Lisans (Lütfen belirtiniz)

Diğer (Lütfen belirtiniz) .....

#### 5) MEZUN OLDUĞUNUZ LİSE TÜRÜ

Genel Lise

Anadolu Lisesi

Yabancı Dil Ağırlıklı Lise

Mesleki ve Teknik Eğitim

Uygulayan Liseler

Sosyal Bilimler Lisesi

Diğer (Lütfen belirtiniz) .....

### II. BÖLÜM

**Yönerge:** Bu bölümde sizden, aşağıdaki ifadeleri Devre Analizi Sanal Laboratuvarı kullanmama nedenlerinizi dikkate alarak değerlendirmeniz istenmektedir. Bunun için; her bir ifadeyi dikkatle okuyarak mevcut durumunuzla karşılaştırınız. İfadeye katılım derecenizi yedi seçenekli ölçek üzerinde (1= Kesinlikle Katılmıyorum ve 7= Tamamen Katılıyorum) size uygun seçeneği işaretleyerek belirtiniz. Lütfen tüm soruları yanıtladığınızdan emin olunuz.

1) Sanal laboratuvarları kurmak benim için zordu.	1	2	3	4	5	6	7
2) Sanal Laboratuvarlar ilgimi çekmedi.	1	2	3	4	5	6	7
3) Devre Analizi konusunda yeterli bilgiye sahibim.	1	2	3	4	5	6	7
4) Sanal laboratuvar kullanmaya ihtiyacım olduğunu düşünmüyorum.	1	2	3	4	5	6	7

5) Ders kitabı benim için yeterliydi.	1	2	3	4	5	6	7
6) Eğitim videoları benim için yeterliydi.	1	2	3	4	5	6	7
7) Sanal laboratuvarında deneyleri gerçekleştirecek zamanım yoktu.	1	2	3	4	5	6	7
8) Yüz yüze laboratuvar uygulamasına hazırlıklı gelmem gerektiğini düşünmüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
9) Sanal laboratuvarında yaptığım deneylerin not karşılığının olmaması nedeniyle kullanmadım.	1	2	3	4	5	6	7
10) Sistemi çok karmaşık buldum.	1	2	3	4	5	6	7

### III. BÖLÜM

**Yönerge:** Devre Analizi Sanal Laboratuvarı hakkında ilave etmeyi düşündüğünüz görüşleri aşağıdaki alana yazınız.

**Diğer:**

## EK-7. DASL Kullanan Öğrenenlere Yönelik Hazırlanan Ölçek

Sevgili Öğrencimiz,

Aşağıdaki anket sizin Devre Analizi Sanal Laboratuvarı ile ilgili bilgi, görüş ve deneyimlerinizi saptamak amacıyla hazırlanmıştır. Anketin beklenen sonuçlara ulaşması, vereceğiniz içten ve güvenilir yanıtlara bağlıdır. Soruları yanıtlarken gereken özeni göstereceğiniz inancıyla, yardım ve katkılarınız için teşekkür ederim.

Hanife ÇİVRİL

### I. BÖLÜM

**Yönerge:** Bu bölümde bırakılan boşlukları doldurmanız beklenmektedir. Açık uçlu sorular için detaylı cevap vermeniz ve seçenekli sorular için ise size uygun seçeneğin karşısındaki kutucuğu işaretlemeniz yeterli olacaktır.

#### 1) ÇALIŞMA DURUMUNUZ

- Çalışmıyorum   
Çalışıyorum

#### 2) YAŞINIZ:.....

#### 3) CİNSİYETİNİZ

- Kadın   
Erkek

#### 4) ÖĞRENİM DERECEİNİZ

- Lise   
Önlisans (**Lütfen belirtiniz**)   
Lisans (**Lütfen belirtiniz**)   
Diğer (**Lütfen belirtiniz**) .....

#### 5) MEZUN OLDUĞUNUZ LİSE TÜRÜ

- Genel Lise   
Anadolu Lisesi   
Yabancı Dil Ağırlıklı Lise   
Mesleki ve Teknik Eğitim   
Uygulayan Liseler   
Sosyal Bilimler Lisesi   
Diğer (**Lütfen belirtiniz**) .....

#### 6) KULLANDIĞINIZ SANAL LABORATUVAR TÜRÜNÜ İŞARETLEYİNİZ.

- 2 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarı (2B DASL)   
3 Boyutlu Devre Analizi Sanal Laboratuvarı (3B DASL)

#### 7) DASL'yi kullanım derecenizi işaretleyiniz. (1=Az Kullanmadım, 7=Çok kullandım)

1 2 3 4 5 6 7

## II. BÖLÜM

**Yönerge:** Bu bölümde sizden, aşağıdaki ifadeleri, kullandığımız DEVRE ANALİZİ SANAL LABORATUVARINI DİKKATE ALARAK değerlendirmeniz istenmektedir. Bunun için; her bir ifadeyi dikkatle okuyarak mevcut durumunuzla karşılaştırınız. İfadeye katılım derecenizi yedi seçenekli ölçek üzerinde (1= Kesinlikle Katılmıyorum ve 7= Tamamen Katılıyorum) size uygun seçeneği işaretleyerek belirtiniz. Lütfen tüm soruları yanıtladığınızdan emin olunuz.

1) DASL’de deney yapmak benim için kolaydı.	1	2	3	4	5	6	7
2) DASL kullanımını eğlenceli buldum.	1	2	3	4	5	6	7
3) DASL, devre elemanlarını tanımamı sağladı.	1	2	3	4	5	6	7
4) DASL’nin kullanımı ile ilgili gerekli yardım dosyaları mevcuttu.	1	2	3	4	5	6	7
5) DASL’deki devre elemanlarının kullanımı gerçek laboratuvar ortamındakilere benzerdi.	1	2	3	4	5	6	7
6) DASL’yi kullanabilmem için gerekli bilgisayar becerilerine sahibim.	1	2	3	4	5	6	7
7) DASL’yi, devre analizi laboratuvarı dersinden daha yüksek not almak için kullandım.	1	2	3	4	5	6	7
8) DASL’nin kullanımının gereksiz olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
9) DASL’nin kullanımı ile ilgili problemlerde yardım edecek uzman kişi/kişiler mevcuttu.	1	2	3	4	5	6	7
10) DASL ile elde ettiğim öğrenme deneyiminden memnun kaldım.	1	2	3	4	5	6	7
11) Gerçek laboratuvar ortamına hazırlanırken ders kitabıyla birlikte DASL kullanmanın daha faydalı olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
12) Gerçek laboratuvar ortamına hazırlanırken deney videoları ile birlikte DASL kullanımının daha faydalı olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
13) DASL’yi, diğer derslerde olması halinde kullanma niyetindeyim.	1	2	3	4	5	6	7
14) DASL’nin, gerçek laboratuvar ortamındaki performansımı artıracığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
15) DASL’nin kullanımı açık ve anlaşılırdı.	1	2	3	4	5	6	7
16) DASL’de deneyleri gerçek laboratuvar ortamındaki gibi yürütebildim.	1	2	3	4	5	6	7
17) Okulum DASL’yi kullanmamı istediği için kullandım.	1	2	3	4	5	6	7
18) Herhangi birinin yardımı olmadan DASL’de deneyleri gerçekleştirebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
19) DASL’nin kullanımı konusunda sıkıntı yaşadığımda çeşitli araçlarla (telefon, tartışma formu, mesaj) yardım alabildim.	1	2	3	4	5	6	7
20) DASL’yi arkadaşlarıma tavsiye ederim.	1	2	3	4	5	6	7
21) DASL’yi nasıl kullanacağımı öğrenme konusunda zorlandım.	1	2	3	4	5	6	7
22) DASL, gerçek laboratuvar ortamına hazırlanmamı sağladı.	1	2	3	4	5	6	7
23) DASL’yi, daha başarılı bir öğrenci olmak için kullandım.	1	2	3	4	5	6	7
24) DASL’yi, devre analizi ile uğraşmaktan zevk aldığım için kullandım.	1	2	3	4	5	6	7
25) DASL’deki devre elemanlarının görseli gerçeğe oldukça yakındı.	1	2	3	4	5	6	7
26) Devre analizi ile ilgili teorik olarak sıkıntı yaşadığımda konusunda uzman kişi/kişilere	1	2	3	4	5	6	7

ulaşabildim.

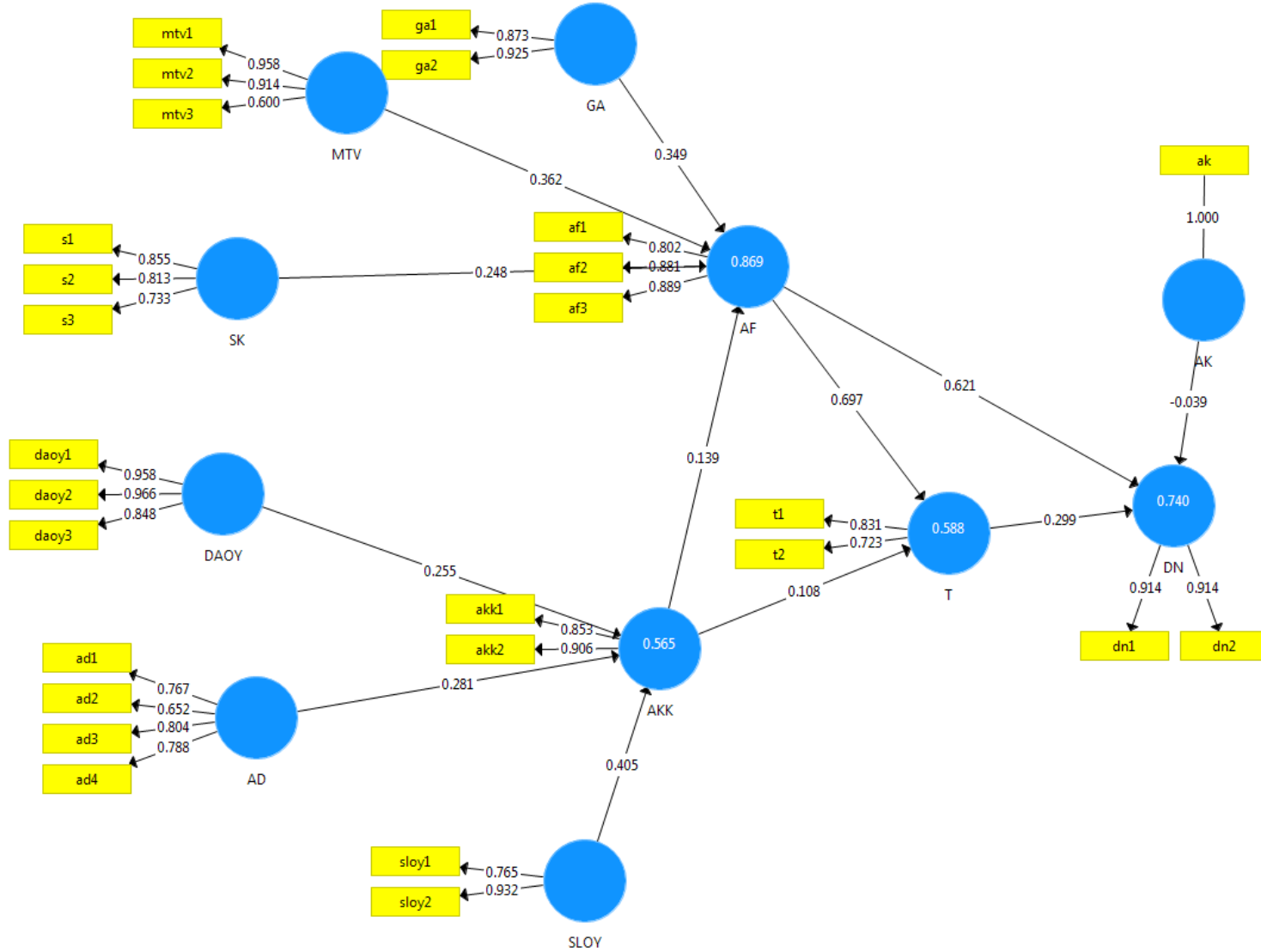
27) Gerçek laboratuvar ortamında deney düzeneğinin nasıl kurulması gerektiğini biliyorum.	1	2	3	4	5	6	7
28) Gerçek laboratuvar ortamında devre ekipmanlarının nasıl kullanılacağını biliyorum.	1	2	3	4	5	6	7
29) Gerçek laboratuvar ortamında ölçüm aletlerinden nasıl veri alacağımı biliyorum.	1	2	3	4	5	6	7

### III. BÖLÜM

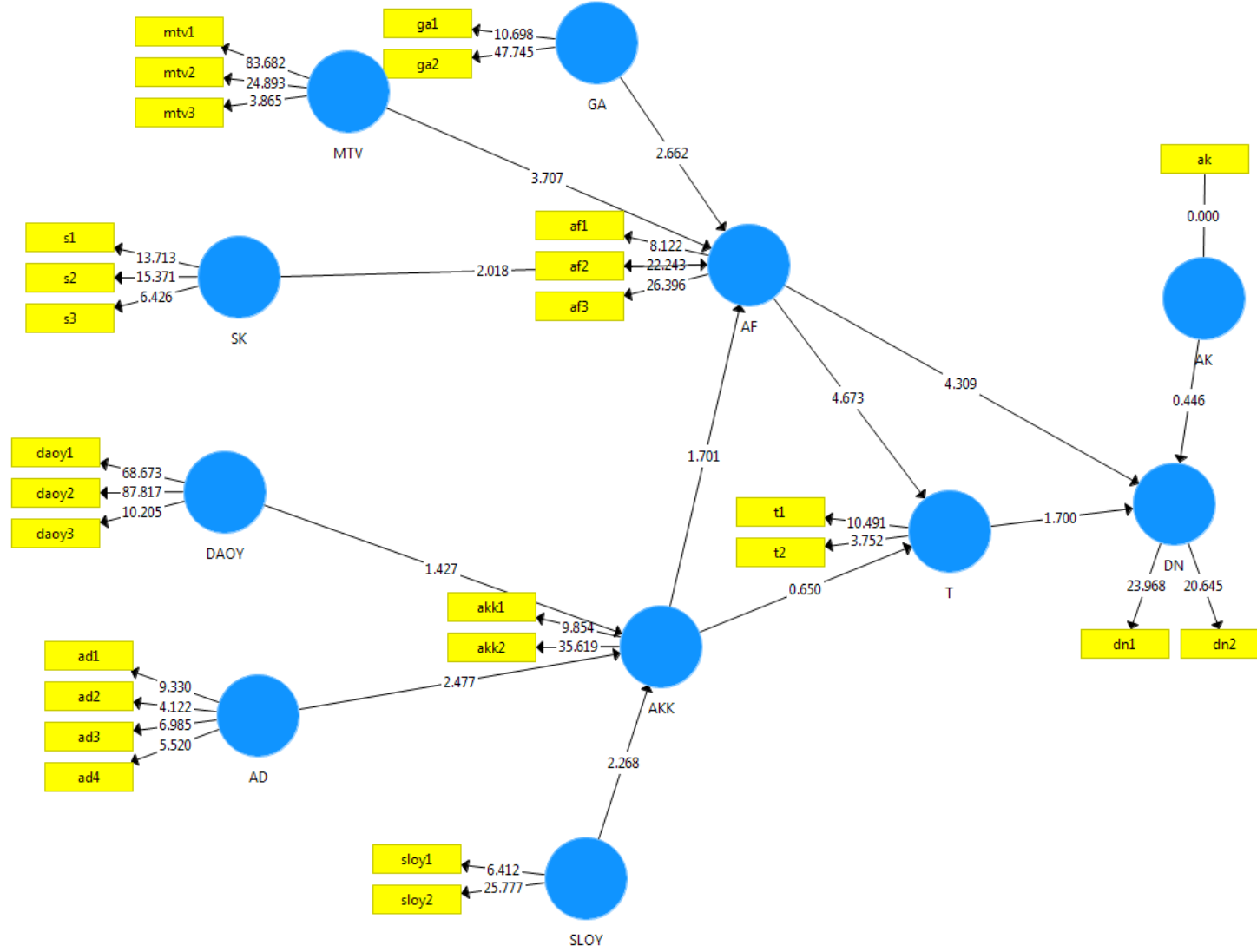
**Yönerge: Devre Analizi Sanal Laboratuvarı hakkında ilave etmeyi düşündüğünüz görüşleri aşağıdaki alana yazınız.**

**Diğer:**

**EK-8.** SmartPLS Programında Araştırma Modeline Ait Yol Katsayılarının ve R<sup>2</sup> Değerlerinin Ekran Görüntüsü



**EK-9.** SmartPLS Programında t-değerleri ile Birlikte Bootstrap Çıktısının Ekran Görüntüsü



**EK-10. Etik Kurul İzni**



T.C.  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 41924959-050.99/1172  
Konu:

Tarih: 12/06/2015

Sn: Hanife ÇİVRİL

İlgi: 14 Nisan 2015 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçeniz ile istenilen, “Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları” isimli tez çalışmasına ilişkin talebiniz Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve konuya ilişkin karar daha önce tarafınıza bildirilmiş olup anketin yapılacağı yer bildirimine dair yazı, yazımız ekinde gönderilmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Yrd.Doç.Dr.S.Fatik KOSTAKOĞLU  
Müdür.a  
Müdür Yardımcısı

EK:  
Yazı





T.C.  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Genel Sekreterlik

Sayı : 63784619-399-735  
Konu :

12/06/2015

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüz Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Hanife ÇİVRİL'in, "Açık ve Uzaktan Öğrenmede Laboratuvar Uygulamaları" konulu tez çalışmasının içerdiği anket uygulamasını, Üniversitemiz Elektrik Enerjisi Üretim, İletim ve Dağıtım Önlisans Programı Yaz Dönemi Laboratuvar Uygulama Dersleri'nde gerçekleştirmesi Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Aydın AYBAR  
Rektör a.  
Rektör Yardımcısı