



**FEN LABORATUVARINDA ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK
UYGULAMALARININ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN
LABORATUVAR BECERİLERİNE, TUTUMLARINA VE GÖREV
YÜKLERİNE ETKİSİ**

Murat AKÇAYIR

DOKTORA TEZİ

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MART, 2016

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Murat

Soyadı : Akçayır

Bölümü : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Fen Laboratuvarında Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Üniversite Öğrencilerinin Laboratuvar Becerilerine, Tutumlarına ve Görev Yüklerine Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Augmented Reality Applications on University Students' Laboratory Skills, Attitudes and Task Loads

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Murat AKÇAYIR

İmza:

Jüri onay sayfası

Murat AKÇAYIR tarafından hazırlanan “Fen Laboratuvarında Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Üniversite Öğrencilerinin Laboratuvar Becerilerine, Tutumlarına ve Görev Yüklerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Akif OCAK

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Ahmet MAHİROĞLU

Eğitim Programları ve Öğretim A.B.D, Gazi Üniversitesi

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇAKIR

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Arif ALTUN

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Hacettepe Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Ayfer ALPER

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Ankara Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 04/03/2016

Bu tezin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Unvanı Adı Soyadı

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Eşime

**FEN LABORATUVARINDA ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK
UYGULAMALARININ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN
LABORATUVAR BECERİLERİNE, TUTUMLARINA VE GÖREV
YÜKLERİNE ETKİSİ**

(Doktora)

Murat AKÇAYIR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mart, 2016

ÖZ

Bu çalışmada, fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi kullanımının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine ve laboratuvara karşı tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öntest sontest kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Araştırmaya toplamda 18-20 yaş aralığında, 76 üniversite birinci sınıf öğrencisi katılmış, katılımcılar deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Araştırmada hem nitel hem de nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Beş haftalık uygulama sonrasında deneysel sonuçlar göstermektedir ki AG teknolojisi üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine önemli katkıda bulunmuştur. AG teknolojisi sadece öğrencilerin laboratuvar becerilerine katkı sağlamamış, aynı zamanda onların fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerini de sağlamıştır. AG teknolojisinin fen laboratuvarında diğer etkileri, olumlu-olumsuz yönleri öğrenciler ve ilgili öğretim elemanı görüşleri doğrultusunda tartışılmıştır.

Bilim Kodu :
Anahtar Kelimeler : Artırılmış gerçeklik, Fen laboratuvarı, Yükseköğretim
Sayfa Adedi : xii+105
Danışman : Doç. Dr. Mehmet Akif OCAK

**THE EFFECT OF AUGMENTED REALITY APPLICATIONS ON
UNIVERSITY STUDENTS' LABORATORY SKILLS, ATTITUDES
AND TASK LOADS**

(Ph. D)

Murat AKÇAYIR

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

March, 2016

ABSTRACT

This study investigated the effects of the use of augmented reality (AR) technologies in science laboratories on university students' laboratory skills and attitudes towards laboratories. A quasi-experimental pre-test / post-test control group design was employed. The participants were 76 first-year university students, aged 18-20 years old. They were assigned to either an experimental or a control group. Qualitative and quantitative data collection tools were used. The experimental results obtained following the 5-week application revealed that the AR technology significantly enhanced the development of the university students' laboratory skills. AR technology both improved the students' laboratory skills and helped them to build positive attitudes towards physics laboratories. The statements of the students and the instructor regarding other effects of AR technology on science laboratories, both negative and positive, are also discussed.

Science Code :
Key Words : Augmented reality, Science laboratory, Higher education
Page Number : xii+105
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mehmet Akif OCAK

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Amaç.....	5
1.3 Önem.....	6
1.4 Sınırlılıklar.....	7
1.5 Tanımlar.....	7
BÖLÜM 2.....	9
LİTERATÜR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1 Artırılmış Gerçeklik.....	9
2.1.1 Artırılmış Gerçeklik Tarihi.....	11
2.1.2 Artırılmış Gerçeklik Türleri.....	14
2.1.3 Artırılmış Gerçekliğin Karakteristik Özellikleri.....	15
2.1.4 Artırılmış Gerçekliğin Farklı Kullanım Alanları.....	18

2.2 Mobil Öğrenme	21
2.3 AG uygulamaları ve Mobil Cihazlar	22
2.4 Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı	23
2.5 Kuramsal Alt Yapı.....	24
2.5.1 Bilişsel Yük Kuramı ve Bilişsel Tasarım İlkeleri	24
2.5.2 Yapılandırıcılık	26
2.5.3 Öz Düzenleyici Öğrenme	26
2.6 Teknoloji ve Fen Laboratuvarı.....	27
2.6.1 Fiziksel ve Sanal Laboratuvarın Kombine Edilmesi	28
2.7 Fen Eğitiminde AG Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	29
BÖLÜM 3	37
YÖNTEM.....	37
3.1 Araştırma Modeli.....	37
3.2 Evren ve Örneklem	38
3.3 Materyal Geliştirme Süreci	38
3.3.1 İlgili Literatürün İncelenmesi	39
3.3.2 Konu Seçimi.....	39
3.3.3 Materyalin Oluşturulması.....	40
3.4 Pilot Uygulama	43
3.5 Deneysel Prosedür.....	45
3.6 Veri Toplama Araçları	49
3.6.1 Laboratuvar Beceri Ölçeği.....	50
3.6.2 Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği.....	51
3.6.3 NASA Görev Yük İndeksi (NASA-TLX).....	52
3.6.4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme	52
3.7 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	53

3.7.1 Geçerlilik Çalışmaları.....	54
3.7.2 Güvenirlilik Çalışmaları.....	54
3.8 Veri Analizi.....	54
BÖLÜM 4	57
BULGULAR.....	57
4.1 Öğrencilerin Teknoloji Deneyimleri	57
4.2 Araştırma Sorusu 1: Uygulama Öncesinde Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Laboratuvar Beceri Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?	58
4.3 Araştırma Sorusu 2: Uygulama Sonrasında Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Laboratuvar Beceri Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?	59
4.4 Araştırma Sorusu 3: Uygulama Öncesinde Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?	60
4.5 Araştırma Sorusu 4: Uygulama Sonrasında Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?	60
4.6 Araştırma Sorusu 5: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin görev yük indeksleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?	61
4.7 Araştırma Sorusu 6: Fizik Laboratuvarında AG Uygulamalarının Kullanımına Yönelik İlgili Öğretim Elemanı ve Deney Grubu Öğrencilerinin Görüşü Nedir? ...	62
BÖLÜM 5	67
TARTIŞMA VE SONUÇ	67
BÖLÜM 6	73
ÖNERİLER.....	73
6.1 Öğrenme Ortamı, Materyal ve Teknoloji Kullanımına İlişkin Öneriler	73
6.2 İleriki Çalışmalara İlişkin Araştırmacılara Öneriler	74

KAYNAKLAR	75
EKLER.....	88
EK 1. Laboratuvar Beceri Ölçeği	89
EK 2. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği.....	90
EK 3. NASA Görev Yük İndeksi (NASA-TLX)	92
EK 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	93
EK 5. Ölçek kullanımı hakkında izin yazışmaları	95
Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği Kullanım İzni	95
NASA-TLX Ölçeği Kullanım İzni	96
EK 6. Kullanılan AG Bileşenlerinden Örnek Ekran Görüntüleri	97
1. Hafta.....	97
2. Hafta.....	98
3. Hafta.....	99
4. Hafta.....	100
5. Hafta.....	101
EK 7. Deney Grubu Ortamı.....	102
EK 8. Belirtke Tablosu	104

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. <i>Alan Yazın İncelemesi</i>	35
Tablo 2. <i>Araştırma Deseni</i>	37
Tablo 3. <i>Katılımcıların Cinsiyet ve Gruplara Göre Dağılımı</i>	38
Tablo 4. <i>Kullanılan Tasarım İlkeleri</i>	42
Tablo 5. <i>Kullanılan Veri Analiz Yöntemleri</i>	55
Tablo 6. <i>Öğrencilerin Teknoloji Kullanma Deneyimleri</i>	57
Tablo 7. <i>Grupların Öntest Laboratuvar Beceri Puanlarına Ait t-testi Analizi</i>	58
Tablo 8. <i>Grupların Sontest Laboratuvar Beceri Puanlarına Ait t-testi Analizi</i>	59
Tablo 9. <i>Grupların Öntest Tutum Puanlarına Ait t-testi Analizi</i>	60
Tablo 10. <i>Grupların Sontest Tutum Puanlarına Ait T-testi Analizi</i>	61
Tablo 11. <i>Grupların Görev Yükü Puanlarına Ait T-testi Analizi</i>	61
Tablo 12. <i>Öğrenci Yorumları</i>	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. SG ve AG (Cheng ve Tsai, (2013) çalışmasından motife edilmiştir).	10
Şekil 2. AG uygulamaları için kullanılan kasklı ekranlar (Azuma, 1997).	10
Şekil 3. Web kamerası ile AG uygulamalarının kullanımı (İbili, 2013).	10
Şekil 4. Mobil aygıt ile AG uygulamaları kullanımı.	11
Şekil 5. AG Tarihinde önemli gelişmeler	13
Şekil 6. Resim Tabanlı AG (Cheng ve Tsai, 2013).	14
Şekil 7. Konum Tabanlı AG (Cheng ve Tsai, 2013).	15
Şekil 8. Ziyaretçilerin tarihi binada AG uygulamaları kullanması (Chang vd., 2015).	18
Şekil 9. Almanya, Münih Bavarian ulusal müzesinde AG teknolojisi (Metaio, 2015).	19
Şekil 10. Audi A3 modeli için geliştirilen AG uygulaması (Extravaganzi, 2015).	19
Şekil 11. AG uygulamalarının kataloglarda kullanımı 1 (4R, 2015).	20
Şekil 12. AG uygulamalarının kataloglarda kullanımı 2 (Marshall, 2015).	20
Şekil 13. Materyal geliştirme süreci.	39
Şekil 14. AG Uygulaması ara yüzü (Wheatstone köprüsü deneyi örneği).	41
Şekil 15. AG bileşeni sunumu (video).	41
Şekil 16. AG bileşeni sunumu (animasyon ve simülasyon).	42
Şekil 17. Deneysel prosedür.	46
Şekil 18. Deney grubu (sol) ve kontrol grubunun (sağ) kullandıkları laboratuvar föyü örneği (elektroliz deneyi).	47
Şekil 19. Deney grubu.	49

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problemi, amacı, alt amaçları, önemi, sınırlılıkları ve tanımlara yer verilmektedir.

1.1 Problem Durumu

Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi, gerçek dünya ortamının üzerinde sanal elementler veya bilgiler ekleyerek kullanıcılarına canlı etkileşim imkânı sunarak gerçek ortamın daha dinamik hale getirilmesidir (Cheng ve Tsai, 2013). AG'in (a) sanal ve gerçek objeleri gerçek ortamda kombine etmesi (b) gerçek zamanda interaktif bir şekilde çalışması (c) gerçek ve sanal objeleri hizalaması olmak üzere 3 temel karakteristiği bulunmaktadır (Azuma vd., 2001).

Tarihine bakıldığında AG ilk olarak 1990'lı yıllarda pilot eğitimi üzerine yapılan uygulamalar ile kullanılmaya başlanılmış (Caudell ve Mizell, 1992) yolculuğu daha sonra tıp eğitimi alanında kullanımı ile devam etmiştir. AG teknolojisi, yıllar içerisinde gelişerek ve yaygınlaşarak günümüzde mühendislik (Behzadan, Dong ve Kamat, 2015), çevre bilimleri (Tsai vd., 2012) ve özellikle eğitim alanında kullanımı yaygınlaşmaktadır (Yen, Tsai, ve Wu, 2013). Günümüzde AG ilköğretim seviyesinden (Chiang, Yang, ve Hwang, 2014b; Kerawalla, Luckin, Seljeflot, ve Woolard, 2006) üniversite seviyesine kadar (Ferrer-Torregrosa, Torralba, Jimenez, García, ve Barcia, 2015) eğitimin farklı kademelerinde kullanılmaktadır. Bu yaygınlaşmada şüphesiz AG uygulamalarının ilk yıllarında kasklı ekran (head-mounted display) gibi eğitim ortamları için yüksek bütçeli donanım ve karmaşık araç gereksinimlerinden uzaklaşmasının etkisi büyüktür (Wu, Lee, Chang, ve Liang, 2013). Günümüzde AG uygulamaları bilgisayarlar ve mobil cihazlar (akıllı telefon, tablet bilgisayar

vb.) tarafından da desteklenmektedir. Özellikle mobil cihazların donanım özelliklerinin artması ve ucuzlaması neticesinde AG teknolojisi kullanımı eskisi kadar zor, zahmetli ve pahalı olmamaktadır (Gervautz ve Schmalstieg, 2012; Martin vd., 2011; Squire ve Klopfer, 2007).

AG teknolojisinin kullanım maliyetinin düşmesi neticesinde eğitim ortamları da bu teknolojinin sunduğu imkânlardan yararlanmak istemektedir. Örneğin AG teknolojisi ile birlikte gerçek dünya görüntülerinin üzerine dijital bir katman ekleyerek zengin çoklu ortam içeriği sunan eğitimde önemli kaynaklardan biri olan kitaplar yenilenerek, AG ders kitapları yaygınlaşmaktadır. Ayrıca öğrencileri geleneksel sınıf ortamlarından kurtarmak ve dersleri daha eğlenceli hale dönüştürerek aktif öğrenme ortamlarının oluşturulması bu tip teknolojik gelişmelerden eğitim ortamlarında faydalanılmasıyla mümkündür (Birişçi ve Karal, 2010). Özellikle geleneksel öğretim materyallerinden çabucak sıkılan ve farklı öğrenme özelliklerine sahip olduğu ileri sürülen günümüz jenerasyonu (Prensky, 2001) diğer adları ile dijital yerliler için eğitimde teknoloji kullanarak öğretim süreci daha etkili hale getirilebilir. Ayrıca öğretimde güçlük çekilen konular ve kavramlar bile AG teknolojisi sayesinde öğrenciler kavramları daha net anlayabilme, problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünce becerileri kazanabilme imkânına kavuşma imkânı bulacaktır. Örneğin AG teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanılması ile özellikle öğrenilmesi zor olan alanlardan birisi olan fen eğitimine de önemli katkılar sağlamaktadır (Cheng ve Tsai, 2013; Chiu, DeJaegher, ve Chao, 2015). Teknoloji kullanılarak, fen eğitiminde daha anlaşılır, anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlanabilir. Öğrenciler, fizikteki veya kimyadaki bilgilerin soyut olmadığını, aksine kendi yaşantılarıyla direkt olarak ilişkisi olduğunu algıladıkları, ona karşı ilgi ve tutumları artacağı için bu bilimi hissederek öğrenirler (Kara, Kanlı, ve Yağbasan, 2003). Hatta bu ilişkilendirme, öğrenmelerini kolaylaştırabilir. Zaten kişi öğrendiğini, günlük yaşantısına kolaylık olsun diye uygulamaya koyuyorsa Fen'i biliyor demektir (Topsakal, 1999).

Fen eğitiminde öğrencilerin temel davranışları kazanmasını sağlamak, bu alanda yaparak, yaşayarak, etkinliklerle dolu bir öğretimi zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda laboratuvar, öğrencilerin deneyim kazanacağı eğitimin önemli bir bileşenidir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde; fen bilimleri eğitiminde en etkili ve kalıcı öğrenmelerin laboratuvar yönteminin kullanılmasıyla gerçekleştiği belirtilmektedir (Gürdal, 1997; Güven ve Gürdal, 2002). Ancak günümüzde laboratuvar kullanımının her ne kadar önemi

araştırmalarla tespit edilmiş olsa bile, okullardaki deney malzemeleri eksikliğinden, deney malzemeleri olsa bile deneysel yöntemlerle ders işlemenin müfredattaki konuların yetiştirilemeyeceği kaygısından öğretmenler tarafından tercih edilmemekte ve uygulanma oranı çok düşük hatta yok denecek kadar az olduğu görülmektedir (allica, Erol, Sezgin, ve Kavcar, 2001; Güzel, 2000; ce, zkaya, ve şahin, 2001). Her okulda laboratuvar imkânı bulunmadığı gibi laboratuvarı olan okulların da yeterince malzemeye sahip olmadığı bir gerçektir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Bunların yanı sıra niversitelerimizdeki bazı fizik laboratuvarlarında yaptırılan deneylerde, deney malzemeleri anlatılmak istenen fiziksel olayı tam olarak yansıtılmamaktadır. Çünkü anlatılmak istenen olayı deneysel olarak gözle göremeyecekleri durumlar söz konusudur (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Bununla birlikte, malzeme eksikliği ve laboratuvar yetersizliği gibi nedenlerle sınırlı tutulan ğrenci çalışma saatleri, çoğu zaman deneylerin kalabalık gruplar halinde ya da gösteri deneyi formatında gerçekleştirilebilmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum, bilginin bireysel deneyim ve gzlemlle oluşturulabileceğini savunan laboratuvar yönteminin temel felsefesine aykırı düşmektedir. Geleneksel yöntemlerin bu tür kısıtlamaları göz önüne alındığında uygun alternatiflerin aranma zorunluluğu ortaya çıkmakta ve fen eğitiminde teknoloji kullanımı geleneksel laboratuvarlara bir destekçi olarak büyük bir potansiyel kazanmaktadır (zdener, 2005). Son yılların popüler teknolojisini olarak AG, laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan sorunlara çözüm olacak potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (Cheng ve Tsai, 2013).

Literatür incelendiğinde görülmektedir ki AG teknolojisi fen ğretiminde büyük fırsatlar sunmaktadır. AG uygulamaları ile öğrenciler gerçek ortamlarda özgün deneyler yapabilme imkânı bulmaktadır (Dede, 2009). AG kimyasal reaksiyonlar gibi gerçek dünyada deneme imknının mümkün olmadığı bilimsel deneyleri tecrübe etmesini sağlamaktadır (Klopfer ve Squire, 2008). AG gerçek nesnelere üzerinde sanal elementleri göstererek hava akımı veya manyetik alan gibi kavram ve olayları görselleştirme imkânı sunmaktadır (Dunleavy, Dede ve Mitchell, 2009; Wu vd., 2013). AG ğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmakta ve bunu diğer teknolojilerden daha etkili bir şekilde gerçekleştirmektedir (El Sayed, Zayed, ve Sharawy, 2011). Öğrencilerin motivasyon seviyelerinde artış sağlamakta bu sayede öğrenciler daha iyi araştırma becerisini elde etmekte ve kayram yanılığı yaşamamaktadır (Sotiriou ve Bogner, 2008). AG uygulamaları ile ğrenci-içerik arasındaki etkileşim de arttırmaktadır (Chiang vd., 2014b).

Teknolojinin sunduğu imkânlar her ne kadar olumlu olsa da öğrencilerin pratik ve motor becerilerinin gelişmesi, sofistike bilgi ve uğraş gerektiren durumlarda öğrencilerin fiziksel ekipmanları kullanarak elleri ile deney yapmaları fen öğrenmeleri için önemlidir (De Jong, Linn, ve Zacharia, 2013). Kısaca teknoloji kullanılırken öğrenciler gerçek laboratuvar ortamından ve ekipmanlarından tamamen uzaklaştırılmamalıdır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, hem teknolojinin fen laboratuvarlarında sunduğu olanaklardan faydalanmak hem de öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından ve fiziksel ekipmanlardan uzaklaşmamasını sağlamak amaçlı sanal ve fiziksel deneyimlerin bir arada kombine edildiği yaklaşımın en etkili sonucu verdiği belirtilmektedir (Zacharia ve Olympiou, 2011).

Literatürde belirtildiği üzere laboratuvar uygulamalarında en etkili yöntemin sanal ve gerçek ekipmanların kullanılması olduğu göz önünde bulundurulduğunda; mobil destekli AG uygulamaları sanal ve fiziksel deneyimleri bir arada sunması ile özgün bir özelliği bulundurmaktadır. Mobil destekli AG uygulamaları yenilikçi bir yaklaşım sunarak öğrencilere fiziksel laboratuvar ortamından ayrılmadan teknolojinin sunduğu olanaklardan faydalanma imkânı vermektedir. Öğrenciler fiziksel ve sanal ekipmanları aynı anda kullanabilme fırsatı sunmaktadır. Günümüz teknolojisinde AG uygulamaları normal bilgisayarlar ile bir web kamerası ile kullanılabilir. Fakat mobil cihazlar ile öğrenciler masaya ya da bilgisayar başında bulunması zorunlu olmaksızın materyal ile serbestçe etkileşim imkânı sunmaktadır. Benzer şekilde Henrysson, Billinghurst, ve Ollila (2005) yaptığı bir çalışmada mobil cihazların AG uygulamaları geliştirmek için ideal bir platform olduğunu belirtmektedir. Mobil teknoloji ayrıca kullanıcılarına daha fazla fiziksel temas kurma imkânı da sunarak, bilgisayar destekli öğrenmede koordinasyon ve interaktifliği arttırmaktadır (Zurita ve Nussbaum, 2004).

AG fen eğitiminde birçok fırsatlar sunmasına karşın dikkat edilmesi gereken birtakım zorlukları da bulunmaktadır. Lin, Hsieh, Wang, Sie, ve Chang (2011) yaptığı bir çalışmada AG'in öğrencilere komplike geldiği ve teknik bir takım sorunlar ile karşılaştıldığını belirtmektedir. Konum tabanlı AG kullanımında GPS konum algılamasında sıkıntılar yaşanabilmektedir (Chiang vd., 2014b). İyi bir ara yüz tasarımı olmadan ve öğrencilere kılavuz sunulmadan kullanılan AG teknolojisi öğrenciler için karmaşık olabilmektedir (Squire ve Jan, 2007). AG uygulamaları için çeşitli cihaz kullanımı daha fazla teknik problem riskini beraberinde getirmektedir (Wu vd., 2013). Öğretmen ve okul yöneticilerinin

karşı durması da AG'in eğitimde kullanımını için engel teşkil edebilmektedir (Kerawalla vd., 2006).

AG uygulamaları içeriğinde resim, metin, ses, video, 3 boyutlu resim gibi fazlaca multimedya materyalleri barındırması (Wang, Kim, Love, ve Kang, 2013) nedeni ile kullanıcıda aşırı bilgi yüklenmesine neden olabilmektedir. Ayrıca uygun tasarım ilkeleri ile tasarlanmamış ara yüz, öğrencilerin konuyu anlamalarını güçleştirebilmektedir (Küçük, Yılmaz, ve Göktaş, 2014). Diğer bir ifade ile AG uygulamalarında, karmaşık görevler ve aşırı bilgi sunumu neticesinde öğrencilerin bilişsel yükleri artabilmektedir (Cheng ve Tsai, 2013; Dunleavy vd., 2009). Bu nedenle Mayer'in (2001) multimedya öğrenme teorisi bu tür uygulamaların tasarlanmasında kılavuz olmaktadır. Multimedya öğrenme teorisi ilkelerine dikkat edilerek tasarlanmış bir AG öğrenme ortamı bireylerin aşırı bilişsel yüklenmelerini engelleme açısından önem arz etmektedir (Slijepcevic, 2013).

Bütün bu bilgiler ışığında iyi tasarlanmış bir AG uygulamasının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, fizik laboratuvara yönelik tutumlarına ve görev yüklerine etkisinin ne olacağı bu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

1.2 Amaç

Bu araştırmanın amacı, fen laboratuvarında AG uygulamalarının öğrencilerin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

1. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin laboratuvar beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin laboratuvar beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin görev yük indeksleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Fizik laboratuvarında AG uygulamalarının kullanımına yönelik ilgili öğretim elemanı ve deney grubu öğrencilerinin görüşü nedir?

1.3 Önem

Teknolojinin sunduğu olanaklardan yararlanmak isteyen eğitimci ve yönetici sayısı her geçen gün artmaktadır. AG eğitimde kullanımı yaygınlaşan bir teknolojidir. Ayrıca günümüz jenerasyonunun eğitimde en çok kullanmak istediği teknolojilerin başında olan mobil cihazların geldiği düşünüldüğünde, fizik laboratuvarı gibi zor bir ders için nasıl kullanılabileceğini ve eğitimsel çıktılarını görmek açısından önemlidir.

AG teknolojisini kendi sınıflarında kullanmak isteyen eğitimcilere nitel ve nicel veriler doğrultusunda fikir vermede yardımcı olacaktır. Ülkemizde özel sektör ve üniversiteler arasında araştırma ve geliştirme açısından kuvvetli bir bağ bulunmamasına rağmen; yapılacak bu çalışmadan elde edilecek bulgular AG üreticilerine yararlı bilgi sağlayacaktır. Ayrıca AG kullanım sürecinde karşılaşılabilecek olası problemler ve kullanılacak ortam özelliklerini görme açısından yararlı bilgiler sunacaktır. Bu şekilde AG teknolojisinin kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik yapılacak olan maliyet ve fayda analizlerine de ışık tutacaktır.

Yapılan bu çalışma ile fen eğitiminde AG uygulamalarının, öğrencilerin laboratuvar becerileri, tutum ve görev yük durumları incelenerek nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılarak elde edilen bulgular ile literatürdeki belirtilmiş mevcut boşlukları kapatacak olması açısından önemlidir.

Öğrenci ve ilgili öğretim elemanı ile görüşmeler yapılarak AG teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri belirlenip AG teknolojisinin eğitim için ne anlam ifade ettiği daha net anlaşılacaktır. Çalışmada nitel verilerin toplanmış olması da çalışmanın önemini arttırmaktadır.

Materyal tasarlama süreci dikkat edilmesi gereken unsurların belirlenerek ileride kendi sınıfı için materyal tasarlayacak eğitimcilere yol gösterilecektir. Ayrıca çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ileride bu alanda yapılacak çalışmalar için öneriler sunulması alana katkı sağlayacaktır.

1.4 Sınırlılıklar

1. 2014 – 2015 öğretim yılı bahar döneminde Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde ele alınan 5 farklı deney (suyun elektrolizi, OHM yasası, Wheatstone köprüsü, Kirchhoff yasası, transformatörler) ile sınırlıdır.
2. Deneysel uygulama, beş hafta uygulama ve bir hafta telafi haftası olmak üzere toplamda altı hafta ile sınırlıdır.
3. Araştırma bulguları, kadın katılımcıların çoğunlukta olduğu 76 öğrenciden oluşan örneklem grubundan elde edilen veriler ile sınırlıdır.
4. Öğrencilerin fizik laboratuvarına yönelik tutum sonuçları, beş haftalık deneysel etkinlik ile sınırlıdır.

1.5 Tanımlar

Artırılmış Gerçeklik: AG gerçek ortamı bir arka plan olarak kullanarak, gerçek çevrenin video görüntüsü üzerine eş zamanlı olarak veriler, statik resimler veya dinamik 3D modellerinin eklenmesi ve bunların yeni etkileşim olanakları ile dinamik hale getirilmesidir (Billinghurst, Kato, ve Poupyrev, 2001).



BÖLÜM 2

LİTERATÜR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırma değişkenleri ile ilgili kavramsal çerçevesi, fen laboratuvarı ve fen eğitiminde AG kullanımı konusunda gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

2.1 Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik için farklı birçok tanımlama bulunmaktadır. Azuma (1997) AG teknolojisini kullanıcılarına gerçek-hayat duyuları ile dijital ortam elemelerini kombin ederek etkileşim imkânı sunan bir teknoloji olarak tanım ederken, Gonzato, Arcila ve Crespin (2008) ise sanal elementler kullanılarak (ses, metin, video, vb.) gerçek dünyanın artırılmış gibi (gelişmiş) görünmesini sağlayan teknoloji olarak tanımlamıştır. Farklı araştırmacılar ayrı tanımlamalar yapmış olmasına rağmen esasen AG'in (a) sanal ve gerçek objeleri gerçek ortamda kombine etmesi (b) gerçek zamanda interaktif bir şekilde çalışması (c) gerçek ve sanal objeleri hizalaması olmak üzere 3 temel karakteristiği bulunmaktadır (Azuma vd., 2001). Bütün tanımlamalarda bu 3 temel karakteristiğe vurgu yapılmaktadır.

AG tanımı esasen sanal gerçeklik (SG) tanımından adapte edilmiştir. 1960'lı yıllarda SG kullanımına başlanılan SG'in zamanla gelişmesi neticesinde 1990'lı yıllarda araştırmacılar SG yerine AG terimini kullanmaya başlamıştır. Bazı araştırmacılara göre AG bir tür SG olarak ta görülmektedir (Azuma, 1997). SG'den farklı olarak AG ile sanal ortam üzerine kurulmuş düzen yerine gerçek-dünya ortamı sahnesine kurulmuş düzen söz konusudur (Şekil 1). AG ilk olarak 1990'lı yıllarda pilot eğitimi alanında kullanımı yaygınlaşmış (Caudell ve Mizell, 1992) aynı dönemde tıp eğitimi alanında da kullanımına başlanmıştır (Bajura, Fuchs ve Ohbuchi, 1992).



Şekil 1. SG ve AG (Cheng ve Tsai, (2013) çalışmasından motife edilmiştir).

AG kullanımına başlandığı ilk yıllarda kasklı ekran gibi ağır bütçeli donanımlara gereksinim duymaktaydı (Şekil 2). Kasklı ekranlar ile gerçek-dünya ortamı ve bilgisayar tarafından üretilen veriler kombine ediliyordu (Azuma, 1997). Günümüzde bilgisayar tabanlı AG uygulamaları eğitimde halen aktif kullanılmaktadır (Küçük vd., 2014).



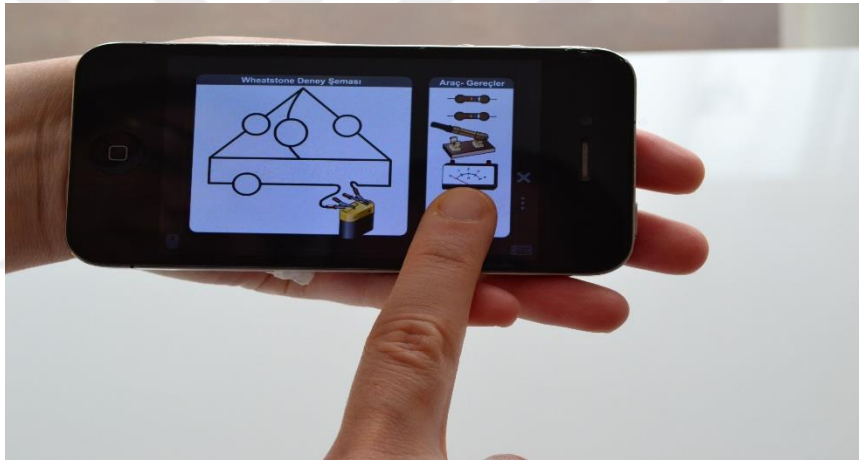
Şekil 2. AG uygulamaları için kullanılan kasklı ekranlar (Azuma, 1997).

Sonraki yıllarda AG uygulamaları web kamerası ile normal kişisel bilgisayarlar ile kullanılmaya başlandı. Web kamerası aracılığı ile gerçek ortam görüntüleri bilgisayar ekranına aktarılıp, AG yazılımı aracılığı ile sanal veriler ve bilgisayar ekranında kombine edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Web kamerası ile AG uygulamalarının kullanımı (İbili, 2013).

Teknolojik gelişmeler neticesinde AG uygulamaları artık mobil cihazlar tarafından da desteklenmektedir. Henrysson vd. (2005) AG uygulamaları için en uygun platform olarak mobil telefonları önermektedir. Mobil teknoloji ile öğrenciler klavye fare gibi bilgisayar donanımları kullanmak yerine dokunmatik ekranların sunduğu imkânlardan faydalanabilmektedir (Şekil 4). Mobil teknoloji ile öğrenciler herhangi bir ortamda bulunma zorunluğu da bulunmamaktadır. Örneğin öğrenciler fizikteki bir deneyi, fen laboratuvarı yerine bilgisayar laboratuvarlarında yapmak zorunda kalmayacaktır. Mobil AG uygulamaları ile öğrenciler birbirleri ile daha fazla etkileşime geçme imkânı da bulmaktadır (Wang, Duh, Li, Lin, ve Tsai, 2014). Normal bilgisayarlardan farklı olarak, mobil cihazlarda dâhili kamera bulunması neticesinde öğrenciler kamera kalibrasyonu yapmak zorunda kalmayacaktır. Mobil cihazlar ile AG uygulamaları küçük yaş grubu öğrenciler içinde daha çok kullanılabilir olacaktır.



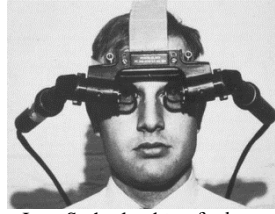
Şekil 4. Mobil aygıt ile AG uygulamaları kullanımı.

2.1.1 Artırılmış Gerçeklik Tarihi

AG tarihine bakıldığında, 1960'lı yıllara kadar uzandığı görülmektedir (Şekil 5). 1962 yılında ilk çoklu sensor uygulamaları olarak kabul edilen, sinematograf olan Morton Heilig tarafından "Sensorama" adına, ışık, ses, koku ve dokunma sensorlu bir tür simülasyon geliştirilmiştir (Rodgers, 2014). 1968 yılında Ivan Sutherland "The Sword of Damocles" isimli ilk AG sistemini tasarlamıştır. Tasarlanan sistemde artırılmış nesnelere kasklı ekran kullanılarak görülebilmekteydi. 1975 yılında Myron Krueger kullanıcıların sanal objeler ile etkileşime geçebildikleri bir diğer sistemi tasarlamıştır (Augreality, 2015). 1990'larda Boeing firması bilgisayar servisinde çalışan mühendisler Tom Caudill ve David Mizell'in

artırılmış gerçeklik teknolojisini pilot eğitimi amaçlı kullanımı ile yaygınlaştırmıştır. 1997 yılında Ronald Azuma (Azuma, 1997) literatürde kabul gören AG tanımını yapmıştır. 2002 yılında Steven Feiner bu alanda ilk çalışma olarak kabul edilen çalışmasını yapmıştır (Augreality, 2015). 2005 yılında Horizon raporları gelecek 4-5 yıl ilerisinde AG teknolojisinin kullanımının yaygınlaşacağı tahmin edilmiş, tahmin edildiği üzere 2000'li yılların sonunda AG uygulamalarının eğitimde kullanımı yaygınlaşmıştır (Squire ve Klopfer, 2007).





Ivan Sutherland tarafından tasarlanan ilk AG sistemi The Sword of Damocles.
(Resim: Cnet, 2015)

1962

1968



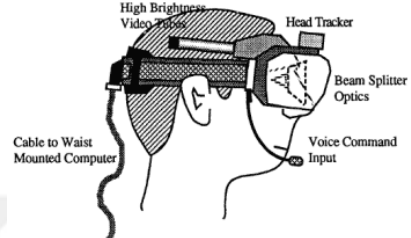
Sinematograf Morton Heilig tarafından tasarlanan Sensorama.
(Resim: Engadget, 2015)

1992



Jun Rekimoto (1996) tarafından ilk 2 boyutlu etiket kullanımına başlandı.

1996



Tom Caudell and David Mizell tarafından pilot eğitimi için AG uygulaması geliştirdi.
(Resim: Icg, 2015)

1997

Ronald Azuma (1997) tarafından ilk tarama çalışması yapıldı.

1998



Thomas vd. (1998) tarafından giyilebilir bilgisayar ile AG sistemi tasarlandı.
(Resim: Icg, 2015)

2000



Bruce Thomas vd. (2000) ilk mobil AG oyununu tasarladı.
(Resim: Icg, 2015)

2007

Tıp alanında AG uygulamaları kullanımı yaygınlaştı.

2008

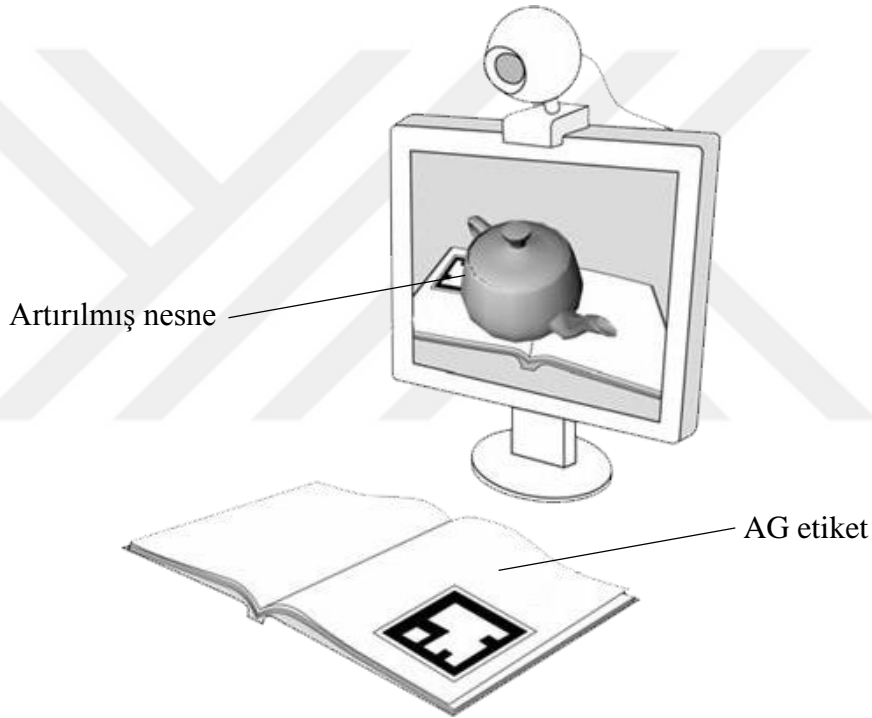


METAIO firması ilk ticari mobil AG uygulaması (müze rehberi) geliştirdi.
(Resim: Icg, 2015)

Şekil 5. AG Tarihinde önemli gelişmeler.

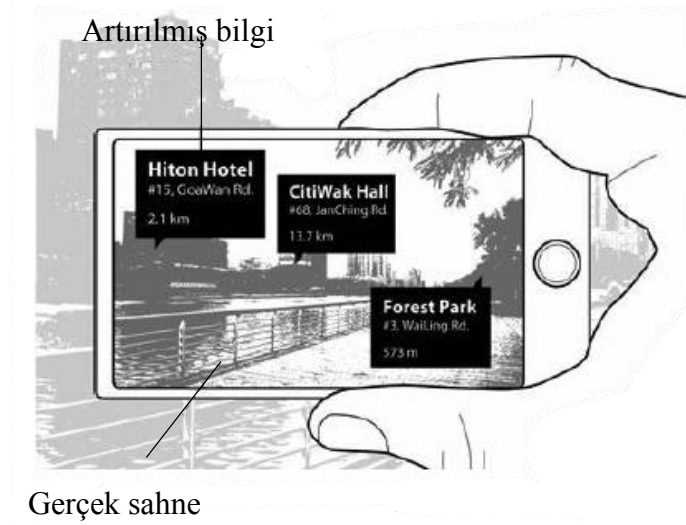
2.1.2 Artırılmış Gerçeklik Türleri

Cheng ve Tsai (2013) fen eğitiminde AG uygulamaları üzerine yaptıkları literatür taraması çalışmasında AG teknolojisini resim tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere iki kategoriye ayırmaktadır. Resim tabanlı AG yapay bir etiket veya gerçek resim kullanarak desteklenmektedir. Kâğıt üzerindeki işaret etiketin web kamerası veya mobil cihazın kamerası aracılığıyla algılanması ile artırılmış bileşenler (metin, ses, video, destekleyici materyallere link, 3 boyutlu objeler vb.) AG yazılımı tarafından üretilir (Şekil 6). Daha sonra ekrandan bakıldığında artırılmış bileşen veya bileşenlerin kâğıt üzerinde belirlenen konumlarda görünmesi ile sonuçlanır.



Şekil 6. Resim Tabanlı AG (Cheng ve Tsai, 2013).

Konum tabanlı AG’de ise resim tabanlıdan farklı olarak etiket kullanılmadan kablosuz ağ ya da konum sistemi (GPS) kullanılarak cihazın bulunduğu konuma göre ekrandan bakıldığında artırılmış bileşen veya bileşenlerin belirlenen konumlarda görünmesi ile sonuçlanır (Şekil 7).



Şekil 7. Konum Tabanlı AG (Cheng ve Tsai, 2013).

Her iki tür için kullanılacak artırılmış bileşenler aynıdır. İki tür arasındaki en belirgin fark algılama tekniğidir. Resim tabanlı AG uygulamaları yapay etiket veya gerçek resim kullanırken, konum tabanlı ise GPS veya kablosuz internet kullanmaktadır.

2.1.3 Artırılmış Gerçekliğin Karakteristik Özellikleri

AG teknolojisi hangi türden olursa olsun eğitim ortamları için fırsatlar sunan birçok karakteristik özellikleri bulunmaktadır. AG özellikleri aşağıdaki belirtilen başlıklar altında özetlenmiştir (Chen, 2013):

1. Sanal ve gerçek objeleri gerçek ortamda kombine edebilmesi

AG teknolojisinin diğer eğitim teknolojilerinden ayıran en belirgin özelliklerinden birisi sanal ve gerçek objeleri gerçek ortamda kombine edebilmesidir. AG teknolojisi birden çok objeleri tek bir ekran üzerinden gerçek zamanlı görebilme imkânı sunmaktadır. Arka planda gerçek ortamın kullanılması ile daha doğal gözlem fırsatı sunmaktadır.

2. Gerçek zamanlı etkileşim

AG teknolojisi ile kullanıcıları bir kitaptan metin okuyan ya da TV'den bir video izleyen pasif alıcı rolünde değildir. AG teknolojisi ile öğrenenler gerçek zamanlı etkileşim ve anında sonucu görebilme imkânına sahiptir. Ayrıca öğrenenlere gerçek zamanlı geri dönüt verilebilme imkânı da bulunmaktadır. AG teknolojisi gerçek zamanlı etkileşim özelliği ile öğrenmeye cesaretlendirir ve öğrenende merak uyandırır.

3. Sürükleyici bir ortam yaratması

AG uygulamaları gerçek ortam kullanarak kullanıcılarına sürükleyici bir ortam oluşturmaktadır. AG uygulamalarında öğrenenlerin direkt etkileşime geçebilmeleri sürükleyici bir ortam oluşmasında etkili olmaktadır. Esasen AG ortamının sürükleyici olması eğitim ortamlarında kullanılmasına yardımcı olmaktadır.

4. Çoklu ortam ve çoklu algı

AG uygulamaları ile birden çok kanala hitap eden materyaller kullanabilmektedir. Öğrenenlerin hem sesli hem görüntülü materyaller ile daha etkili öğrenmeleri sağlanabilmektedir. AG teknolojisinin en belirgin özelliklerinden bir diğeri ise çoklu algı (multisensory) özelliğidir. Öğrenenler ekran ile dokunarak iletişime geçebilir, kendi vücudunda uygulama esnasında kullanabilmektedir.

5. Taşınabilirlik

AG kullanımının ilk yıllarındaki gibi ağır ve yüksek bütçeli donanımlara ihtiyaç duymamaktadır. AG teknolojisi tablet bilgisayarlar ve akıllı telefonlar gibi taşınabilir, maliyeti düşük cihazlar tarafından da kullanılabilir. AG teknolojisinin bu özelliği ile eğitimde kullanılması daha kolay olmakta, informal öğrenmeyi desteklemektedir. Özellikle konum tabanlı AG uygulamaları yerinde eğitim verebilme imkânı sunmaktadır. Öğrenciler evlerinde de bu teknolojiyi kullanabilme fırsatı bulmaktadır.

6. Kullanıcı dostu

AG teknolojisi iyi bir ara yüz tasarımı ile oldukça kolay kullanılabilir. Öğrenenlerin ek bir bilgiye ihtiyaç duymadan temel teknoloji bilgisi ile kullanabilme imkânı bulunmaktadır. İlköğretim seviyesinden üniversite seviyesine, yetişkin eğitiminde bile rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca AG uygulamaları SG uygulamalarına kıyasla kullanıcılarına fiziksel ağırlara neden olma ya da sağlık problemleri yaşatmama açısından daha uygundur.

7. Dikkat çekmesi

Öğrenenlerin dikkatini çekmek eğitimde önemli bir husustur (Keller, 1987). Öğrencilerin dikkatini çeken bir materyal kullanıldığında, öğrencilerin öğrenmeye merakı ve isteği artmaktadır. AG uygulamaları öğrencilerin dikkatlerini çekmesi açısından farklı bir karakteristik özellik barındırmaktadır. AG uygulamaları içeriğinde 3 boyutlu animasyonlar

veya sanal nesnelere öğrenenlerin dikkatini çekebilmektedir. AG uygulamaları öğrencilerin dikkatini çekmesi ile öğrencilerin öğrenme aktivitelerine daha istekli katılmasını sağlamaktadır.

8. İnteraktiflik

AG uygulamaları sanal ve gerçek dünyayı bir araya getirebilme karakteristiği ile öğrenenlerin sanal objeler ile etkileşime geçerken aynı anda gerçek dünya ortamında çalışma imkânı tanımaktadır. AG uygulamaları ile öğrenenler de birbirleri ile etkileşim kurabilmektedir. AG uygulamaları bu özelliği ile işbirliğine dayalı öğrenme için de oldukça uygun bir teknolojidir.

9. Var olma hissi

AG teknolojinin karakteristik özelliklerinden bir diğeri ise var olma hissidir. AG uygulamaları öğrenenlere sanal objeleri bile gerçek dünya ortamında olduğu hissi vermektedir. Örneğin kimya dersinde AG uygulamaları ile bulunduğu ortamda havada duran atomları sayan bir öğrenci atomların gerçek dünya ortamında olduğu hissini yaşamaktadır. Aynı öğrenci sadece monitörden bakarak atom sayıyı gerçeklik hissi oluşamayacaktı. Sonuç olarak AG uygulamalarında sanal objeler dahi gerçek dünyadan bir parça haline gelmektedir.

10. Kavramsal öğrenme

AG uygulamaları ile içeriğin öğrenciye 3 boyutlu ve sanal objeler ile sunulması görselleştirmeyi kolaylaştırmaktadır. Bu durum fen eğitimi için önemli olan kavramsal öğrenmeyi desteklemektedir. Örneğin amino asitlerin yapısı gibi öğrenenlerin gözleri ile gözlemleyemeyeceği olay ve nesnelere gözleme fırsatı sunmaktadır. Öğrenenler sadece gözleme değil ilgili obje ile gerçek dünya ortamında etkileşime girerek manipüle edebilmektedir. Keşif ederek öğrenebilmektedir. AG uygulamaları ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerini de geliştirebilmektedir.

11. Gerçek gözlem ve algı

AG teknolojisi ile öğrenenler gerçek dünya ortamında gözlemlerine istediği sürece devam ederek daha iyi algılama imkânı bulmaktadır. İnceleme süreci yöneten öğrenenler olmaktadır. Böylece öğrenenler bir olayı gözlemlerken daha rahat hissetmektedir.

12. Duyu-motor geri dönüt

AG teknolojisinin bir diğer karakteristiği öğrenenlerin ellerini veya vücutlarını (yürümek, doğru yönü bulmak, vb.) kullanarak etkileşime geçmesidir. Örneğin coğrafya dersinde su kaynağını AG uygulamaları ile bulmaya çalışan öğrencinin elindeki telefonda takip ederek kaynağa doğru yürümesi esnasında duyu-motor (sensorimotor) geri dönüt imkânı bulabilmektedir. Öğrencilerin AG uygulamalarında bir resmi büyütme için geleneksel klavye ve fare kullanmak yerine ellerini kullanması duyu-motor geri dönüt imkânı sunmaktadır. Öğrencilere titreşimli uyarılar ile dokunsal (haptic) geri dönüt verilebilmektedir.

2.1.4 Artırılmış Gerçekliğin Farklı Kullanım Alanları

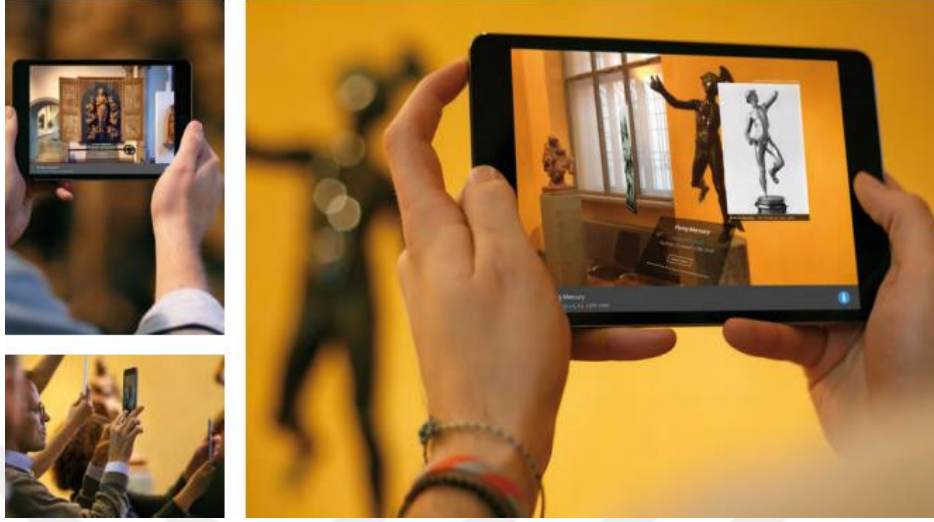
AG teknolojisi yaşamımıza birçok farklı alanlarda entegre olmuş durumdadır. AG teknolojisi eğitim alanı dışında otomotiv, turizm, yeme-içme, tıp sektörü gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır (Rodgers, 2014). Örneğin turizm sektöründe AG uygulamaları ile ziyaretçilere tarihi binaların tanıtılmasında veya müzelerdeki eserler hakkında ayrıntılı bilgi edinme amaçlı kullanılabilir (Şekil 8). Literatürde AG teknolojisinin ziyaretçilere tarihi binalar hakkında derinlemesine bilgi sunması ile olumlu çıktılar elde edildiği deneysel çalışmalar bulunmaktadır (Chang, Hou, Pan, Sung, ve Chang, 2015).



Şekil 8. Ziyaretçilerin tarihi binada AG uygulamaları kullanması (Chang vd., 2015).

AG teknolojisi müzede ziyaretçilerin sergilenen objeler hakkında ayrıntılı bilgi alması amacı ile Almanya Münih'te Bavarian Ulusal Müzesinde kullanılmaktadır (Şekil 9). Ziyaretçiler

kendi mobil aygıtları ya da Google Gözlük kullanarak müzedeki objeleri daha ayrıntılı inceleme imkânı bulmaktadır (Metaio, 2015).



Şekil 9. Almanyada, Münih Bavarian ulusal müzesinde AG teknolojisi (Metaio, 2015).

AG teknolojinin bir diğer kullanım alanı otomotiv sektörüdür (Şekil 10). Arabaların kullanım kılavuzları AG teknolojisi kullanılarak daha işlevsel hale getirilebilmektedir. Kullanıcılar akıllı telefonlarını veya tablet bilgisayar kullanarak aracın içerisinde bilgi almak istediği kısma mobil cihazı tutarak bilgi alabilmektedir. Örneğin AG uygulamasını açıp mobil cihazı direksiyon üzerine getirince araç direksiyon üzerinde bulunan düğmelerin nasıl çalıştığı ve nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi ekranda gösterilmektedir.



Şekil 10. Audi A3 modeli için geliştirilen AG uygulaması (Extravaganzi, 2015).

AG teknolojisi reklam sektöründe ürün tanıtım kataloglarında da kullanılmaktadır. IKEA mobilya ve diğer ev eşyalarının 3 boyutlu görüntüsünü evde istenilen yerde görüntülenmesini sağlayan AG destekli katalog kullanılmaktadır (Şekil 11). Örneğin kullanıcı

evine almayı düşündüğü bir masanın kullanılmak istenildiği yerde nasıl duracağını mobil cihazın ekranından bakılarak görebilme imkânı bulmaktadır.



Şekil 11. AG uygulamalarının kataloglarda kullanımı 1 (4R, 2015).

Benzer şekilde evinin duvarlarını boyatmak isteyen bir kullanıcı boya firmasının AG destekli katalogunu kullanarak istediği duvar renginin nasıl olacağını önceden görebilmektedir (Şekil 12). Kullanıcı hayal ettiği duvar rengini gerçek zamanlı olarak görebilme imkânı bulmaktadır.



Şekil 12. AG uygulamalarının kataloglarda kullanımı 2 (Marshall, 2015).

2.2 Mobil Öğrenme

İletişim ve kablosuz internet teknolojilerinin gelişmesi ile popüler olan mobil cihazlar günümüzde daha yaygın ve daha kullanışlı olmuştur (Wu vd., 2012). Mobil cihazlar daha fazla işlevsel ve daha kolay taşınabilir bir hal almıştır. Öğrencileri de kapsayan geniş bir kullanıcı kitlesi olan mobil cihazlar için araştırmacılar, pedagojik açıdan ele alarak eğitimsel uygulamalar geliştirmiş bu şekilde eğitimsel amaçlı kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Mobil öğrenme için yapılan tanımlamalara bakıldığında kesin bir tanımlamanın olmadığı görülmektedir. Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde mobil kelimesinin “hareketli, taşınabilir” olarak tanımlandığı görülmektedir. Araştırmacıların mobil öğrenme için yaptıkları tanımlamalar incelendiğinde; öğrenme için mekân kısıtlamasının olmaması (Kukulska-Hulme, 2009), kablosuz teknoloji aracılığı ile iletişim (Wu vd., 2012), istenilen zamanda istenilen yerde öğrenme imkânı sunması ve öğrenci merkezli bir yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (O’Malley vd., 2003). Mobil öğrenmeyi bir tür uzaktan eğitim olarak tanımlayan araştırmacılar bulunmaktadır (Quinn, 2000). Wang, Wiesemes, ve Gibbons (2012) ise internet bağlantısı özelliği olan taşınabilir cihazların eğitim amaçlı kullanımı olarak tanımlamıştır. Kısaca mobil öğrenme, mobil cihazların eğitimsel amaçlı kullanılmasıdır (Keagen, 2005).

Tanımlamalar göz önünde bulundurulduğunda cep telefonları, kişisel dijital asistanlar (PDA), akıllı telefonlar, taşınabilir ortam oynatıcıları, MP3 çalar, dizüstü bilgisayarlar ve tablet bilgisayarlar birçok farklı boyut ve özellikte olmalarına rağmen mobil öğrenimi gerçekleştirilebilecek cihazlar kapsamına girmektedir.

Wu vd. (2012) tarafından mobil öğrenme üzerine yaptıkları meta analiz çalışması sonuçlarına göre mobil öğrenme eğitimsel olarak birçok fırsatlar sunmaktadır. Aynı çalışmada araştırmacılar mobil öğrenme üzerine yapılan 164 bilimsel çalışma incelemiş, incelenen çalışmalardan sadece 1 çalışmada olumsuz sonuç elde edilirken, 142 (% 86.59) çalışmadan olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin mobil öğrenme ile öğrencilerin okul dışında da eğitimine devam edebilme imkânı buldukları belirtilmektedir (Reychav, Dunaway, ve Kobayashi, 2015). Mobil öğrenme yaşam boyu öğrenmeyi geliştirmektedir (Sharples, 2000). Öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşimi arttırmakta ve problem çözme becerilerini geliştirmektedir (Al- Fahad, 2009; Cavus ve Uzunboylu, 2009). Mobil öğrenme maliyet ve zaman tasarrufu sağlamak ve daha verimli eğitim imkânı sunmaktadır (Woodill, 2011). Ayrıca öğrencilerin mobil öğrenmeye karşı istekli oldukları da belirtilmektedir

(Çakır, 2011). Sonuç olarak mobil öğrenmenin başlıca potansiyel faydaları taşınabilirlik, anında iletişim, aktif ve bireysel öğrenme deneyimi ve maliyet tasarrufu şeklinde özetlenebilir (Saran, 2013).

Mobil öğrenmede karşılaşılmaması muhtemel ve dikkat edilmesi birtakım güçlüklerde bulunmaktadır. İnternet bağlantısı veya yazılım problemleri gibi karşılaşılabilecek teknik problemlerde öğrencinin mobil öğrenmeye karşı isteksizleşirebilir (Shudong ve Higgins, 2006). Bunların yanında mobil aygıtların ekran boyutlarının küçük olması öğrenmeyi zorlaştırabilir (Çelik, 2013). Vavoula ve Sharples (2009) ise mobil öğrenme değerlendirmenin zor olacağını belirtmektedir. Ayrıca dünyada birçok ülkenin mobil öğrenme için yeterince teknolojik altyapısının olmadığı gerçeği de engel teşkil edebilmektedir.

2.3 AG uygulamaları ve Mobil Cihazlar

“Teknoloji” eski AG tanımlamalarının da bir parçası olmuş, AG uygulamaları için büyük önem arz eden bir unsurdur (Wu vd., 2013). İlk yıllarına AG teknolojisi için kasklı ekran, özel tasarım gözlükler vb. teknolojiler kullanılıyor iken günümüzde yapılan çalışmalar da mobil destekli AG uygulamaları kullanılmakta ve eğitim ortamları için avantajlarından bahsedilmektedir (Chiang vd., 2014b).

Henrysson vd., (2005), mobil cihazların AG uygulamaları için oldukça ideal bir platform olduğunu belirtmektedir. Mobil teknolojilerin kullanılması ile öğrencilerin arkadaşları ile daha fazla fiziksel iletişim imkânı bulacağı, teknoloji destekli işbirliğine dayalı öğrenmeyi olumlu etkileyeceği belirtilmektedir (Zurita ve Nussbaum, 2004). Mobil AG uygulamaları öğrencilerin birbirleri ile daha fazla etkileşim içinde olmalarına olanak sağlayacaktır (Wang vd., 2014). Mobil AG uygulamaları ile öğrencilerin belirli bir mekânda bulunma zorunluluğu olmayacaktır. Mobil AG uygulamaları ile öğrenciler bilgisayar masasına bağlı kalmadan serbestçe hareket edebilme imkânı bulacaktır. Özellikle konum tabanlı AG uygulamaların da mobil cihazlar ile öğrenciler yerinde öğrenme, inceleme imkânı bulmaktadır. Mobil AG uygulamaları otantik gözlem imkânından başka yüz-yüze etkileşimin artmasını da sağlamaktadır (Wu vd., 2013). Fen eğitimi için ise mobil AG uygulamaları yine öğrencilere gerçek fiziksel laboratuvarlarda deney yapabilme imkânı sağlayacak, fen eğitiminde sanal ve fiziksel laboratuvarı kombine edebilme imkânı verecektir. Ayrıca mobil AG uygulamaları

ile mobil öğrenmenin sağladığı tüm avantajlardan (bireysel öğrenme, zaman ve mekân bağımsız öğrenme, ihtiyaç anında öğrenme vb.) yararlanılmış olunacaktır.

2.4 Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı

AG teknolojisinin öğrenmeye olumlu katkısı ve sahip olduğu yüksek potansiyel çoklu ortam öğrenme kuramı ile izah edilebilir (Chiang, Yang, ve Hwang, 2014a; Santos vd., 2014; Sommerauer ve Müller, 2014). Çoklu ortam, en temel tanımı ile bir materyalin sunumunda metin (ör. basılı metin, sesli metin) ve resimlerin (ör. grafik, resim, animasyon) birlikte kullanılmasıdır (Mayer, 2009). Multimedya öğrenme kuramı temel olarak insanların belleğinde bilgiyi nasıl işlediği ile ilgilidir. Çoklu ortam öğrenme kuramında insanların sadece bir kanalı kullanması yerine birden fazla kanalın aktif bir şekilde kullanılmasını hedeflemektedir. Örneğin sadece metinlerden oluşan bir materyal kullanıldığında tek bir kanaldan öğrenme gerçekleşmiş olacak, diğer kanal pasif kalacaktır. Mayer (2009) iki kanalın kullanılarak bilgi almanın tek kanal kullanılarak alınan bilgiden üstün olduğunu belirtmektedir. Bunun nedenini ise iki maddede özetlemektedir. (1) Nicel olarak düşünüldüğünde bir otobanda iki şeritli yolun tek şeritli yola kıyasla daha seri ve randımanlı olacağı ile açıklamıştır. (2) Nitel olarak düşünüldüğünde ise insanın anlamlı öğrenmesini her iki kanalı aktif bir şekilde kullandığında gerçekleşeceği ile izah etmiştir. Çoklu ortam öğrenme teorisinde Mayer (2009) birçok ilkeler elde etmiş ve bu ilkeleri deneysel olarak ispatlamıştır. Santos vd. (2014) bu ilkelerden çoklu ortam ilkesi, uzamsal yakınlık ilkesi ve zamansal yakınlık ilkesinin direkt olarak AG teknolojisinin sunduğu özellikler ile ilişkilendirmektedir. Diğer bir ifade ile AG teknolojisinin barındırdığı potansiyel bu üç ilke ile açıklanabilir. Araştırmacıların tespit ettiği üç ilkeye ek olarak öğrenen kontrolü ilkesi de eklenebilir.

Çoklu ortam ilkesi öğrencilerin sadece metinlerden oluşan materyal yerine resim ve metinlerden oluşan materyal ile daha iyi öğrendiklerini belirtmektedir. Bu ilke ile Mayer (2009) içeriğin resim ve metnin birlikte sunulması ile öğrencilerin görsel ve sözel kodlama yapabilme fırsatı olduğunu belirtmektedir. Sommerauer ve Müller'e (2014) göre AG teknolojisi çoklu ortam ilkesi ile ilişkili kullanıcıya fırsat sunmaktadır. Örneğin AG ile gerçek dünya ortamında sanal yazıların gösterilmesi (ör. tarihi bir bina hakkında bilgilerin ekran üzerinde gösterilmesi) veya bir kitabın üzerinde sanal resimlerin gösterilmesi (AG kitapları) bu ilke ile ilişkisine örnek gösterilebilir.

Uzamsal ve zamansal yakınlık ilkesi ise bir materyalde birbiri ile ilişkili resim ve metnin birbirine yakın ve eşzamanlı olarak gösterilmesi ile öğrencilerin daha iyi öğrendiklerini belirtmektedir. Bu iki ilke açısından AG gerçek zamanlı olarak AG bileşenlerini ekranda göstermesi ve AG bileşenlerinin ilgili objenin yakınında göstermesi ile AG bu iki ilke için uyumlu bir ortam sunmaktadır (Sommerauer ve Müller, 2014). AG içeriğindeki bileşenleri doğru zamanda ve doğru yerde gösterebilen bir teknolojidir (Chiang vd., 2014a).

Öğrenen kontrolü ilkesi bir materyalde öğrenene kontrolün verilmesi ile ilgilidir (Mayer, 2014). Fowler (1983) ve Newkirk (1973) öğrenene kontrolün verilmesi ile öğrenenin tutumunda olumlu etkisi olacağını belirtmektedir. Öğrenen kontrolü ilkesine ilişkin AG teknolojisi bireye kendi hızında ve bağımsız bir şekilde öğrenme ortamı sunmaktadır (Kamarainen vd., 2013).

2.5 Kuramsal Alt Yapı

2.5.1 Bilişsel Yük Kuramı ve Bilişsel Tasarım İlkeleri

Bilişsel yük kuramı, bireyin işleyen belleğinin sınırlı kapasiteye sahip olduğundan dolayı, bireyin sınırlı olan bilişsel kapasitelerini etkin bir şekilde kullanmaları için geliştirilmiş bir öğretim yöntemidir (Sweller, 1988). Bilişsel yük kuramı temel olarak bilişsel yük ve öğrenme üzerine etkisine odaklanmaktadır. İç bilişsel yük, dış bilişsel yük ve ilgili bilişsel yük olarak üç aşamada incelenmektedir (Paas, Renkl, ve Sweller, 2003).

İç bilişsel yük öğrenilecek olan konunun kendi özelliğinden kaynaklanan, çalışma belleğinde yüklenmenin olduğu türdür (Clark, Nguyen, ve Sweller, 2006). Ele alınan konunun karmaşık olması, fazla elementlerden oluşması, elementlerin birbirleri olan etkileşimi ve öğrencinin ön bilgisinin olup olmaması iç bilişsel yük için önem arz eden unsurlardır (Yıldırım, 2013). Ön bilgisi olan öğrenci, olmayan öğrenciye kıyasla iç bilişsel yük problem oluşturmayacak öğrencinin öğrenmesi olumsuz yönde etkilenmeyecektir. Benzer şekilde ele alınan konu karmaşık ise iç bilişsel yükte yüksek olacaktır.

Dış bilişsel yük ise konu ile alakalı olmayan eğitimde kullanılan materyaller ve öğretim tekniklerinin neden olduğu çalışma belleğindeki yüküdür (Clark vd., 2006). Dış bilişsel yük ele alınan konu ile alakalı olmayıp iyi tasarlanmamış bir öğretim için öğrencinin harcadığı

fazladan çabadır (Yıldırım, 2013). Eğitim ortamı ve kullanılan materyaller uygun tasarlanmamış veya konu ile ilişkili olmayan unsurlar kullanılıyor ise bu durum öğrenmeyi olumsuz yönde etkiler ve bireyin dış bilişsel yükü yüksek olacaktır. Uygun tasarım ilkeleri ile tasarlanmış materyaller ile dış bilişsel yük en aza indirilebilir öğrenme daha etkili olabilir. İlgili bilişsel yük zihinsel yapıların oluşturulmasına ve düzenlenmesi için katkıda bulunan çabalardır (Sweller, Van Merriënboer, ve Paas, 1998). Etkili öğrenme için iç bilişsel yükün oldukça az düzeye indirilmesi gerekirken, ilgili bilişsel yükün üst düzeyde olması esastır. Esasen diğer bilişsel yüklenmelerin (iç ve dış) en aza indirilmesi ve bunun neticesinde işleyen bellek kapasitesinin konu ile ilgili zihinsel yapıların oluşturulması için kullanılması sağlanmalıdır (Sweller vd., 1998).

Sonuç olarak iç ve dış bilişsel yük miktarı işleyen bellek kapasitesinden fazla ise öğrenme veya problem çözme olumsuz etkilenecektir (Moreno ve Park, 2010). İç ve dış bilişsel yükün azaltılarak bilişsel kapasitenin konu ile alakalı zihinsel yapıyı oluşturmak için ilgili etkinliklere yönlendirilmesi yani ilgili bilişsel yükün arttırılması gerekmektedir (Yıldırım, 2013). Yapılan araştırmalarda iç ve dış bilişsel yüklerin azaltılması ve ilgili bilişsel yükün arttırılmasına yönelik bir takım ilkeler bulunmaktadır.

İç bilişsel yükün azaltılmasına ilişkin en etkili ilkelerden birisi parçalara bölme ve sırlama ilkesidir. Karmaşık bir konu anlamlı olarak daha küçük parçalar halinde öğrencilere anlatılabilir. Ayrıca küçük parçalara bölünmüş konular anlamlı ve ilişkili bir sıralama ile öğrencilere sunularak konunun karmaşıklığından kaynaklanan yük en alt düzeye indirilebilir (Mayer, 2001). Bunun yanında Reigeluth'in (1987) ayrıntılandırma teorisi kullanılarak karmaşık konular küçük parçalar halinde ve basitten karmaşığa, somuttan soyuta doğru sıralanarak, çeşitli analogiler kullanılarak öğrenciye sunulabilir böylece iç bilişsel yüklenmeleri azaltılabilir.

Dış bilişsel yükün azaltılmasına dair aralarında bütünlük, fazlalık, işaret ve modalite ilkelerinin bulunduğu birçok ilke bulunmaktadır. Bütünlük ilkesine göre konu ile alakalı veya alakasız öğrenme çıktısına katkısı olmayan resim, müzik gibi unsurların öğrencinin belleğinde ek yük oluşturacağı (Mayer, 2001) bununda dış bilişsel yüklenmeyi arttıracığı belirtilmektedir.

2.5.1.1 Bilişsel Yükün Ölçülmesi

Bilişsel yük, bilgi işleme süreçlerindeki sınırlılıktan dolayı doğrudan gözlemlenmesi mümkün olmayan, çok boyutlu bir yapıdır. Literatür incelendiğine bilişsel yükün çok boyutlu yapıda olması ve bu boyutlar arasında kompleks ilişkinin nasıl ölçüleceği araştırmacılar tarafından incelenmiş ve öznel, fizyolojik ve görev-performans temelli olmak üzere üç farklı ölçüm tekniğinin kullanıldığı görülmektedir.

Öznel yöntemler bireyin kendi bilişsel sürecini ve öğrenme esnasında harcadığı zihinsel eforu belirtmesine dayanmaktadır. Bu yöntem için kullanılan en yaygın ölçek Paas ve Van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilen 9'lu derecelendirme ölçeğidir. Öğrenenin bir görevi yerine getirirken sarf ettiği çabayı ölçmeyi hedeflemektedir.

Fizyolojik yöntemler ise bilişsel fonksiyonlardaki değişiminin fizyolojik ölçümlere (ör. beyin, kalp ve göz bebeğindeki büyüme, göz kapatma oranı) yansıtacağı varsayımına dayanmaktadır (Sweller vd., 1998).

Son olarak görev-performans temelli yöntemler ise farklı görevlerin aynı anda verilmesi ile öğrenenin performansındaki değişikliklerin izlenmesine dayanmaktadır. Bu teknik zihinsel, fiziksel, başarı hissi gibi birçok boyutların ölçüm sürecine dâhil edilmesine dayanmaktadır. Bu ölçüm tekniği güvenilirliği ve hassasiyetin yüksek olduğu bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Gerven, 2003).

2.5.2 Yapılandırıcılık

Yapılandırıcılık bilginin pasif biçimde alınmadığı, birey tarafından etkin olarak yapılandırıldığı anlayışına dayanmaktadır (Olssen, 1996). Öğrenenler bilgiye bireysel ve sosyal olarak oluşturur. Temelde öğrenci mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgi edinir. Yapılandırıcı öğrenme ortamı bir problem durumu ile başlar ve tüm süreçte eğitmenin model olması, desteklemesi ve koçluk yapması ile devam eder (Jonassen, 1999).

2.5.3 Öz Düzenleyici Öğrenme

Öz düzenleyici öğrenme bireyin kendisinin yönlendirdiği bir süreç olup öğrenme sürecinde bilişsel, üstbilişsel ve motivasyon olarak katılmalarıdır (Zimmerman, 1989). Öz düzenleyici öğrenme aktif bir öğrenme süreci olup bireyin kendi öğrenme hedeflerini belirlediği, kendi

öğrenme sürecini izlediği ve kendi motivasyonunu kontrol ettiği bir öğrenmedir. Öz düzenleyici öğrenmede öğrenci öğrenme hedeflerine ulaşmak için kendisinin sahip olduğu yeteneği ve sınırlarını bilir. Bireyin kendi öğrenme sürecini yönlendirebilme becerisi, yaşam boyu öğrenmeye katkısı için de önemlidir.

2.6 Teknoloji ve Fen Laboratuvarı

Teknoloji geleneksel sınıflarda olduğu gibi fen laboratuvar ortamlarında da yer almaktadır (Chiu vd., 2015). Fen laboratuvarlarında teknoloji kullanımı; denemesi yüksek bütçeli, tehlikeli veya oldukça zor olan deneyleri fen laboratuvarları dışında deneme imkânı sunması açısından öğrenciler için bir fırsattır. Literatürde fen laboratuvarlarında teknoloji kullanımı ile ilgili yapılan birçok çalışmada araştırmacılar teknoloji kullanımının olumlu çıktılar getirdiği sonucuna ulaşmıştır (Olympiou, Zacharia, ve De Jong, 2013; Trundle ve Bell, 2010).

Teknoloji sayesinde fen deneyleri daha kısa sürede tamamlanmaktadır (Chien, Tsai, Chen, Chang, ve Chen, 2015). Benzer sonuç Nadelson, Scaggs, Sheffield ve McDougal, (2014) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Organik kimya dersi için laboratuvar uygulaması öncesinde deney ile alakalı video izleyen grup, video izlemeyen gruba kıyasla deneylerini daha kısa sürede tamamlamışlardır. Bu sonuçlara göre teknoloji kullanıldığında öğrenciler daha fazla deney yapma fırsatı bulmaktadır. Örneğin simülasyonlarda deney düzeneğini hazırlamak için öğrencilerin fazlaca zaman harcamalarına gerek kalmamaktadır. Sanal materyaller ile öğrencilerin deney hazırlamada gerekli tüm malzemelerin hazır olması neticesinde dikkati dağılmadan deneyini yapma imkânı da bulunmaktadır. Teknoloji sayesinde ayrıca fen eğitiminde önemli kısımlar vurgulanıp, fazla kısımlar atılarak daha sade anlatım yapılabilir (Trundle ve Bell, 2010). Yapılan bir deneyi kolay bir şekilde modifiye edebilir. Elektronların hareket yönü gibi gerçek ortamda incelenmesi imkânsız ya da X-ray ışınları gibi tehlikeli konuları gözlemleyebilme imkânı sunmaktadır (Zacharia ve Constantinou, 2008). Fen eğitiminde teknoloji öğrencilerin başarılarında artışı da sağlamaktadır. Olympiou ve Zacharia (2012) tarafından yapılan bir araştırma sonucuna göre sanal optik kullanan grup fiziksel ekipmanları kullanan gruptan daha başarılı olmuştur. Pyatt ve Sims (2012) tarafından yapılan kimya deneyleri üzerine yapılan çalışmada benzer sonuç elde ederek, teknoloji kullanılan grup daha başarılı sonuç elde etmiştir.

Fakat literatürde teknolojinin fen laboratuvarlarında herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşan araştırmalarda bulunmaktadır (Klahr, Triona, ve Williams, 2007; Wiesner ve Lan, 2004). Ayrıca öğrencilerin devamlı teknolojiyi kullanarak gerçek laboratuvar ekipmanlarını bir kenara bırakıp fare veya klavye gibi donanım elemanlarını kullanarak deney yapması laboratuvar becerilerinin gelişmesine engel olabilir. Çünkü öğrencilerin pratik ve motor becerilerinin gelişmesi, karmaşık bilgi ve uğraş gerektiren durumlarda öğrencilerin fiziksel ekipmanları kullanarak elleri ile deney yapmaları fen öğrenmeleri için önemlidir (De Jong vd., 2013). Fiziksel ekipmanları kullanarak gerçek laboratuvar ortamında fen deneyleri daha somut çıktılar vermekte ve gerçek laboratuvar ekipmanları kullanılarak yapılan deneyler öğrencileri fen'e daha çok bağlanmaktadır (Feisel ve Rosa, 2005). Gerçek laboratuvarlar öğrencilere gerçek araştırılan konu ile direkt etkileşime geçme fırsatı sunmaktadır (Lunetta, Hofstein, ve Clough, 2007). Özet olarak teknoloji fen eğitimi için fırsatlar sunmasına karşın, öğrencileri gerçek laboratuvar ortamından ve laboratuvar ekipmanlarından tamamen uzaklaştırmamalıdır.

Yapılan çalışmalarda, hem teknolojinin fen laboratuvarlarında sunduğu olanaklardan faydalanmak hem de öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından ve fiziksel ekipmanlardan uzaklaşmamasını sağlamak amaçlı sanal ve fiziksel deneyimlerin bir arada kombine edildiği yaklaşımın en etkili sonucu verdiği belirtilmektedir (Blikstein, Fuhrmann, Greene, ve Salehi, 2012; Olympiou ve Zacharia, 2012; Zacharia ve Olympiou, 2011). Böylece öğrenciler teknolojinin sağladığı imkânlardan gerçek laboratuvar ortamından uzaklaşmadan faydalanabilmektedir. Teknoloji gerçek laboratuvar ortamına iyi bir şekilde kombine edilerek öğrencilerin öğrenme düzeyleri en üst düzeye taşınabilmektedir (De Jong vd., 2013; Lui ve Slotta, 2013).

2.6.1 Fiziksel ve Sanal Laboratuvarın Kombine Edilmesi

Fen eğitimde teknoloji kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar her iki laboratuvar türünün de kendine özgü üstünlükleri olduğunu göstermektedir. Kısaca gözlemlenmesi zor, imkânsız konular, daha çok deney yapma zorunluğu bulunun konularda sanal laboratuvarların avantajı artarken; pratik becerileri ile motor beceri gerektiren konularda ise fiziksel laboratuvarların avantajları artmaktadır (De Jong vd., 2013). Bu nedenle her iki yaklaşımın kombine edildiği fen laboratuvar ortamları daha etkili sonuç vermektedir. Zacharia, Olympiou ve Papaevripidou, (2008) ısı ve sıcaklık konusunda yaptığı çalışmada karma laboratuvar

deney yapan öğrencilerin fiziksel laboratuvarında deney yapan öğrencilere kıyasla daha başarılı olduğu belirtilmektedir. Benzer şekilde Kollöffel ve Jong (2013) elektrik devreleri konusunda fiziksel ve sanal laboratuvarın kombine edilerek deney yapan grubunun sadece fiziksel laboratuvarında deney yapan gruba kıyasla daha başarılı olduğunu belirtmektedir. Olympiou ve Zacharia (2012) optik konusunu; sadece sanal, sadece fiziksel ve sanal fiziksel kombinasyonu olmak üzere öğrencileri 3 farklı gruba ayırarak anlatmış ve en etkili sonucu sanal ve fiziksel materyallerin kombine edildiği gruptan elde etmiştir. Sonuç olarak açıkça görülmektedir ki fen eğitimi için sanal ve gerçek materyallerin kombine edildiği ortamlarda en fazla verim alabilme imkânı bulunmaktadır.

Günümüzde eğitim koşulları düşünüldüğünde fen laboratuvarlarına öğrencilerin bilgisayarlarını götürüp fen laboratuvarlarında deney yapmaları oldukça güç olacaktır. Ayrıca fen laboratuvarlarında bilgisayarlar için yeteri kadar yer ve yeterince güç istasyonu bulmak neredeyse imkânsızdır. Öğrencilerin okullardaki bilgisayar laboratuvarlarında sanal materyalleri kullanıp tekrar fen laboratuvarlarında deneylerini yapmaları ise zaman ve öğrencilerin öğrendiklerini ilişkilendirmesi açısından problem olacaktır. Ayrıca her okulda yeteri kadar ve çalışır halde bilgisayarların olduğu bilgisayar laboratuvarı bulmanın zor olacağı gerçeği de vardır. Bu nedenle öğrencileri hem fen laboratuvarından çıkarmadan hem de daha ekonomik şekilde teknolojiye faydalanarak fen deneylerini yapabilmeleri için mobil cihazların kullanılması daha uygun olacaktır. Mobil cihazlar sayesinde öğrenciler sanal ve gerçek materyalleri eşzamanlı kullanabilme imkânı da bulacaktır. Bu şekilde günümüz öğrencilerinin ellerinden düşürmedikleri bu cihazların eğitimsel amaçlı kullanılması sağlanmış olacaktır.

2.7 Fen Eğitiminde AG Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Fen eğitiminde AG kullanımını konu alan çalışmalar incelendiğinde son yıllarda bir artışın olduğu popüler araştırma konularından biri olduğu görülmektedir (Cheng ve Tsai, 2013). Yapılan çalışmalar AG teknolojisinin fen eğitimi için birçok yararlar sağladığını göstermektedir (Lin vd., 2011). Fen eğitiminde AG uygulamalarının yoğunluklu olarak ilk ve ortaöğretim olmak üzere (Rosenbaum, Klopfer, ve Perry, 2007) üniversite seviyesine kadar (Wang vd., 2014) kullanıldığı görülmektedir.

Chiang vd. (2014b) 57 ilköğretim öğrencisi için mobil destekli AG uygulaması geliştirmiş ve öğrencilerin akademik başarısı, motivasyon düzeyleri ve bilişsel yük durumları olmak üzere 3 araştırma sorusunun cevabını araştırmışlardır. Deneysel model kullanılan çalışmada uygulama sonrasında AG kullanan grubun başarı puanı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek çıkmıştır. AG kullanan grubun yalnızca akademik başarısı değil aynı zamanda motivasyonu da artmıştır. Araştırmacılar AG kullanan ve kullanmayan grubun bilişsel yük puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit etmemiştir. Öğrenciler ise AG uygulamalarını oldukça eğlenceli, ilgi çekici ve yararlı bulduklarını belirtmiştir. Araştırmacılar uygulama esnasında karşılaşılan güçlükler olarak ise GPS (Küresel Konum Sistemi) konum algılamada ve kullanılan materyallerin büyük boyutlarda olması nedeni ile güçlükler yaşadıklarını belirtmiştir. Ayrıca AG uygulamaları kullanımının, normal ders süresinden daha fazla zamana ihtiyacı olduğu görülmüştür.

Chiu vd. (2015) tarafından benzer şekilde ilköğretim öğrencileri üzerinde yapılan diğer bir çalışmada AG uygulamaları kullanarak kimya eğitiminde öğrencilerin öğrenme çıktılarını incelemiştir. Kontrol grupsuz ön test/son test araştırma deseninin kullanıldığı çalışmanın sonuçlar incelendiğinde, AG teknolojisinin öğrencilerin fen öğrenmelerine olumlu katkıda bulunduğu, kimya konusunun içerdiği karmaşık kavramların öğrenilmesinde yardımcı olduğu görülmüştür. Kimya dersinde AG uygulamaları öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimini arttırdığı belirtilmektedir. Öğrenciler AG uygulamalarını kullanmada herhangi bir güçlük yaşamadıkları görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar AG uygulamalarını fen eğitimi için öğretmenlere tavsiye etmektedir.

Kamarainen vd. (2013) 71 ilköğretim öğrencisi ile ekosistem konusu üzerine yaptığı çalışmada benzer sonuç elde ederek AG uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin birbirleri arasındaki etkileşimi arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacılar AG uygulamaları ile öğrencilerin konuyu derinlemesine anladığını belirtmektedir. AG uygulamaları ile öğretmen merkezli yaklaşımdan öğrenci merkezli yaklaşıma doğru bir geçişin olduğunu belirtmektedir.

Furió, Juan, Seguí, ve Vivó (2015) tarafından 8-10 yaş grubu aralığında 38 ilköğretim öğrencileri ile oyun temelli bir AG öğrenme ortamı tasarlanmış ve geleneksel öğrenme ortamı ile öğrenme çıktıları açısından kıyaslama yapmıştır. Su döngüsü konusu için yapılan çalışma sonucuna göre öğrencilerin öğrenme performansı açısından anlamlı bir farklılık çıkmamasına rağmen AG destekli grubun motivasyon puanı diğer gruptan daha yüksek

çıkmiştir. Araştırmacılar, ilköğretim öğrencilerinin daha çok motive olarak öğrenmelerini sağlamak için AG destekli öğretimin kullanılmasını tavsiye etmektedir.

Zhang, Sung, Hou ve Chang (2014) yaptıkları çalışmada astronomi konusu üzerine öğrencilerin astronomik gözlem yeteneklerinin AG uygulamaları ile gelişip gelişmeyeceğini incelemiştir. 200 ilköğretim öğrencisi ile yapılan çalışma bulgularına göre AG öğrencilerin gözlem becerilerinin gelişmesine yardımcı olmuş, öğrencilerin akademik başarılarında artış sağlamış ve konuya karşı daha çok ilgi duymalarını sağlamıştır.

AG teknolojisi ile üniversite seviyesinde yapılan çalışmalarda da olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Örneğin Ferrer-Torregrosa vd. (2015) 211 üniversite öğrencisi ile yapmış olduğu çalışmada ARBOOK isminde AG destekli anatomi konusu üzerine bir kitap geliştirmiştir. Uygulama sonrasında ARBOOK'un üniversite öğrencilerin başarılarını arttırdığı belirtilmektedir. Ayrıca araştırmacılar anatomi konusu için AG uygulamalarını şiddetle tavsiye etmektedir.

Üniversite seviyesinde Wang vd. (2014) tarafından yapılan çalışmaya toplamda 40 öğrenci katılmış olup, geleneksel 2 boyutlu ve AG destekli 3 boyutlu simülasyonlar öğrencilerin işbirliğine dayalı sorgulayıcı öğrenme açısından kıyaslanması yapılmıştır. Sonuç olarak her iki simülasyon türü de öğrencilerin öğrenmelerine olumlu katkılar sağlamış. Fakat AG destekli simülasyon kullanan grup öğrenme sürecinde daha aktif, daha fazla etkin olmuştur. Ayrıca araştırmacılar tarafından mobil AG uygulamalarının daha yararlı olabileceği ileri sürülmüştür.

Literatürde AG ve fen eğitimi alanında yapılan incelendiğinde en çok sorgulamaya dayalı öğrenmeyi destekleme amaçlı kullanıldığı görülmektedir (Cheng ve Tsai, 2013). Örneğin O'Shea, Mitchell, Johnston, ve Dede (2009) tarafından yapılan mobil destekli AG uygulamalarının sorgulamaya dayalı öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığı belirtilmektedir. Benzer şekilde Dunleavy vd. (2009) tarafından ilköğretim öğrencileri ile yapılan çalışma sonucu da göstermektedir ki AG uygulamaları fen eğitimi için önem arz eden sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemi için oldukça uygun ve olumlu sonuçlar vermektedir. Squire ve Klopfer (2007) kimya konusu için mobil destekli AG uygulaması geliştirmiş. Araştırma bulgularına göre AG uygulaması hem ilköğretim öğrencilerinin hem de üniversite öğrencilerinin sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde olumlu katkılar sağladığı, öğrencileri öğrenmeye, araştırmaya teşvik ettiği görülmektedir. Squire ve Jan (2007) 9-16 yaş aralığında öğrenciler üzerine yaptıkları çalışmada da bezer sonuçlar elde

ederek AG uygulamalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemi için birçok fırsatlar sunduğunu belirtmektedir. Ayrıca yapılan çalışmada konum tabanlı AG uygulamaları kullanılarak öğrencilere yerinde inceleme, gözlem yapma imkânı da sunulmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar ayrıca göstermektedir ki AG uygulamaları fen eğitiminde öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmelerine de katkı sağlamaktadır. Martín-Gutiérrez vd. (2010) AR-Deahes isimli mühendislik fakültesi öğrencileri için bir AG destekli kitap dizayn etmişler ve içerisinde 3 boyutlu objeler ile zenginleştirilmiş bir öğrenme materyali tasarlamışlardır. Deneysel model uygulanan çalışmada elde edilen bulgulara göre kullanılan 3 boyutlu objeler sayesinde deney grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin daha çok geliştiği görülmüştür. Núñez vd. (2008) inorganik kimya konusu üzerine 15 üniversite öğrencisi ile AG uygulamaları kullanarak bir araştırma gerçekleştirmiş olup, sonuçta 3 boyutlu kristal yapıları resim edilerek öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdikleri görülmüştür. Fen eğitiminde önemli konulardan olan galaksi sistemimiz konusu üzerine, Kerawalla vd. (2006) tarafından 9-10 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencileri ile yapılan çalışma sonuçları da literatürde yapılan diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar elde ederek AG uygulamaları öğrencilerin uzamsal yetenek geliştirmelerine destek olmuştur.

Yukarıda incelenen çalışmalar açıkça göstermektedir ki AG teknolojisi ilköğretim seviyesinden üniversite seviyesine kadar kullanılabilir. Öğrenciler teknolojiyi kullanma konusunda problem yaşamamaktadır. Ayrıca AG uygulamaları fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi için oldukça uygun ve AG sunduğu 3 boyutlu görsel destek özelliği ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

AG uygulamaları gerçek ortamda sanal nesnelere manipüle etme imkânı ile doğal ortamında ekosistem, su döngüsü, elektronların hareket yönü gibi; fen eğitiminde kolay gözlemlenemeyecek olayları gözlemleyebilme imkânı sunmakta (Wu vd., 2013) böylece öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine destek olmakta ve kavram yanlışlarını gidermektedir (Sotiriou ve Bogner, 2008). Lin vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilere biyoloji konusu kapsamında balık yakalama konusu üzerine bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Araştırma kapsamında öğrencilere ilk olarak eğitimsel video izleterek sonrasında AG uygulamaları kullanılmış; öğrenciler balık oltası olarak kullandıkları küçük çubuklar ile sanal olarak balık tutmaları sağlanmıştır. Bu şekilde AG destekli olarak yapılan oyun temelli öğrenme ile öğrencilerin biyolojide kavramsal öğrenmelerine yardımcı olduğu belirtilmiştir. Enyedy, Danish ve DeLiema (2015) tarafından ilköğretim

öğrencilerine yönelik fizik dersi için hazırlamış oldukları AG destekli öğrenme ortamının, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine katkıda bulunduğu, işbirliğine dayalı öğrenmeye uygun olduğu belirtilmektedir. Yoon, Elinich, Wang, Steinmeier, ve Tucker (2012) tarafından 119 öğrencinin katılımı ile yapılmış oldukları çalışma sonuçları da AG uygulamalarının kavramsal öğrenmeye yardımcı olduğu, işbirliğine dayalı öğrenmeyi desteklediği belirtilmektedir. Aynı çalışmada araştırmacılar küçük gruplar halinde kullanılmasının daha yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Ibáñez, Di Serio, Villarán, ve Kloos (2014) AG uygulamalarını fizikte elektromanyetizma konusu için kullanarak 64 lise öğrencisi ile kontrol gruplu deneysel bir çalışma yapmıştır. Uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin elektromanyetizma konusu için daha iyi kavramsal öğrenme elde ettiği görülmektedir. Araştırmacılar AG uygulamaları ile daha eğlenceli bir fizik eğitimi yapıldığını belirtmektedir. Aynı çalışmada AG teknolojisi birçok fırsatlar sunmuş olmasına rağmen araştırmacılar kullanılabilirlik ve bilişsel yüklenme açısından dikkat edilmesi gerektiğini söylemektedir. Yapılan bu çalışmada belirtilenden farklı olarak Bressler ve Bodzin (2013) tarafından fen eğitimi için yapılan bir çalışmada AG uygulamalarının öğrencilerin bilişsel yük miktarlarında düşüş sağladığı belirtilmektedir. 68 ilköğretim öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada öğrenciler için AG destekli mobil oyun ile öğrenme ortamı sunulmuş sonuçta AG hem bilişsel yük miktarını azaltmış hem de öğrencilerin derse karşı ilgilerinin arttığı belirtilmiştir.

Furió, González-Gancedo, Juan, Seguí, ve Costa (2013) akıllı telefon ve tablet bilgisayarlar için AG destekli oyun kullanarak su döngüsü konusunu işlemiş, toplamda 79 ilköğretim öğrencisinin katıldığı araştırmanın sonuçlarına göre AG destekli oyun öğrencilere konuyu eğlenceli bir şekilde öğrenme fırsatı sunmaktadır. Öğrencilerin hoşnutluk seviyelerinde de artış sağlanmıştır. Araştırmacılar mobil ve tablet bilgisayar destekli AG uygulamalarının yüksek bütçeli olduğunu ve kalabalık sınıflarda kullanımının zor olacağını belirtmiştir.

Literatür incelendiğinde AG uygulamaları ile fen eğitiminde öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenme fırsatı sunduğu da görülmektedir. Hsiao, Chen ve Huang (2012) tarafından, 1211 ilköğretim öğrencisi ile yaptığı çalışma sonuçları AG uygulamalarının öğrencilere kendisinin denemesine ve sonucu görmesine imkân sağladığı belirtilmektedir. Öğrencilere somut kanıtların sunulabildiği ve öğrenmelerini olumlu etkilediği görülmektedir. Fakat araştırmacılar uzun süreli AG kullanımında öğrencilerin teknolojiye alışmalarından sonra motivasyonlarında düşüş yaşanabileceğini belirtmektedir.

Sonuç olarak, fen eğitiminde AG teknolojisi kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

* AG teknolojisi fen eğitimine önemli katılar sağladığı (Andujar, Mejías ve Marquez, 2011; Lin vd., 2011) eğlenceli öğrenim imkânı sunduğu görülmektedir (Ibáñez vd., 2014). AG teknolojisi ile öğrencilere somut kanıtların sunulabildiği ve daha kalıcı öğrenme imkânı sunduğu görülmektedir (Hsiao vd., 2012).

* Araştırmacıların çalışmalarında mobil cihazları tercih ettiği (O'Shea vd., 2009; Squire ve Klopfer, 2007) bunun birtakım nedenlerinin olduğu görülmüştür. Örneğin Henrysson vd., (2005), mobil cihazların AG uygulamaları için oldukça ideal bir platform olduğunu belirtirken, Wang vd. (2014) ise mobil cihazlar öğrencilerin birbirleri ile daha fazla etkileşim içinde olabileceklerini belirtmiştir. Sonuç olarak literatür incelendiğinde fen eğitiminde mobil AG uygulamalarının daha uygun olacağı görülmektedir.

* Yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar AG uygulamalarının aşırı bilişsel yüklenme tehlikesinin olduğu belirtilirken (Ibáñez vd., 2014), bunun tam tersine bazı araştırmacılar ise bilişsel yükte azalma olduğunu belirtmiştir (Bressler ve Bodzin, 2013). Bu çelişkili sonuçlar AG uygulamaları tasarlanır iken bu durumun dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

* AG uygulamalarında konum algılama sorunu gibi bir takım teknik problemlerin (Wu vd., 2013) olduğu görülmektedir. Bu nedenle geliştirilecek uygulamalarda ön deneme yapılması, muhtemel problemlerin tespit edilmesi ve önlem alınması gerektiği görülmektedir.

Alan yazında fen eğitiminde AG teknolojisi kullanılarak yapılan seçilmiş çalışmalar uygulanan ünite, katılımcılar, AG'in fen eğitimine katkıları tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1

Alan Yazın İncelemesi

İlk yazar / yayınlanma tarihi	Ünite	Katılımcılar	Fen eğitimine katkıları
Shelton vd. (2004)	Astronomi	15 üniversite öğrencisi	Kavramsal öğrenme Uzamsal yetenek
Kerawalla vd. (2006)	Coğrafya	9-10 yaş aralığında ilköğretim öğrencileri	Kavramsal öğrenme Uzamsal yetenek
Squire vd. (2007)	Çevre bilimi	Lise ve üniversite öğrencileri	Sorgulamaya dayalı öğrenme becerisi
Rosenbaum vd. (2007)	Fen bilgisi	Lise öğrencileri	Sorgulamaya dayalı öğrenme becerisi
Squire vd. (2007)	Çevre bilimi	İlköğretim öğrencileri (9-16 yaş aralığında)	Sorgulamaya dayalı öğrenme becerisi
Eursch (2007)	Nükleer bilim	Hiçbiri	Pratik beceri
Núñez vd. (2008)	İnorganik kimya	15 üniversite öğrencisi	Uzamsal yetenek
Dunleavy vd. (2009)	Fen	İlköğretim ve lise öğretmenleri, öğrenciler	Sorgulamaya dayalı öğrenme becerisi
Martín-Gutiérrez vd. (2010)	Uzamsal yetenek	49 üniversite öğrencisi	Uzamsal yetenek
Andujar vd. (2011)	Uzaktan laboratuvar eğitimi	36 üniversite öğrencisi ve 10 öğretim elemanı	Pratik beceri
Lin vd. (2011)	Biyoloji	33 öğrenci	Kavramsal öğrenme
Yoon vd. (2012)	Fen	119 ilköğretim öğrencisi	Kavramsal öğrenme İnformal öğrenme
Hsiao vd. (2012)	Ekosistem	1211 ilköğretim öğrencisi	Yaparak öğrenme Somut ispatlayabilme
Furió vd. (2013)	Su döngüsü	79 ilköğretim öğrencisi	Memnuniyet Eğlenceli eğitim imkânı
Kamarainen vd. (2013)	Ekosistem	71 ilköğretim öğrencisi	Derinlemesine anlama Öğrenci-öğrenci etkileşimi
Bressler vd. (2013)	Fen	68 ilköğretim öğrencisi	İlgi İşbirliğine dayalı öğrenme Bilişsel yükte azalma
Zhang vd. (2014)	Astronomi	200 ilköğretim öğrencisi	Akademik başarı İlgi Gözlem yapabilme becerisi
Ibáñez vd. (2014)	Elektromanyetizma	64 lise öğrencisi	Kavramsal öğrenme Daha fazla deneyim imkânı Eğlenceli eğitim
Furió vd. (2015)	Su döngüsü	38 ilköğretim öğrencisi	Motivasyon
Enyedy vd. (2015)	Fizik/Hareketler	43 ilköğretim öğrencisi	Kavramsal öğrenme



BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılan yöntem ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır. Araştırmanın modeli, örnekleme, pilot uygulama süreci, uygulama prosedürü, geliştirilen materyal ve son olarak veri toplama araçları hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1 Araştırma Modeli

Bu çalışmanın amacı fen laboratuvarında AG teknolojisi kullanımının, öğrencilerin laboratuvar becerilerine ve tutumlarına etkisini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda öntest sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen (Campbell ve Stanley, 1966) kullanılmıştır. Tüm değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda (Cohen, Manion, ve Morrison, 2013) kullanılan desendir. Desende rastlantısal olarak iki gruptan birisi deney grubu diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenir. Gruplara uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında bir takım veri toplama araçları uygulanarak deneysel işlemin etkisi test edilir. Yapılan bu çalışmada deney grubu AG destekli laboratuvar föyü kullanırken, kontrol grubu geleneksel laboratuvar föyü kullanmıştır. Araştırmanın deseninin simgesel görünümü tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırma Deseni

G ₁	O _{1.1}	X	O _{1.2}
G ₂	O _{2.1}		O _{2.2}

G₁: Deney grubu

G₂: Kontrol grubu

X: Deneysel işlem

O_{1.1}, O_{2.1}: Öntest

O_{1.2}, O_{2.2}: Sontest

3.2 Evren ve Örneklem

Araştırmaya, 2014-2015 bahar döneminde Türkiye’de Kırıkkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde 1. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrenciler katılmıştır. Bölümde birinci sınıflar için iki şube (A ve B) bulunmaktadır. Rastlantısal olarak (kura çekilerek) A şubesi deney grubu, B şubesi de kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmaya toplamda 18-20 yaş aralığında 76 öğrenci katılmıştır. Uygulama dersini alttan alan ve yatay geçiş ile gelen öğrenciler araştırmaya dâhil edilmemiştir. Katılımcıların cinsiyet ve gruba göre dağılımı tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

Katılımcıların Cinsiyet ve Gruplara Göre Dağılımı

Cinsiyet	Deney grubu (%)	Kontrol Grubu (%)	Toplam (%)
Erkek	4 (5,26)	6 (7,89)	10 (13,16)
Kadın	34 (44,74)	32 (42,11)	66 (86,84)
Toplam	38 (50)	38 (50)	76 (100)

Tablo 3’te görüldüğü üzere araştırmaya 66 kız, 10 erkek öğrenci yer almıştır. Katılanların büyük çoğunluğu (%86,84) kız öğrencilerden oluşmaktadır. Deney ve kontrol grubunda toplamda 38 öğrenci bulunmaktadır.

3.3 Materyal Geliştirme Süreci

Materyal geliştirme süreci 3 aşamada gerçekleşmiştir. İlk olarak ilgili literatür incelenerek alanda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Sonraki aşamada eğitim teknolojisi alanında uzman

kişiler ile araştırmının amacına uygun konu ve örneklem seçimi yapılmıştır. Son aşamada konuya uygun materyal geliştirme sürecine geçilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Materyal geliştirme süreci.

3.3.1 İlgili Literatürün İncelenmesi

Uygulama geliştirmede ilk aşama olarak fen eğitiminde AG uygulamalarını konu alan çalışmalar ve varsa yapılan çalışmalarda araştırmacıların ileride yapılacak çalışmalara dair önerileri incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Web of Science, ProQuest, Science Direct ve Google Scholar kullanılarak, fizik, fen eğitimi, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik anahtar kelimeleri kullanılarak arama yapılmıştır. Çalışmanın amacına uygun araştırmalar elektronik olarak kaydedilerek incelenmiştir. Bu aşamada Kırıkkale Üniversitesinde fen eğitimi alanında 2 uzman ile beraber yapılan incelemeler sonrasında fen eğitiminde üniversite düzeyinde ve pratik becerilerin geliştirilmesine yönelik bir çalışma yapılmasına karar verilmiştir.

3.3.2 Konu Seçimi

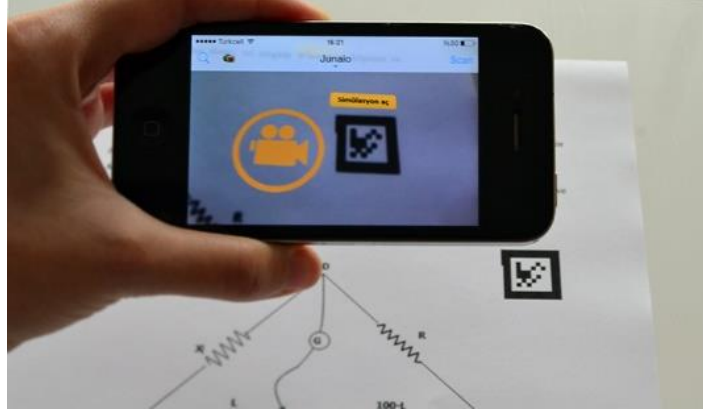
Bu aşamada Gazi üniversitesinde görevli öğretim üyesi ve eğitim teknolojileri alanında uzman üç kişi ile konu seçimine yönelik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uzmanların önerileri doğrultusunda öğrencilerin öğrenme güçlüğü yaşadıkları bir konunun seçiminin uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Daha sonra Kırıkkale üniversitesinde fen eğitimi alanında 9 yıllık tecrübesi olan bir alan uzmanı ile görüşülerek öğrencilerin fen eğitimi alanında öğrenme güçlüğü çektiği en önemli derslerden biri olan genel fizik laboratuvarı II dersi için uygulama yapılmasına karar verilmiştir. Bu dersi seçmedeki neden olarak öğrencilerin laboratuvar ortamında materyal eksikliği sıkıntısı bulunması, deney düzeneğini oluştururken öğrencilerin oldukça zorlanmaları, ders süresinin yeterli olmaması, deney araç ve gereçlerin tedarik edilmesinin zor, soyut kavramların bulunması gösterilmiştir. Benzer şekilde

literatürde öğrencilerin fizik laboratuvarı deneylerini zor buldukları da görülmektedir (Çetin, 2015). Bu aşamada ayrıca, materyal geliştirme aşamasından raporlaştırma sürecine kadar tüm araştırma süreci boyunca oluşabilecek problemleri önlemek ve ulaşım açısından sıkıntı yaşamamak için Kırıkkale üniversitesi eğitim fakültesinde uygulama yapılmasının uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Her hafta deneylerin kazanımlarının yer aldığı belirtke tablosu oluşturulmuştur (Ek-8).

3.3.3 Materyalin Oluşturulması

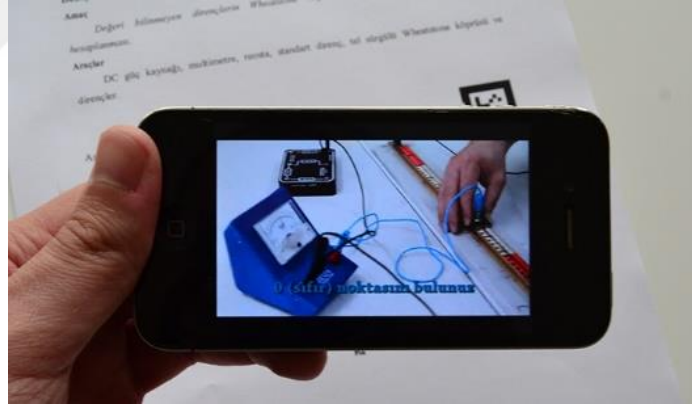
Cheng ve Tsai (2013) yaptığı sınıflamaya göre AG teknolojisi resim tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere 2 türdür. Bu çalışmada amaca uygunluğu açısından resim tabanlı AG kullanılmıştır. Resim tabanlı AG için gerçek resim yerine yapay etiket tercih edilmiştir. Gerçek resim yerine yapay etiket kullanılarak uygulamanın daha net algılama yapması sağlanmıştır. Uygulamaların hepsi Metaio Creator programı kullanılarak hazırlanmıştır. Program, kullanmasının kolay olması ve mobil aygıt desteği sunması nedeni ile tercih edilmiştir. IOS ve Android işletim sistemi kullanan mobil cihazlar hazırlanan uygulamayı kolay bir şekilde kullanabilmektedir.

Beş farklı fizik deneyi için beş farklı uygulama geliştirilmiştir. Her deneyin amacı ve görevleri birbirinden farklı olduğu için beş farklı uygulama geliştirilmiştir. Uygulamalarda artırılmış bileşen olarak video, resim ve destekleyici materyallere linkler kullanılmıştır. Öğrencilerin görev yüklerini arttırmamak için her uygulamada en fazla üç bileşen kullanılmıştır. Örneğin Wheatstone köprüsü deneyi için iki adet bileşen kullanılmıştır (Şekil 14). Video simgesi tıkanıldığında deneyi anlatan bir video (4 dk. uzunluğunda) açılmaktadır. Yapay etiket üzerinde bulunan sarı renkteki simülasyonu aç butonu ile öğrencilerin deneyi sanal olarak denemesi ve örnek ölçüm yapması imkânını sağlayan simülasyona link verilmiştir.



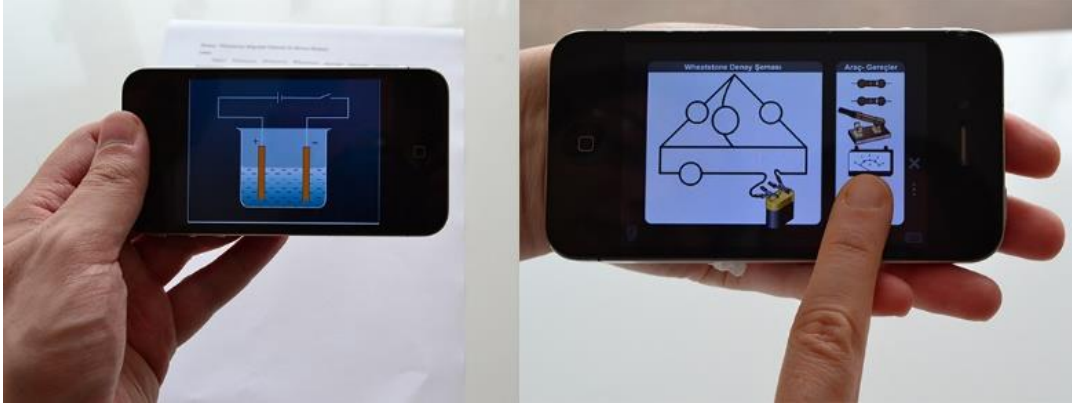
Şekil 14. AG Uygulaması ara yüzü (Wheatstone köprüsü deneyi örneği).

Geliştirilen tüm uygulamalarda ilgili öğretim elemanı tarafından hazırlanan deneyin kurulumu ile alakalı 3-5 dk. uzunluğunda videolar kullanılmıştır (Şekil 15). Metaio Creator programında sayfa içi video ve tam ekran video olmak üzere iki seçenek bulunmaktadır. Sayfa içi videoda titreşimler olduğu için tam ekran video tercih edilmiştir. Öğrenci istediğinde akıllı telefonunu kullanarak ilgili etikete telefonunu tutarak videoyu tekrar tekrar izleyebilmektedir.



Şekil 15. AG bileşeni sunumu (video).

Geliştirilen uygulamalarda ayrıca araştırmacı tarafından geliştirilen destekleyici materyallere linkler verilmiştir. Öğrenciler verilen linki kullanarak deneyin çalışma prensibini anlatan bir animasyonu izleyerek gerçekte gözlemleyemeyecekleri olayları gözleme ve deneyi sanal olarak deneme imkânı sunulmuştur (Şekil 16). Örneğin öğrenciler suyun elektrolizi deneyi için animasyona link verilerek iyonların hareketlerini gözleme imkânı bulmuştur.



Şekil 16. AG bileşeni sunumu (animasyon ve simülasyon).

Ayrıca materyallerde gerekli uyarılar verilerek deney esnasında kırılma, patlama ve yanma gibi laboratuvar ortamını tehdit eden potansiyel tehlikelerden haberdar edilerek laboratuvar güvenliğine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Materyal geliştirilme sürecinin tamamında eğitim teknolojisi alanında 3 uzmandan ve 2 konu alanı uzmanından görüş alınmıştır. Oluşturulan bir prototip 2014-2015 yılı bahar döneminde Gazi üniversitesi BÖTE bölümü 2. sınıf öğrencilerinin kullanımına sunularak öğrencilerinde tasarım hakkında görüşleri alınmıştır. Tüm materyallerin tasarım sürecinde Mayer'in (2001) çoklu ortam tasarım ilkeleri temel alınmıştır. Tablo 4'te tasarım ilkeleri ve ilkelere yönelik gerçekleştirilen işlemler özetlenmiştir.

Tablo 4

Kullanılan Tasarım İlkeleri

Tasarım ilkeleri (Mayer, 2001)	Gerçekleştirilen işlemler	Gerçekleşen aşama
Çoklu ortam ilkesi (Multimedia principle): Öğrenciler sadece metinler kullanılarak tasarlanan materyaller yerine metinler ve resimler kullanılarak tasarlanmış bir materyal ile daha iyi öğrenir.	Geliştirilen materyallerde sadece metin kullanılmamış olup, resim, animasyon ve video kullanılarak zenginleştirilmiştir. İlgili bileşenler aynı anda verilerek öğrencinin ilişkilendirmesi kolaylaştırılmıştır.	Kullanılan videolarda görüntüler, metinler ve ilgili öğretim elemanının kendi sesli anlatımı ile zenginleştirilmiştir. Kullanılan destekleyici materyallerde sadece metin kullanılmamış olup, animasyon veya simülasyonlar ile desteklenmiştir.
Uzamsal yakınlık ilkesi (Spatial contiguity principle): Öğrenciler ilişkili resim ve metnin birbirine uzak konumlandırılması yerine	Geliştirilen materyallerde ilgili deney ile alakalı metin ve resimler ilgili deney föyünde ve birbirlerine yakın olarak	Geliştirilen animasyon ve simülasyonda birbirleri ile ilişkili olan metinler ve

birbirlerine yakın olarak sunulduğunda daha iyi öğrenir.	verilmiştir. Böylece öğrenciler ilgili deney bileşenlerini sayfada arama ihtiyacı hissetmeyecektir.	butonlar birbirine yakın olarak konumlandırılmıştır. Videolarda kullanılan şekiller ilgili malzemeye yakın sunulmuştur.
Zamansal yakınlık ilkesi (Temporal contiguity principle): Öğrenciler ilişkili resim ve metnin ayrı ayrı sunulması yerine aynı anda sunulduğunda daha iyi öğrenir.	Geliştirilen materyallerde ilişkili olan metinler ve diğer öğelerin aynı anda sunulmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan videolarda alt yazılar gerekli olduğu kısımlarda aynı anda sunulmuştur.	Hazırlanan tüm videolarda ilgili metin videoda gerekli olduğu zaman ekranda görüntülenmiştir. Animasyon ve simülasyonlarda ilk ekranda bilgi mesajı verilmiştir.
Tutarlılık ilkesi 1, 2 ve 3 (Coherence principle): Öğrencilerin öğrenmeleri konu ile alakasız ve gereksiz resim, metin, ses ve müzik kullanıldığında olumsuz etkilenir. Gerekli olmayan metinler materyalden çıkarıldığında öğrenciler daha iyi öğrenirler.	Konu ile alakasız resim ve diğer bileşenler tasarım esnasında kullanılmamıştır. Sadece verilmesi gereken zorunlu bilgilere yer verilmiştir. Tasarımı zengin göstermek için gereksiz video, resim vb. bileşen kullanılmamıştır.	Kullanılan videolarda ilgili deney ile alakalı olmayan deney malzemeleri çekim esnasında sahneden kaldırılmıştır. Geliştirilen animasyon ve simülasyonlarda gereksiz bilgi ve anlatım yapılmamıştır.
Modalite ilkesi (Modality principle): Öğrenciler animasyonun altyazı kullanılarak tasvir edildiği tasarım yerine animasyonun hikâyelendirildiği (seslendirildiği) bir tasarım ile daha iyi öğrenir.	Hazırlanan videolar da metin kullanmak yerine ilgili öğretim elemanının kendi sesi kullanılarak hikâyeleştirilmiştir. Sadece zorunlu yerlerde metinler kullanılmıştır.	Videolar ilgili öğretim elemanının kendi sesi kullanılmıştır. Videolarda vurgulama ve dikkat çekme amaçlı metinler ve şekiller kullanılmıştır.
Fazlalık ilkesi (Redundancy principle): Öğrenciler animasyonun hikâyelendirildiği ortamlarda, metnin kullanılması öğrenmelerini olumsuz etkiler.	Geliştirilen materyallerde görüntülü anlatımın olduğu kısımlarda metin kullanılmamasına özen gösterilmiştir. Çünkü görüntüyü izleyen öğrenci için birde metin ile bilgi sunulması neticesinde bilişsel yük miktarı artacaktır (Mayer, 2001).	Videolarda sadece öğretim elemanının sesi ve gerekli durumlarda şekiller ve metinler kullanılmıştır. Animasyonlarda dikkat edilmesi gerek noktalarda metinler kullanılmamıştır.

3.4 Pilot Uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması 2014-2015 bahar dönemi Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü ikinci sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama iki hafta süresince ve hazırlanan iki farklı uygulama (Wheatstone köprüsü ve suyun elektrolizi) ile yapılmıştır. İlk olarak öğrencilerin Junaio

uygulamasını cep telefonlarına yüklenmesi istenmiştir. Daha sonra öğrencilere araştırmacı ve ilgili öğretim elemanı tarafından uygulamanın nasıl kullanılacağına dair açıklama yapılmıştır. Sonraki aşamada AG uygulamaları öğrencilerin kullanımına sunulmuştur. Pilot uygulama sonrasında öğrencilere veri toplama aracı uygulanıp güvenilirlik çalışması için veri toplanmıştır. Pilot uygulama esnasında karşılaşılan problemler ve problemlere uygulama öncesi geliştirilen çözümler şu şekildedir:

1. Bazı öğrencilerin akıllı telefon yazılımları güncel olmadığı için Junaio uygulamasını telefonuna yükleyememiştir. Öğrencilerin akıllı telefonlarında yazılımlarını güncelledikten sonra Junaio uygulamasını indirerek kullanabilmeleri sağlanmıştır.

2. Bazı öğrenciler uygulamayı kullanırken yapay etiketi okurken geç algılama sorunu ile karşılaşmıştır. Problemin yeterli ışık alınmadığından kaynaklandığı tespit edilmiş olup, laboratuvarda ışıkların tümünün açılması ve eksik ışıkların tamamlanması ile bu sorun çözülmüştür. Ayrıca laboratuvar föylerinde ilgili yapay etiketin boyutu da arttırılmıştır. Böylece akıllı telefonların etiketi daha kolay algılaması sağlanmıştır.

3. Uzun süreli telefon kullanımda bazı öğrencilerin telefon şarjlarının tamamen bittiği ve uygulamalarının yarıda kaldığı görülmüştür. Bu nedenle uygulama haftasında öğrencilerin telefonlarının şarjının tam dolu olarak getirmeleri ya da şarj aletlerini beraberlerinde getirmeleri istenmiştir.

4. Bazı öğrencilerin uygulamayı ilk kullanımda güçlük çektikleri tespit edilmiştir. Kullanmada güçlük çeken öğrencilere birebir araştırmacı tarafından tekrar anlatılarak uygulamayı doğru bir şekilde kullanılmasını sağlanmıştır. Bu nedenle ilk uygulama haftasında araştırmacının ilgili öğretim elemanı ile deney grubunun dersine girmesine karar verilmiştir.

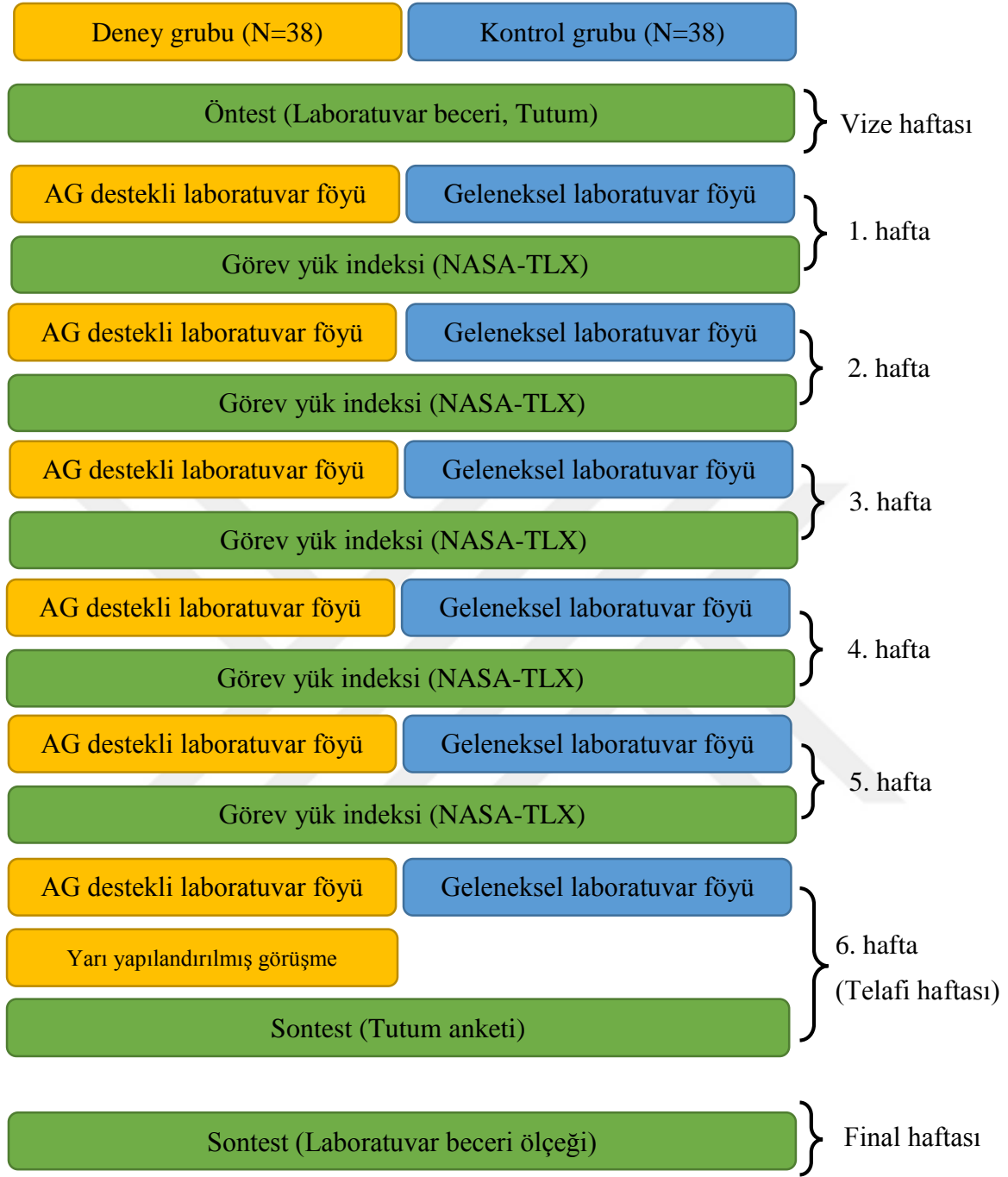
5. Pilot uygulama haftasında uygulamalarda kullanılan AG bileşenlerinin (video, link, vb.) çalışmasında herhangi bir problem yaşanmamıştır. Fakültede bulunan kablosuz internetin erişim hızı, öğrencilerin uygulamayı kullanmaları için yeterli düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

6. Pilot uygulama sonrasında 3 öğrenci ile hazırlanan görüşme soruları ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmış olup, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları sorular daha anlaşılır hale getirilmiştir.

3.5 Deneysel Prosedür

Araştırma genel fizik laboratuvarı II dersinde yapılmıştır. Ders haftada 3 saat olmak üzere fen laboratuvarında uygulamalı olarak ve öğretim elemanının gözetiminde yapılmaktadır. Her iki şubeden de aynı öğretim elemanı sorumludur ve laboratuvarında öğrencilerin takıldıkları hususta yardımcı olmaktadır. Her iki şubede öğrenciler deneylerini 5-6 kişilik gruplar halinde grup olarak yapmaktadır.

Uygulamaya 2014-2015 yılı bahar dönemi vize sınavı haftasından sonra başlanmış olup final sınavı haftasına kadar olan 5 haftalık sürede yapılmıştır (Şekil 17). Katılımcıların tamamı 5 hafta süresince 5 farklı deney (suyun elektrolizi, OHM yasası, Wheatstone köprüsü, Kirchhoff yasası, transformatör bağlantıları) yapmışlardır. 5 deney herhangi bir kıstas ile seçilmemiş olup, genel fizik laboratuvarı II ders müfredatında olan deneylerdir. Her hafta öğrenciler önceden hazırlanmış laboratuvar föylerini kullanarak laboratuvarında deneylerini yapmışlardır. Laboratuvar föyünde ilgili deneyin amacı, açıklama, araç gereç, deney prosedürü, ve buldukları sonuçları not edecekleri sonuç kısmı bulunmaktadır.



Şekil 17. Deneysel prosedür.

5 haftalık uygulama süresince kontrol grubunda öğrenciler geleneksel laboratuvar föylerini kullanarak ve uygulama öğretmeni denetiminde fen laboratuvarında deneylerini yapmışlardır. Deney grubu öğrencileri ise AG destekli laboratuvar föylerini kullanarak yine uygulama öğretmeni denetiminde fen laboratuvarında deneylerini yapmışlardır. Deney grubunun kullandığı laboratuvar föyünün tek farkı ilk sayfa üzerinde yapay etiket

bulunmasıdır (Şekil 18). 5 haftalık uygulama süresince deney grubunun kullandığı AG destekli laboratuvar föyü dışında herhangi bir farklı materyal veya teknik kullanılmamıştır.

DENEY NO : 2

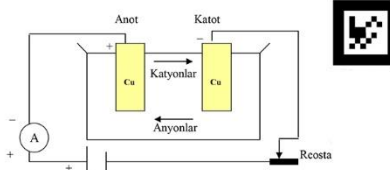
DENEYİN ADI: ELEKTROLİZ

Amaç

Belirli Bir Süre İçinde Bakır Elektrotlu ve $CuSO_4$ Elektrolitli Bir Elektroliz Kabının Katodunda Açığa Çıkan ve Anodunda Çözünen Bakır Miktarını Ölçerek, Faraday Elektroliz Kanunları Yardımıyla Akım Şiddetini Hesaplamak.

Araçlar

Güç kaynağı, reosta, ampermetre, cam kap, bakır elektrotlar, bakır sülfat ($CuSO_4$) çözeltisi, bağlantı kabloları, zımpara, kronometre ve birkaç ölçek $NaCl$...



Şekil-2.1 Elektrolizde kurulacak deney düzeni

DENEY NO : 2

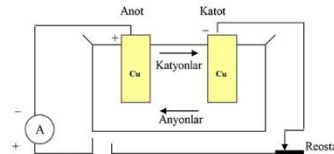
DENEYİN ADI: ELEKTROLİZ

Amaç

Belirli Bir Süre İçinde Bakır Elektrotlu ve $CuSO_4$ Elektrolitli Bir Elektroliz Kabının Katodunda Açığa Çıkan ve Anodunda Çözünen Bakır Miktarını Ölçerek, Faraday Elektroliz Kanunları Yardımıyla Akım Şiddetini Hesaplamak.

Araçlar

Güç kaynağı, reosta, ampermetre, cam kap, bakır elektrotlar, bakır sülfat ($CuSO_4$) çözeltisi, bağlantı kabloları, zımpara, kronometre ve birkaç ölçek $NaCl$...



Şekil-2.1 Elektrolizde kurulacak deney düzeni

Şekil 18. Deney grubu (sol) ve kontrol grubunun (sağ) kullandıkları laboratuvar föyü örneği (elektroliz deneyi).

Beş haftalık uygulama sürecinde her bir hafta aşağıda izah edilmiştir.

Vize haftası (Uygulamadan bir önceki hafta): Bu haftada kontrol ve deney grubu öğrencileri bahar dönemi başından vize haftasına kadar sorumlu oldukları deneylerden sorumlu tutulmuştur. Vize sınavı fizik laboratuvarında uygulamalı olarak yapılmıştır. Tüm öğrenciler sınav bitiminde laboratuvardan ayrılmadan tutum ölçeğini doldürmüşlardır.

1. Hafta: Uygulamanın ilk haftasında deney grubunda ilk olarak ilgili öğretim elemanı tarafından AG uygulamaları ve kullanımı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra öğrencilerin Junaio uygulamasını akıllı telefonlarına kurmaları sağlanmıştır. Tüm deney grubu öğrencileri uygulamaları okulda yüklemiştir. Deney grubundaki öğrenciler internet bağlantısı ihtiyacını fakültenin kablosuz internetini kullanarak karşılamıştır. İnterneti kullanabilmeleri için tüm öğrencilerin kendi öğrenci numaraları ve kendi oluşturdukları şifreleri ile giriş yapmaları gerekmektedir. İlk hafta kurulum ve kullanım esnasında sorun yaşayan öğrencilere ilgili öğretim elemanı ve araştırmacı tarafından destek verilmiştir. Öğrenciler ilk hafta suyun elektrolizi deneyini yapmışlardır. Uygulamanın ilk haftasında iki öğrenci telefonunun yetersiz teknik özelliklerinden dolayı uygulamayı kuramamıştır. Bir öğrenci ise kendi şifresini hatırlayamadığından dolayı internete girememiştir. Bu öğrenciler

deney grubundaki arkadaşlarının telefonlarını kullanmıştır. Ders sonunda deney grubu öğrencileri NASA-TLX formunu doldurmuşlardır.

2. Hafta: Uygulamanın ikinci haftasında öğrenciler herhangi bir teknik problem yaşamamıştır. Öğrenciler uygulama kullanımında herhangi bir sorun yaşamamıştır. Tüm öğrenciler kablosuz interneti kullanmış olup kendi hücresel veri paketini kullanan olmamıştır. İkinci haftada öğrenciler OHM yasası deneyini yapmışlardır. Ders sonunda deney grubu öğrencileri NASA-TLX formunu doldurmuşlardır.

3. Hafta: Üçüncü hafta öğrenciler Wheatstone köprüsü deneyini yapmışlardır. Bu haftada öğrenciler uygulama kullanımına tamamen adapte oldukları ve sorun yaşayan arkadaşlarına grubundaki diğer arkadaşlarının yardımcı olduğu gözlenmiştir. Ders sonunda deney grubu öğrencileri NASA-TLX formunu doldurmuşlardır.

4. Hafta: Dördüncü hafta öğrenciler Kirchhoff yasası deneyini yapmışlardır. Diğer haftalarda benzer şekilde öğrenciler deneylerini tamamlayıp ders sonunda NASA-TLX formunu doldurmuşlardır.

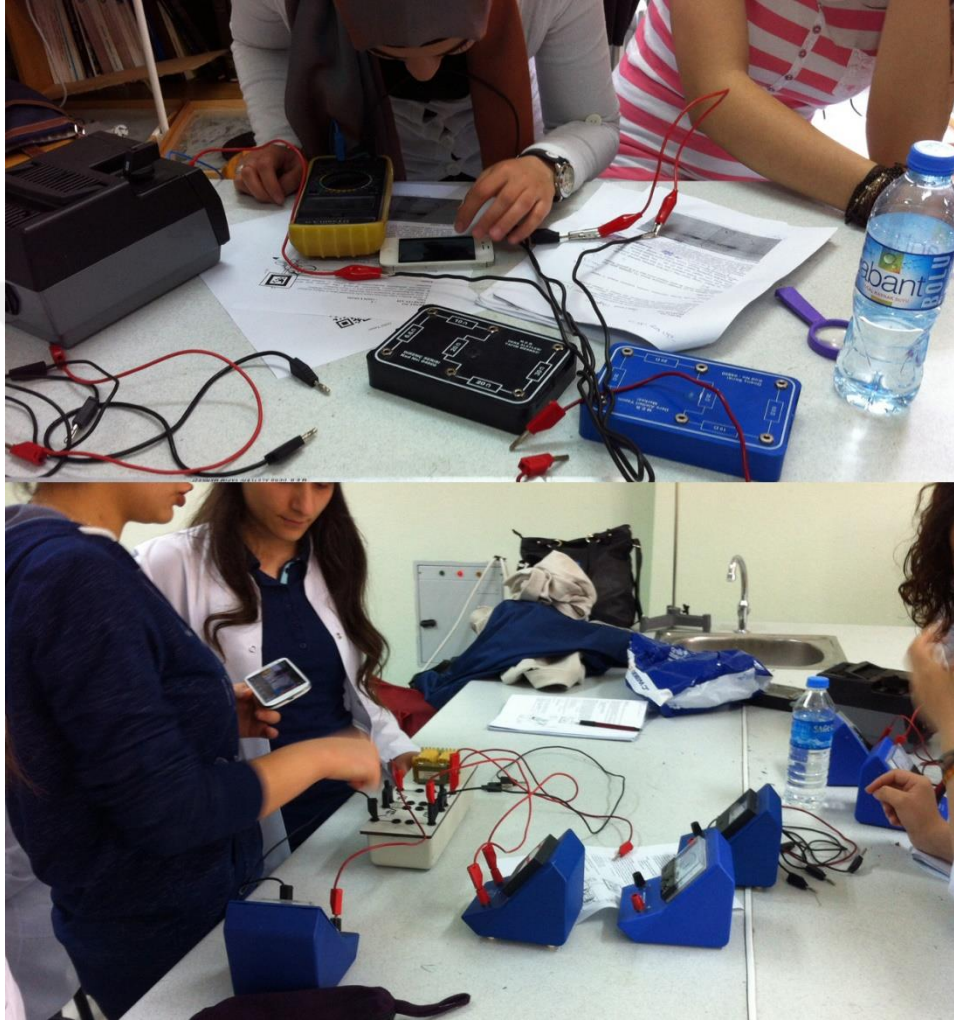
5. Hafta: Son uygulama haftası olan 5. haftada öğrenciler transformatör bağlantıları deneyini yapmışlardır. Ders sonunda deney grubu öğrencileri NASA-TLX formunu doldurmuşlardır.

6. Hafta (Telafi haftası): Telafi haftası olan 6. haftada derse gelemeyen öğrencilerin yapamadıkları deneyleri yapmaları ve final haftası öncesi tekrar yaptıkları haftadır. Bu haftada öğrenciler eksik kalan deneylerini (5 hafta sürecinde okula gelemeyen öğrenciler) yine uygulamaları kullanarak tamamlamış ve isteyen öğrenciler istedikleri deneyleri tekrar etmişlerdir. Öğretim elemanı bu hafta da yine ders esnasında öğrencilerin konu ile alakalı takıldıkları sorulara yardımcı olmuştur. Ders sonunda tüm öğrenciler tutum ölçeğini doldurmuşlardır. Ardından tüm deney grubu öğrenciler ile araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler, araştırmacı tarafından, 4-5 kişilik öğrenci grupları ile yapılmıştır.

Final haftası: Final haftasında öğrencilere vize sınavına benzer prosedür izlenmiş olup (bkz. bölüm 3.6.1.1) final puanları sontest puanları olarak kullanılmıştır.

Özet olarak 5 haftalık süreçte uygulamayı aksatacak herhangi bir teknik aksaklık (elektrik kesintisi, internet bağlantısı problemi vb.) ile karşılaşmamıştır. Öğrenciler laboratuvarında kendi mobil cihazlarını kullanarak istedikleri zaman AG uygulamalarını kullanmışlardır

(Şekil 19). Akıllı telefonu olmayan az sayıdaki öğrenciler ise kendi grubundaki diğer arkadaşlarının mobil cihazını beraber kullanmışlardır. 5 haftalık uygulama sürecinin ardından 6. hafta önceki derslere katılmayan öğrenciler için telafi haftası yapılmıştır. Böylelikle final haftası öncesinde araştırmaya katılan tüm öğrencilerin eksiklikleri tamamlanmıştır.



Şekil 19. Deney grubu.

3.6 Veri Toplama Araçları

Araştırmada hem nitel hem de nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak öğrencilerin laboratuvar becerilerini ölçmek amaçlı kullanılan anket ve fizik laboratuvarı tutum ölçeği ve NASA-TLX kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak uygulama sonrasında ilgili öğretim elemanı ve deney grubu öğrencileri ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

3.6.1 Laboratuvar Beceri Ölçeği

Yapılan araştırmanın amacına uygun olması açısından öğrencilerin laboratuvar becerilerini puanlamak için bir ölçek geliştirilmiştir. Fen eğitiminde laboratuvar becerilerini ölçmek için (1) deneysel sorguyu başlatma, (2) deneysel varsayımlar ve hipotezler, (3) deneysel prosedürü değerlendirmek, (4) deneysel süreçte işbirliğine dayalı çalışma ve (5) deneysel bulguların transfer edilmesi ve sonuçlandırılması olmak üzere 5 boyut temel alınmaktadır (National Research Council, 2000; Jou ve Wang, 2013). Benzer şekilde Wang vd. (2014) yaptıkları çalışmada (1) oryantasyon, (2) hipotez, (3) deney, (4) yorumlama ve (5) sonuçlandırma olmak 5 temel boyuta dikkat ederek bir ölçüm yapmıştır. Amerikan Fizik Öğretmenleri Birliği (AAPT) ise (1) deney yapma sanatı, (2) deneysel ve analitik yetenekler, (3) kavramsal öğrenme, (4) fiziğin temel bileşenlerini anlama ve (5) işbirliğine dayalı öğrenme yeteneklerini geliştirme olarak benzer şekilde 5 boyutu temel almaktadır (AAPT, 2015). Kısaca araştırmacılar tarafından farklı isimlendirmeler yapılmış olmasına karşın; fen eğitiminde laboratuvar becerilerini ölçebilmek için bu 5 temel boyutun ele alındığı açıkça görülmektedir. Tüm fen deneyi süreci için 5 boyut ortaktır.

Bu çalışma için geliştirilen ölçekte fen eğitiminde laboratuvar becerisini ölçmek için ulusal araştırma konseyi tarafından belirlenen 5 boyut ele alınmış (National Research Council, 2000) Jou ve Wang'ın (2013) kullandığı ölçek temel alınarak 5 boyut kendi içinde tekrar alt boyutlara ayrılarak 5'li likert ölçek tipinde tasarlanmıştır. Böylelikle ölçek gözlem esnasında daha objektif değerlendirme ve rahat bir şekilde güvenilirlik çalışması yapılabilecek ve hale getirilmiştir. Ölçek son olarak fen bilgisi eğitimi alanında 3 uzmana sunularak, uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda ölçeğe son hali verilmiştir (Ek-1).

Ölçek pilot uygulama haftası sonunda Kırıkkale üniversitesi eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi 2. sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci üzerinde uygulanmış olup cronbach alpha güvenilirlik katsayısı .77 olarak hesaplanmıştır. Kline, (2014) ön uygulamada grup büyüklüğü için madde sayısının en az iki katı olmasını önermektedir. Bu çalışmada öntest için ölçeğin cronbach alpha güvenilirlik katsayısı .82 sontest için .76 olarak hesaplanmıştır.

3.6.1.1 Laboratuvar Beceri Ölçeği Uygulama Prosedürü

Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi laboratuvar becerilerini belirlemek için (öntest) genel fizik laboratuvar II dersi vize sınavı puanları ve uygulama sonrasında laboratuvar becerilerini belirlemek için (sontest) final sınavı puanları kullanılmıştır. Öğrencilerin sınavı daha çok dikkate alması için öntest vize sınavı olarak, sontest ise final sınavı olacak şekilde tasarlanmıştır. Vize sınavında öğrenciler bahar dönemi başından vize sınavı haftasına kadar olan deneylerden, final sınavında ise uygulama süresince yapılan 5 deneyden sorumlu tutulmuştur. Her iki sınavda laboratuvar ortamında uygulamaya dayalı olarak gerçekleştirilmiş olup, öğrencilerden bireysel olarak, 2 farklı deney (kura ile belirlenen) düzenliğini kurması ve gerekli ölçümleri yapıp sonuca ulaşması istenmiştir. Her iki sınav (öntest-sontest) esnasında fen laboratuvarı alanında 5 yıllık deneyimi olan uzman iki öğretim elemanı her öğrenciyi gözlemleyerek geliştirilen laboratuvar beceri ölçeğini ayrı ayrı doldurmuşlardır. İki ayrı öğretim elemanının değerlendirme yapmasıyla ölçüm güvenilirliğinin sağlanması amaçlanmış olup elde edilen puanlar üzerinden puanlayıcı güvenilirliği için cohens kappa katsayısı hesaplanmıştır. Bu çalışmada vize sınavı için cohens kappa katsayısı .78, final sınavı için .80 çıkmıştır. Viera ve Garrett (2005) .61 ve .80 aralığındaki değeri “tatmin edici” olarak değerlendirmektedir.

3.6.2 Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

Uygulama öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan tüm öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı tutumlarını belirlemek için Bal (2012) tarafından geliştirilen üniversite öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutum ölçeği kullanılmıştır (Ek-2). Ölçek çıktı alınarak tüm öğrencilere ilgili öğretim elemanı tarafından dağıtılmıştır. Ölçek, 5’li likert tipi olup, üniversite öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutum ve algılamalarıyla ilgili 25 maddeden oluşmaktadır. Bal (2012) ölçeğin cronbach alpha güvenilirlik katsayısını .81 olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada ölçeğin cronbach alpha güvenilirlik katsayısı ön-test için .751, son-test için ise .763 olarak bulunmuştur. Ölçeğe katılımcıların teknoloji deneyimleri hakkında veri elde etmek için 6 madde (tablet PC, akıllı telefon, bilgisayar ve internet kullanma süreleri) eklenmiştir.

3.6.2.1 Tutum Ölçeği Uygulama Prosedürü

Araştırmada uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumlarını belirlemek (öntest) için vize haftasında ilgili öğrencinin sınavı bittikten sonra öğretim elemanı tarafından kısa bir açıklama yapılarak ölçeği doldurması istenmiştir. Böylece sırayla laboratuvarında sınavı biten öğrenci akabinde tutum ölçeğini doldurarak laboratuvardan çıkmıştır. 5 haftalık uygulama sonrasında öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı tutumunu belirlemek için sontest uygulanmıştır. Sontest telefi haftası olan 6. haftada tüm öğrencilere ilgili öğretim elemanı tarafından çıktı alınarak dağıtılmıştır.

3.6.3 NASA Görev Yük İndeksi (NASA-TLX)

Bu çalışmada AG uygulamalarının öğrencilerin görev yüklerine olan etkisini belirlemek için Hart ve Staveland (1988) tarafından geliştirilen NASA-TLX (National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index) ölçeği kullanılmıştır. NASA-TLX ölçeği 5 binin üzerinde akademik çalışmada kullanılmış (Scholar, 2015), halen güncel çalışmalarda kullanılan (Meusel, 2014), geçerliği ve güvenilirliği ispatlanmış bir ölçek olması nedeni ile tercih edilmiştir. Ölçek toplamda 6 maddeden oluşmaktadır (Ek-3). Yapılan bu çalışmada ölçeğin cronbach alpha güvenilirlik katsayısı .85 olarak hesaplanmıştır.

3.6.3.1 NASA-TLX Uygulama Prosedürü

Uygulamanın ilk haftasında ilgili öğretim elemanı tarafından NASA-TLX hakkında tüm öğrencilere ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ölçek ilgili öğretim elemanı tarafından her hafta ders sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerine çıktı alınarak dağıtılmıştır. Öğrenciler her hafta indeksi, uygulamaları bittikten sonra laboratuvarında doldurmuşlardır.

3.6.4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Deney grubu öğrencilerinin fen laboratuvarında AG teknolojisi kullanımı hakkında görüş ve önerilerini almak için yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır (Ek-4). Görüşmelerde öğrencilere yarı yapılandırılmış olarak:

* AG teknolojisinin olumlu ve olumsuz yönleri,

- * AG teknolojisinin nasıl daha etkili olabileceği,
- * Daha önceki (AG kullanılmayan) laboratuvar uygulamaları ile kıyaslama yapmaları,
- * Fen laboratuvarında AG teknolojisi kullanmaya devam etmek isteyip, istemedikleri sorulmuştur.

Öğrenciler ile yapılan görüşmelere ek olarak 5 haftalık uygulama sonunda araştırmacı tarafından ilgili öğretim elemanı ile görüşme yapılmıştır. Görüşmede öğretim elemanının kendi açısından AG teknolojisi hakkındaki fikir ve görüşü alınmış, veriler görüşme formuna not edilmiştir.

3.6.4.1 Görüşme Prosedürü

Görüşmeler, araştırmacı tarafından, 4-5 kişilik gruplar halinde tüm deney grubu öğrencileri (N= 38) ile 5 haftalık uygulama süresi sonunda yapılmıştır. Görüşme esnasında öğrencilerin fikirleri araştırmacı tarafından görüşme formuna not edilmiştir. Her bir görüşme yaklaşık 15-20 dk. sürmüştür. Görüşme esnasında şu hususlara dikkat edilmiştir:

- * Tüm görüşmeler araştırmacı tarafından yapılmıştır.
- * İlk olarak katılımcıları rahatlatıcı teknikler kullanılmıştır.
- * Görüşme formunda yer alan sorular sesli olarak katılımcıya iletilmiştir.
- * Katılımcının vermiş olduğu cevaplara göre farklı sorular yöneltilmiştir.
- * Katılımcının vermiş olduğu cevaplar tatmin edici olduğuna inandıktan sonra katılımcıya teşekkür edilerek görüşme bitirilmiştir.

3.7 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Topu, Baydaş, Turan ve Göktaş (2013) 2005-2011 yılları arasında öğretim teknolojileri eğitimi alanında yapılan doktora tezlerinde yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını inceleyen bir araştırma yapmıştır. Araştırmada doktora tezlerinde uygulanan birtakım geçerlik ve güvenirlik önlemleri belirtilmiştir. Araştırmacıların önerileri doğrultusunda bu çalışmada yapılan geçerlik ve güvenirlik önlemleri aşağıda özetlenmiştir.

3.7.1 Geçerlilik Çalışmaları

- * Veri toplama araçları ve veri toplama süreci ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır
- * Veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır.
- * Örnekleme metodu detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
- * Örneklem özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.
- * Varsayımlar ve sınırlılıklar belirtilmiştir.
- * Uygulama süreci detaylı bir şekilde izah edilmiştir.
- * Katılımcı gönüllüğü alınmıştır.
- * Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları açıklanmıştır.

3.7.2 Güvenirlilik Çalışmaları

- * Uzman görüşü alındı.
- * Pilot uygulama yapıldı.
- * Deney grubuna da kontrol grubuna da aynı öğretim elemanı ders anlatmıştır.
- * Güvenirlilik hesaplamaları belirtildi.
- * Değerlendiriciler arası güvenilirlik çalışması yapıldı.
- * Veriler arasındaki tutarlılık kontrol edildi.

3.8 Veri Analizi

İlk olarak araştırmada elde edilen nicel verilerin tamamı bilgisayar ortamına aktarılarak analiz edilmeye hazır hale getirilmiştir. Güvenirlilik analizleri de dâhil olmak üzere nicel verilerin istatistiksel analizi için IBM SPSS Statistics 21.0 programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizlere geçilmeden ilk olarak Shapiro Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testi ile verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Elde edilen bulgulara göre verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Deney ve kontrol grubunun laboratuvar becerileri puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakmak için t-testi ve ANCOVA kullanılmıştır. Benzer şekilde deney ve kontrol

gruplarının fizik laboratuvarına karşı tutum puanları ve görev yük indeksleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakma için t-testi kullanılmıştır. T-testi, iki farklı grubun sahip olduğu ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığına bakmak için kullanılan en uygun istatistiksel bir yöntemdir (Chiang vd., 2014b). Ayrıca t-testi analizi sonrasında grupların ortalama puanları arasında anlamlı farklılık çıkması durumunda etki büyüklüğüne (Cohens *d*) bakılmıştır. Araştırma soruları ve verilerin analizi için uygulanan istatistiksel yöntemler tablo 5'te özetlenmiştir. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi olarak $p < .05$ alınmıştır.

Tablo 5

Kullanılan Veri Analiz Yöntemleri

Araştırma soruları	İstatistiksel analiz yöntemi
1	t-testi
2	t-testi, cohens <i>d</i>
3	t-testi
4	t-testi, cohens <i>d</i>
5	t-testi
6	İçerik analizi

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde elde edilen nitel veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz sürecinde ilk olarak veriler kodlanarak temalar bulunmuştur. Daha sonra kodlar temalara göre yeniden düzenlenmiştir. Bulguların raporlandırılmasında frekanslardan yararlanılmış olup bu şekilde elde edilen nitel veriler sayısallaştırılarak daha anlaşılır ve daha objektif hale getirilmiştir.



BÖLÜM 4

BULGULAR

Bu bölümde ilk olarak katılımcıların teknolojik deneyimleri ve araştırma soruları kapsamında elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Öğrencilerin Teknoloji Deneyimleri

Araştırma verilerinin elde edildiği tüm öğrencilerin teknolojik deneyimleri (bilgisayar, tablet PC, akıllı telefon ve internet) betimsel istatistik yöntemi ile analiz edilmiş Tablo 6’da verilmiştir. Böylece benzer çalışma yapmak isteyen araştırmacılara katılımcıların teknolojik deneyimi hakkında daha derin bilgi sağlanmıştır. Ayrıca araştırmada elde edilen verilerin ne tür teknolojik deneyime sahip öğrenci grubundan elde edildiğini görmek açısından önemlidir.

Tablo 6

Öğrencilerin Teknoloji Kullanma Deneyimleri

Teknoloji	<i>f</i>	%
Bilgisayar kullanma deneyimi (dizüstü veya masaüstü)		
6 ay veya daha az	14	18.42
6 ay -1 yıl	4	5.26
1-2 yıl	4	5.26
2-4 yıl	12	15.79
5 yıl veya daha fazla	42	55.26
Tablet bilgisayar kullanma deneyimi		
6 ay veya daha az	36	47.37
6 ay -1 yıl	6	7.89
1-2 yıl	13	17.11

2-4 yıl	18	23.68
5 yıl veya daha fazla	3	3.95
Akıllı telefon kullanma deneyimi		
6 ay veya daha az	2	2.63
6 ay -1 yıl	18	23.68
1-2 yıl	13	17.11
2-4 yıl	21	27.63
5 yıl veya daha fazla	22	28.95
İnternet kullanma deneyimi		
6 ay veya daha az	2	2.63
6 ay -1 yıl	5	6.58
1-2 yıl	14	18.42
2-4 yıl	16	21.05
5 yıl veya daha fazla	39	51.32

Elde edilen analiz sonuçlarına göre araştırmaya katılan öğrencilerin teknoloji kullanma konusunda deneyimli oldukları görülmektedir. Araştırmaya katılanlar özellikle bilgisayar ve internet kullanma konusunda oldukça deneyimlidir. Bunun yanında katılımcılar arasında tablet bilgisayar kullanımının yaygın olduğu söylenemez. Bu araştırma için önem arz eden, öğrencilerin akıllı telefon kullanım deneyimi oldukça yeterli düzeydedir. Çünkü sadece 2 öğrencinin akıllı telefon kullanımı konusunda az deneyimi olduğu görülmektedir.

4.2 Araştırma Sorusu 1: Uygulama Öncesinde Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Laboratuvar Beceri Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

Uygulama öncesinde kontrol ve deney grubu öğrencilerinin mevcut laboratuvar becerisini belirlemek için ön-test puanları için t-testi analizi yapılmıştır. Yapılan t-testi analizi sonucunda deney ve kontrol grubunun ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır (Tablo 7).

Tablo 7

Grupların Öntest Laboratuvar Beceri Puanlarına Ait t-testi Analizi

Değişken	Grup	N	Ortalama	S.S.	t	p
Öntest	Kontrol grubu	38	2.24	.59	1.731	.088
	Deney grubu	38	1.99	.68		

Tablo 7 incelendiğinde uygulama öncesinde kontrol grubunun öntest puanının ($\bar{X}= 2.24$) deney grubunun öntest puanından ($\bar{X}= 1.99$) yüksek çıkmıştır. Fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > .05$). Elde edilen bu bulguya göre uygulama öncesinde iki grubun laboratuvar becerileri arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Diğer bir ifade ile uygulama öncesinde herhangi bir grubun diğerine göre üstünlüğü bulunmamaktadır.

4.3 Araştırma Sorusu 2: Uygulama Sonrasında Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Laboratuvar Beceri Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

5 haftalık uygulama sonrasında her iki gruba son-test uygulanmıştır. İki grubun son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakmak için ilk olarak t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre iki grubun son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (Tablo 8). Bu farklılık deney grubu lehinedir. Elde edilen bu bulguya göre AG teknolojisi, üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine olumlu katkıda bulunduğu görülmektedir.

Tablo 8

Grupların Sontest Laboratuvar Beceri Puanlarına Ait t-testi Analizi

Değişken	Grup	N	Ortalama	S.S.	t	p	Cohens d
Sontest	Kontrol grubu	38	2.93	.52	2.436	.017	.567
	Deney grubu	38	3.22	.51			

Elde edilen t-testi analizi sonucunun anlamlı çıkmasından sonra etki büyüklüğünü belirlemek Cohens d katsayısı hesaplanmıştır. Cohens d katsayısı iki grup arasında farklılığın araştırıldığı durumlarda etki büyüklüğünü belirlemek için sıklıkla kullanılan analiz yönteminden biridir (Cohen, 1988). Yapılan hesaplama sonucunda etki büyüklük değeri .567 olarak hesaplanmış olup orta etki düzeyine sahiptir.

4.4 Araştırma Sorusu 3: Uygulama Öncesinde Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?

AG teknolojisinin öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı tutumuna etkisini belirlemek için iki gruba uygulama öncesinde ve sonrasında tutum ölçeği uygulanmıştır. Uygulama öncesinde her iki grubun fizik laboratuvarına karşı tutum puanları birbirine yakın çıkmış ve istatistiksel olarak anlamli bir farklılık çıkmamıştır (Tablo 9).

Tablo 9

Grupların Öntest Tutum Puanlarına Ait t-testi Analizi

Değişken	Grup	N	Ortalama	S.S.	t	p
Öntest	Kontrol grubu	38	3.41	.25	1.224	.225
	Deney grubu	38	3.33	.35		

Uygulama öncesinde deney grubunun fizik laboratuvarına karşı tutum puanı ($\bar{X} = 3.33$) kontrol grubunun tutum puanından ($\bar{X} = 3.41$) düşük çıkmıştır. Fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamli değildir ($p > .05$). Diğer bir ifade ile uygulama öncesinde iki grubun fizik laboratuvarına yönelik tutum düzeyleri arasında anlamli bir farklılık yoktur.

4.5 Araştırma Sorusu 4: Uygulama Sonrasında Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Bir Farklılık Var Mıdır?

Uygulama sonrasında gruplara fizik laboratuvar tutum ölçeği tekrar uygulanmış olup, deney grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumlarının arttığı ve kontrol grubu arasında anlamli bir farklılık çıktığı görölmektedir (Tablo 10). Elde edilen bu sonuç AG teknolojisinin öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerine katkı sağladığını göstermektedir.

Tablo 10

Grupların Sontest Tutum Puanlarına Ait T-testi Analizi

Değişken	Grup	N	Ortalama	S.S.	<i>t</i>	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
Sontest	Kontrol grubu	38	3.54	.29	2.813	.006	.687
	Deney grubu	38	3.76	.35			

Grupların sontest tutum puanlarına ait t-testi analizi sonucunun anlamlı çıkmasından sonra etki büyüklüğünü belirlemek Cohens *d* katsayısı hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda etki büyüklük değeri .687 olarak hesaplanmış olup orta etki düzeyine sahiptir.

4.6 Araştırma Sorusu 5: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin görev yük indeksleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

AG uygulamalarının öğrencilerin görev yüküne etkisini belirlemek için öğrencilerin NASA-TLX ölçeğinden almış oldukları puanlar kullanılmıştır. Elde edilen puanlar t-testi ile analiz edilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11

Grupların Görev Yükü Puanlarına Ait T-testi Analizi

1. Hafta	Kontrol grubu	Deney grubu	<i>t</i>	<i>p</i>
Zihinsel çaba	14.79	12.44	1.991	.060
Fiziksel çaba	17.11	15.29	1.855	.068
Zamansal çaba	12.53	12.71	-.126	.900
Performans	11.68	10.97	.597	.552
Efor	12.61	11.16	1.240	.219
Gerginlik	14.50	11.11	2.490	.015*
2. Hafta				
Zihinsel çaba	14.10	11.45	2.020	.040*
Fiziksel çaba	17.45	16.42	.741	.322
Zamansal çaba	12.11	12.52	.133	.717
Performans	12.82	14.58	.236	.667
Efor	12.40	11.37	.458	.571
Gerginlik	15.45	11.15	2.952	.002*
3. Hafta				
Zihinsel çaba	15.13	12.50	2.326	.023*
Fiziksel çaba	17.34	15.03	2.352	.021*
Zamansal çaba	12.87	12.76	.074	.941
Performans	11.42	10.37	.557	.579
Efor	12.71	11.58	.963	.339
Gerginlik	14.61	10.97	2.707	.008*

4. Hafta				
Zihinsel çaba	16.74	14.65	2.044	.044*
Fiziksel çaba	14.88	12.03	2.560	.013*
Zamansal çaba	13.08	12.97	.076	.939
Performans	12.47	11.29	1.103	.274
Efor	11.88	12.08	-.199	.842
Gerginlik	14.95	11.10	2.957	.004*
5. Hafta				
Zihinsel çaba	16.47	14.45	1.938	.056
Fiziksel çaba	13.89	11.95	1.693	.095
Zamansal çaba	13.16	13.74	-.463	.645
Performans	12.47	11.29	1.103	.274
Efor	12.24	11.58	.643	.522
Gerginlik	13.76	12.03	1.336	.186

* $p < .05$

Tablo 11 incelendiğinde deney grubunun daha az zihinsel çaba harcadığı söylenebilir. Çünkü uygulama haftasının tamamına bakıldığında deney grubunun ortalama zihinsel çaba puanının daha düşük olduğu ve üç hafta bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin gerginlik puanları diğer bir ifade ile daha rahat hissettiği görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre deney grubu öğrencilerinin daha az fiziksel çaba harcadıkları da söylenebilir. Bu bulgular AG uygulamaları ile fen laboratuvarında öğrencilerin daha az zihinsel çaba harcadığı ve deneyleri yaparken daha rahat hissettiği şeklinde yorumlanabilir.

4.7 Araştırma Sorusu 6: Fizik Laboratuvarında AG Uygulamalarının Kullanımına Yönelik İlgili Öğretim Elemanı ve Deney Grubu Öğrencilerinin Görüşü Nedir?

Araştırmada hem veri çeşitliliğini sağlamak hem de nicel verileri daha iyi yorumlayabilmek için sorumlu öğretim elemanı ve öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yapılan içerik analizi sonucunda öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler 5 kategori altında toplanmıştır. Her bir kategori kendi içerisinde tekrar alt kategorilere ayrılmıştır (Tablo 12).

Tablo 12

Öğrenci Yorumları

	Yorumlar	Cevaplar
Olumlu yönleri (AG)	Deneylerin daha kısa sürede bitirilmesi	18
	Görsel materyal desteği sunması	10
	Karmaşık deneyleri daha anlaşılır hale getirmesi	8
	Daha rahat deney yapabilme imkânı sunması	8
	Deneyleri daha kolay yapabilme imkânı sunması	3
	Deneyleri sanal nesnelere ile daha anlaşılır hale getirmesi	2
Olumsuz yönleri (AG)	Yok	13
	Ezbere yöneltmesi	12
	Evde çalışmamı engelledi	4
AG teknolojisinden beklentiler	Materyallere laboratuvar dışında erişim sağlanması	14
	Sesli materyallerin eklenmesi	6
AG teknolojisinin olumlu yönlerinin öğrencilere laboratuvarında sağladığı avantajlar	Deneyleri ders süresi içinde tamamlama	20
	Öğretmene daha az gereksinim duyulması	9
	Laboratuvara gelme isteğini arttırması	4
Fen laboratuvarında	Kesinlikle evet	27
AG uygulamalarına devam edip edilmemesi	Gerçek laboratuvar ortamında kalmak koşulu ile evet	10
	Fizik deneyleri için evet	3

Görüşme verilerine göre fen laboratuvarında AG uygulamaları öğrencilere birtakım fırsatlar sunmaktadır. İlk olarak AG uygulamaları sayesinde öğrenciler fizik deneylerini daha kısa sürede bitirdiklerini belirtmişlerdir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler daha önceden çoğu deneylerini bitiremeden yarım kaldığını bu nedenle her hafta telafi yapmak zorunda olduklarını söylemiştir. Öğrenciler AG uygulamaları ile deneylerini ders süresi içinde bitirebildiklerini belirtmişlerdir. AG uygulamalarının pozitif yönleri sorulduğunda öğrenciler en çok daha kısa sürede deneylerini bitirebildiklerini söylemiştir.

AG uygulamalarının pozitif yönleri arasında en çok vurgulanan bir diğer husus ise AG teknolojisinin sunduğu zengin görsel materyallerin öğrencilere destek olmasıdır. Öğrenciler görsel materyallerin deneylerini yapmalarına katkı sağladığı belirtilmektedir. AG uygulamaları ile öğrenciler daha rahat ve daha kolay deney yapabilme imkânı bulmuşlardır. Deney düzeneğini kurma aşamasında görsel bileşenleri kullanarak hatasız bir şekilde kurabildiklerini belirtmişlerdir. AG uygulamaları ayrıca karmaşık fizik deneylerini daha

rahat yapabilme imkânı tanımaktadır. Öğrenciler özellikle transformatör bağlantısı deneyinin oldukça karmaşık bir deney olduğunu AG uygulamaları ile deney kurulumunu daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir. AG uygulamaları ile deney düzeneğinin çalışma prensibini de kalıcı olarak anladıklarını söylemişlerdir. Esasen yapılan bu değerlendirmelere göre AG teknolojisi öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine de yardımcı olduğu görülmektedir.

AG uygulamalarının negatif yönleri sorulduğunda katılımcıların çoğu negatif bir yönünün olmadığını söylemiştir. Böylelikle öğrencilerin gözünden AG uygulamalarının eğitim sürecini olumsuz etkileyen herhangi bir durumun söz konusu olmadığı görülmektedir. Aynı soruda diğer bir kısmı öğrenci ise AG uygulamaları kullanmaya başladıktan sonra evde laboratuvar föylerine çalışmadıklarını, sadece AG bileşenlerini (örneğin deney anlatım videoları) ezberlediklerini söylemiştir. Bu yorumlardan anlaşılmaktadır ki AG uygulamalarının bazı öğrenciler tarafından yanlış algılanabileceği ve onları daha az çalışmaya yönlendirebileceği görülmüştür. Bu görüşü bildiren öğrenciler AG uygulamalarına güvenerek laboratuvar föylerine önceden çalışma gereksinimi duymamıştır. Hâlbuki öğrencilerin her hafta laboratuvar föyünden der öncesinde ilgili deneye çalışarak laboratuvara gelmeleri gerekmektedir. Bu nedenle bazı öğrenciler AG uygulamalarının evde ders çalışmalarına engel olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler laboratuvar föyüne çalışmanın zaten sıkıcı olduğunu; AG uygulamalarını kullanmaya başladıktan sonra evde laboratuvar föyüne bakmadıklarını belirtmişlerdir.

Yapılan görüşmelerde çıkan bir diğer tema ise öğrencilerin AG teknolojisinden beklentileri olmuştur. Bu tema altında öğrencilerin AG uygulamalarından en büyük beklentileri ise uygulamaların devamlı kullanıma açık olmasıdır. Yapılan bu deneysel çalışmada AG uygulamalarının kontrol grubu öğrencilerine ulaşmaması için AG kanalları sadece ders saatinde açılmış olup ders sonunda kapatılmıştır. Öğrenciler bu durumun olmamasını kanalların devamlı açık olmasını böylece evde tekrar yapabilme imkânlarının olabileceğini belirtmişlerdir. Deney grubu öğrencileri ileriki uygulamalarda bunun devamlı kullanıma açık olmasını istemektedir. Öğrenciler ayrıca AG uygulamalarında sesli materyallerinde kullanılmasını istemişlerdir. Örneğin deneyin amacını, günlük hayatta kullanım örneklerini, vb. anlatan bir ses dosyasının kullanılabilmesini söylemişlerdir. Açıkça öğrenciler daha fazla materyal kullanımına istekli görünmektedir. Fakat aşırı materyal kullanımında görev yüklerinin arttırma riski bulundurmaktadır.

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilen bir diğer farklı bulgu ise AG uygulamalarının ilgili öğretmenin laboratuvarında iş yükünü azalttığı da görülmektedir. Çünkü öğrenciler deneylerini ders süresi içinde bitirebildiklerini ve eski laboratuvar deneylerine kıyasla öğretmene daha az gereksinim duyduklarını belirtmişlerdir. AG uygulamalarından önce ilgili öğretim elemanının desteği olmadan deney düzeneğini kurmanın çok zor olduğunu desteğe ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Eskiden öğretim elemanı tüm grupların çağrılarını yetiştirmede zorlandığı için eksik ve yarım kalan deneylerinin olduğunu söylemişlerdir. Öğrenciler, AG uygulamaları ile laboratuvara gelme isteklerinin de arttığını söylemektedir. Öğrencilerin laboratuvara gelme isteklerindeki artış nedeni ile fen laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerine katkıda bulunacağı açıktır.

Görüşmeye katılanların tamamına yakını (% 71,1) fen laboratuvarında AG uygulamalarına devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler fizik laboratuvarının zor olduğunu bu nedenle fizik laboratuvar derslerinde AG uygulamalarının yararlı olacağını düşünmektedir. Bu noktada öğrencinin biri *“Kimya laboratuvarı dersimizde var. Fakat kimya dersinde fizik laboratuvarı kadar zorlanmıyoruz. Bu nedenle AG uygulamaları kullanacak ise kesinlikle fizik laboratuvarında kullanılmasını isterim.”* şeklinde yorumlamıştır.

İlgili öğretim elemanının görüşleri: Uygulama sonrasında ilgili öğretim elemanı ile görüşme yapılmış olup, uygulama süresince laboratuvar uygulamalarında dikkatini çeken, hoşuna giden etkinlikler ve olaylar hakkında fikirleri alınmıştır. İlgili öğretim elemanı genel olarak AG uygulamalarını yararlı bulduğunu, öğrencileri motive ettiği ve derse olan ilgilerinin arttığını belirtmiştir. *“Öğrencilerin eskiye kıyasla ders esnasında daha istekli olduklarını gözlemledim”* diyerek öğretim elemanı AG uygulamaları kullanımından hoşnut olduğunu belirtmiştir.

Öğretim elemanı *“kontrol grubuna kıyasla deney grubunda deneylerin en az yarım saat daha erken bittiğini söyleyebilirim”* diyerek AG uygulamalarının zamandan tasarruf sağladığını belirtmiştir. Ders süresi içerisinde öğrencilerin deneylerini bitirmelerinin başarılarını arttırdığını düşünmektedir. Öğretim elemanı *“Öğrencilerin deneylerini daha kısa sürede bitirmeleri neticesinde deney soruları ve deneyin sonuçlarının tartışılmasına daha fazla zaman ayrılmıştır”* şeklinde yorum yapmıştır. Kontrol grubuna kıyasla öğrencilerin AG uygulamaları ile deney malzemelerini daha doğru olarak kullandıklarını belirtmektedir. Eskiden öğrencilerin yanlış deney malzemesi ile deney düzeneği kurmaya çalıştıklarını, bazı malzemelerin bu nedenle bozulduklarını belirtmiştir. AG uygulamalarından sonra

“*öğrenciler deney için gerekli malzeme seçimini de doğru şekilde yapmışlardır*” diyerek AG uygulamaları ile laboratuvar ortamında yanlış araç-gereç kullanımından dolayı oluşabilecek tehlikelerinde engellendiğini vurgulamıştır.

Öğretim elemanı uygulama öncesi ile kıyasla öğrencilerin kendisinden daha az yardım istediklerini bu nedenle kendisinin ders esnasında iş yükünde azalma olduğunu belirtmiştir. Eskiden öğrencilerin yardımına yetişmek için oldukça zorlandığını belirtmiştir. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde, öğrencilerin de benzer yorumda bulunarak öğretim elemanına daha az ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir.

Öğretim elemanı ile AG uygulamalarının negatif yönleri hakkındaki fikirleri de alınmıştır. Öğretim elemanı “*uygulama süresince zaman zaman teorik bilgileri okumadan gelen öğrenciler oldu*” diyerek bazı öğrencilerin laboratuvar föylerine çalışmadan laboratuvara geldiklerini söylemiştir. AG uygulamalarının öğrencileri ezbere yöneltebileceği uyarısında bulunmuştur. Ders esnasında ise laboratuvar föyündeki yazılardan ziyade öğrencilerin AG bileşenlerine (video, animasyon, vb.) yoğunlaştıklarını belirtmektedir. Esasen laboratuvar föyünde deney ile alakalı yararlı bilgilerin bulunduğunu bazı öğrencilerin okumadıklarını belirtmiştir.

Öğretim elemanı ayrıca deney grubu öğrencilerinin laboratuvar güvenliği konusunda daha duyarlı olduklarını da söylemektedir. Örneğin “*öğrencilerin eldiven kullanımına daha çok özen gösterdiklerini gözlemledim*” demiştir. Bunların yanında öğretim elemanı AG teknolojisi ile karmaşık ve zor olan fizik deneylerini öğrencilerin daha kolay anladığını ve laboratuvarda AG kullanımının kendisine ders esnasında herhangi bir ek iş yükü getirmemesi nedeni ile diğer öğretim elemanları tarafından kullanılmasını önermektedir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu çalışmada fen laboratuvarında AG teknolojisi kullanımının, üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine ve fizik laboratuvarına karşı tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Deneysel sonuçlar göstermektedir ki AG teknolojisi öğrencilerin laboratuvar becerilerine önemli bir şekilde katkı sağlamıştır. Literatürde belirtildiği gibi (Cai, Wang, ve Chiang, 2014; Chen ve Tsai, 2012; Wu vd., 2013) bu çalışma da göstermektedir ki AG teknolojisi öğrencilerin fen öğrenmelerini desteklemektedir. AG bileşenleri (video, animasyon, vb.) öğrencilerin daha iyi laboratuvar becerileri kazanmasına yardımcı olmuştur. Öğrenciler moleküllerin hareketleri gibi gerçek laboratuvar ortamında gözlemleyemeyecekleri olayları izleme imkânı bulmuşlardır. Benzer şekilde Nadelson vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da destekleyici materyal kullanılmış ve deney öncesinde, deney ile alakalı video izleyen grubun laboratuvar becerileri video izlemeyen gruba kıyasla yüksek çıkmıştır. Kısaca, Mayer'in de (2011) belirttiği gibi bu çalışmada göstermiştir ki video gibi AG bileşenleri kullanımı, öğrencilerin laboratuvar performanslarına katkıda bulunmaktadır. AG bileşenleri ile ayrıca öğrenci-içerik arası etkileşim de artmıştır. Öğrencilerin laboratuvar becerilerinde ki artışın olası nedenlerinden biri zengin materyaller ile öğrencilerin içerik ile etkileşimin artmasıdır. Çünkü etkileşim artışının öğrencilerin öğrenmelerine olumlu katkıda bulunan bir unsur olduğu birçok araştırmalarda ispat edilmiştir (Dalgarno, 2004).

Günümüzde gelişen teknoloji ile AG uygulamaları mobil cihazlar tarafından da desteklenmektedir. AG teknolojisi kullanmak isteyen eğitimciler artık bilgisayar laboratuvarlarında fen deneyleri yapmak zorunda kalmamaktadır. Yapılan bu çalışmada deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olmalarındaki bir diğer olası etken, öğrencilerin

gerçek laboratuvar ortamından ayrılmadan teknolojinin sunduğu imkânlardan faydalanmış olmasıdır. Çünkü literatürde yapılan çalışmalarda belirtilmektedir ki fen eğitiminde öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından alınıp tamamen sanal laboratuvar ortamına geçmelerinin yararlı olmadığı, bu nedenle gerçek ve sanal laboratuvar ekipmanlarının kombine edildiği yaklaşımın en iyi sonucu verdiği görülmektedir (Olympiou ve Zacharia, 2012). Muhtemelen bu çalışma da mobil aygıt yerine masaüstü bilgisayarlar kullanılıp, bilgisayar laboratuvarında uygulama yapılsaydı aynı olumlu sonucu veremeyecekti. Çünkü öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamında olmaları el becerilerini geliştirir daha etkili öğrenmelerini sağlar (Palic ve Pirasa, 2012). Ayrıca öğrenciler ile yapılan görüşmeler de öğrenciler, AG teknolojisini gerçek fen laboratuvar ortamında kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bir diğer önemli sonuç deney grubu öğrencilerinin deneylerini daha kısa sürede tamamlamalarıdır. Öğretmen ve öğrenciler ile yapılan görüşmelerde deney grubu öğrencileri deneylerini önceden ders süresi içinde yetiştirmekte zorlanırken AG desteği ile daha kısa sürede tamamladıklarını belirtmişlerdir. Böylece artan sürede öğrencilerin deney sonuçlarını tartışmaları için daha fazla zaman kalmıştır. Benzer şekilde literatürde de teknoloji kullanımının zamandan tasarruf sağladığı belirtilmektedir (Chien vd., 2015; Nadelson vd., 2014). Deney grubu öğrencilerinin daha kısa sürede deneylerini bitirmelerindeki olası neden, öğrencilerin destekleyici materyalleri ile deney düzeneğini daha hızlı tamamlamalarıdır. Böylece öğrencilere deney sonuçlarını tartışmak için daha fazla zaman kalmış olup bu onların deney ile alakalı daha fazla ölçüm yapmalarına imkân sağlayarak laboratuvar becerilerinin gelişimine katkıda bulunmuştur.

AG teknolojisi sadece öğrencilerin laboratuvar becerilerine katkı sağlamamış, aynı zamanda onların fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerini de sağlamıştır. Bu çalışmada deney grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerde öğrenciler AG teknoloji kullanmaktan oldukça hoşnut olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin yapılan uygulamadan hoşnut olmaları fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğrencilerin AG uygulaması kullanımından hoşnut olması, ilgili derse karşı tutumlarını da olumlu etkilemektedir (Cai vd., 2014). Ayrıca ilgili öğretim elemanı da AG teknolojisinin öğrencileri motive ettiğini belirtmektedir. Öğrencilerin motive olmasının fiziğe karşı tutumlarının olumlu yönde değişmesinde etkili olduğu söylenebilir. Çünkü tutum; hoşnutluk, yetenek, motivasyon ve kullanım kolaylığı gibi birkaç faktörden

oluşmaktadır (Cavallo ve Laubach, 2001). Ayrıca öğrenciler ile yapılan görüşmelerde bir kısım öğrenci AG teknolojisi kullandıktan sonra laboratuvara gelme isteklerinin arttığını belirtmiştir. Deney grubu öğrencilerinin bu görüşü de tutumlarındaki artışın açıklayıcısı olabilir. Öğrencilerin olumlu tutum sergilemeleri becerilerine de katkı sağlamıştır. Çünkü Sotiriou ve Bogner (2008) AG ortamında öğrencinin konuya ilgisinin artması motive olması daha doğru öğrenme ve becerilerinde gelişime katkı sağladığını belirtmektedir.

Yapılan bu çalışma ayrıca göstermektedir ki AG teknolojisi, bazı öğrenciler tarafından yanlış algılanıp onları ders dışında çalışmamaya yöneltebilmektedir. Öğrenciler laboratuvarında sunulan materyalleri yeterli görerek ders öncesinde laboratuvar föylerine çalışmayı gereksiz görebilmektedir. İlgili öğretim elemanı da bu hususa dikkat çekmiştir. Laboratuvar föyünde metni okumak öğrenciler için sıkıcı olabilmektedir. Benzer sonuç Cai vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Araştırmacılar öğrencilerin uygulama süresince laboratuvar föylerini fazlaca dikkate almadıklarını AG bileşenlerinin daha dikkat çekici olduğunu belirtmektedir. Bunun olası nedeni ise öğrencilerin metin yerine resim, video gibi materyalleri tercih etmeleri olabilir. İleriki zamanlarda fen laboratuvarında bu teknolojiyi kullanmak isteyen eğitimcilerin bu hususa dikkat etmesi gerekmektedir. AG teknolojisi kullanılacağına geleneksel laboratuvar föylerinde değişiklik yapılması, teorik bilgilerin görüntülü ve sesli materyaller kullanılarak elektronik formatta olarak sunulması daha da etkili sonuçlar verebilir.

Araştırmada grupların zihinsel çaba ve gerginlik ve fiziksel çaba indeksleri arasında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Başka bir ifade ile AG uygulamaları ile öğrenciler zihinsel ve fiziksel olarak daha az çaba harcayarak daha rahat hissederek deneylerini yapmışlardır. Elde edilen bu sonuç literatürde yapılan benzer çalışmalardan farklılık göstermektedir (Wu vd., 2013). Literatür incelendiğinde bazı araştırmacıların AG uygulamalarının içeriğinde birçok multimedya materyaller içermesi nedeni ile öğrencileri zihinsel olarak yorabileceği (Küçük vd., 2014) bu durum neticesinde öğrencilerin öğrenmelerine engel teşkil edebileceği düşünülmektedir. Literatürde bu durum, AG uygulaması kullanmak isteyen araştırmacıları tedirgin etmektedir (Wu vd., 2013). Fakat bu çalışmada AG uygulamaları kullanan öğrencilerin yoğun bir şekilde fiziksel ve zihinsel çaba harcamadıkları görülmüştür.

Bu çalışmada AG uygulaması kullanan öğrencilerin zihinsel ve fiziksel aşırı yüklenme problemi olmamasının olası nedeni öğrencilere AG uygulamalarında kompleks görevlerin verilmemiş olmasıdır. Literatürde AG uygulamalarında öğrencilere kompleks görevlerin

verilmesi neticesinde zihinsel olarak çaba harcayacakları ve bilişsel yük miktarlarında aşırı artışın olabileceği belirtilmektedir (Dunleavy vd., 2009). Ayrıca tasarlanan uygulamaların çoklu ortam tasarım ilkeleri ile tasarlanmış olması da deney grubu öğrencilerinin görev yük indeksinde artışın olmamasının bir diğer nedenidir.

Bu çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin efor ve performans indeksleri arasında anlamlı farklılık yoktur. Bu durumda olası etken konu kapsamında 3 boyutlu nesnelere olmamasıdır. İçeriğinde 3 boyutlu öğelerin olduğu konularda (uzay sistemi, gezegenler, anatomi, moleküller, vb.) geleneksel olarak içerik öğrenciye 2 boyutlu olarak sunulmakta öğrenci aklında 3 boyutlu şema oluşturmak için daha fazla efor harcamakta bu da beraberinde öğrencide ek yüklenmeye neden olmaktadır. Oysaki aynı içerik 3 boyutlu olarak AG uygulamaları aracılığı ile öğrenciye sunulduğunda öğrencinin öğrenmesi daha kolay olacaktır. Örneğin bir öğrencinin ay tutulması konusunu kitaptaki 2-3 resim ile öğrenmesi ile aynı konuyu anlatan 3 boyutlu materyal ile öğrenmesi arasında öğrencinin harcadığı efor açısından oldukça fark çıkacaktır. Kısaca AG uygulamaları, içeriğinde 3 boyutlu görsellerin olduğu veya uzamsal yetenekle alakalı konularda öğrencilerin efor indeksinin düşmesi olasıdır.

Bu çalışmada ayrıca, öğrencilerin hali hazırda ceplerinde duran akıllı telefonları fen laboratuvarı gibi zor olan bir ders için nasıl yararlı kullanılabileceği örneklendirilmiştir. Laboratuvar ortamında mobil aygıtların kullanımı ile öğrencilerin laboratuvar becerilerine nasıl katkıda bulunabileceği görülmüştür. Zaten “dijital yerli” olarak adlandırılan günümüz jenerasyonunun (Prensky, 2001) eğitimde en çok kullanmak istediği teknolojik ürün olarak mobil aygıtlar ilk sırada gelmektedir (Thinyane, 2010).

Sonuç olarak AG teknolojisi öğrencilere birtakım fırsatlar sunmuş olmasının yanında, ilgili öğretim elemanının laboratuvarında iş yükünü de azaltmıştır. Fakat önemle belirtmek gerekmektedir ki araştırmada elde edilen sonuçlar toplamda altı haftalık bir süreç sonucunda elde edilmiş olup zamanla öğrencilerin tutumlarında değişmesi olasıdır. Rogers'ın (1995) modeline göre yeniliğin yayılması bilgi, ikna, karar, uygulama ve doğrulama olmak üzere beş aşamadan geçer. Modele göre karar aşamasında birey yenilik hakkında ek bilgiler öğrenir. Bu aşamadan sonra yeniliği kabul edebilir, ret edebilir kısaca yenilik hakkındaki mevcut tutumunda zamanla değişim olabilir. Yapılan çalışmada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise katılımcıların teknolojik deneyimlerinin çalışmanın yürütülmesi için yeterli düzeyde olduğudur. Öğrencilerin yeterli teknolojik deneyime ve akıllı telefona sahip

olmaması durumunda AG kullanma konusunda problem yaşamaları olasıdır ve laboratuvar becerilerine olumlu katkı sağlanamayabilir. Fizik laboratuvarına karşı olumsuz tutum sergilemelerine bile neden olabilir. Ayrıca bu teknolojiyi kullanmak için okulun wifi internet hizmeti sunması önemlidir. Bu gereksinimler sağlandığında AG teknolojisinin fen laboratuvarlarında kullanımı olumlu sonuçlar getirmektedir.





BÖLÜM 6

ÖNERİLER

Yapılan çalışmada elde edilen bulgular ve araştırma esnasında karşılaşılan durumlar doğrultusunda benzer çalışmayı yapacak araştırmacılar ve bu teknolojiyi kullanacak eğitimcilere birtakım öneriler geliştirilerek aşağıda sunulmuştur.

6.1 Öğrenme Ortamı, Materyal ve Teknoloji Kullanımına İlişkin Öneriler

İlk olarak Mobil AG teknolojisinin kullanılacağı eğitim ortamının kablosuz internet hizmetinin olması gerekmektedir. AG uygulamaları aynı anda onlarca kişinin internete bağlanacağı düşünüldüğünde internet hızının yüksek olması gerekmektedir. İnternet bağlantısında yaşanabilecek problemler öğrencilerin dikkatini dağıtabilir ve eğitim sürecinin aksamasına neden olabilir. Örneğin öğrencilerin video izleme esnasında videonun duraksaması öğrencilerin tekrar baştan izlemeleri zaman kaybına neden olacaktır.

Mobil AG teknolojisini etkili kullanabilmek için öğrencilerin temel bilişim becerilerinin olması ve akıllı telefonlarının olması gerekmektedir. Bu çalışmada uygulama esnasında yapılan gözlemlerde öğrencilerin aynı grupta olmalarına rağmen öğrencilerin ortak bir telefon kullanmak yerine hepsinin kendi telefonu ile uygulamayı kullanmayı istedikleri gözlemlenmiştir. Teknik özelliği düşük aygıta olan öğrencilerde uygulamanın daha yavaş çalışabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle özellikle ilköğretim seviyesinde yapılacak çalışmalarda öğrencilerin teknolojik profilinin (teknoloji deneyimi, teknolojiye sahip olma, tutumu, vb.) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çünkü ilköğretim seviyesinde öğrencilerinin akıllı telefona sahip olma oranlarının düşük çıkma ihtimali yüksektir.

Mobil AG teknolojisinin kullanılacağı ortamda ışıklandırmanın yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Mobil aygıtların yapay etiketi okumada problem yaşamamaları için güçlü ışıklandırmanın olması gerekmektedir. Ayrıca yapay etiketin olduğu laboratuvar föyünün fotokopi ile çoğaltılması neticesinde kalitenin düşmekte bu nedenle uygulamada algılama problemleri yaşanabilmektedir. Deney föyünün yazıcıdan çıktı alınması ile yapay etiket daha net olmakta ve uygulama daha hızlı algılanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada geliştirilen uygulamalarda 2-3 AG bileşeni (video, animasyon, vb.) kullanılmıştır. Benzer yapılacak çalışmalarda daha fazla bileşen kullanılmaması zaman açısından yararlı olacaktır. Bu çalışmada öğrenciler ders esnasında yaklaşık 10-15 dk. uygulamayı kullanmışlardır. Daha az ders süresi söz konusu ise 1-2 AG bileşeni kullanılması yararlı olacaktır.

Bu çalışmada uygulamaların geliştirildiği Metaio firmasının 2016 yılında Apple tarafından satın alındığı gibi yazılım firmaları diğer şirketler tarafından satın alınma ihtimali ve deneysel süreci aksatabilme riski bulunmaktadır. Bu nedenle AG uygulaması geliştirmek için kullanılan yazılımın deneme sürümü yerine satın alınması yararlı olacaktır.

6.2 İleriki Çalışmalara İlişkin Araştırmacılara Öneriler

- AG'in eğitimsel değeri hakkında daha fazla delil sunmak için geçerli ölçme araçları kullanan deneysel araştırmalara ihtiyaç vardır. Yapılan çalışmaların artması ile eğitimde kullanımı hakkında daha çok fikir vererek eğitimcilerin daha emin bir şekilde AG teknolojisini kullanmalarını sağlayacaktır.
- Yapılacak benzer çalışmalarda AG uygulamalarının sağladığı avantajlar ve dezavantajlarının araştırmacı tarafından açıkça rapor edilmesi bu teknolojiyi kullanmak isteyen eğitimcilere fikir vermesi açısından yararlı olacaktır.
- Yapılan bu çalışmada 38 deney 38 kontrol grubu olmak üzere toplamda 76 öğrenci ile uygulanmıştır. İleriki çalışmalarda genellenmenin daha etkili olabilmesi için öğrenci sayısı daha arttırılabilir. Öğrenci sayısının artması ile kalabalık gruplarda AG teknolojisinin kullanılabilirliği etkisi hakkında fikir verecektir.
- Yapılan araştırmada mobil AG uygulamaları kullanılmış olup, bu nedenle ileriki çalışmalarda Kinect, 3D gözlük gibi diğer aygıtların öğrenme çıktıları açısından kıyaslanması hangi teknolojinin daha uygun olabileceği hakkında fikir verecektir.

KAYNAKLAR

- 4R (2015). *Realidad aumentada*. 21 Kasım 2015 tarihinde <http://4rsoluciones.com/realidad-aumentada/> sayfasından erişilmiştir.
- AAPT (2015). *The goal of introductory laboratories*. 1 Eylül 2015 tarihinde <https://www.aapt.org/Resources/policy/goaloflabs.cfm> sayfasından erişilmiştir.
- Al-Fahad, F. N. (2009). Students' Attitudes and Perceptions towards the Effectiveness of Mobile Learning in King Saud University, Saudi Arabia. *Online Submission*, 8(2), 1-9.
- Andujar, J. M., Mejías, A., & Marquez, M. A. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: an augmented remote laboratory. *Education, IEEE Transactions on*, 54(3), 492-500.
- Augreality (2015). *History of AR and key researchers*. 20 Kasım 2015 tarihinde <http://augreality.pbworks.com/w/page/9469037/History%20of%20AR%20and%20Key%20Researchers%20> sayfasından erişilmiştir.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355-385.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(6), 34-47. doi: 10.1109/38.963459.
- Bajura, M., Fuchs, H., & Ohbuchi, R. (1992). *Merging virtual objects with the real world: Seeing ultrasound imagery within the patient*. Paper presented at the ACM SIGGRAPH Computer Graphics.
- Bal, E. (2012). *5E Modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının fizik laboratuvarı dersinde fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye.

- Behzadan, A. H., Dong, S., & Kamat, V. R. (2015). Augmented reality visualization: A review of civil infrastructure system applications. *Advanced Engineering Informatics*, 29(2), 252-267.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). *Collaboration with tangible augmented reality interfaces*. Paper presented at the HCI International.
- Birişçi, S. ve Karal, H. (2010). Bilgisayar öğretmeni adaylarının eğitimde bilgisayar animasyonlarının kullanılabilirliği hakkındaki görüşleri. *New World Sciences Academy*, 5, 1614-1627.
- Blikstein, P., Fuhrmann, T., Greene, D., & Salehi, S. (2012). *Bifocal modeling: mixing real and virtual labs for advanced science learning*. Paper presented at the Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children.
- Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik Eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Bressler, D., & Bodzin, A. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research* (R. McNauy Ed.). Chicago.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. Paper presented at the System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences.
- Cavallo, A. M., & Laubach, T. A. (2001). Students' science perceptions and enrollment decisions in differing learning cycle classrooms. *Journal of Research in Science teaching*, 38(9), 1029-1062.
- Cavus, N., & Uzunboylu, H. (2009). Improving critical thinking skills in mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 434-438.

- Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E. (2015). Apply an Augmented Reality in a Mobile Guidance to Increase Sense of Place for Heritage Places. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 166-178.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652.
- Chen, Y. (2013). *Learning protein structure with peers in an ar-enhanced learning environment*. Doktora tezi, Washington Üniversitesi, ABD.
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G.-J. (2014a). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G.-J. (2014b). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97-108.
- Chien, K.-P., Tsai, C.-Y., Chen, H.-L., Chang, W.-H., & Chen, S. (2015). Learning differences and eye fixation patterns in virtual and physical science laboratories. *Computers & Education*, 82, 191-201.
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers & Education*, 85, 59-73.
- Clark, R. C., Nguyen, F., Sweller, J., & Baddeley, M. (2006). Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load. *Performance Improvement*, 45(9), 46-47.
- Cnet (2015). *Google Glass ancestors: 45 years of digital eyewear (photos)*. 20 Kasım 2015 tarihinde <http://www.cnet.com/pictures/google-glass-ancestors-45-years-of-digital-eyewear-photos/> sayfasından erişilmiştir.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*: L. Erlbaum Associates.

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education*: Taylor & Francis.
- Çakır, H. (2011). Mobil öğrenmeye ilişkin bir yazılım geliştirme ve değerlendirme. *Çukurova üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 40(2), 1-9.
- Çallica, H., Erol, M., Sezgin, G. ve Kavcar, N. (2001). *İlköğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına ilişkin bir çalışma*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresinde sunulmuş bildiri, Ankara.
- Çelik, A. (2013). M-öğrenme tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik analizleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 172-185.
- Çetin, A. (2015). İşbirliğine dayalı öğrenme yöntemine göre planlanan fizik deneylerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve fizik tutumlarına etkisi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 154-166.
- Dalgarno, B. (2004). *A classification scheme for learner-computer interaction*. Paper presented at the Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *science*, 340(6130), 305-308.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- El Sayed, N. A., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card. *Computers & Education*, 56(4), 1045-1061.
- Engadget (2015). *The sights and scents of the Sensorama simulator*. 20 Kasım 2015 tarihinde <http://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensorama-simulator/> sayfasından erişilmiştir.
- Enyedy, N., Danish, J. A., & DeLiema, D. (2015). Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(1), 7-34.

- Eursch, A. (2007). *Increased safety for manual tasks in the field of nuclear science using the technology of augmented reality*. Paper presented at the Nuclear Science Symposium Conference Record, 2007. NSS'07. IEEE.
- Extravaganzi (2015). *eKurzinfor application for Audi A3*. 20 Kasım 2015 tarihinde <http://www.extravaganzi.com/ekurzinfo-application-for-audi-a3/> sayfasından erişilmiştir.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130.
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jimenez, M., García, S., & Barcia, J. (2015). ARBOOK: Development and Assessment of a Tool Based on Augmented Reality for Anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124.
- Fowler, J. F. (1983). Use of computer-assisted instruction in introductory management science. *The Journal of experimental education*, 52(1), 22-26.
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M.-C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 64, 24-41.
- Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189-201.
- Gervautz, M., & Schmalstieg, D. (2012). Anywhere interfaces using handheld augmented reality. *Computer*, 45(7), 26-31.
- Gonzato, J.-C., Arcila, T., & Crespin, B. (2008). *Virtual objects on real oceans*. Paper presented at the GRAPHICON'2008.
- Gürdal, A. (1997). Fen eğitiminde laboratuvarın başarıya etkisi. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 55, 14-19.
- Güven, L. ve Gürdal, A. (2002). *Ortaöğretim fizik derslerinde deneylerin öğrenme üzerindeki etkileri*. V. Ulusal fen bilimleri ve matematik eğitimi kongresinde sunulmuş bildiri, ODTÜ, Ankara.
- Güzel, H. (2000). *İlköğretim okullarında I. ve II. kademedeki fen bilgisi derslerinde laboratuvar etkinlikleri ve araç kullanımı düzeyi*. IV. Congress of Science Education kongresinde sunulmuş bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*, 52, 139-183.
- Henrysson, A., Billinghamurst, M., & Ollila, M. (2005). *Face to face collaborative AR on mobile phones*. Paper presented at the Mixed and Augmented Reality, 2005. Proceedings. Fourth IEEE and ACM International Symposium.
- Hsiao, K.-F., Chen, N.-S., & Huang, S.-Y. (2012). Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents. *Interactive Learning Environments*, 20(4), 331-349.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.
- Icg (2015). *History of mobile augmented realit*. 20 Kasım 2015 tarihinde <https://www.icg.tugraz.at/~daniel/HistoryOfMobileAR/> sayfasından erişilmiştir.
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 215-239.
- Jou, M., & Wang, J. (2013). Ubiquitous tutoring in laboratories based on wireless sensor networks. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 439-444.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Kara, M., Kanlı, U. ve Yağbasan, (2003). Lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 158, 1-8.
- Keegan, D. (2005). *Mobile learning: the next generation of learning*. Dublin: Distance Education International.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2-10.

- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174.
- Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science teaching*, 44(1), 183-203.
- Kline, P. (2014). *An Easy Guide to Factor Analysis*: Taylor & Francis.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Kollöffel, B., & 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(3), 375-393.
- Kukulska-Hulme, A. (2009). Will mobile learning change language learning? *ReCALL*, 21(02), 157-165.
- Küçük, S., Yılmaz, R. M., & Göktaş, Y. (2014). İngilizce Öğreniminde Artırılmış Gerçeklik: Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Bilişsel Yük Düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 393-404.
- Lin, H.-C. K., Hsieh, M.-C., Wang, C.-H., Sie, Z.-Y., & Chang, S.-H. (2011). Establishment and usability evaluation of an interactive AR learning system on conservation of fish. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(4), 181-187.
- Lui, M., & Slotta, J. D. (2013). *Exploring evolutionary concepts with immersive simulations*. Paper presented at the Proceedings of the Tenth Computer-Supported Collaborative Learning Conference, Madison.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, 393-441.
- Marshall (2015). *Marshall Gör & Boya uygulaması*. 21 Kasım 2015 tarihinde <https://www.marshallboya.com/tr/dekorasyon-ipuclari-ve-danismanlik/marshall-visualizer-ile-nce-gr-sonra-boya> sayfasından erişilmiştir.

- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893-1906.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*: Cambridge university.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*: Cambridge university.
- Mayer, R. E. (2011). *Applying the science of learning*: Pearson/Allyn & Bacon Boston.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university.
- Metaio (2015). *Inside AR*. 20 Kasım 2015 tarihinde http://www.metaio.com/fileadmin/upload/documents/magazine/insidear_mag-008-2014.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Meusel, C. R. (2014). *Exploring mental effort and nausea via electrodermal activity within scenario-based tasks*. Yüksek lisans tezi, Iowa Üniversitesi, ABD.
- Moreno, R., & Park, B. (2010). Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories. *Cognitive load theory*, 9-28.
- Nadelson, L., Scaggs, J., Sheffield, C., & McDougal, O. (2014). Integration of Video-Based Demonstrations to Prepare Students for the Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 1-8. doi: 10.1007/s10956-014-9535-3.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- Newkirk, R. L. (1973). A comparison of learner control and machine control strategies for computer-assisted instruction. *Programmed Learning and Educational Technology*, 10(2), 82-91.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E., Mauri, J., . . . Lazakidou, A. (2008). *Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education*. Paper

- presented at the WSEAS International Conference. Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering.
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J., Taylor, J., Sharples, M., & Lefrere, P. (2003). Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment. Mobilelearn project deliverable. Retrieved March, 24, 2013.
- Olssen, M. (1996). Radical constructivism and its failings: Anti-realism and individualism. *British Journal of Educational Studies*, 44(3), 275-295.
- Olympiou, G., & 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.
- Olympiou, G., Zacharia, Z., & deJong, T. (2013). Making the invisible visible: enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional science*, 41(3), 575-596.
- O'Shea, P., Mitchell, R., Johnston, C., & Dede, C. (2009). Lessons learned about designing augmented realities. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 1(1), 1-15.
- Özdener, N., (2005) Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 13-19.
- Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(4), 737-743.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational psychologist*, 38(1), 1-4.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational psychologist*, 38(1), 63-71.
- Palic, G., & Pirasa, N. (2012). A Study of Pre-service Teachers' Tendency for Imprudent Behaviour and Physics Laboratory Attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 823-828.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.

- Pyatt, K., & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 133-147.
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, Wireless, in your Pocket Learning. LineZine, Fall 2000.
- Reigeluth, C. M. (1987). *Lesson blueprints based on the Elaboration Theory of Instruction*. Instructional theories in action. Lesson illustrating selected theories and models. Hillsdale, New Jersey: L. Erlbaum.
- Reychav, I., Dunaway, M., & Kobayashi, M. (2015). Understanding mobile technology-fit behaviors outside the classroom. *Computers & Education*, 87, 142-150.
- Rodgers, C. (2014). *Augmented reality books and the reading motivation of fourth-grade students*. Doktora tezi, Union Üniversitesi, ABD.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*: Free Press.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., & Perry, J. (2007). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, 7(1), 38-56.
- Saran, M. (2013). Mobil öğrenme: Fırsatlar ve zorluklar. Çağıltay ve Göktaş (Ed.), *Öğretim teknolojilerinin temelleri: Teoriler, araştırmalar, eğilimler* (s. 698-711). Ankara: Pegem.
- Scholar (2015). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. 1 Eylül 2015 tarihinde https://scholar.google.com.tr/scholar?q=hart+%26+staveland%2C+1988+nasa+tlx&btnG=&hl=tr&as_sdt=0%2C5 sayfasından erişilmiştir.
- Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34(3), 177-193.
- Shelton, B., & Stevens, R. (2004). *Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking*. Paper presented at the Proceedings of the 6th

- international conference for the learning sciences. Lawrence Erlbaum & Associates, Mahwah, NJ.
- Shudong, W. & Higgins, M. (2006). Limitations of mobile phone learning. *The Jalt Call Journal* 1(2), 3-14.
- Slijepcevic, N. (2013). *The Effect of augmented reality treatment on learning, cognitive load, and spatial visualization abilities*. Doktora tezi, Kentucky Üniversitesi, ABD.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.
- Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122.
- Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29.
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The journal of the learning sciences*, 16(3), 371-413.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Thinnyane, H. (2010). Are digital natives a world-wide phenomenon? An investigation into South African first year students' use and experience with technology. *Computers & Education*, 55(1), 406-414.
- Topsakal, S. (1999). *Fen öğretimi*. Bursa: Alfa.
- Topu, F. B., Baydaş, Ö., Turan, Z., & Göktaş, Y. (2012). Common reliability and validity strategies in instructional technology research. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 42(1), 110-126.
- Trundle, K. C., & Bell, R. L. (2010). The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 54(4), 1078-1088.

- Tsai, M.-K., Lee, Y.-C., Lu, C.-H., Chen, M.-H., Chou, T.-Y., & Yau, N.-J. (2012). Integrating geographical information and augmented reality techniques for mobile escape guidelines on nuclear accident sites. *Journal of environmental radioactivity*, 109, 36-44.
- Üce, M., Özkaya, A. R. ve Sahin, M. (2001). *Kimya eğitimi*. IV. Fen bilimleri eğitimi kongresinde sunulmuş bildiri, Ankara.
- Vavoula, G., & Sharples, M. (2009). Meeting the challenges in evaluating mobile learning: A 3-level evaluation framework. *Mobile and Blended Learning*, 1(2), 54-75.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: The kappa statistic. *Fam Med*, 37(5), 360-363.
- Wang, H.-Y., Duh, H. B.-L., Li, N., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2014). An Investigation of University Students' Collaborative Inquiry Learning Behaviors in an Augmented Reality Simulation and a Traditional Simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 682-691.
- Wang, R., Wiesemes, R., & Gibbons, C. (2012). Developing digital fluency through ubiquitous mobile devices: Findings from a small-scale study. *Computers & Education*, 58(1), 570-578.
- Wang, X., Kim, M. J., Love, P. E. D., & Kang, S. C. (2013). Augmented reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, 32, 1-13.
- Wiesner, T. F., & Lan, W. (2004). Comparison of student learning in physical and simulated unit operations experiments. *Journal of Engineering Education*, 93, 195-204.
- Woodill, G. (2011). *The mobile learning edge*. Publisher: The McGraw Hill Companies.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Wu, W.-H., Wu, Y.-C. J., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., & Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827.

- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173.
- Yıldırım, Z. (2013). Öğretim teknolojileri ve ileti tasarımı. Çağıltay ve Göktaş (Ed.), *Öğretim teknolojilerinin temelleri: Teoriler, araştırmalar, eğilimler* (s. 118-132). Ankara: Pegem.
- Yoon, S. A., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C., & Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(4), 519-541.
- Zacharia, Z. C., & Constantinou, C. P. (2008). Comparing the influence of physical and virtual manipulatives in the context of the Physics by Inquiry curriculum: The case of undergraduate students' conceptual understanding of heat and temperature. *American Journal of Physics*, 76(4), 425-430.
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317-331.
- Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & 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.
- Zhang, J., Sung, Y.-T., Hou, H.-T., & Chang, K.-E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education*, 73, 178-188.
- Zimmerman, B. J. (1989). Models of Self-Regulated Learning and Academic Achievement. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research, and Practice* (pp. 1-25). New York, NY: Springer New York.
- Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42(3), 289-314.

EKLER



EK 1. Laboratuvar Beceri Ölçeği

Öğrenci No _____

Öğrenci Adı Soyadı _____

Deneyin Adı _____

Deney Başlama _____

Deney Bitiş _____

No	Madde	Puan				
		1	2	3	4	5
1	Deney için gerekli verileri toplayabilme					
2	Deneyde inceleme için gerekli problemleri tanımlayabilme					
3	Deneyde incelenecek problemleri doğrulamalı					
4	Deney ile ilgili teorileri ve bilgileri tanımlayabilme					
5	Deneyde kullanılan modeli analiz edebilme					
6	Mantıksal deney hipotezleri geliştirebilme					
7	Deney düzeneğini uygun bir şekilde kurabilme					
8	Deneyi gerçekteştirebilme					
9	Deneyden veri toplayabilme ve analiz edebilme					
10	Takım çalışması yapabilme					
11	Diğer gruplar ile bulguları paylaşabilme					
12	Deney sonuçlarını ve sürecini uygun şekilde gösterebilme					
13	Bulguları sorgulayabilme ve mantıksal olarak izah edebilme					
14	Deneyin dayandığı hipotezleri birleştirebilme					
15	DeneySEL bulguları transfer edebilme					
	Toplam:					

* Jou ve Wang (2013) temel alınmıştır.

EK 2. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

Fizik Laboratuvarı Tutum Ölçeği					
Değerli öğrenciler,					
Bu ölçek sizin fizik laboratuvarı ve çalışmalarına karşı sahip olduğunuz tutumu görebilmek için hazırlanmıştır. Test içerisinde 25 soru yer almaktadır. Katılımınız için teşekkür ederiz.					
Öğrenci Adı Soyadı _____					
Öğrenci No _____					
Şube _____					
Aşağıdaki teknolojik ürünleri kaç yıldır kullanmaktasınız?					
Bilgisayar	<input type="checkbox"/> Sahip değilim	<input type="checkbox"/> 1 yıldan az	<input type="checkbox"/> 1-2 yıl	<input type="checkbox"/> 2-4 yıl	<input type="checkbox"/> 5 yıl ve üzeri
Tablet Bilg.	<input type="checkbox"/> Sahip değilim	<input type="checkbox"/> 1 yıldan az	<input type="checkbox"/> 1-2 yıl	<input type="checkbox"/> 2-4 yıl	<input type="checkbox"/> 5 yıl ve üzeri
Akıllı Telefon	<input type="checkbox"/> Sahip değilim	<input type="checkbox"/> 1 yıldan az	<input type="checkbox"/> 1-2 yıl	<input type="checkbox"/> 2-4 yıl	<input type="checkbox"/> 5 yıl ve üzeri
İnternet	<input type="checkbox"/> Sahip değilim	<input type="checkbox"/> 1 yıldan az	<input type="checkbox"/> 1-2 yıl	<input type="checkbox"/> 2-4 yıl	<input type="checkbox"/> 5 yıl ve üzeri

	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1- Fiziği ilginç ve zevkli bulurum.					
2- Fizik laboratuvarı sıkıcıdır.					
3- Fen derslerini genelde severim.					
4- Fizik derslerini anlamaktan memnunum.					
5- Bilimsel problemlere çözüm bulmak için laboratuvarında çalışmaktan zevk alırım.					
6- Genellikle, fen dersleri beni düşünmeye ve sorgulamaya teşvik eder.					
7- Fizikteki konuların daha iyi anlaşılması için laboratuvarında çalışmanın gerekli olduğuna inanıyorum.					

8- Laboratuvarda geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğunu düşünüyorum.					
9- Fizik konuları hakkında daha çok şey öğrenmek isterim.					
10- Laboratuvara ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.					
11- Laboratuvar dersine zevkle girerim.					
12- Fizik dersleri doğal olguların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur.					
13- Fiziğin günlük yaşantımızda çok önemli bir yeri vardır.					
14- Laboratuvarda fizik ile ilgili yeni bilgiler öğrendiğime inanıyorum.					
15- Bilimin doğasını anlayabilmek için laboratuvarda deney yapmanın gerekli olduğuna inanıyorum.					
16- İcat etme ve buluş yapma bilimsel araştırmalarda başlıca etkinliklerdir.					
17- Fen biliminde eleştirel ve analitik düşünmek çok önemlidir.					
18- Bilimsel çalışmalar sonucunda doğa ile ilgili birtakım gerçeklere ulaşılır.					
19- Öğretmenler, öğrencilerin yanlış anlamalarını düzelterek ve soruları cevaplandırarak fen öğretiminde önemli bir rol oynamalıdır.					
20- Fen bilimleri en iyi diğer öğrencilerle etkileşerek laboratuvarda öğrenilir.					
21- Fen bilimleri hakkındaki bilgilerimiz ve anlayışımız diğer öğrencilerle tartışma ve iddialaşma sonucu değişebilir.					
22- Öğrenciler fen laboratuvarında genellikle yeni sorulara cevap aramak yerine bilinen gerçekleri tasdik eder.					
23- Fen bilimlerinde, bir olayın daima yalnız tek bir doğru açıklaması vardır.					
24- Bilimin esas amacı daha önce keşfedilenlerin gerçekliğini sınamak ve doğruluğunu ispatlamaktır.					
25- Bilim adamlarının birbirlerini eleştirmesi genellikle bilimin ilerlemesine engel olur.					

EK 3. NASA Görev Yük İndeksi (NASA-TLX)

1. Deneyleyleri yaparken ne kadar zihinsel çaba harcadınız? (Ör: düşünmek için, hatırlamak için)



Az

Çok

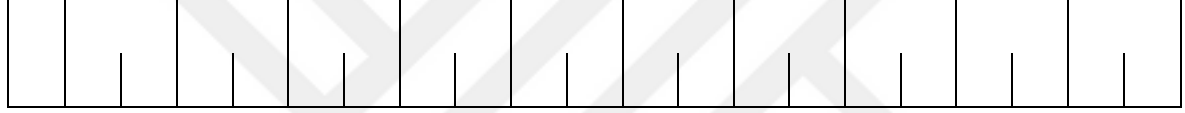
2. Deneyleyleri yaparken ne kadar fiziksel çaba harcadınız?



Az

Çok

3. Deneyleyleri yaparken ne kadar baskı hissettiniz? (Ör: rahat, öfkeli)



Az

Çok

4. Deneyleyleri yaparken ne kadar başarılı hissettiniz?



Kötü

Çok iyi

5. Deneyleyleri yaparken ne kadar ağır çalıştınız?



Az

Çok

6. Deneyleyleri yaparken kendinizi ne kadar kötü/sinirli hissettiniz?



Az

Çok

EK 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Tarih: _____

Katılımcı No: _____

Başlama: _____:_____ Bitiş: _____:_____

1. Beş haftalık süre boyunca Genel Fizik II dersi laboratuvar uygulamalarında dikkatinizi, ilginizi çeken, hoşunuza giden etkinlikler veya olaylar nelerdir?

-Hangi etkinlikler hoşunuza gitti? _____

-Neden? _____

2. Beş haftalık süre boyunca Genel Fizik II dersi laboratuvar uygulamalarında yapılan ve hoşunuza giden etkinliklerden birini anlatır mısınız?

-Sizce bu etkinlik daha güzel nasıl yapılabilir, açıklayabilir misiniz? _____

3. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının Genel Fizik II dersi laboratuvar uygulamalarında yapılmasıyla ilgili düşünceleriniz nelerdir, anlatır mısınız?

a-Yararlı olduğu görüşünde misiniz? Neden? _____

b-Zararlı olduğu görüşünde misiniz? Neden? _____

4. Beş haftalık uygulama sürecinde işlenen Genel Fizik II dersi laboratuvar uygulamaları ile daha önce işlenen laboratuvar uygulamalarını karşılaştırabilir misiniz?

5. Beş haftalık uygulamanın daha sonraki Genel Fizik II dersi laboratuvar uygulamalarında da devam ettirip ettirilmemesi konusunda neler düşünüyorsunuz?
-Neden? _____

-Açıklamanızı bir örnekle açıklar mısınız? _____

EK 5. Ölçek kullanımı hakkında izin yazışmaları

Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği Kullanım İzni

Gönderen: **Sezai YALÇIN** <syalcin@beu.edu.tr>

Tarih: 12 Mayıs 2015 11:31

Konu: YNT: Fizik Tutum Ölçeği Kullanımı Ricası

Alıcı: Gökçe Akçayır <gokceakcayir@gmail.com>

Sayın Arş. Gör. Murat AKÇAYIR,

Eda BAL'ın tezine atf yaparak Fizik Tutum Ölçeğini kullanabilirsiniz.

Başarılar, iyi çalışmalar.

Prof.Dr. Sezai YALÇIN

Bitlis Eren Üniversitesi

Fen Edebiyat Fakültesi

Fizik Bölümü

Kimden: Gökçe Akçayır [gokceakcayir@gmail.com]

Gönderildi: 12 Mayıs 2015 Salı 11:25

Kime: Sezai YALÇIN

Konu: Fizik Tutum Ölçeği Kullanımı Ricası

Hocam merhaba,

Ben Kırıkkale üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde araştırma görevlisiyim. Gazi üniversitesinde doktora öğrencisiyim ve tez aşamasındayım. 2012 yılında danışmanlığımı yaptığınız Eda BAL'ın tezinde kullandığı Fizik Tutum Ölçeğini çalışmamda kullanmak istiyorum. Eda hanıma ulaşmak istedim fakat herhangi bir iletişim bilgisi bulamadım. Bu nedenle size mail gönderiyorum.

Sizin içinde uygunsa bu maile izin verdiğinizizi belirten bir cevap yazarsanız memnun olurum.

Yardımlarınız için çok teşekkür ederim.

Arş. Gör. Murat AKÇAYIR

Kırıkkale Üniversitesi

Eğitim Fakültesi

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D

NASA-TLX Ölçeği Kullanım İzni

From: **Lowell Staveland** <Lowell@staveland.com>
Date: 2015-04-21 20:27 GMT+03:00
Subject: RE: NASA-TLX use permission
To: Gökçe Akçayır <gokceakcayir@gmail.com>

Murat,

You have permission and do not have to ask. For more details please refer the NASA TLX home page –

<http://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/index.html>

I'm glad you are using it and would love to know your results.

Have a great day and best wishes for completing your thesis without too much pain and agony.

Lowell Staveland

From: Gökçe Akçayır [<mailto:gokceakcayir@gmail.com>]
Sent: Friday, April 21, 2015 1:36 AM
To: Lowell@staveland.com
Subject: NASA-TLX use permission

Dear Staveland,

I am writing to request permission for use NASA-TLX in my doctoral thesis. Your paper is perfect which named "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research". If you could give me permission I would like to use NASA-TLX in my study.

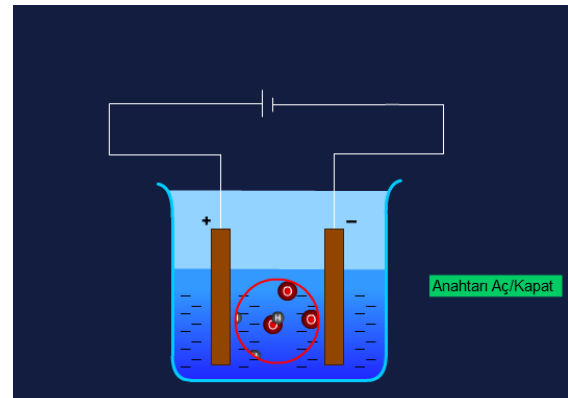
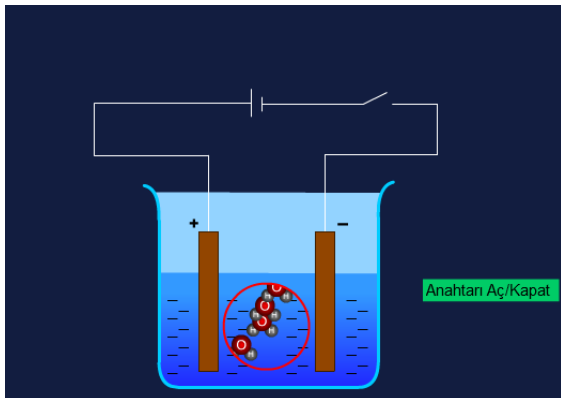
Note: I will cited and referenced your study in my research.

Best Regards.

Res. Assist. Murat AKÇAYIR

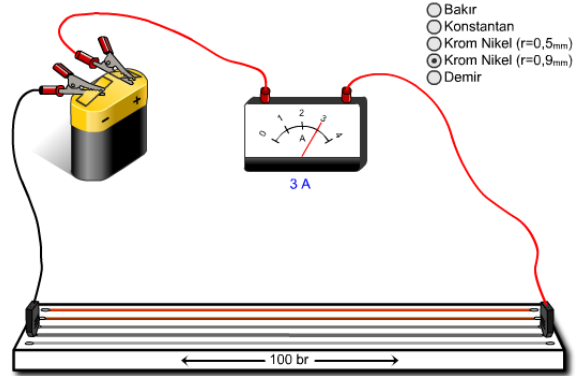
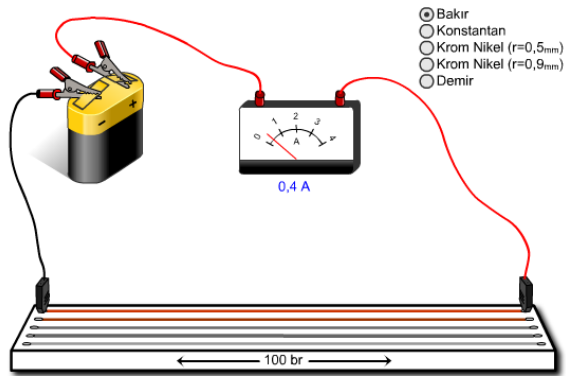
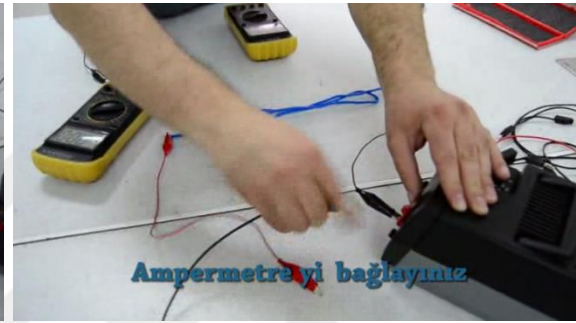
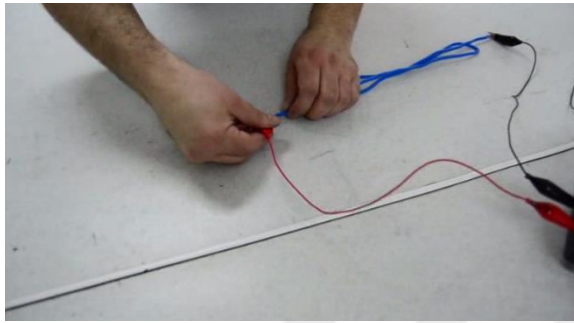
EK 6. Kullanılan AG Bileşenlerinden Örnek Ekran Görüntüleri

1. Hafta

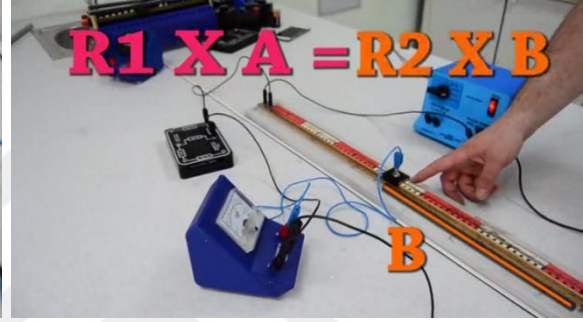
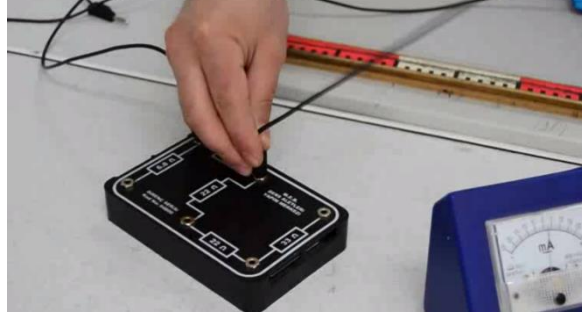
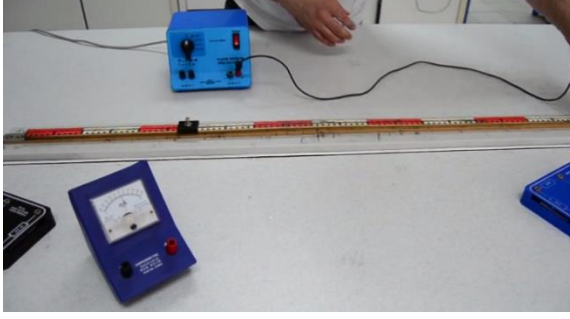


2. Hafta

İletken telin uzunluğu ve çapı ölçülerek ölçüm sonuçları not edilir. Burada uzunluk ve yarıçap metre cinsinden alınmalıdır. Ardından iletkenin kesit alanı hesaplanır. Kesit alanı (πr^2) formülü yardımıyla bulunur ve not edilir.



3. Hafta



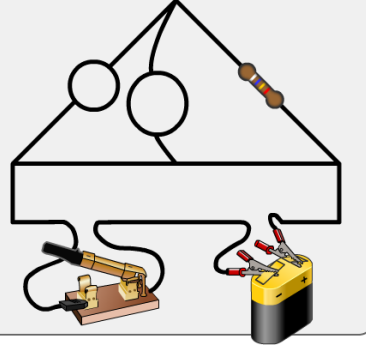
Açıklama

Bu simülasyon ile Wheatstone Köprüsü devresini sanal olarak kuracaksınız.

Elinizdeki deney föyü üzerinde bulunan şemayı temel alarak verilen araç-gereçleri uygun yerlere sürükleyiniz.

Simülasyona Geç

Wheatstone Deney Şeması



Araç- Gereçler



Wheatstone Deney Şeması

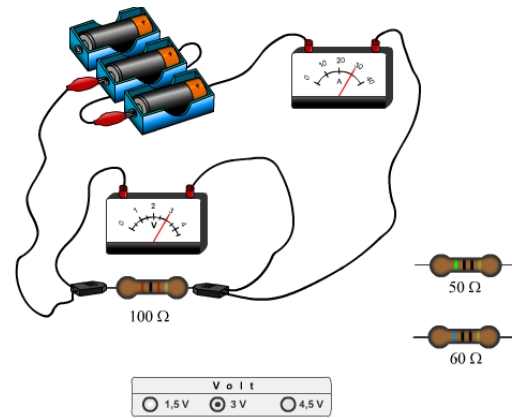
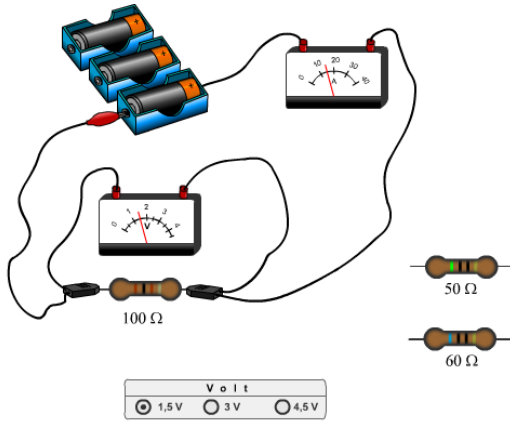
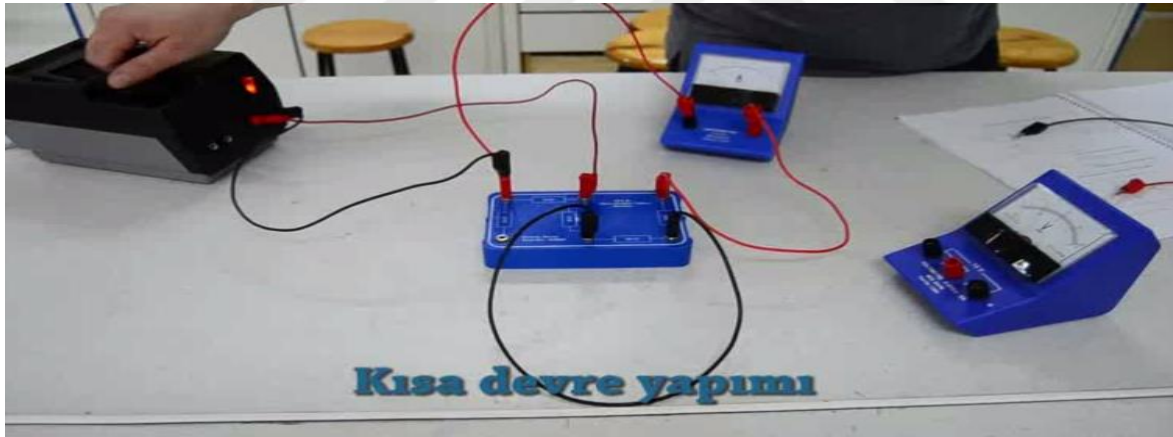
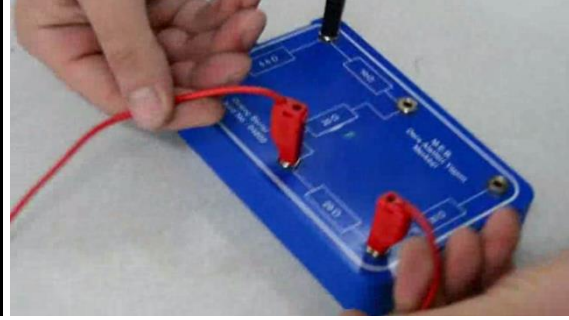
Araç- Gereçler

Kapat

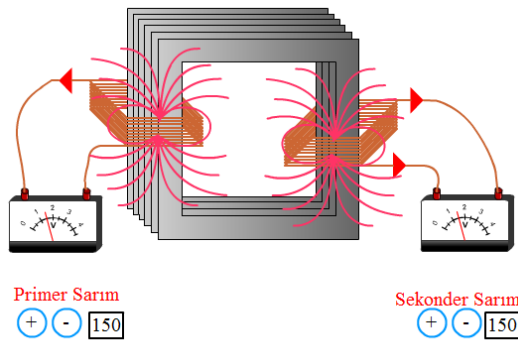
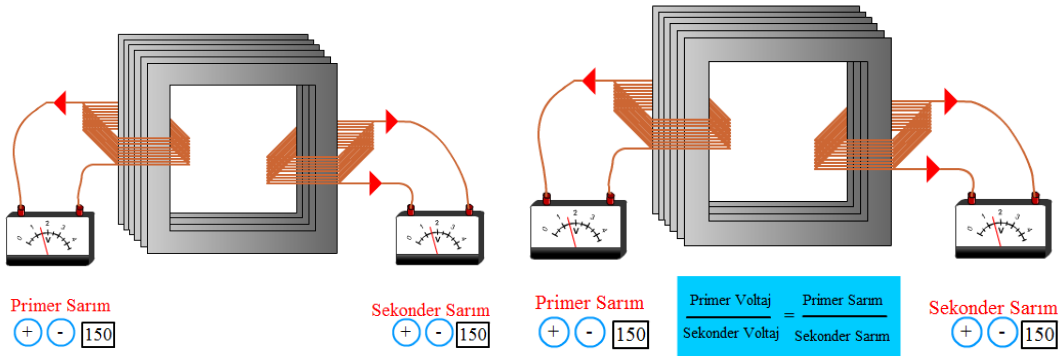
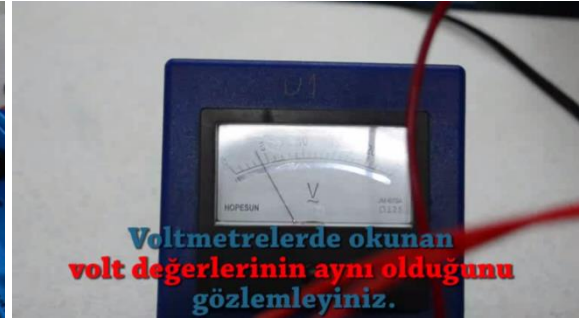
Deneye geçebilirsiniz

4. Hafta

Bu deney süresince öğrenciler 10, 20 ve 30 ohm luk dirençleri kullanacakları belirtilmiştir. Ayrıca ampermetre ve voltmetreyi devreye bağlarken **+ kutuptan + kutba, - kutuptan - kutba** doğru bağlamaları gerekmektedir.

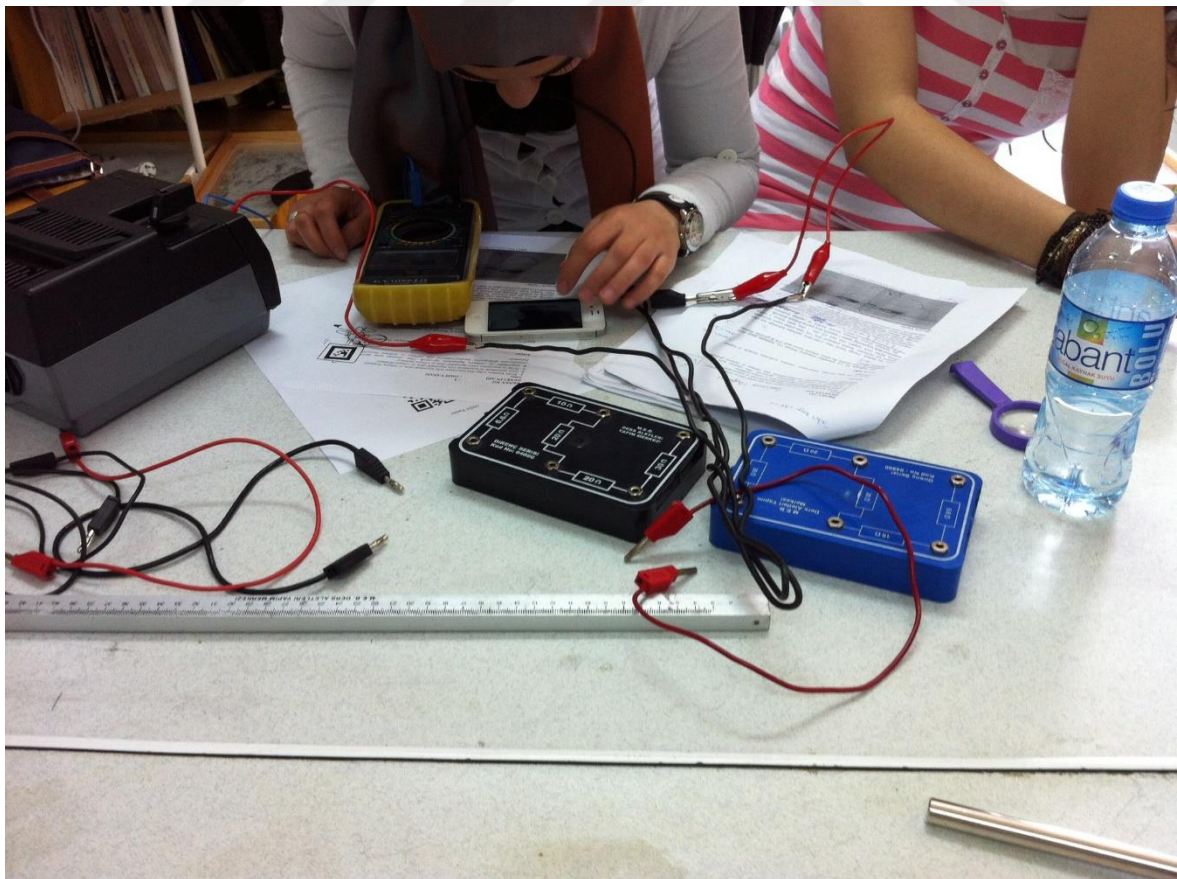
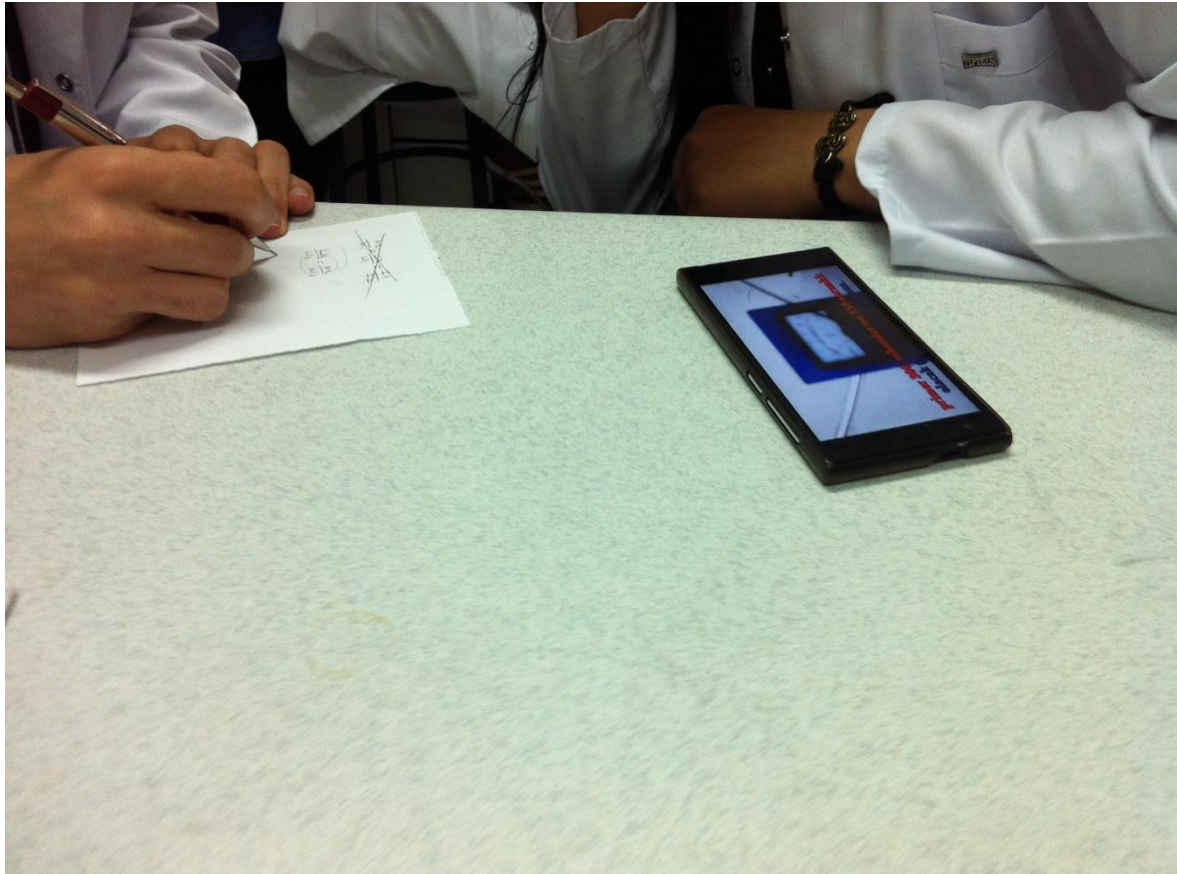


5. Hafta



EK 7. Deney Grubu Ortamı





EK 8. Belirtke Tablosu

Öğrenme Düzeyi	Kazanımlar
Bilgi	Deney için gerekli birimleri tanımlar
	Deneyde inceleme için gerekli problemleri tanımlar
	Deney ile ilgili teorileri ve bilgileri tanımlar
Kavrama	Deneyde kullanacağı modeli bilir
	Mantıksal deney hipotezleri geliştirir
	Deneyden veri toplar ve açıklar
	Bulguları sorgular
	Bulguları açıklar
Uygulama	Deney düzenliğini uygun biçimde kurar
	Gerekli hesaplamaları yapar
	Diğer gruplar ile bulguları paylaşır
	DeneySEL bulguları transfer eder



GAZİ GELECEKTİR..