



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE KAREKOD TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK
GELİŞTİRİLEN MEKANİK LABORATUVARI DENEYLERİNİN BAZI
DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Suphan Ceren BAŞAL

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2019

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye ... En İyiyeye ...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE KAREKOD TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK
GELİŞTİRİLEN MEKANİK LABORATUVARI DENEYLERİNİN BAZI
DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

A RESEARCH ON EVALUATING THE IMPACT ON SOME VARIABLES FOR
MECHANICS LABORATORY EXPERIMENTS DEVELOPED WITH AUGMENTED
REALITY AND QR CODE TECHNOLOGIES

Suphan Ceren BAŞAL

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2019

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Suphan Ceren BAŞAL'ın hazırladığı "Artırılmış Gerçeklik ve Karekod Teknolojileri Kullanılarak Geliştirilen Mekanik Laboratuvarı Deneylerinin Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması" başlıklı bu araştırma j¼rimiz tarafından Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi **Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri BaŐkanı

Prof. Dr. Mustafa KARADAĞ

İmza

J¼ri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr. Celal BAYRAK

İmza

J¼ri Üyesi

Doç. Dr. IŞıl AYKUTLU

İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 17/ 06 / 2019 tarihinde uygun gör¼lm¼Ő ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Araştırmada, artırılmış gerçeklik (AG) ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin, fizik öğretmen adaylarının mekanik laboratuvarındaki akademik başarılarına, tutumlarına ve kaygılarına etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda mekanik laboratuvarı föyünde yer alan mekanik ve doğrusal hareket, değişken “g” sarkacı, hava masasında eğik düzlem, basit harmonik hareket ve serbest düşme hareketi deneyleri, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilmiştir. Nicel araştırma yöntemi ile gerçekleştirilen araştırma, deneme modeline göre yürütülmüştür. Deneme modeli olarak öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde, Hacettepe Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı’nda FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersine kayıtlı toplam 16 öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının başarılarını değerlendirmek için “Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi (TFLBT)”, tutumlarını incelemek için “Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği (FLYTÖ)” ve kaygılarını belirlemek için de “Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeği (FLKÖ)” kullanılmıştır. Elde edilen bulguları desteklemek amacıyla ayrıca deney grubu öğretmen adaylarının altı tanesi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Verilerin Mann-Whitney U Testi ve Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi ile analiz edildiği araştırmada, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının öğretmen adaylarının başarılarını ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve kaygılarını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar paralelinde, AG ve karekod teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve sadece fizik eğitimi alanında değil, diğer laboratuvar uygulamalı bilim dallarında da kullanılması önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: fizik eğitimi, mekanik laboratuvarı, artırılmış gerçeklik, karekod.

Abstract

This research study aims to identify the impacts of augmented reality and QR code based mechanics laboratory experiments (mechanical and linear motion, simple harmonic motion, inclined plane at air table, variable “g” pendulum, free fall) on physics teacher candidates’ academic performance, attitude and concerns towards physics laboratories. The research has been carried out with the quantitative research method according to the sampling model. Quasi-experimental design with pre-test / post-test control groups were used as the test model. The research study included 16 teacher candidates at 2nd grade. They were taking FZÖ203 Mechanics Laboratory course during 2016-2017 fall semester at Hacettepe University Mathematics and Science Education School, Physics Education Department. In this study “Fundamental Science Laboratory Achievement Test”, “Attitude Scale Towards Physics Laboratory” and “Physics Laboratory Concerns Scale” were used to evaluate the performance and the attitude and to analyze the concerns of the teacher candidates. In addition, semi-structured interviews with six of the teacher candidates were carried out in order to support the findings of the research conducted Mann-Whitney U Test and Wilcoxon marked rows. Test were used to analyze the data obtained from the research study and the result obtained showed that AG and QR code-based mechanics laboratory experiments have positively influenced the academic performance and attitude of teacher candidates and decreased their concerns. In parallel to results obtained, it is highly recommended that AG and QR code Technologies should not only be used for physics education but also can be extended to other applied laboratory sciences as well.

Keywords: physics education, mechanics laboratory, augmented reality, qr code

Teşekkür

Araştırmam boyunca tez danışmanlığımı üstlenen, araştırma sürecinin başlangıcından bitimine kadar değerli vaktini ayıran, hayalimi gerçekleştirmem de yolumu açan hocam sayın Prof. Dr. Celal BAYRAK' a katkılarından dolayı sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Değerli jüri üyem Prof. Dr. Mustafa KARADAĞ' a tezime yapmış olduğu katkılardan dolayı çok teşekkür ederim.

Tez jürimde bulunan, araştırmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, değerli önerileriyle tezimi şekillendiren Doç. Dr. Işıl AYKUTLU' ya desteğinden ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamda desteğini hep yanımda hissettiğim, aynı ofisi paylaştığım değerli çalışma arkadaşım Arş. Gör. Sevim BEZEN' e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde kullandığım materyallerin geliştirilmesinde emeklerini ve desteklerini bir an olsun esirgemeyen, eğitim gönüllüsü Simge Simülasyon Teknolojileri Ceo su Kürşat Özcan ve tüm ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Sonsuz sevgilerini, desteklerini ve dualarını her zaman yanımda hissettiğim, yıllarca mesleklerini büyük bir saygı, özveri ve tutkuyla yapan resim öğretmeni canım annem Fethiye ÇEÇEN' e ve kendisi de bir fizikçi olan, bana mesleğimi sevdiren, ailemizin çınarı canım babam Mahmut ÇEÇEN' e en içten sevgilerimi ve minnetlerimi sunarım.

Yoğun araştırma sürecinde maddi ve manevi her açıdan yanımda olan, karşılaştığım sorunları aşmamda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, insanın kaç yaşında olursa olsun istediği şeyleri yapmaktan vazgeçmemesi gerektiğini söyleyen ve bu süreçte hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan sevgili eşim Mehmet Tayfun BAŞAL' a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Varlıkları ve sevgileri ile hayatımı anlamlandıran, tezimin bitmesini merakla ve sabırla bekleyen, en büyük şükür sebeplerim, en büyük iyikilerim oğullarım Deniz Alp BAŞAL ve Yiğit Ata BAŞAL' a, bu süreçte gösterdikleri anlayış, duydukları heyecan ve verdikleri manevi destek için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Öz.....	ii
Abstract.....	iii
Teşekkür.....	iv
Tablolar Dizini.....	viii
Şekiller Dizini.....	ix
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	x
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	7
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	10
Araştırma Problemi.....	14
Sayıltılar.....	15
Sınırlılıklar.....	16
Tanımlar.....	16
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	18
Karekod.....	22
Karekod ile ilgili araştırmalar.....	23
Artırılmış Gerçeklik.....	28
Artırılmış Gerçeklikle İlgili Araştırmalar.....	35
Bölüm 3 Yöntem.....	60
Araştırmanın Modeli.....	60
Çalışma grubu.....	61
İzlenen Yol.....	62
Veri Toplama Araçları.....	65
Verilerin Analizi.....	76
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	77
Birinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum.....	77

İkinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	78
Üçüncü Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	78
Dördüncü Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	85
Beşinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	85
Altıncı Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	86
Yedinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	93
Sekizinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	94
Dokuzuncu Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum	95
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	100
Sonuç ve Tartışma	100
Öneriler	105
Kaynaklar	108
EK-A: Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi.....	136
EK-B: Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği.....	142
EK-C: Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeği	144
EK-Ç: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	145
EK-D: Gönüllü Katılım Formu	146
EK-E: Mekanik Laboratuvarı Föyü.....	147
EK-F: Mekanik ve Doğrusal Hareket Deneyinde Kullanılacak Karekod.....	175
EK-G: Değişken “g” Sarkacı Deneyinde Kullanılacak Karekod.....	176
EK-H: Hava Masasında Eğik Düzlem Deneyinde Kullanılacak Karekod	177
EK-I: Basit Harmonik Hareket Deneyinde Kullanılacak Karekod	178
EK-İ: Serbest Düşme Hareketi Deneyinde Kullanılacak Karekod.....	179
EK-J: Etik Komisyonu Onay Bildirimi	180
EK-K: Etik Beyanı.....	181
EK-L: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu	182
EK-M: Thesis Originality Report	183

EK-N: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı..... 184

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Gruplar ve Araştırma Deseni</i>	61
Tablo 2 <i>Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Konu Dağılımı</i>	65
Tablo 3 <i>Fizik Tutum Ölçeğindeki Olumlu ve Olumsuz Maddelerin Puanlandırılması</i>	66
Tablo 4 <i>Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	77
Tablo 5 <i>Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	78
Tablo 6 <i>Kontrol ve Deney Gruplarının Başarı Testi Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	79
Tablo 7 <i>Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	85
Tablo 8 <i>Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	86
Tablo 9 <i>Kontrol ve Deney Gruplarının Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	87
Tablo 10 <i>Kontrol ve Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeğindeki Olumlu Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest Uygulamadaki Tutum Düzeyleri</i>	88
Tablo 11 <i>Kontrol ve Deney grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeğindeki Olumsuz Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest Uygulamadaki Tutum Düzeyleri</i>	91
Tablo 12 <i>Fizik Laboratuvarına Yönelik Kaygı Ölçeği Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	94
Tablo 13 <i>Fizik Laboratuvarına Yönelik Kaygı Ölçeği Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları</i>	95
Tablo 14 <i>Kontrol ve Deney Gruplarının Kaygı Ölçeği Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	96
Tablo 15 <i>Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeğindeki Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest uygulamadaki Kaygı Düzeyleri</i>	96

Şekiller Dizini

Şekil 1. Elementlerin karekod kullanılarak oluşturulmuş sesli periyodik cetvelinin görseli (Bonitacio, 2012).....	26
Şekil 2. Gerçek sanal sürekliliği diyagramı (Milgram & Kishino, 1994).....	31
Şekil 3. İşaretçi tabanlı AG Uygulaması (Sırakaya, 2015).....	32
Şekil 4. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik (Sırakaya, 2015).....	33
Şekil 5. Işığın kırılması ile ilgili 3D tasarım (Cai vd., 2013).....	36
Şekil 6. İşlevsel olarak zenginleştirilmiş OptikAR-Temel geometrik optik uygulamasından ekran görüntüleri (Özarslan, 2013).....	37
Şekil 7. Uygulamada kullanılmak üzere geliştirilen MagAR cihazı (Abdüsselam, 2014).....	38
Şekil 8. Uygulama materyali ve uygulamadan görüntüler (İbarez vd., 2014).....	39
Şekil 9. Akım taşıyan düz telin manyetik alanı etkinliği (Timur ve özdemir, 2018).39	
Şekil 10. Manyetizma öğretimine yönelik geliştirilen AG tabanlı çalışma yapraklarında AG'yi tetikleyen bir hedef görüntü örneği (Timur ve özdemir, 2018).	40
Şekil 11. AG uygulamanın işaretleyici merkezinde görüntülenmesine bir örnek, geometri kitabı (İbili, 2013).	41
Şekil 12. Geometrik cisimlerin üç boyutlu hali (Gün, 2014).	42
Şekil 13. Uygulamada kullanılan AG etkinlik örnekleri (Şahin, 2017).	48
Şekil 14. Uygulamada kullanılan space 4D+ kartları (Şahin, 2017).....	49
Şekil 15. İzlenen yol aşamaları.....	62
Şekil 16. Serbest düşme hareketi deneyinde kullanılacak karekod	71
Şekil 17. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik ve doğrusal hareket deneyi görselleri	71
Şekil 18. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen değişken “g” sarkacı deneyi görselleri	72
Şekil 19. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen eğik düzlem deneyi görselleri.....	73
Şekil 20. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen basit harmonik hareket deneyi görselleri	74
Şekil 21. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen serbest düşme hareketi deneyi görselleri	75

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

AG: Artırılmış Gerçeklik

ARLAB: AG ve karekod teknolojilerinin kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları.

BİT: Bilgi ve İletişim Teknolojileri

FLKÖ: Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeği

FLYTÖ: Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

MAG: Mobil Artırılmış Gerçeklik

ÖA1: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan ilk öğretmen adayı

ÖA2: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan 2. öğretmen adayı

ÖA3: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan 3. öğretmen adayı

ÖA4: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan 4. öğretmen adayı

ÖA5: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan 5. öğretmen adayı

ÖA6: Yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan 6. öğretmen adayı

TFLBT: Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi

Bölüm 1

Giriş

İnsanoğlunun canlı ve cansız varlıkları inceleyerek, aralarındaki bağı ve neden-sonuç ilişkisini sorgulayarak yaptığı tüm çalışmaların sonucunda fen bilimleri meydana gelmiştir (Çepni, Akdeniz ve Ayas, 1995). Bilginin nasıl oluştuğu düşünüldüğünde, fen bilimlerinin, mevcut bilginin yorumlanabildiği, yeni bilgilerin de üretilebildiği bir sürece sahip olduğu görülmektedir (Çepni vd, 1997). Son 20-30 yıldır tüm araştırmacıların odağında yer alan fen bilimleri, bilgi ve teknolojideki gelişmelerin de temel kaynaklarındandır (Bayrak, Bezen ve Aykutlu, 2015). Bu hızlı gelişmeler gün geçtikçe fen bilimleri eğitimini daha da önemli kılmaktadır. Fen bilimleri eğitiminin temel amaçları arasında bireylerin, sürekli değişmekte ve gelişmekte olan yeniliklere uyum sağlayabilmeleri, en son teknolojik buluşlardan ve gelişmelerden her alanda yararlanabilmeleri ve bilimin gerekli olduğunu öğrenmeleri yer almaktadır (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003).

Fen bilimleri içinde önemli bir yere sahip olan fizik, baktığımız her yerde gerçekleşen doğa olaylarının pek çoğunu anlaşılır hale getirmektedir (Özel, 2004). Fiziğin tüm doğa bilimlerinin kaynağı olarak kabul edilmesinin nedeni, evrendeki olaylarının anlaşılmasında, deneysel gözlemlere ve nicel ölçümlere dayanarak araştırmaların yapılmasıdır (Aycan ve Yumuşak, 2003). Özdaş (1991)' a göre fizik, doğayı anlamakla birlikte, doğa olaylarının nedenlerini ve sonuçlarını öğrenmenin yanı sıra bunları matematiksel metotlarla tanımlayabilmektir. Fizik bunları yaparken, bilimsel inceleme ve araştırma metotları da geliştirmektedir. Aynı zamanda teknolojik gelişmelerin temelini oluşturmada bulguları, kuralları ve geliştirdiği araştırma metotları ile diğer bilim dallarını da etkileyerek, onların gelişimine de katkıda bulunmaktadır. Fiziğin bu özellikleri, günlük hayatın her alanında uygulama alanı bulabilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, fizik eğitiminin dikkatli ve etkin bir şekilde yapılması gerekmektedir (Özel, 2004).

Fizik eğitiminin genel hedefleri arasında; öğrenciye bilimsel düşünme yeteneği kazandırmak, öğrencinin bilim ve teknoloji arasında ilişki kurabilmesine yardımcı olmak, bilim ve teknolojinin önemini anlamasını, fiziğe ilgi duymasını, yeni gelişmeleri takip edebilmesini sağlamak ve bilimsel sonuçlara ulaşırken gözlem, inceleme ve deney yaparak araştırma tekniklerini kullanmayı öğretmek

yer almaktadır (Soslu, 2012). İfade edilen tüm bu amaçların gerçekleştirilebilmesi, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri ile mümkün olmaktadır. Öğrenciler öğrenme sürecine bilimsel düşünme becerilerini de dâhil ederek, fiziği sorgulamalı ve bu süreçte aktif olmalıdır (Alouf ve Bentley, 2003). İyi bir fizik eğitimi; laboratuvarlar uygulamaları ve deneylerin çok olduğu, ezbercilikten uzaklaşarak mekanik öğrenmenin önüne geçildiği ve derste işlenen konuların günlük hayatla ilişkilendirilmesine dönük bir yaklaşım ile gerçekleştirilebilir (Yener, 2010).

Laboratuvarlar, öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenmeye dayalı etkinliklerde buldukları ortamlar olduğu için, fen öğretiminin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmekte (Ayas, 2006) ve laboratuvar uygulamaları da eğitimde odak noktalarından biri olarak görülmektedir (Domin, 1999; Hofstein, 2004; Singer, Hilton ve Schweingruber, 2005). Yaparak-yaşayarak öğrenme, öğrenilen bilginin uzun süre unutulmadığı, öğrenciye bilgiyi genelleme şansı sunan, yaratıcılığı destekleyen ve problem çözme becerisini geliştiren bir öğrenme şekli olarak tanımlanmaktadır (Çilenti, 1984). Armstrong (1973)'un bu konudaki "iştirsem unuturum, görürsem hatırlarım, yaparsam bilirim" sözü öğretmen ve öğrenenlere rehber olma niteliğindedir. Laboratuvar uygulamalarında ki temel amaç, öğrencilerin fen bilimleri ile ilgili temel kavramları öğrenmelerini sağlamaktır. Bu da ancak öğrencilerin söz konusu kavramları ispatlamaları ve laboratuvar ortamlarında bu kavramlarla ilgili deneyleri yapmalarıyla gerçekleşebilmektedir (Serin, 2002). Fizik dersi, teorik bilgi ve deneysel uygulamaları bir arada içerdiğinden, dersin öğretiminde laboratuvar uygulamalarının yeri ve önemi de ön plana çıkmaktadır (Açışlı, 2014). Birçok öğrenciye göre fizik dersi okul yaşamları boyunca karşılaştıkları en zor derslerin başında gelmektedir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Fizik konularının çok sayıda soyut kavram içeriyor olması öğrencilerin bu konuları anlamakta güçlük çekmelerine neden olmaktadır (Günbatır ve Sarı, 2005). Öğrencileri bu anlama güçlüğüne iten nedenler arasında, derslerin çoğu zaman uygulamadan uzak, tamamen teorik olarak işleniyor olması da yer almaktadır. Fizik konularındaki anlama güçlüklerini giderebilmek için öğrencilerin kavramakta zorlandıkları soyut kavramları somutlaştırabilmelerine yardımcı olmak ve konuları mümkün olduğunca uygulamalı anlatarak günlük hayatla ilişkilendirebilmelerini sağlamak gerekmektedir (Aycan ve Yumuşak, 2003). Sınıfta teorik olarak işlenen bir fizik dersinde, ders kitapları aracılığıyla öğrencilere

laboratuvarda kullanılan deney malzemelerinin sadece fotoğrafları gösterilmektedir. Ancak öğrenciler bu malzemeleri kullanamadığı için, öğrenme kısa süreli olmakta, kalıcı ve etkili bir öğrenme gerçekleştirilememektedir (Güven ve Gürdal, 2004; Sarı, 2013b). Laboratuvar uygulamaları ile, teorik olarak anlatılan bilginin deney yaparak pekiştirilmesi ve bu sayede kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanmaktadır (Sarı, 2013b). Kalıcı öğrenme, laboratuvar uygulamaları sırasında öğrencilerin ilgisini çekecek ve onlarda merak uyandıracak, laboratuvara karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirecek, etkili bir fen öğretimi ile gerçekleşebilmektedir (Nuhoğlu ve Yalçın, 2004). Öğrencilerin derslerde işlenen konuları ilgi çekici ve eğlenceli bulmaları ve derste aktif katılımlarının sağlanması ise yeni öğretim tekniklerinin yanında, farklı öğretimsel araç ve gereçlerin de kullanılmasıyla mümkün olmaktadır (Arıcı, 2013). Bu bağlamda fen derslerinde, öğretim ortamlarının öğrencilerin yaparak-yaşayarak bilgiye ulaşmalarına yardımcı olacak şekilde ihtiyaca göre düzenlenmesinde, kaynak çeşitliliğini artırmada ve kaynaklara erişimi kolaylaştırmada, aynı zamanda derse olan ilgilerinin canlı tutulmasında eğitim teknolojilerinin kullanımı ön plana çıkmaktadır (Akpınar, Aktamış ve Ergin, 2005).

Günümüzde araştırmacıların odağında, eğitim alanında Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) kullanımı yer almaktadır. Eğitimde BİT kullanımının öğrencilerin başarısından, tutumuna pek çok değişken üzerinde olumlu etkilerinin olduğu çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Banerjee, Cole, Duflo ve Linden, 2007; Saka ve Yılmaz, 2005; Song ve Kang, 2012; Uğur ve Kocadere, 2016; Yenice, 2003). BİT baş döndürücü bir hızla değişip gelişirken, bu değişime bağlı olarak öğrencilerin öğrenme alışkanlıkları farklılaşmakta ve bu durum öğrencilere yeni bilgi ve becerilerin kazandırılması gereğini doğurmaktadır (Seferoğlu, 2015). Geçen yüzyılın başlarında bireylerin sadece okuma-yazma becerisi ile sınırlı olan yetkinlikleri yeterli görülürken, günümüzde üst düzey düşünme becerisine sahip, teknolojiyi etkin şekilde kullanabilen ve yeni ürünler ortaya çıkarabilen bireyler yetiştirmek bir zorunluluk haline almaktadır. Bu süreçte geleneksel öğretim ortamlarının pek çok açıdan yetersiz kaldığı düşünülmektedir (Akıncı ve Seferoğlu, 2010). BİT, toplumların günlük yaşamıyla çeşitli yönlerden iç içe geçerek öğrenme süreçlerinde etkin olarak kullanılmaya başlanmakta ve etkileşimli, daha özgün ve daha fazla duyuşal uyarana hitap etmesi sebebiyle, öğrenenler tarafından da

tercih edilmektedir (Martin-Gutierrez vd., 2015). Dijital bir çağda doğmuş ve büyümüş, bugün z kuşağı olarak adlandırılan günümüz öğrenenlerinin sürekli değişen beklentilerini karşılamak oldukça güç olduğundan, eğitim kurumlarının bu beklentileri karşılayabilmek için mevcut öğretim programlarında değişikliklere gitmeleri, bu programlarda ileri teknolojilerin kullanılmasına olanak sağlamaları gerekmektedir (Somyürek, 2014). Bu gereklilik mobil cihaz teknolojilerin kullanımının eğitim ortamlarına taşınmasını sağlamaktadır. Mobil cihazlar denildiğinde, herhangi bir yere ve güç kaynağına bağlı kalmadan kullanılabilen, rahatlıkla taşınabilen küçük cihazlar akla gelmektedir. Bu cihazların en bilinenleri, akıllı telefonlar, tabletler, laptoplar, medya oynatıcılar ve MP3 çalarlardır (Ekren ve Kesim, 2016). Mobil cihazlar mekân ve zamandan bağımsız olarak kullanılabilme özelliğine sahip iken, masaüstü bilgisayarlar ve sabit telefon hatları ile gerçekleştirilen internet bağlantıları, yer ve zaman anlamında sınırlılıklar yaşanması nedeniyle mobil cihazların sunduğu olanakları sunamamaktadır. Teknolojinin gelişim sürecine bakıldığında, ilk olarak bilgisayarların ardından internetin ortaya çıktığı, bu süreci mobil cihazların takip ettiği ve mobil cihazların gelişmesi, kullanımının yaygınlaşmasıyla da teknolojiye hızlı ve büyük değişimlerin başladığı görülmektedir (Hayes vd., 2004). Bu değişimler ister istemez eğitim ve öğretim ortamlarına da yansımakta ve mobil cihazlar, öğrenenlerin farklı öğrenme şekilleri dikkate alınarak hazırlanan eğitim materyalleriyle birlikte, eğitim alanında kullanılmaya başlamaktadır. Mobil cihazların eğitim alanında kullanıma sunulması, internet üzerinden otomatik olarak yüklenen video vb. dijital medya ürünleri içeren dosyalar ya da video ve ses kaydı gibi değişik formlarda hazırlanan içeriklerin geliştirilmesiyle mümkün olmaktadır (Demirer ve Erbaş, 2015; Traxler ve Vosloo, 2014). Mobil cihazların öğrenme ortamlarında kullanılmasıyla birlikte mobil öğrenme kavramı ortaya çıkmaktadır (Woodill, 2011). Mobil öğrenme, öğrenmenin cep telefonu, tablet PC, notebook ve el bilgisayarları gibi mobil teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Yuen ve Wang, 2004). Bir başka deyişle, öğrenmenin mobil cihazlar aracılığıyla, içerik ya da sosyal etkileşimle, zaman ve mekândan bağımsız olarak gerçekleştirilmesidir (Ozan, 2013). Öğrenciler mobil öğrenme sürecinde, eğitim içeriklerini sürekli olarak yanlarında taşıyabilmekte, görüntü, video, ses, yazı gibi farklı türdeki yardımcı kaynaklara kolaylıkla erişebilmektedir. Mobil teknolojilerin eğitim alanında kullanılmasının bazı avantajları; öğrenmeyi yaşam boyu kılıyor olması,

öğrenmenin farkında olmadan ve ihtiyaç anında zaman ve mekâna bağlı kalmaksızın gerçekleştirilmesi olarak sıralanabilir. Aynı zamanda mobil cihazların bireye istediği yerde ve zamanda öğrenme sürecini başlatıp, istediği anda bu süreci sonlandırabilme fırsatı vermesiyle, yer ve şartlara göre istenilen şekilde ayarlanabilen öğrenme olanakları sunulmaktadır (Bulun, Gülnar ve Güran, 2004). Son dönemde, mobil cihazlar üzerinden eğitim alanlarına erişilebildiği, bilgi ve kaynak paylaşılabilirdiği için bu cihazların eğitim amaçlı kullanımlarında büyük bir artış görülmektedir.

Günümüzde BİT teknolojilerinde yaşanan ani değişim ve mobil teknoloji kullanımındaki ivmelenmeyle birlikte, görsel teknoloji içerikleri fark edilir düzeyde önem kazanmaya başlamıştır (Uluyol, 2016). Dünyada son zamanlarda geliştirilen görsellik teknolojileri arasında en dikkat çekici olanlarından biri artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisidir. AG uygulamalar, en basit hali ile canlandırılmış karekodlar olarak tanımlanmaktadır (Çakal ve Eymirli, 2012). Karekod kavramı, ingilizcede “quick response code” (QR) olarak kullanılmakta, dilimize “hızlı yanıt kodu” olarak çevrilmektedir (Bozkurt, Karadeniz ve Erdoğan, 2018). Karekodun temelini oluşturan barkod teknolojileri, bilgi kodlama teknolojisi olarak kabul edilmektedir. Barkodlar en bilinen hali ile iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar doğrusal barkodlar ve 2D yani iki boyutlu barkodlar olarak adlandırılmaktadır. 2D barkodlar, doğrusal barkodun iki boyutlu olarak geliştirilmesiyle elde edilen daha yüksek kapasiteye sahip, kısıtlı bir anlamda da olsa teknik açıdan AG uygulaması olarak kabul edilebilen barkodlardır. İki boyutlu barkodların en yaygın kullanılan türü de günümüzde karekod olarak karşımıza çıkmaktadır (Acartürk, 2012). Karekod teknolojileri eğitim alanında mobil öğrenme yöntemleri kapsamında kullanılmaktadır ve basılı eğitim materyallerine yerleştirilerek, öğrencinin bilgiye ve çevrimiçi kaynaklara mobil cihazlar üzerinden erişiminin sağlandığı bir teknolojidir (Aktaş, 2012). Mobil cihazların her zaman ve her yerde insanın yanında olabilen tek teknoloji olması, eğitim alanındaki öğrenme etkinliklerinin de sadece sınıf ortamı ile sınırlandırılmamış olmasını sağlamaktadır (Saran, Seferoğlu ve Çağıltay, 2009). Öğrenciler mobil cihazlar aracılığı ile, sınıf içi sunumlara karekodlar üzerinden ulaşabilmekte, bu da öğrencilerin sunum içine yerleştirilen elektronik kaynaklara, görüntülere, ses dosyalarına ve yazılı kaynaklara kolaylıkla erişebilmelerini sağlamaktadır (Aktaş ve Çaycı, 2013a). Karekodun eğitim

materyallerinde kullanılması, geleneksel eğitim materyalleri ile yeni BİT teknolojilerinin bütünleşmesini sağlamakta böylece karekodlar geleneksel eğitim materyalleri ile çevrimiçi kaynaklar arasında bir nevi köprü görevi görmektedir. Eğitim ortamlarında basılı öğrenme kaynakları ile çevrimiçi öğrenme kaynaklarının (örn: web sayfalarındaki bilgilerin) bir arada kullanılmasının, öğrencinin konuya olan ilgisini ve öğrenme başarısını artırdığı görülmektedir (Acartürk, 2012). Mobil cihazların eğitim ortamlarında kullanımın giderek yaygınlaşması ve her geçen gün farklı yaş gruplarındaki insanlar tarafından mobil uygulamaların kullanımına olan talebin artması, mobil cihazlarla çalışan uygulamaların yapısında nitelik ve nicelik olarak değişiklikler yaşanmasına sebep olmaktadır. AG teknolojisi tam da bu noktada, son yıllarda eğitim alanında kullanımı gittikçe popüler bir hal almaya başlayan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Küçük, Kapakin ve Göktaş, 2015; Wu, Lee, Chang ve Liang, 2013).

Azuma (1997) AG için, “gerçek görüntüler üzerine sanal nesnelere yerleştirilmesiyle, gerçek ve sanal ortamların eş zamanlı olarak birleştirilerek, üç boyutlu ortamlar yaratılmasıdır”, ifadesini kullanmıştır. Gonzato vd. (2008)’ de AG’ yi benzer bir şekilde, gerçek dünyanın metin, resim, ses, animasyon, video gibi sanal nesnelere kullanılarak artırılmış yani zenginleşmiş gibi gözükmelerini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlamaktadır. Böylece algılanan gerçeklik değiştirilerek, zenginleştirilmiştir. Son yıllarda AG teknolojilerine yönelik araştırmaların, eğitim teknolojilerindeki araştırma eğilimleri arasında ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir (Özdemir, 2017). AG teknolojisinin eğitim alanında kullanımının popüler hale gelmesinde, bu teknolojinin kullanılmasıyla, eğitimin daha kaliteli hale getirilerek etkin bir şekilde gerçekleştirilebiliyor olmasının, öğrenmenin yaparak-yaşayarak kalıcılığının sağlanmasının ve öğrencilerin derslere aktif katılımı ile motivasyonun artıyor olmasının etkili olduğu düşünülmektedir (İbili ve Şahin, 2013; Uluyol ve Eryılmaz, 2014). Ayrıca AG teknolojisi kullanılarak, öğrenim amaçlı farklı materyaller geliştirilebilmekte, bunlar üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir ve uygulamayı kullananlar ve kullanılan materyal arasında etkileşimli bir ortam yaratılarak, nesnelere dokunabilme ve onları hareket ettirebilme hissi oluşturularak, kullanıcı kontrolü ile materyaller üzerinde düzenleme ve değiştirmeler de yapılabilmektedir (İbili ve Şahin, 2013). Bunlara ek olarak, teknoloji ile iç içe yaşayan günümüz ve geleceğin öğrenenlerinin, eğitsel

ortamlarda AG tabanlı uygulamalar ve simülasyonlar gibi yenilikçi yaklaşımlarla bütünleşmek istediklerini belirttikleri de unutulmamalıdır (Klopfer ve Yoon, 2004).

Sonuç olarak, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin, bu teknolojilerin sağladığı avantajlar ve günümüz öğrenenlerin beklentileri göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarının laboratuvar ortamlarındaki başarıları, tutumları ve kaygıları üzerinde olumlu etki sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu araştırmada AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarıları, fizik laboratuvarına yönelik tutumları ve kaygıları üzerine olan etkisi incelenecektir.

Problem Durumu

Fizik eğitimcileri arasında, temel fiziğin öğretilmesi konusunda özellikle mekanik konularının öğretimi ön plana çıkmaktadır. Çünkü fizikte öğretilen ilk konular her zaman mekanik konuları olmaktadır (Eryılmaz ve Tatlı, 2000). Fizik eğitiminde yapılan araştırmalar incelendiğinde, fizik konu içeriği olarak üzerinde en çok araştırma yapılan alanların başında mekanik konusunun geldiği görülmektedir (Aykutlu, Ertaş ve Şen, 2011). Cisimlerin hareketini, harekete neden olan etkileri ve cisimlerin denge durumlarını inceleyen mekanik, öğrencilerin kavramsal anlamada en fazla zorlandığı alanlar içerisinde yer almaktadır (Ateş, 2008; Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Kaplan, Yılmazlar ve Çorapçıgil, 2014). Fizik konularındaki anlama zorluklarını gidermek için, öğrencilerin kavramakta güçlük çektikleri konuların, öğrenmenin teorik bilgilerin deneyimlenmesiyle sağlandığı laboratuvar ortamlarında öğretilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir (Çallıca vd., 2001; Gürdal, 1997; Kurt, 2003; Yeşilyurt, 2003).

Öğrencilerin istenilen bilgiyi hangi yollarla edinebileceğinin gösterildiği ve edindikleri bilgileri anlayıp, yorumlayıp konu ile ilgili uygulamaları rahatlıkla yapabilecekleri ortamlar laboratuvarlardır. Aynı zamanda bu ortamlarda öğretim, yaparak yaşayarak gerçekleştiği için öğrenmenin kalıcılığı da sağlanmış olmaktadır (Karakuyu, Bilgin ve Sürücü, 2013). Laboratuvar uygulamalarının amaçları, öğrencilere araştırma ve gözlem yapma becerilerini kazandırabilmek, bilimsel araştırmalar yaparken kullanabilecekleri teknikleri öğretmek, karşılaşılabilecekleri sorunları çözme yeteneklerini arttırmak ve laboratuvar

uygulamalarına olan tutumlarının olumlu yönde gelişmesine destek olmaktadır (Algan, 1999; Brown ve Atkins, 1997). Tutum kavramı, kişinin çevresindeki nesnelere, gerçekleşen durum ya da olaylara, kavramlara yönelik geliştirdiği olumlu ya da olumsuz tepkide bulunma (düşünme, hissetme ve davranma) eğilimi olarak ifade edilmektedir (Eagly ve Chaiken, 1993; Tezbaşaran, 1997). Fiziki olarak uygun, güvenli ve kurallı laboratuvar ortamlarının öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumlarında olumlu yönde bir gelişme sağlayacağına inanılmaktadır (Akpullukçu ve Çavaş, 2012; Şenler, Karışan ve Bilican, 2017). Laboratuvar uygulamalarında, öğretmen adaylarının ilgi ve yetenekleri doğrultusunda düzenlenen ve gerçekleştirilen görsel deneylerin daha sık yer almasının, fizik laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumu olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Nuhoğlu ve Yalçın, 2004). Bunun yanı sıra, öğrencilerin laboratuvara karşı olumlu tutum geliştirmeleri onların fizik laboratuvar başarılarını da etkilemektedir. Çünkü öğretim ve öğrenme sürecinde öğrencilerin başarıları, bilgi ve becerilerinin yanında, kaygı ve tutum gibi duyuşsal faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Turner ve Lindsay, 2003). Bazı durumlarda öğrencilerin laboratuvar ortamlarında deney yaparken tedirginlik, korku, isteksizlik gibi olumsuz duygulara sahip olduğu tespit edilmiştir (Uşaklı ve Akpınar, 2015). Genel olarak ülkemizde fizik dersi, başarı ortalaması oldukça düşük bir ders olarak görülmekte ve bu başarısızlığın sebepleri arasında öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik kaygılarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Kaygının yüksek olması, başarı ve tutumu da olumsuz yönde etkilediğinden, öğretmen yetiştirme programlarında, öğretmen adaylarının kaygılarını azaltmak, fizik ve diğer fen bilimleri disiplinlerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağlamak için farklı yöntem, teknik ve uygulamalar geliştirilmelidir. (Kırılmazkaya, 2017).

Günümüzde fizik eğitimcilerinin genel hedefleri arasında laboratuvar eğitimindeki değişimlere ivme kazandırılması yer almaktadır. Bu hedefler arasında, öğrencilerin eğitimi adına araştırmalar yapılması ve bu araştırmaların teknoloji ile desteklenmesi ön plana çıkmaktadır (Yener, 2010). Eğitimde teknoloji kullanımı üzerinde önemle durulan ve okullarda etkili öğrenmelerin gerçekleştirilmesinde çözüm olarak önerilen bir konudur. Eğitimde BİT kullanımının, öğrencilerin başarılarını arttırdığı, dikkatlerini ders içeriğine çekerek anlamlı ve kalıcı öğrenme sağladığı aynı zamanda öğrenme sürecini de dinamik ve etkin kıldığı bilinmektedir

(Korkmaz, 2013; Sumadio ve Rambli, 2010). Her geçen gün teknolojinin akıl almaz bir hızla gelişmesiyle birlikte, öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve öğrenmelerini kolaylaştırmak için eğitim teknolojileri alanında da yeni teknolojilerin kullanımının denendiği görülmektedir. Bu teknolojilerden biri mobil cihazlarla kullanılabilir olmasıyla ön plana çıkan, öğrenenlere, basılı içeriğe ek olarak zengin içerikler sunabilen karekod teknolojisidir (Bozkurt, Karadeniz ve Erdoğan, 2018). Eğitim alanında karekod teknolojisinin kullanılmasıyla, öğretmek istenen bilgi sadece kitap sayfalarıyla sınırlı kalmamakta, öğrenenlere çok daha zengin içerikler sunulabilmektedir. Bu sayede öğrenenlerin daha üretken olduğu, bilgiye çok çabuk erişebildikleri için streslerinin azaldığı, öğrenmelerinin ve dersteki başarılarının olumlu yönde etkilendiği ifade edilmektedir (McCabe ve Tedesco, 2012; Özçelik ve Acartürk, 2011; Yfantis vd., 2012). Bu teknolojilerden bir diğeri de AG teknolojisi olarak karşımıza çıkmaktadır. AG, gerçek dünyanın teknolojik araçlar ve uygulamalar kullanılarak zenginleştirilmesiyle oluşturulan, üç boyutlu ortamlar olarak tanımlanmaktadır (Saritepeci, Durak ve Balıkçı, 2017). AG ortamların eğitim alanında kullanılmasının öğrencilere sağladığı bazı avantajlar bulunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları; öğrencinin gerçekçi bir deney ortamında aktivitelerde bulunmasıyla deneylerin kolaylaştırmasına yardımcı olması, eğitim ortamlarına kazandırdığı yeniliklerle doğru bilgi ve sonuçlara erişmede ve bu şekilde edinilen bilginin de anlaşılmasında ve sorgulanmasında etkili olması, şeklinde sıralanmaktadır (Abdüsselam ve Karal, 2012). Bunların yanı sıra sunduğu görselleştirme olanakları ile, 3 boyutlu ders içerikleri geliştirilebilmesine de imkân vermektedir. Ders içerikleri 3 boyutlu olarak geliştirildiklerinde, öğrencilerin nesnelere konum, açı, döndürme, çevirme gibi özelliklerle incelemeleri (Shelton ve Hedley, 2002; Shelton ve Stevens, 2004) sağlanmış olmaktadır. Ayrıca AG teknolojisinin kullanıldığı ortamların, geleneksel yöntemlerle ders işlenen ortamlara göre, öğrencilerin derse odaklanabilme sürelerini arttırdığı da bilinmektedir. Alan yazında, öğrencinin başarısını olumlu yönde etkileyen faktörlerden birinin derse odaklanma süresinin uzatılabilmesi olduğu vurgulanmıştır (Wagner ve Barakonyi, 2003). Yapılan araştırmalar sonucunda öğrencilerin AG uygulamaları kullanmaktan memnun kaldıkları, bu uygulamayı kullanmak istediklerini belirttikleri, kaygı düzeylerinde azalmanın olduğu ve AG teknolojisinin kullanıldığı öğrenme ortamlarının, bu ortamlara katılan öğrencilerin fizik dersine karşı tutumlarını olumlu

yönde etkilediği de bilinmektedir (Akçayır, 2016, Akçayır. M, Akçayır. G, Pektaş ve Ocak, 2016).

Bütün bu bilgiler doğrultusunda, laboratuvar uygulamalarının temel amaçları ve AG ve karekod teknolojilerinin eğitim ortamlarında kullanılmasının öğrenenlere sağladığı avantajlar göz önünde bulundurulduğunda, bu teknolojiler kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin, öğretmen adaylarının başarıları ve tutumlarının artırılmasında ve kaygılarının azaltılmasında nasıl bir etkisinin olacağının belirlenmesi bu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Günümüzde hızla değişen ve gelişen bilim çağına ayak uydurmak için üstün niteliklerde ve donanımlı eğitim almış bireylerin yetiştirilmesi bir zorunluluk halini almıştır. Eğitim kurumlarının en önemli görevlerinden biri bu bireylerin yetiştirilmesini sağlamaktır. Eğitim kurumları, kişilerin fen ile ilgili kazanımlarını geliştirebilecekleri yerlerdir ve bu kurumlarda fen eğitiminin amaçlarına uygun şekilde yapılabilmesi, öğrencilerin derslerde ezberden uzak, laboratuvar uygulamalarının ve deneylerin ön planda olduğu öğretim yöntemlerinin kullanılması ile sağlanmaktadır (Güven ve Gürdal, 2004). Bu yöntemlerden, teorik olarak edinilen bilginin deneyimlenmesi prensibine dayanan laboratuvar yöntemi, öğrencilerin soyut kabul edilen kavramları rahatlıkla anlayabilmelerinde ve başarının artırılmasında önem taşımaktadır (Özgüler, 2009). Laboratuvar yönteminde temel amaç, öğrenciye teorik olarak anlatılan bilgilerin, deneyler yolu ile öğrencinin olayı bizzat yaparak, görerek ve yaşayarak öğretilmesinin sağlanmasıdır. Bu sayede anlamlı öğrenme gerçekleşmekte, bilgilerin daha kalıcı olması ve daha iyi kavranması mümkün olmaktadır (Sarı, 2013a).

Fizik dersleri işlenirken teorik ve uygulama olarak iki ayrı kısma ayrılır. Dersin teorik kısmı sınıf ortamlarında işlenirken, uygulamalı kısımları için laboratuvar ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Fizik dersi, üniversitelerde birçok fakültenin sayısal bölümlerinde ortak bir ders olarak okutuluyor olmasına rağmen çoğu eğitim kurumunda laboratuvar bulunmamaktadır. Laboratuvar olsa bile, laboratuvarlarda bulunan araç-gereçlerin yetersizliği, fiziki şartların elverişsizliği ve sınıftaki öğrenci sayısının fazla olması gibi pek çok faktör yüzünden laboratuvar uygulamaları istenilen düzeyde yapılamamaktadır (Köklü, 2015). Ayrıca malzeme

yetersizliğinin yanı sıra laboratuvar dersleri için programla belirlenen ders saati sürelerinin sınırlılığı da laboratuvar ortamlarının kullanımını kısıtlamaktadır (Demir, Büyük ve Koç, 2011). Bu durumlar giderilmeden yapılan laboratuvar uygulamaları öğrenci motivasyonunu olumsuz etkilediği için konuların öğretilmesinde de istenilen hedefe ulaşmada yetersiz kalınmaktadır (Gül, 2016). Geleneksel laboratuvar yöntemlerinin bu sınırlılıklarından ötürü eğitimciler farklı alternatifler düşünmekte ve bu noktada fen eğitiminde teknoloji kullanımını geleneksel laboratuvarlara bir destekçi olarak ön plana çıkarmaktadır (Özdener, 2005). Öğrencilerin laboratuvar çalışmalarında hata yapmamaları, konularla ilgili kavram yanlışlarından kurtulmaları ve fizik dersini daha iyi anlayıp, öğrenmeleri için eğitim teknolojisinin tüm olanaklarının kullanılması söz konusu olmaktadır. Öğrencilere laboratuvar yönteminin yanında sanal materyal kullanımını sunmak ve gerçek fiziksel ortamları çeşitli ses, resim, video ve benzeri dijital ortamlarla çeşitlendirmek, öğrencilerin öğrenme ortamlarını zenginleştirerek öğrenmeyi daha etkin hale getirmektedir (Köklü, 2015). Öğrenciler, dijital ortamlarda, zihinlerinde canlandırmakta güçlük çektiği kavramları daha kolay öğrenmekte ve hatırlamaktadır (Pekdağ, 2010). Bunun yanında, laboratuvar uygulamaları sırasında, teknolojik gelişmelere paralel olarak, öğrencilere kullanılan son sistem ölçüm aletleri ve laboratuvar araç gereçlerinin, eğitim-öğretim için vazgeçilmez bir unsur olan öğrenme heyecanını arttırdığı ve başarıyı olumlu yönde etkilediği de bilinmektedir (Sönmez vd., 2005).

Bu bağlamda, her gün birbirinden farklı pek çok alanda sıklıkla karşımıza çıkmaya başlayan, öğrencilerin birbirleri ile iletişim ve dayanışma halinde olduğu, merak uyandırıp ilgilerini çeken ve işitme görme dokunma gibi duyuları aynı anda etkileyebilen AG uygulamalar ön plana çıkmaktadır (Altınpulluk, 2015; Çetinkaya ve Akçay, 2013;). Laboratuvar ortamında öğretilmesi gereken bilgilerin, AG teknolojisi kullanılarak geliştirilen öğretim materyali kullanılarak öğrenciye sunulması, öğrencilerin laboratuvar ortamı ile sınırlı kalmadan, deneyleri kendi kendilerine test edip, uygulayabilecekleri bir alan oluşturmaktadır. AG ortamların öğrenme sürecinde yer alması ile öğrenciler, sanal nesnelere artırılmış ortamları sınıf ortamından kopmadan kullanarak eğitim alma şansına sahip olmaktadır. Ayrıca, bu uygulamalar ile öğretme-öğrenme süreçleri zevkli hale gelmekte ve kalıcı öğrenmelerin oluşumuna da katkı sağlanmaktadır (Sırakaya ve Seferoğlu,

2016). AG teknolojileri, eğitimcilerin ve öğrenenlerin, gerçek dünyada bazı olanaksızlıklar sebebi ile temin edemedikleri bir malzeme olduğunda ya da konu anlatılırken soyut bulunan bir kavramın somutlaştırılmadığı durumlarda, gerçek ortamdan soyutlanmadan ve çok daha uygun maliyetlerle bu malzemeleri sanal olarak kullanma fırsatı sunmaktadır. Aynı zamanda eğitim sürecini de eğlenceli bir hale getirmektedir (Özel ve Uluyol, 2016).

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmaların temelinde fizik alanındaki çalışmaların olduğu ve fizikteki gelişmelerin diğer bilim dallarına hızla yayıldığı görülmektedir. Bu gelişmelerin çok kısa sürede teknolojiye yansısıyla, günümüz öğrencilerinin teknolojiyi yakından tanımalarının ve fiziği teknoloji destekli öğrenmelerinin önemi de gün geçtikçe artmaktadır (Erdem ve Uzal, 2018). Bu noktada, geleneksel laboratuvar uygulamalarının sınırlılıkları bu araştırma da AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının, öğretmen adaylarının akademik başarılarına, fizik laboratuvarına yönelik tutumlarına ve fizik laboratuvarına yönelik kaygılarına etkisinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

Bu araştırmanın, fizik eğitimi alanında, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının, öğretmen adaylarının akademik başarılarının, fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının artırılması ve kaygılarının azaltılması konusunda, alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda, bu araştırma fizik eğitiminde AG ve karekod teknolojileri kullanılmasına yönelik birden fazla değişkeni ele alan nicel bir araştırma olmasıyla da önem kazanmaktadır. Bu araştırmayla elde edilecek deneyim ve bulgular, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilecek nitelikli öğrenme materyallerinin tasarlanması ve etkilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi konusunda, ilgili araştırmalara yol gösterecek niteliktedir.

Bu araştırmada, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin yer aldığı ARLAB ismi verilen uygulama, mobil cihazlar aracılığıyla öğretmen adaylarının kullanımına sunulmuştur. Eğitim ortamlarında mobil teknolojilerin etkin olarak kullanılmaya başlanmasıyla, mobil öğrenme kavramı ortaya çıkmıştır. Mobil öğrenmeyle, öğrenciler mobil araçları kullanarak kablosuz ağlar üzerinden öğrenme ortamlarına ve eğitim materyallerine kolaylıkla erişebilmekte ve bu materyalleri öğrenme amacıyla kullanabilmektedir.

Araştırmada, öğretmen adaylarına mekanik laboratuvarı dersine hazırlanırken, istedikleri zaman internet ihtiyacı duymadan bilgiye erişmesinde ya da isterlerse internet aracılığıyla föyde yer alan deneylerin videolu görüntülerine, metnine, resim ve fotoğraf gibi her türlü içeriğe ulaşmasında kolaylık sağlanmıştır. Bu sayede öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamaları boyunca kendilerine uygun olan ve farklı birçok yönlerine aynı anda hitap eden öğrenme olanakları sunulmuş olmaktadır. Z kuşağı olarak adlandırılan günümüz öğrencilerinin en çok kullanmak istediği teknolojilerin başında mobil cihazların geldiği düşünülürse (Thinyane, 2010), öğrencilerin ilgi ve beklentilerinin karşılanması düzeyinde, bu araştırma fizik eğitimi alanında mobil teknolojilerin kullanılması adına büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca araştırmada mobil teknolojilerin kullanılmasıyla, öğretmen adayının bilgiye ulaşma süreci kısaltılarak bilgiye erişim hızı artırılmaktadır. Öğretmen adayı bilgiye yerden ve zamandan bağımsız olarak erişebilmektedir. Bu yönü ile araştırma, farklı disiplinlerde, eğitim ortamlarında bu teknolojilerin kullanılmasına öncülük yapacak niteliktedir.

Bu araştırma ile mekanik başlığı altında yer alan kuvvet ve hareket konusunda, öğretmen adaylarına daha önce laboratuvarında hiç sunulmamış bir ortam olan, AG ortamlarda, deney yapabilme olanağı tanınmaktadır. Araştırmada kullanılan ARLAB uygulamaları, AG ve karekod teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulamalar tasarlanırken ele alınan ilgili deneyler, H.Ü. Fizik Eğitimi Anabilim Dalında verilmekte olan Mekanik-I dersi kazanımları dikkate alınarak seçilmiştir. Mekanik-I dersinde anlatılan kuvvet ve hareket konularına uyumlu olarak tasarlanan ARLAB uygulamaları, mobil cihazlarla kullanılmak üzere geliştirilecek ders içerikleri için yol gösterici olacak niteliktedir.

Bunlara ek olarak, geliştirilen ARLAB uygulamalarının, diğer üniversitelerin temel fizik laboratuvarlarında hatta ihtiyaç belirten, laboratuvarların olmadığı ya da laboratuvar olsa bile yeterli araç-gereç in temin edilemediği eğitim kurumlarında kullanıma sunulmasıyla, alanda büyük bir ihtiyaca hizmet edileceğine inanılmaktadır.

Alan yazın incelendiğinde, öğrencinin, deney sorumlusu ve gruptaki diğer arkadaşlarının yanında ilgili deneyin düzeneğini kurarak deneyi gerçekleştirip veri alması ve yorumlamaya çalışmasının, performans kaygısı yaşanmasına neden

olduğu görülmektedir (Uşaklı ve Akpınar, 2015). Bu araştırma da öğretmen adayları, AG ve karekod teknolojisi kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerini, laboratuvara gelmeden önce izleme ve deneyimleme imkânına sahip olduğu için, kaygılarında önemli düzeyde azalma olacağı düşünülmektedir. Araştırma bu açıdan da önem kazanmaktadır.

Araştırma Problemi

AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının, öğretmen adaylarının fizik laboratuvarı başarılarına, tutumlarına ve kaygılarına nasıl bir etkisi olmaktadır?

Alt problemler. Aşağıda belirtilen alt problemlere araştırma kapsamında yanıt aranmıştır.

- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest temel fizik laboratuvarı başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest temel fizik laboratuvarı başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest temel fizik laboratuvarı başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu

öğretmen adaylarının sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel ML uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

Sayıtlılar

- Öğretmen adayları temel fizik laboratuvarı başarı testi, fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve fizik laboratuvarı kaygı ölçeğini cevaplarken gerçek bilgi, duygu ve düşüncelerini yansıtmıştır.
- Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adayları, mekanik laboratuvarı uygulamaları esnasında, AG ve karekod teknolojileri ile geliştirilen uygulamaların kullanıldığı süre boyunca, araştırmanın sonucuna etkisi olacak herhangi bir etkileşim içinde bulunmamıştır.
- Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adayları benzer özelliklere sahiptir.

- Araştırmada, uygulama esnasında seçilen iki grup arasındaki tek fark, gruplardan birinde öğretmen adaylarının AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarını kullanılmış olmasıdır.

Sınırlılıklar

- Araştırma, Ankara ili Hacettepe Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda 2. Sınıfta öğrenim gören FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersini alan 16 öğretmen adayı ve 5 haftalık süreyle sınırlıdır.
- Araştırma FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersinde ele alınan 5 farklı deney (mekanik ve doğrusal hareket, değişken "g" sarkacı, hava masasında eğik düzlem, basit harmonik hareket ve serbest düşme hareketi) ile sınırlıdır.
- Deney grubundaki öğretmen adaylarının AG teknolojisi kullanma deneyimleri, araştırmada kullanılan ARLAB uygulamaları ile sınırlıdır, daha önce öğretmen adayları bu teknolojiyi hiç kullanmamıştır.
- Araştırma, uygulamada kullanılan teknolojik cihazların (tablet ve cep telefonlarının) sahip olduğu teknik özellikler ile sınırlıdır. Geliştirilen ARLAB uygulamaları sadece android işletim sistemi özelliğine sahip mobil cihazlar ile uyumlu olarak çalışmaktadır.

Tanımlar

- **Artırılmış Gerçeklik (AG):** AG, gerçek dünya görüntüleri üzerine metin, ses, resim gibi ek bilgilerin eklenerek, canlı görüntünün bir parçasıymış hissi yaratılan, bir teknolojidir (Gonzato, Arcila ve Crespin, 2008)
- **Karekod:** Karekod, bilgiyi iki boyutlu geometrik bir yüzeye şifreleme yöntemidir (Bozkurt, Karadeniz ve Erdoğdu, 2018).
- **ARLAB:** Araştırmada, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına verilen isim.

- **Geleneksel Laboratuvar Uygulamaları:** Araştırmada mevcut mekanik laboratuvarı föyüne bağlı kalınarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, fizik eğitiminde fizik laboratuvarı uygulamaları, artırılmış gerçeklik ve karekod kavramları açıklanarak, konu ile ilgili yapılmış araştırmalara yer verilmiştir.

Fizik dersi genellikle sayısal bir ders olarak algılandığı için, ders kapsamında formüller ön planda yer almakta ve dersin işlenişi bu algıya paralel olarak yürütülmektedir. Bu noktada, öğrenciler tarafından anlaşılması güç öğretmenler tarafından da aktarılması zor bir ders olarak ortaya çıkmaktadır. Oysa fizik dersi görsel olaylarla iç içe olduğu için öğrencilere teorik fizik kanunları ve kavramlarını görselleştirerek anlatmak gerekmektedir (Kolçak, Moğol ve Ünsal, 2014). Laboratuvar ortamları teorik bilginin pratiğe dönüştürüldüğü ortamlar olarak tanımlandığı için (Sarı, 2011), bu tanım doğrultusunda, fizik öğretiminde deneysel yöntemlerle ders anlatımının önemine vurgu yapılmaktadır (Ergin, Akgün, Küçüközer ve Yakalı, 2001). Öğrencilerin fen bilgisi ile ilgili yeni tutum ve davranışlar geliştirmeleri de laboratuvarlarda kendilerine verilen donanım yardımı ile laboratuvar sorumlusunun denetiminde deneyleri yapmaları ile gerçekleşmektedir (Kaptan, 1999). Büyük vd. (2010), laboratuvarları, öğrencilerin eğitim öğretim etkinliklerine aktif olarak katıldıkları, yaptıkları gözlemler sonucunda merak ettikleri konularla ilgili yeni fikirler ürettikleri, bilimsel gerçeklere nasıl ulaşılacağı hakkında bilgilerin verildiği ve kavramlar arasında ilişki kurabilmelerinin sağlandığı, anlamakta güçlük çektiği soyut kavram ve durumların somutlaştırılabilmesine olanak tanıdığı ortamlar olarak tanımlamışlardır. Hofstein ve Lunetta (2004), laboratuvar ortamlarında temel amacın, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasının sağlanması, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve bilimin doğasını anlamının sağlanması olarak açıklamışlardır.

Amacına uygun, yanlışsız ve etkin gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin fen dersi kapsamındaki konulara olan tutumunu olumlu yönde etkilediği (Azizoğlu ve Uzuntiryaki, 2006), fen alanındaki başarılarını anlamlı derecede arttırdığı (Okebukola, 1986; Renner, Abraham ve Birnie, 1985; Roth, 1994; Shymansky ve Kyle, 1988) ve öğrencilerin fen öğrenme isteklerine olumlu katkı sağladığı bilinmektedir (Telli vd., 2004).

Akdeniz ve Karamustafaoğlu (2003) birlikte gerçekleştirdikleri araştırmalarında, fizik öğretimi uygulamalarında karşılaşılan güçlükleri belirlemeye çalışmışlardır. 1999-2000 eğitim öğretim döneminde, fizik dersi laboratuvar uygulamalarında yer alan öğrenciler ve öğretim üyeleriyle, özel durum yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilen araştırmada, laboratuvarların hem fiziksel ortam hem de donanım açısından yeterli düzeye sahip olmadığı sonucuna varılmıştır. Araştırmaya göre, araç ve gereçler yetersiz olduğu için öğrenciler deneyleri dönüşümlü yapmaktadır. Aynı ders saati içerisinde, farklı grupların farklı deneyler yapıyor olması, teorik anlatılan dersler içeriğinde öğrencilere aktarılan bilgiler ile, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen uygulamaların birbirine paralel olarak gerçekleştirilememesi sorununu doğurmaktadır. Aynı araştırmada, öğrencilerin çoğunluğunun, laboratuvar föyünün revize edilmesi, laboratuvar uygulamalarına ayrılan sürenin uzatılması ve araştırma gruplarındaki kişi sayısının azaltılması yönünde fikir beyan ettikleri görülmüştür. Araştırmada, laboratuvar derslerinin gerçekleştirildiği fiziksel mekânların gözden geçirilerek yeniden düzenlemelere gidilmesi ve öğrencilerin laboratuvar uygulamalı derslere olan ilgisini destekleyen, modern öğrenme kuramlarına paralel yaklaşımların geliştirilip uygulanması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Nuhoğlu ve Yalçın (2004) yapmış oldukları araştırmada, fen bilgisi öğrencilerinin, fizik laboratuvar deneyimlerine karşı geliştirdikleri tutum düzeylerini belirleyebilmek için bir ölçek geliştirmiş ve bu ölçek ile öğrencilerin tutumlarını analiz etmişlerdir. Araştırma 2003-2004 yılında, Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesine kayıtlı 193 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada görüőülen öğrencilerin büyük bölümü, soyut yapıya sahip fizik konuları laboratuvar uygulamalarıyla somut bir yapıda anlatılabildiği için, bu ortamların konuları daha iyi anlamalarını sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin, laboratuvarlarda fizik deneylerini farklı araç gereçler kullanarak ve keşfederek tek başlarına yapmayı tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda görsel deneyler öğrencilerin dikkatini daha fazla çektiği için, öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda düzenlenecek görsel deneylerin sayısının artırılmasıyla, fizik laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumların olumlu yönde etkileneceği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, kalıcı bir öğrenme için öğretmenlerin konuyla ilgili ilgi çekici araç-gereçlerden faydalanmaları beklenmektedir.

Sanal laboratuvar uygulamalarıyla geleneksel laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelediği araştırmasında Bozkurt (2008), 115 lisans öğrencisi ile çalışmıştır. Araştırmada, uygulanan akademik başarı testinden elde edilen veriler doğrultusunda, sanal laboratuvar uygulamalarının geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla desteklenmesinin, öğrenci başarısını arttırmada olumlu katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Elektronik laboratuvarında bilgisayar simülasyonları kullanımının öğrenci başarısına etkisini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarını Tanel ve Önder (2010), 26 lisans öğrencinin katılımıyla gerçekleştirmiştir. Araştırmada öğrenciler üç gruba ayrılmış, birinci grup sadece geleneksel aletlerle, ikinci grup sadece bilgisayar simülasyonlarıyla, üçüncü grup ise hem geleneksel aletler hem de bilgisayar simülasyonları ile deney yapmıştır. Birinci ve ikinci gruplar kontrol grubu, üçüncü grup deney grubu olarak belirlenmiştir. Verilerin başarı testi ile toplandığı araştırmada, öğrenci başarıları anlamında deney grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür.

Azar ve Şengüleç (2011), fizik öğretiminde Crocodile ve Edison 4.0 programları ile yapılan bilgisayar destekli öğretimin, laboratuvar destekli öğretime oranla, öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemini, dokuzuncu sınıfta öğrenim gören, deney ve kontrol grubu şeklinde ayrılmış 50 öğrenci oluşturmaktadır. Verilerin başarı testi ve tutum anketi ile toplandığı araştırmanın sonucunda, bilgisayar destekli öğretim yapılan deney grubunda, kontrol grubuna oranla akademik başarı ve fiziğe karşı tutumlarında deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Aydın vd. (2012) araştırmalarında, basit deney aletleri ve dijital aletlerle ile yapılan deneylerin, öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini, eğik düzlem deneyi örneği ile incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda, BİT in kullanıldığı laboratuvar ortamlarında veri toplama, hesaplama ve grafik çizme işlemlerinin daha kısa sürede gerçekleştiği, bu sayede kavramlar üzerinde tartışmak için ek süre kaldığı, kavramların anlaşılmasının BİT teknolojileri kullanıldığında, geleneksel yöntemle göre daha anlamlı bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Genel Fizik-III konularının işlendiği fizik laboratuvarında, yapılandırmacı öğrenme kuramı benimsenerek geliştirilen deney malzemelerinin, öğrencilerin akademik başarı ve tutumları üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçladığı çalışmasını Yıldız (2012), 98 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Akademik başarı testi ve tutum ölçeği kullanılarak toplanan verilerin analizinden, geliştirilen öğretim materyallerinin kullanıldığı öğretim sürecinin, geleneksel laboratuvar uygulamalarına oranla, öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına yönelik tutumlarına katkısının daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

Sarı (2013a) yaptığı araştırmasında, fizik eğitiminin içeriği ekseninde laboratuvarlarda deney yapmanın öğrencilerin başarısına olan katkısını ve öğretmenlerin bu kapsamda gözlemledikleri zorlukları belirlemeye çalışmıştır. Araştırmada seçilen beş ayrı lisede, 2010-2011 yıllarında, bu okullarda çalışan toplam 14 öğretmen ve 214 öğrenciye anket uygulanıp ve sonrasında görüşleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin çoğunun soyut bulunduğu için anlamakta zorlandığı kavramların, laboratuvarlarda deney yaparak somutlaştırılabildiğini ifade ettikleri belirtilmiştir. Ancak araştırma sonuçlarına bakıldığında, sınıflardaki öğrenci sayısının çokluğu ve laboratuvarların malzeme açısından yeterli donanıma sahip olmamasından ötürü, fizik eğitiminde laboratuvar kullanma sıklığının az olduğu görülmüştür.

Genel fizik laboratuvarı uygulamalarına yönelik olarak hazırlanan animasyonlar, simülasyonlar ve analogik modellerle yapılacak öğretimin, geleneksel yöntemle yapılan öğretime oranla öğrenci başarısına ve bilginin akılda kalıcılığına etkisini incelediği araştırmasında, Köklü (2015), deneysel desen kullanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2012-2013 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesinin fen bilgisi öğretmenliğinde kayıtlı toplam 117 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler deney grubunda 58 ve kontrol grubunda 59 öğrenci olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Deney grubu öğrencileri dersi animasyon, simülasyon ve analogik modellerle hazırlanan uygulamalarla işlerken, kontrol grubunda ders geleneksel laboratuvar uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının ve bilginin akılda kalma düzeylerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Karekod

Karekod, İngilizce kullanımı ile QR Code, "Quick Response" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır ve Türkçesi "hızlı tepki" ya da "hızlı cevaplama" kodu anlamına gelen, çeşitli mobil araçların kameraları ile taratılarak deşifre edilebilen iki boyutlu bir barkottur (Ramsden, 2008). Karekod terimi, ülkemizde resmi olarak ilk kez, Sağlık Bakanlığı tarafından eczacılık alanında hazırlanan bir kılavuzda kullanılmıştır (Acartürk, 2012). 1994 yılında Japon Denso-Wave şirketi, karekodu otomotiv sektöründe kullanılmak üzere geliştirmiş olsa da günümüzde çok farklı alanlarda kullanılabilir (Law ve So, 2010). Karekodun temel özellikleri şöyle sıralanabilir:

- kolay ulaşılabilir özelliklere sahiptir,
- veriler hem yatay hem dikey olarak saklanabilir,
- veriler çok kolay ve hızlı şekilde çözümlenebilir,
- veriler farklı dillerde saklanabilir,
- 360 derece yani istenilen her yönden okutulabilir,
- eğilmiş veya tahrip olmuş karekodlar sahip oldukları teknik özellikler sayesinde sorun yaşanmadan okutulabilir,
- kir ve hasarlara karşı %30 hata düzeltme kapasitesine sahiptirler,
- istenilen ölçülerde büyütülüp küçültülerek basılı ortamda çıktı alınabilir,
- kullanımı bilgisayarlı tarayıcılar ile sınırlı olmayıp mobil cihazlarla da uyumludur (Susono ve Shimomura, 2006). Bu özelliklerinden ötürü karekodlar

içinde farklı dillerde yazılmış uzun bir metin parçası, bir URL bağlantısı, e-mail adresi veya kartvizit bilgileri depolanabilmektedir. Karekod içine depolanabilen bu bilgilere, mobil cihazların kameraları aracılığı ile karekodu tarayarak okuyabilen uygulamalar kullanılarak erişilebilmektedir (Rivers, 2009). Karekodlar kullanıcıya video, fotoğraf ve ses gibi farklı formlardaki bilgiye doğrudan erişebilme olanağı sunmaktadır.

Mobil cihazlardaki hızlı gelişmelerle ve bu cihazların eğitim alanında nasıl kullanılabilirliğinin araştırılmaya başlanması, aynı zamanda karekodların oluşturulması ve okutulmasındaki kolaylıklar, beraberinde karekodun eğitim alanında kullanılması fikrini doğurmuştur. Kamera özelliğine sahip mobil cihazlar

aracılığıyla kolaylıkla ve hızlı bir şekilde okunabiliyor olmaları ve içerisine kullanıcıları doğrudan web sitelerine yönlendirecek URL yerleştirilebilme özellikleri, karekodların eğitim ortamlarında kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Eğitim alanında karekodlar, daha çok web tabanlı içeriklere erişimde kullanılmaktadır. Karekodlar bilgiye erişimde farklı seçenekler sunmaktadır. Karekodlar aracılığıyla, bilgiye bir web sayfasına ya da içeriğe yönlendirilerek ulaşabileceğimiz gibi, herhangi bir çevrimiçi kaynağa ihtiyaç duymadan da kolaylıkla ulaşabiliriz (Çataloğlu ve Ateşkan, 2014). Karekodlar mobil cihazlar aracılığıyla bilgiye erişimde kolaylıklar sunarken, öğrencilerin bilgiye ulaşma sürelerini de kısaltmaktadır.

Karekod, fiziksel dünyayı (poster, basılı materyal veya fiziksel objeleri) elektronik dünya ile (internet kaynakları, metin kaynakları) bağlamanın ya da iletişimi kolaylaştırmanın (SMS, mesaj, e-posta, sesli görüşme) en kullanışlı yöntemlerinden birisidir. Yani karekod, bilgiye erişimi daha verimli ve etkili hale getirmektedir (Ramsden, 2008).

Baik (2010)' e göre karekod kullanma, kullanıcıları yanlış yönlendirmelerden ve internetteki bilgi kirliliğinden koruyarak istenilen bilgiye çok kısa sürede erişebilme avantajı kazandırmaktadır. Karekodun en önemli avantajlarından birisi de cep telefonu kullanıcılarının klavye kullanmadan bilgiye erişebilmelerine izin vermesidir. Mobil kullanıcılar için veri girişini ortadan kaldırması, mobil araçların veri girişinde sağladığı dezavantajları ortadan kaldırmaktadır. Bu bağlamda karekod, mobil araçların eğitimde kullanılabilirliğini arttırıcı bir etkiye de sahiptir.

Karekod İle İlgili Araştırmalar

Alanyazın incelendiğinde, karekodun sağladığı kullanım avantajlarının fark edilmesiyle birlikte (istenilen bilgiye mekâna bağlı kalmadan ulaşma olanağı sunar, kullanımı kolaydır, eğlencelidir ve düşük maliyetlidir), eğitim alanında farklı disiplinlerde kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır (Aktaş ve Çaycı, 2013b; So, 2011; Tarımer ve Okumuş, 2010).

Susono ve Shimomura (2006), araştırmalarında Japonya'da okullarda verilen eğitimin kalitesini artırmayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda kullanılan bir dersi değerlendirme formu hazırlamışlar ve soruların yan tarafına karekod eklemişlerdir. Forma yerleştirilen karekodlar okutturulduğunda, öğrenciler,

dersi değerlendirmek amacıyla görüş ve düşüncelerini yazabilecekleri, evrimii bir forma yönlendirilmektedir. Araştırmanın sonunda öğrencilerin %43', bu uygulamanın kullanılmasının derslerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmiştir. Olumlu görüş bildiren öğrenciler, karekod uygulamalarının, dersi kolaylıkla zaman kaybetmeden değerlendirebilme imkânı sunmak, kaliteli bir analiz yöntemiyle çalışmış olmak ve derste cep telefonu kullanmanın sağlayacağı kolaylıklardan yararlanmak yönünde avantajlar sunduğunu da vurgulamışlardır. Araştırmada olumsuz görüş bildiren öğrenciler ise, uygulamanın dezavantajlarını, ders esnasında küçük ekranlı bir mobil cihaz kullanmak ve karekod tarayıcı programına sahip olmayanların tarayıcı almak zorunda kalması olarak ifade etmişlerdir.

Chaisatien ve Akahori (2007) araştırmalarında, mobil cihaz aracılığıyla karekod kullanılarak, ğrenci sayısının fazla olduğu ortamlarda iletişim ve bilgiye erişimin iyileştirilmesini ve bu teknolojinin dinamik bir sınıf ortamında kullanılmasının öğrencinin ilgi ve tutumuna etkisini lcmeyi amaçlamışlardır. Araştırma, 50 ğrenci ile l veya dörtlü çalışma grupları oluşturularak yürütülmüştür. Araştırma verilerine göre öğrencilerin %39' u, web sitelerine erişimde karekodu kullanmıştır. Araştırmada ğrenciler, gruplara kaydolurken karekod kullanılmasıyla ilgili tutumlarının olumlu olduğunu ancak bu uygulamayı kullanmanın ne kadar gerekli olduğu konusunda soru işaretleri olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, karekodun okutulabilmesi için koda çok yaklaşmak gerektiğinden, bu teknolojinin poster sunumunda kullanımının çok da uygun olmadığını vurgulamışlardır. Sadece daha fazla bilgi alabilmede karekod kullanımının elle yazı yazmadan daha üstün özelliğe sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Law ve So (2010), "Eğitimde Karekodlar" isimli araştırmasında, karekod kullanıcılarının özellikleri, karekod oluşturma ve okutma süreçleri, karekodun ticari amaçlı uygulamaları ve karekod kullanılan eğitimsel uygulamalara ilişkin literatür taramasına yer vermiştir. Araştırmada karekodun eğitim ortamlarına uyarlanabilirliği test edilmek üzere ilköğretim öğrencileri için üç farklı aktivite hazırlanmış ve uygulanmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, geleneksel aktivitelerin dışında öğrencilerin yeni aktiviteler hakkında meraklı olduğu ve karekodun eğitimsel potansiyel taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacı bütün öğrencilerin cep telefonlarının karekod ile uyumlu araştırmasını

beklemenin doğru olmadığı, bu yaştaki öğrencilerin karekod okutma konusunda eğitime ihtiyaç duydukları ve eğitimcilerin WiFi bağlantısını tercih ederek iletişim ücretlerini en aza indirebilecekleri önerileri sunmuştur.

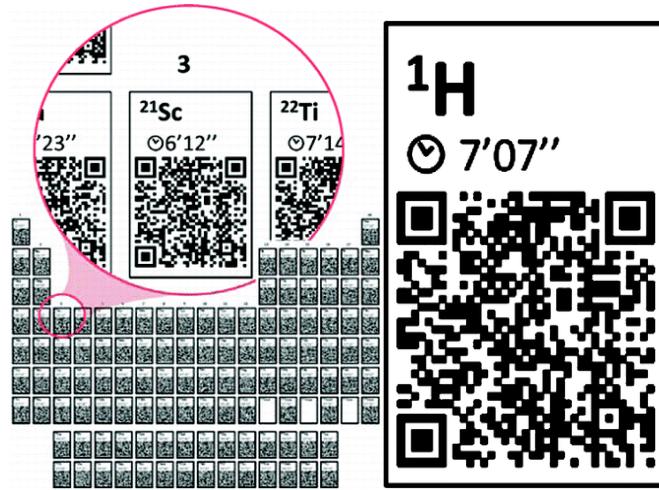
Liu, vd. (2010), araştırmalarında, geliştirdikleri mobil öğrenme uygulamasıyla karekod kullanmanın, öğrencilerin ilgi, motivasyon ve öğrenme gibi bazı değişkenler üzerindeki etkilerini arttırmayı amaçlamıştır. Araştırmacılar öğrenenlerin karekod kullanımıyla farklılaştırılan öğrenme ortamları hakkında ne düşündükleriyle ilgili olarak, iki İngilizce, bir bilgisayar öğretmeniyle yirmi öğrencinin görüşlerine başvurmuştur. 7'li likert tip bir ölçeğin kullanılmasıyla elde edilen verilerden, araştırmada kullanılan uygulamaların, İngilizce öğrenme konusunda öğrencileri desteklediği ve öğrencilerin bu uygulamaları kolay ve kullanışlı bulduğu belirtilmiştir.

Basılı ve çevrimiçi bilgi kaynakları arasındaki uzamsal uzaklığın mobil teknoloji aracılığı ile azaltılmasında karekod teknolojisini kullanan Özçelik ve Acartürk (2011) araştırmalarında, kamera özelliğine sahip cep telefonları ve karekod teknolojisini basılı ders materyallerinin tamamlayıcı olarak kullanımını incelemiştir. Araştırmanın örneklemini için Atılım Üniversitesi'nde öğrenim örgen 44 üniversite öğrencisi seçilmiş ve öğrenciler kontrol ve deney grubu şeklinde ikiye ayrılmıştır. Araştırma süresince deney grubu öğrencileri basılı materyal ve mobil cep telefonu ile öğrenim görürken, kontrol grubunda eğitim basılı materyaller ve bilgisayar desteği ile verilmiştir. Öğrencilerin bilgi düzeylerini ölçmek amacı ile sırasıyla ön bilgi, kalıcılık, transfer ve eşleştirme testleri uygulanmıştır. Deneysel inceleme sonucunda genel olarak çevrimiçi kaynaklara ders kitabındaki karekodlarla erişimin kolay olduğu, bu nedenle karekodlarla birlikte mobil araçları kullanmanın eğitimsel potansiyellere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca cep telefonu kullanan öğrencilerin bilgisayar kullananlara göre kalıcılık testinde daha başarılı oldukları; transfer testinde anlamlı bir farklılık bulunmadığı, eşleştirme testinde daha başarılı oldukları sonuçları ortaya koyulmuştur. Araştırmanın en önemli sonucu olarak her iki gruptaki katılımcıların bilişsel efor test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Chen vd. (2011), kâğıt temelli öğrenme aktivitelerini iyileştirmek, öğrencilerin İngilizce okuma ve okuduğunu anlama becerilerini arttırmak amacıyla karekod desteğiyle dijital materyallere ve yapılandırılmış sorulara doğrudan

erişimin sağlanmasını gerçekleştirmişlerdir. İleri iş İngilizcesi ve iletişim derslerini alan 77 öğrenciyle gerçekleştirilen araştırmada, dört gruba ayrılan öğrencilerin seçilen iki grubunda eğitim süresince karekod öğrenim materyali kullanılırken, diğer iki grupta bu teknoloji kullanılmamıştır. Karekod teknolojisinin kullanıldığı iki grup da kendi içinde, yapılandırılmış sorularla desteklenmiş ortam kullanan ve kullanmayan olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Araştırmada öğrencilerin çoğunun dijital kaynaklara erişim için karekod teknolojisi kullanımındaki tutumlarında olumlu yönde bir gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Karekod teknolojisini kullanan her iki grubun okuduğunu anlama düzeylerinde anlamlı bir farklılık tespit edilirken, bilgiye sadece çevrimiçi kaynaklarla ulaşan grupta anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Bonifacio (2012), elementlerin periyodik tablosunu, bilimdeki en büyüleyici simgelerden biri olarak tanımlamış ancak görme engelli öğrencilerin kimyasal bilgilere erişiminde büyük sorunlar yaşandığını belirtmiştir. Bu amaçla karekodlarla oluşturulan sesli bir periyodik cetvel geliştirmiştir (Şekil 1). Araştırmacının geliştirdiği bu periyodik cetvelde, karekodlar aracılığıyla elementlerle yapılan deneylerin video görüntülerine, elementlerin kimyasal niteliklerinin yer aldığı podcast linklerine erişilebilmektedir. Geliştirilen bu periyodik cetvel fen eğitiminde, geleneksel periyodik tabloların yerine kullanılabilir özelliktedir.



Şekil 1. Elementlerin karekod kullanılarak oluşturulmuş sesli periyodik cetvelinin görseli (Bonitacio, 2012).

Aktaş ve Çaycı (2013b), mobil öğrenim ortamlarında karekod kullanımının, yeni eğitim tekniklerinin geliştirilmesine katkısını inceledikleri araştırmalarında,

kodların eğitim sürecine getirdiği en büyük kolaylığın, kitap, defter, ders notu gibi geleneksel eğitim materyalleri üzerine yerleştirilebilmesi olduğunu vurgulamışlardır. Böylece karekodlar zaman ve mekân sınırlamasını ortadan kaldırarak mobil eğitim teknolojilerinin sınıf içi eğitimde de etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Mobil teknolojilerin eğitim sürecine dâhil edilmesindeki amaçlar; eğitimi geliştirerek, daha iyi bir öğrenme süreci yaşamak, bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmak ve eğitim alanlarını, video, ses, resim ve yazı gibi yardımcı kaynaklar ile zenginleştirmektedir. Bu bağlamda karekodlar mobil eğitimi destekler nitelikte kabul edilmektedir. Karekodların kullanılması ile yazılı bir kaynak okunurken, eş zamanlı olarak, görsel kaynaklarında sunulmasıyla öğrenme sürecinin daha etkili olması sağlanmaktadır. Bu gelişmelerin eğitimi daha eğlenceli ve etkileşimli bir noktaya taşıdığı ve öğrencilerin öğrenme sürecindeki motivasyonunu da arttırdığı düşünülmektedir.

Akın (2014) çalışmasında, karekod destekli öğrenme materyalinin erişimi ve kalıcılığa etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2013-2014 bahar yarıyılında bir Anadolu lisesindeki BİT dersini alan, 9. Sınıf öğrencilerinin 50 tanesi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 27' si deney, 23' ü kontrol grubuna atanmıştır. 7 hafta süren araştırmada, statik grup öntest-sontest deneysel desen kullanılmıştır. Verilerin kişisel bilgi formu ve donanım erişimi testi ile toplandığı araştırmada, analizler betimsel istatistikler, Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, Mann- Whitney U Testi ile gerçekleştirilmiştir. Konular işlenirken deney grubunda sunumlara karekodlar eklenip, bu kodlar sınıfa basılı olarak da dağıtılırken, kontrol grubunda sunumların özetleri sadece basılı olarak verilmiştir. Araştırmada her iki grupta, erişimi ve kalıcılık düzeylerinde anlamlı gelişmeler gözlenmiş, bu gelişmelerin deney grubu öğrencilerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Canbazoglu vd. (2016) araştırmalarında, fen bilgisi bölümünde öğrenim gören öğrencilerin laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri deneylerin raporlarını hazırlarken, bu raporları karekod teknolojileri kullanarak poster halinde sunmalarını istemişlerdir. Araştırmada, öğrenciler, deneyin yapılış aşamalarını videoya kaydetmiş ve fotoğraflamıştır. Çekilen video kayıtlarının youtube linkleri ve fotoğraflar oluşturulan karekodların içine gömülerek postere eklenmiştir. Öğrenciler raporlarını hazırlarken kullandıkları karekod teknolojilerinin, deneyi anlama ve öğrenmelerinde olumlu katkısı olduğunu vurgulamışlardır.

Karahan ve Bilici (2017) araştırmalarında, fen bilgisi öğretmenlerinin, derslerde karekod kullanımına ilişkin görüşlerine başvurmuştur. Araştırmada durum çalışması deseni kullanılmış, eğitim fakültesinden mezun 24 fen bilimleri öğretmenin görüşü alınmıştır. Web 2.0 araçlarından olan videocast teknolojisi ile toplanan veriler analiz edilmiştir. Öğretmenler karekod teknolojilerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonun arttığı, eğlenerek öğrendikleri, bu sayede derse aktif katılımlarının sağlandığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca bu uygulamaların öğretmen-veli iletişiminin kurulmasında da olumlu katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik tanımı. 2000'li yıllarda mobil cihazların yer aldığı uygulamaların geliştirilmesinde ve kullanılmasında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. 1992'de IBM ve Bellsouth tarafından ilk akıllı cep telefonu üretilmiş, 1993'te GPS kullanılmaya başlanmış ve bu gelişmeyi 1996'da Jun Rekimoto tarafından tek boyutlu barkodlardan, karekoda geçilmesi izlemiştir. 1999'da ilk GPS uyumlu GSM özelliğine sahip Benefon üretilmiş ve eş zamanlı olarak kablosuz ağ Wi-Fi protokolü tanımlanmıştır. 2000 yılında Sharp tarafından ilk ticari cep telefonu kamerasının tasarlanmasıyla mobil cihazlar üzerinden AG uygulamaların kullanımı gündeme gelmiştir (Altınpulluk ve Kesim, 2015).

Teknolojinin, her alanda karşımıza çıkıyor olması, eğitim alanında da etkin bir şekilde kullanılmaya başlamasına yol açmıştır (Alkan, 1999). Bilgi ve İletişim teknolojileri (BİT), bilimsel araştırmalarla gerçekleştirilebilecek uygulamaların sınırlarını genişletirken yeni araştırma alanları doğmasını da sağlamıştır (Fırat, 2015). AG, bu alanların en yenilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Mobil teknoloji kullanımının giderek artması, görsel teknolojileri de ön plana çıkarmakta, mobil uygulama kullanımına yönelik istekler, daha yeni ve daha fazla uygulama geliştirilmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, kısa bir süredir eğitime yönelik uygulamalarda AG teknolojilerin tercih edilmeye başlandığı ve geliştirilir durumda olduğu görülmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2014).

Son yıllarda teknolojideki hızlı değişimlere paralel olarak, AG uygulamaların kullanıldığı araştırmaların sayısı giderek artmakta, bu durum sunulan tanım ve terimlerinde farklılıklar göstermesine neden olmaktadır.

AG, en sade haliyle, gerçek dünyanın sanal dünya ile bütünleşmesi olarak tanımlanabilir. AG ortamlarda, sanal ve gerçek objeler bir bütün olarak kullanıcılara belli bir entegrasyon içerisinde verilmektedir. Bu şekilde, sanal dünyayla gerçek dünya arasındaki etkileşimli ortam, AG ile sağlanmaktadır (Bronack, 2011; Klopfer ve Squire, 2008).

Çakır, Solak ve Tan (2016), artırılmış gerçekliği, bilgisayar ya da mobil cihaz kullanılarak görüntülenebilen sanal bir nesnenin görsele dönüştürülerek, uygulamayı kullanan kişiye gerçekmiş gibi gösterilmesi olarak tanımlamışlardır.

Feiner (2002), AG için, çeşitli uygulama programları yardımıyla gerçek ile sanal nesnelerin, gerçek dünya ortamından kopmadan, eş zamanlı olarak birleşmesidir, ifadesini kullanmıştır.

Van Krevelen ve Poelman (2010) AG' yi, gerçek ve sanal görüntünün aynı anda kullanılmasıyla ortamın zenginleştirilmesinin sağlandığı bir yapı olarak kabul etmektedir.

Bu tanımlara ek olarak Craig (2013), AG' nin sadece yeni bir teknoloji olarak kabul edilemeyeceğini, kendine ait bir felsefesi ve sanatsal değeri olduğunun göz ardı edilmemesi gerektiğini ifade etmiştir.

Özetle AG uygulamalar, bilgisayar ortamında oluşturulan metin, ses, video, animasyon, simülasyon, iki boyutlu ya da üç boyutlu nesnelere gibi dijital verilerin, önceden tanımlanmış olan karekod, resim veya konum içine gömülüp, üzerine kamera yönlendirilmesiyle, gerçek ortamda görüntülenmesi olarak tanımlanabilir (Kara, 2018).

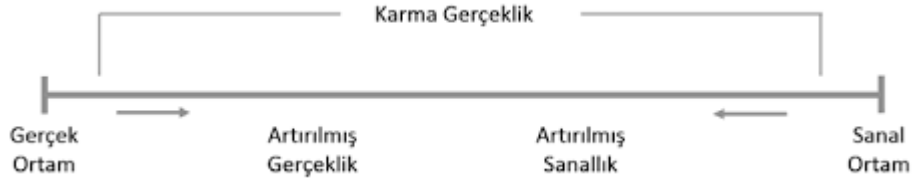
AG ve sanal gerçeklik kavramları kullanıcılar tarafından sıklıkla karıştırılmaktadır. Kye ve Kim (2008), bu iki kavram arasındaki en temel farkın, nesnelerin görüntülenmesi aşamasında ortaya çıktığını belirtmiştir. Sanal gerçeklik nesnelerin sanal bir ortamda görüntülediği durumları işaret ederken, AG de nesnelerin görüntülediği ortam gerçek ortamdır. AG de gerçeklik hissi çok daha yoğun olduğu için bu yönüyle sanal gerçekliğe oranla bir adım öne çıkmaktadır.

Sanal gerçeklikte, kullanıcılar bilgisayar kaynaklı üç boyutlu oyunlarda olduğu gibi bu ortamlara girdikleri zaman dünya ile ilişkilerini tamamen keserken, AG te gerçek dünya ile bağlantıları hala devam etmektedir. Çünkü AG ortamlarda

veri ve görüntüler gerçek dünya görüntüleri üzerine eklenebilmektedir. Bu sayede gerçek ve sanal nesnelere aynı ortamda birlikte algılanabilmektedir (İçten ve Bal, 2017). Benzer bir ifade ile, sanal gerçeklik kullanıcısının tamamen yapay bir ortam içinde olduğu ve etrafındaki gerçek dünyayı göremediği durumdur. AG de ise bunun aksine, kullanıcı gerçek dünyayla birlikte üzerine yerleştirilen ya da birleştirilen dijital nesnelere de görebilir. Başka bir deyişle, sanal gerçekliğin orjininde sanal dünya, artırılmış gerçekliğin orjininde ise gerçek dünya vardır (Azuma, 1997).

Sanal gerçeklik kavramının amacı gerçek dünya ortamının 3 boyutlu modeller aracılığıyla etkileşimli olarak bilgisayar ortamında oluşturulmasıdır. AG ise, bilgisayar ortamında oluşturulan sanal veriler ile gerçek dünya görüntüsünün, eş zamanlı olarak zenginleştirilmesidir. Bu haliyle AG sanal gerçekliğin bir türü yani varyasyonu olarak kabul edilebilir (Azuma, 1997).

Milgram ve Kishino (1994), sanal ve gerçek arasındaki ilişkiyi, gerçeklik-sanallık sürekliliği diyagramında anlatmaya çalışmışlardır (Şekil 2). Diyagramda sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karıştırılmış gerçeklik kavramları açıklanmıştır. Geliştirdikleri diyagram, konu hakkındaki tanımları daha anlaşılır hale getirmektedir. Gerçek ortamlar, tamamen somut öğelerden oluşan ve fizik kurallarının her zaman geçerli olduğu ortamlar olarak kabul edilmektedir. Diyagramda, gerçek ortamlar sürekliliğin en solunda yer almaktadır. Sanal ortamlar, tamamen yapay öğelerden oluşan ve fizik kurallarının geçerliliğinin değişken olduğu ortamlar olarak kabul edilmektedir. Diyagramda, sanal ortamlar sürekliliğin en sağında yer almaktadır. Diyagrama göre, karma gerçeklik, bu iki ortam arasında kalan tüm gerçeklik ve sanallık sürecine verilen addır. Karma gerçeklik, gerçek ve sanal ortamı birleştirerek yeni bir ortam oluşturmaktadır. AG, gerçek ortamlara, bilgisayarla üretilen sanal verilerin eklenmesi ile, artırılmış sanallık ise sanal ortamlara gerçek nesnelere eklenmesi ile oluşturulur. Bu diyagrama göre, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik alanının bir parçası olarak kabul edilmektedir (İçten ve Bal, 2017a).



Şekil 2. Gerçek sanal sürekliliği diyagramı (Milgram & Kishino, 1994)

Artırılmış gerçeklik türleri. AG uygulamalarında gerçeklik, gerçek dünya görüntülerinin, bilgisayarlarla şekillendirilerek, ortaya çıkan yeni sanal verilerle senkronize edilip zenginleştirilmesiyle oluşturulmaktadır (Yıldırım, 2018)

AG uygulamalar geliştirildiği amaçlar doğrultusunda farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, AG teknolojisinin kullanıldığı alan ve platformlara göre türlerinin de farklı şekillerde sınıflandırıldığı tespit edilmiştir.

Johnson vd. (2010) araştırmalarında AG'yi,

1. İşaretçi Tabanlı
2. İşaretçi Tabanlı Olmayan uygulamalar olarak iki gruba ayırmıştır.

Martin- Gutierrez vd. (2010), AG uygulamaları

1. Ekran Tabanlı
2. Görüş Tabanlı
3. Video Tabanlı
4. Projeksiyon Tabanlı Uzamsal Sistemler olarak dört grupta sınıflandırmıştır.

Cheng ve Tsai (2013) araştırmalarında AG'yi,

1. Konum Tabanlı
2. Görsel (Resim veya İmaj) Tabanlı olarak iki grupta toplamıştır. Görsel tabanlı uygulamaları da kendi içinde a) işaretçi tabanlı ve b) işaretçi olmayan tabanlı uygulamalar olarak iki alt başlığa ayırmıştır.

Wojciechowski ve Cellary (2013) araştırmalarında,

1. İşaretçi Tabanlı
2. Konum Tabanlı

3. İşaretçi Olmayan Konum Tabanlı olmak üzere üç kategori altında toplamıştır.

Kaleci, Demirel ve Akkuş (2016), araştırmalarında AG uygulamaları,

1. Yansıtma Tabanlı

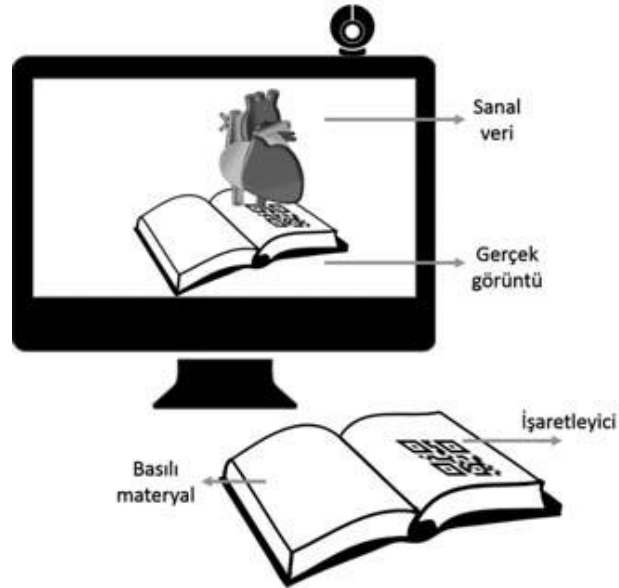
2. Tanılama Tabanlı

3. Konum Tabanlı

4. Anahat Tabanlı

5. Çoklu Ortam Tabanlı olarak beş kategoriye ayırmıştır.

Bu uygulamalardan, işaretçi tabanlı uygulamada, marker olarak adlandırılan özel işaretçiler kullanılmaktadır. İşaretçiler AG uygulamalarla kaydedilen bilginin mobil cihazların kamerası aracılığıyla okutulabildiği etiketlerdir. Mobil cihazın kamerası, işaretçinin olduğu konuma tutularak, ekranda üç boyutlu olarak AG uygulamaya ait görseller görüntülenebilir (Şekil 3).



Şekil 3. İşaretçi tabanlı AG Uygulaması (Sırakaya, 2015)

Konum tabanlı uygulamalarda, GPS teknolojisi ve kablosuz internet aracılığıyla kullanıcının gerçek dünya konumu belirlenir ve içeriğe bağlı sanal veriler coğrafi olarak belirlenen yerlerde kullanıcıya gösterilir (Şekil 4) (Cheng ve Tsai, 2013; Bower vd., 2014). İşaretçi tabanlı olmayan uygulamalar, nesnenin şekillerinin tanınmasına dayanır. Anlamsız işaret ve desenlerden oluşan işaretçi yerine iki boyutlu özel resim ve grafikler kullanılır (Altınpulluk, 2018).



Şekil 4. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik (Sırakaya, 2015)

Artırılmış gerçeklik uygulamaların avantajları. AG teknolojisi özellikle akıllı telefon ve tablet gibi taşınabilir cihazların yaygınlaşması ve bu cihazların sağladığı kullanım avantajlarıyla her geçen gün daha da önem kazanan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Sin ve Badioze, 2010; Tian vd., 2014; Tomi ve Rambli, 2013; Zarzuela vd., 2013).

AG uygulamalar incelendiğinde, bu ortamın kullanım aşamalarında kullanıcılara pek çok avantajlar sağladığı görülmektedir (Abdüselam, 2014).

AG hem sınıf içi hem de sınıf dışı ortamlarda eğitim amacıyla kullanılacak bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Erbaş, 2016). Eğitim alanında artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının sağladığı avantajlar kısaca şöyle özetlenebilir.

Satpute, Pingale ve Chavan vd. (2015), araştırmalarında bu avantajları, öğrenmenin istenilen her ortamda yapılabilmesi, kendi başına deneyimlenebilmesi, interaktif aynı zamanda işbirlikçi bir öğretim ortamı sunması, öğrenenin başarısına ve derse katılımına olumlu yönde katkı sağlaması olarak belirtmişlerdir.

AG, soyut olan kavramları somutlaştırdığı için öğrencilerin konuyu anlamalarını kolaylaştırmaktadır (Abdüselam ve Karal, 2012; Özarslan, 2011). Aynı zamanda yeni bir teknoloji olduğu için öğrencinin ilgisini, dikkatini çeken, öğrencide merak duygusu uyandıran, öğretmenlerin soyut olduğu için anlatmakta güçlük çektiği, öğrenenlerin de anlamakta zorlandığı konuların öğretilmesinde yardımcı olan bir uygulamadır (Delello, 2014; Gün, 2014; İbili ve Şahin, 2013; Kerawalla vd., 2006; Tomi ve Rambli, 2013; Yen, Tsai ve Wu, 2013).

Bunlara ek olarak, geleneksel öğrenme ortamlarında, öğrencilerin derse odaklanmakta güçlük çektikleri, konuya olan ilgilerini çabuk kayb ettikleri bilinmektedir. AG ortamlarda, teknolojinin aktif olarak kullanılmasıyla, öğrenen tarafından soyut olarak nitelendirilen kavramların görselleştirilebiliyor olması, bu kavramları anlamayı kolaylaştırmakta, bu sayede öğrencinin konuya odaklanma süresi de artmaktadır (Abdüsselam ve Karal, 2012).

AG ortamlar, öğrencilerin ilgisini çektiği için eğlenerek öğrenme olanağı sunmakta böylece öğrenci motivasyonunu da artırmaktadır (Cevahir, 2017; Chiang, Yang ve Hwang 2014; Ersoy, Duman ve Öncü, 2016; Fleck ve Simon, 2013; Furió, Juan, Segui ve Vivó, 2015; Irwansyah vd., 2017; Onbaşıllı, 2018; Önal, 2017; Perez-Lopez ve Contero, 2013; Solak ve Çakır, 2015; Şentürk, 2018; Taşkiran, Koral ve Bozkurt, 2015; Tomi ve Rambli, 2013; Tutulmaz ve Seferoğlu, 2017).

AG uygulamaları sayesinde öğrenciler, bireyselleştirilmiş bir ortamda buldukları için, bilgiyi kendi öğrenme hızlarında öğrenebilmektedir (Hamilton ve Olenewa, 2010).

AG, öğrencinin hayal gücü ve yaratıcılığının gelişmesine yardımcı olmakta aynı zamanda bu uygulamalar esnasında gerçek dünyadan kopmadan etrafla etkileşimi arttırmaktadır. Bu durum öğrencinin bilgiyi öğrenmede daha istekli olmasını sağlamaktadır (Wojciechowski ve Cellary, 2013).

AG uygulamalar, gerçek dünya üzerine sanal eklentiler yaparak, 3 boyutlu özellikleri sayesinde öğrenciyi içine çekebildiği, gerçeklikten soyutlanmadan nesnelere dokunabilme duygusu uyandırdığı, nesnelere hareket ettirebilme olanağı sunduğu için, öğrencilere kavramları zihinlerinde canlandırılıp düzenlemeler yapma sürecinde oldukça faydalı olmaktadır (Gül, 2016).

Sanal ortamların öğrenenlere sunduğu etkileşim fırsatları ne kadar çok olsa da bu ortamların kullanımında yaşanan en önemli problem, gerçek ortam eksikliği, yani içinde gerçek ortamı barındırmıyor olmasıdır. Bu eksiklik, öğrenenlerin erken bilişsel gelişimi üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır (Vygotsky, 1986). AG ortamlar, sanal ve gerçek ortamı eş zamanlı olarak sunma özelliğine sahip olduğu için bu yönü ile ön plana çıkmakta, bu eksikliği gidermede etkili bir rol oynamaktadır (Yılmaz ve Göktaş, 2018).

AG teknolojisi ile, gerçek dünyada oluşturulamayacak bir ortamın oluşturulması sağlanmaktadır (Yen, Tsai ve Wu, 2013).

AG uygulamaların, okul öncesi eğitiminde kullanılmasının çocuklarda etkinliği, iş birliğini ve etkileşimli öğrenmeyi artırdığı görülmektedir (Yılmaz, 2016).

AG, pek çok yönü ile daha zengin ve gerçek bir öğrenme ortamı oluşturduğu ve öğrenmenin etkinliğini büyük ölçüde arttırdığı için, mobil öğrenmenin en önemli parçası olarak kabul edilmektedir (Zheng, 2015).AG, bilgisayarlar tarafından oluşturulan sahneleri gerçek dünyaya entegre eder. Bu sayede gerçek dünyayı tamamen değiştirmek yerine genişletir ve tamamlar. Böylece kullanıcının duyuşsal ve bilişsel gerçekliğini de güçlendirmektedir.

Aynı zamanda artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrenciler için sınıf ortamında yapılması uygun olmayan laboratuvarlarda yapılması gereken veya yapılması oldukça maliyetli olan deneylerin yapılması için çeşitli olanaklar sağlamaktadır (Shelton ve Hedley, 2002).

Eğitim ve öğrenmede farklı etkileri bulunan bu AG ortamların, uluslararası ve ulusal platformlarda birçok farklı alan ve disiplinde kullanıldığı görülmektedir.

Artırılmış Gerçeklikle İlgili Araştırmalar

Fizik eğitiminde artırılmış gerçeklikle ilgili araştırmalar. Wojciechowski ve Cellary (2013), araştırmalarında AG uygulamalarının sıklıkla kullanıldığı alanları doğa bilimleri (kimya, fizik, biyoloji, astroloji vb.), bilgisayar ve bilgi bilimleri, matematik, mühendislik ve insani bilimler (tarih, dil, antropoloji vb.) olarak belirlemiştir. Yılmaz ve Gökteş (2018), bunlara ek olarak AG uygulamaların, tıp alanında, astronomi alanında, matematikte geometri eğitiminde, müzelerde ve engelli eğitiminde de kullanıldığını ifade etmişlerdir.

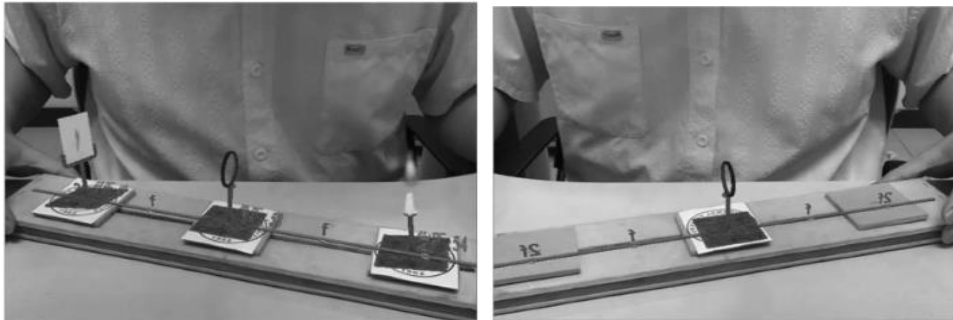
Günümüzde en son teknolojiler, eğitim-öğretim ortamlarına entegre edilerek, sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Alanyazın incelendiğinde, eğitim alanında bu teknolojiler içinde, AG konulu çalışmaların, son yıllarda giderek arttığı görülmektedir. Bu artışta, AG kullanılmasıyla, yaparak yaşayarak eğitime aktif katılımın sağlanabildiğinin, kalıcı öğrenmelerinin desteklendiğinin, etkileşimli ve motivasyonu artırıcı bir eğitim ortamı yaratıldığının düşünülüyor olmasının

(Dunleavy, Dede ve Mitchell 2009; Chen vd., 2011; Singhal vd., 2012; Wojciechowski ve Cellary 2013) da payı vardır.

Ulusal düzeyde son yıllarda yapılan araştırmalar incelendiğinde, AG uygulamaların kullanımında, eğitsel alt disiplin olarak fen bilimleri eğitiminin ön plana çıktığı sonucuna ulaşılmaktadır (Altınpulluk, 2018). Alanyazın incelendiğinde, fizik eğitimi alanında AG uygulamalarının kullanıldığı araştırmalar bulunmaktadır.

Abdüselam ve Karal (2012), fizik öğretiminde AG ortamlarının kullanılmasının, öğrenci akademik başarısına etkisini inceledikleri araştırmalarında örneklem olarak seçtikleri 69 ortaöğretim öğrencisi ile, 11. Sınıf manyetizma konusunu ele almışlardır. Dört hafta süren uygulama sonrasında, laboratuvar ortamlarında AG kullanımının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği, fiziği anlatmada ve anlamada avantaj sağladığı ve öğrencilerde merak duygusu yarattığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Cai vd. (2013), fizik dersinin işlenişinde AG teknolojisine dayalı uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin başarıları ve tutumları üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında Çin'in Tianjin Şehri'ndeki bir ortaokulun sekizinci sınıfında öğrenim gören 30 kız, 20 erkek öğrenciden oluşan bir örneklem grubu ile çalışmışlardır. Öğrencilerin deney ve kontrol grubu olarak ayrıldığı araştırmada, deney grubu öğrencileri dersi AG teknolojisine dayalı uygulamaları kullanarak işlerken, kontrol grubu öğrencileri sadece mevcut ders materyallerine bağlı kalmıştır (Şekil 5). Verilerin analizinden, deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu, öğrencilerin AG teknolojisini kullanmaya yönelik olumlu bir tutum geliştirdikleri, bu tür uygulamaların öğrencilerin dikkatini derse çekerek öğrenme sürecinde teşvik edici bir rol üstlendiği sonuçlarına ulaşılmıştır.



Şekil 5. Işığın kırılması ile ilgili 3D tasarım (Cai vd., 2013).

Matcha ve Rambli (2013), elektrik konusunun öğretimi için geliştirdikleri AG uygulamasını kullanarak, lise öğrencilerine iş birliği ile öğrenebilecekleri bir ortam sağlayarak, deneysel bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, öğrencilerin sanal ve gerçek nesnelere eş zamanlı olarak doğal etkileşim kurdukları sonucuna varılmıştır.

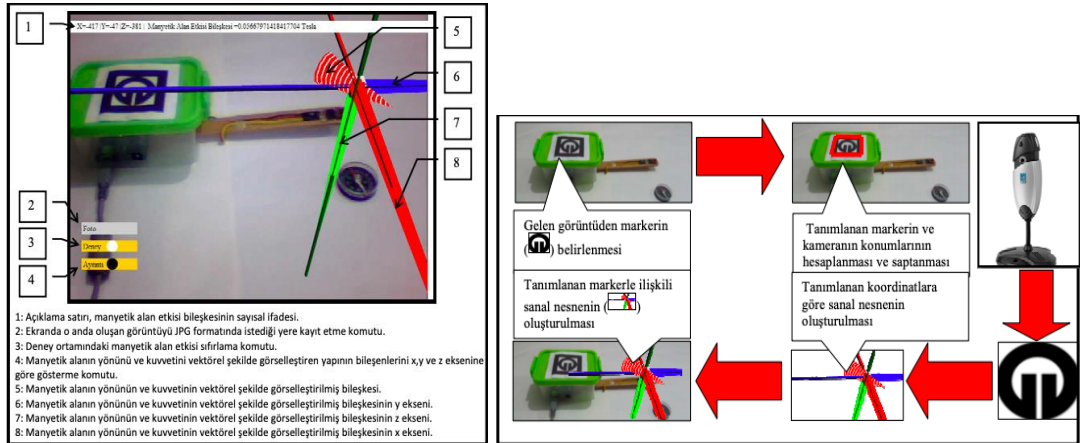
Özarıslan (2013), ışığın kırılması ve yansımaları konusunda kullanılmak üzere AG teknolojisiyle oluşturulmuş materyaller geliştirmiştir (OptikAR ve InsectARium) (Şekil 6). Bu materyallerin öğrenme ortamında kullanılmasıyla, öğrencinin akademik başarısı ve memnuniyet düzeyinde nasıl bir değişim olacağını tespit etmiştir. Deneysel desene göre modellenen araştırma, BÖTE, İletişim ve Fen bölümlerinin üçüncü sınıfında, gönüllü 63 öğrencinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Araştırmada, genişletilmiş gerçeklikle işlevsel olarak zenginleştirilmiş (Temel Geometrik Optik Deneyleri) ve görsel olarak zenginleştirilmiş (Temel Böcek Çeşitliliği ve Sınıflaması Uygulaması) uygulamaları materyal olarak geliştirilmiştir. Başarı testi ve memnuniyet anketiyle elde edilen veriler, t-testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA), çoklu karşılaştırma testi (Post-Hoc), etki büyüklüğü, ortalama, standart sapma, frekans ve yüzdelik hesaplamalar yapılarak analiz edilmiştir. Araştırmada, AG teknolojiler kullanarak geliştirilen öğrenme materyallerinin kullanımının öğrenci başarısını ve memnuniyet düzeylerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 6. İşlevsel olarak zenginleştirilmiş OptikAR-Temel geometrik optik uygulamasından ekran görüntüleri (Özarıslan, 2013).

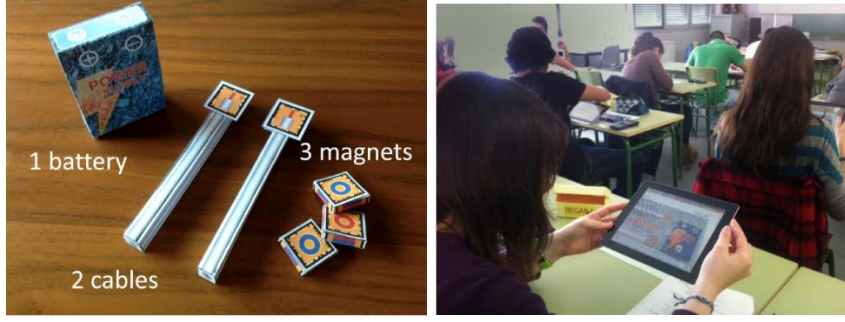
Abdüsselam (2014) araştırmasında, lise fizik dersi manyetizma konusunda AG ortamların kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve fizik tutumlarına etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, manyetizma konusunun

öğretiminde kullanılmak üzere AG teknolojisi ile MagAR adını verdiği cihazı geliştirmiştir (Şekil 7). Araştırmada yöntem olarak yarı deneysel yöntem, örneklem olarak da 2010-2011 yılında Trabzon öğretmen lisesinde okuyan gören toplam 69 öğrenci seçilmiştir. AG ortamının uygulandığı deney grubu, sınıf ortamının uygulandığı birinci kontrol grubu ve laboratuvar ortamının uygulandığı ikinci kontrol grubu öğrencilerine manyetizma konusunda belirlenen sekiz etkinlik, üç hafta boyunca uygulanmıştır. Öğrencilere öntest sontest başarı testi ve fizik tutum ölçeği uygulanmış, sonuçları desteklemek amacı ile AG ortamları kullanımı hakkında öğretmen ve öğrenci görüşleri alınmıştır. Elde edilen veriler nicel ve nitel olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda, AG ve laboratuvar ortamlarının öğrenci başarısını ve fizik tutumlarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sonrasında da AG öğrenme ortamının görselliği artırması, öğrencilerin dikkatini kolaylıkla çekmesi ve soyut kavramları somutlaştırması ile diğer öğrenme ortamlarından farklı olduğu ve alternatif bir öğrenme ortamı olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.



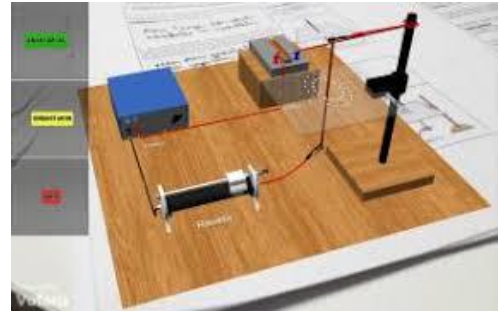
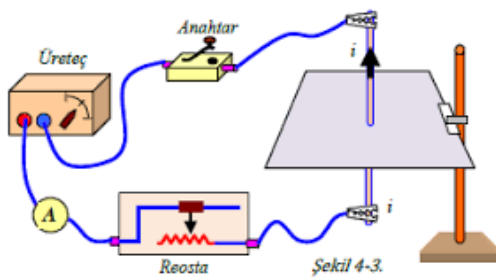
Şekil 7. Uygulamada kullanılmak üzere geliştirilen MagAR cihazı (Abdüsselam, 2014).

İbanez ve arkadaşları (2014) (Şekil 8), AG uygulamaların öğrenme üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçladıkları araştırmalarını, 64 lise öğrencisi ile deneysel araştırmalar yaparak gerçekleştirmişlerdir. Özellikle elektro magnetizma konusunun seçildiği araştırmada, AG uygulamaların öğrenciler için etkili bir öğrenme ortamı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.



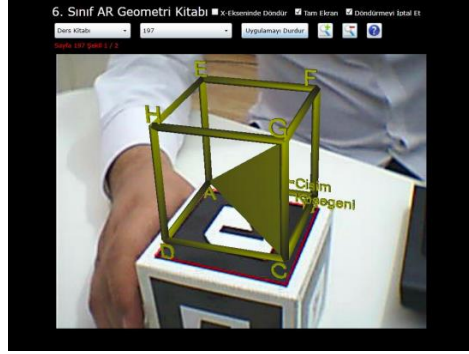
Şekil 8. Uygulama materyali ve uygulamadan görüntüler (İbarez vd., 2014).

Timur ve Özdemir (2018) araştırmalarında, öğretmenlerin fen eğitiminde AG ortamların kullanılması hakkında görüşlerini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Araştırmada, manyetizma konusunun öğretimine yönelik Çolak (2014) tarafından geliştirilen çalışma yapraklarında yer alan toplam beş deneysel etkinlik, AG tabanlı etkileşimli uygulamalar ve AG tabanlı videolar ile desteklenmiştir (Şekil 9). Araştırmacılar tarafından çalışma yapraklarında uygun yerlere, AG destekli deneysel ve video izleme etkinliklerini görüntülemek üzere AG'yi tetikleyici görüntüler yerleştirilmiştir. Araştırmada, AG uygulamasının yüklendiği mobil aygıtlar bu tetikleyici görüntülerin üzerine tutulduğunda, çalışma yaprakları üzerinde manyetizma konularına yönelik etkileşimli deneyler ve videolu anlatımlar görüntülenebilmektedir (Şekil 10). Araştırma sonunda, tüm öğretmenlerin AG uygulamalarını kullanmak istediklerini ve bu tür uygulamalar ile kalıcı ve anlamlı bir öğrenmenin sağlanabileceğini ifade ettikleri belirlenmiştir.



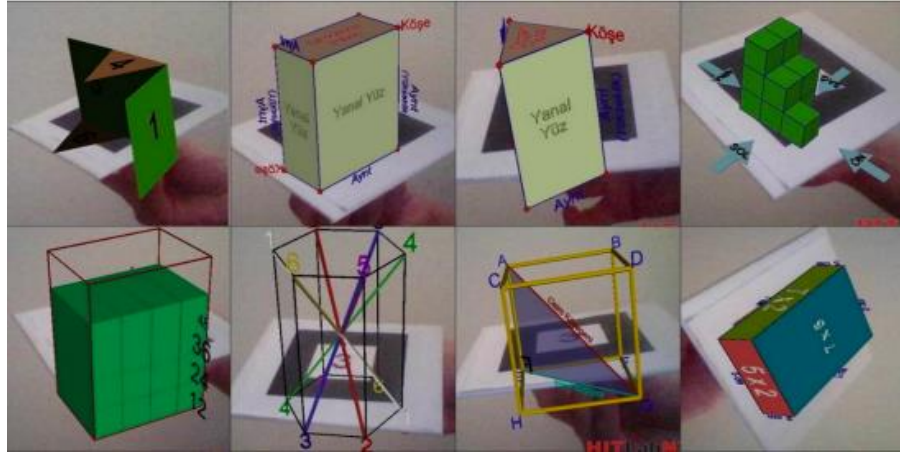
Şekil 9. Akım taşıyan düz telin manyetik alanı etkinliği (Timur ve özdemir, 2018).

grubu oluşturulmuştur. Seçilen okullarda ders esnasında deney gruplarına geometrik cisimler ünitesi, AG uygulamalarına yönelik materyallerle desteklenerek anlatılırken, kontrol gruplarında sadece ders kitabı kullanılmıştır. Araştırmada, AG uygulaması kullanılarak gerçekleştirilen geometri öğretiminin, okullardan birinde gruplar arası karşılaştırmada akademik başarıları açısından bir fark yaratmadığı, diğerinde ise deney grubu lehine anlamlı fark oluşturduğu ve öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 11. AG uygulamanın işaretleyici merkezinde görüntülenmesine bir örnek, geometri kitabı (İbili, 2013).

Gün (2014) araştırmasında matematik dersi içerisinde AG uygulamalara yer vermiştir. Araştırmada öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları, AG uygulamaları kapsamında ele alınmış ve uygulamanın etkisi incelenmiştir. 2013-2014 eğitim-öğretim yılında, Ankara ili Yenimahalle İlçesinde bulunan Şehit Öğretmen Mehmet Ali Durak Ortaokulunun altıncı sınıfında okuyan 88 öğrenci, araştırmada deney ve kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Araştırma, öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desene göre modellenmiştir. Deney grubu öğrencileri AG teknolojisi kullanılarak geliştiren öğretim materyali ile öğrenim görürken, kontrol grubunda sadece tahtada yapılan iki boyutlu çizimlerle ve sınıfa getirilen nesnelere ile eğitim verilmiştir. Araştırmanın sonucunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiş ve bu farkın deney grubunun başarı puanları lehine olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, görüşmelerde öğrenciler AG uygulamalarını eğlenceli, dikkat çekici ve soyut kavramları somutlaştırabildiği için öğrenmeyi kolaylaştırıcı olarak bulduklarını vurgulamışlardır. Öğretmenler ise, AG uygulamalarının öğrencilerin üç boyutlu nesnelere zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olduğunu ve derslerde bu uygulamaların kullanılmasının hiçbir zorluğunun olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 12. Geometrik cisimlerin üç boyutlu hali (Gün, 2014).

Baysan (2015), AG ile desteklenen eğitim ortamlarının, öğrencilerin akademik başarısına etkisini, kullanılan teknoloji ve ortam hakkındaki görüşleri kapsamında incelemiştir. 2014-2015 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesinin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümünde, ikinci sınıfa kayıtlı 46 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, deney grubundaki 22 öğrenci AG teknolojisi kullanılarak geliştirilen öğretim materyaliyle ders işlerken, kontrol grubundaki 24 öğrenci geleneksel yöntemlerle ders işlemiştir. Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene göre modellenen çalışmada, veriler akademik başarı testi ve uygulama sonrasında öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından, artırılmış eğitsel unsurlar içeren bilgisayar donanımı konulu AG-Kitap, öğretim materyali olarak geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda gruplar arası karşılaştırmada grupların öntest-sontest sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, grupların kendi içinde yapılan karşılaştırmalı testler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonrasında, AG teknolojisinin kullanımının gelecekte daha da artacağı ancak Geometri ve Coğrafya gibi 3 boyutlu uzamsal görselliğe ihtiyaç duyulan konularda daha verimli sonuçlar verebileceği ifade edilmiştir.

Çakır, Solak ve Tan (2015), AG teknolojisi ile hazırlanan etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisini inceledikleri çalışmalarında, örneklem olarak 34'ü kız, 26'sı erkek olmak üzere toplam 60 üniversite öğrencisi seçmişlerdir. Öğrencilerin deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrıldığı, üç hafta süren bu çalışmada, deney ve kontrol gruplarının rastgele

atama haricindeki bir yolla oluşturulduğunu simgeleyen yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma boyunca ders işlenirken, kontrol grubunda sadece mevcut programa bağlı kalınmış, deney grubunda ise AG teknolojisi ile hazırlanan materyaller kullanılmıştır. Başarıyı ölçmek için veriler araştırmacının geliştirilen, 30 sorudan oluşan Akademik Başarı Testi ve motivasyonu ölçmek için de 5'li Likert tipindeki materyal motivasyon anketi kullanılmıştır. Veri toplama araçları kullanılarak elde edilen bulgular sonrasında, kontrol ve deney grupları arasında akademik başarı ve motivasyon değişkenleri açısından deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Küçük (2015), tıp öğrencilerinin görüşleri kapsamında, anatomi dersinde mobil artırılmış gerçeklik (MAG) uygulamalara yer verilmesinin başarı ve bilişsel yüke etkisini sorgulamıştır. Açıklayıcı desene göre modellenen araştırma, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi ikinci sınıfta kayıtlı 70 öğrenciyle yürütülmüştür. 34 öğrenci deney grubu, 36 öğrenci kontrol grubuna atanmıştır. Akademik başarı testi, bilişsel yük ölçeği, anket ve görüşme formuyla toplanan veriler doğrultusunda, deney grubu öğrencilerin lehine bulgular elde edilmiştir. MAG uygulamalarını kullanarak öğrenim gören öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin daha yüksek, bilişsel yüklerinin de daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler MAG kullanmanın gerçekmiş hissi uyandırdığını, soyut konuları somutlaştırdığını, ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir.

AG uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanılgıları ve derse katılımlarına etkisini incelediği araştırmasında Sırakaya (2015), örneklem olarak 2014- 2015 eğitim öğretim yılında Prof. Dr. Erol Güngör ortaokulunun yedinci sınıflarında öğrenim görmekte olan 118 öğrenci seçmiştir. Araştırmada karma yöntemlerden açıklayıcı desen kullanılmıştır. Öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak bölünmüş, deney grubunda AG öğrenme materyali kullanılarak öğretim gerçekleştirilirken, kontrol grubundaki öğrenciler geleneksel yöntemlerle normal ders materyalleri kullanarak öğrenim görmüşlerdir. Nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı araştırmada, başarı testi, kavram yanılgı testi, derse katılım ölçeği ve AG görüş anketi nicel kısmı temsil ederken, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler de nitel kısmı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda, AG öğrenme materyali kullanılmasının başarıyı arttırdığı, kavram yanılgılarını azalttığı ortaya çıkmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda

da öğrencilerin AG öğrenme materyalinin soyut konuları somutlaştırdığını, konuların anlaşılmasına yardımcı olduğunu ve derse daha aktif katılımı sağladığını düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğrenciler AG öğrenme materyalinin ilgi ve motivasyonlarını arttırdığını, dersin daha ilginç ve eğlenceli hale geldiğini ve derste arkadaşları ve öğretmenleri ile olan iletişimlerinin arttığını vurgulamışlardır. Araştırma sonucunda, bunların yanı sıra öğrencilerin AG öğrenme materyalini kolaylıkla kullanabildikleri ve tekrar kullanmayı istedikleri sonucuna da ulaşılmıştır.

Akçayır (2016), AG uygulamaların fen laboratuvarında kullanılmasının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisini incelemiştir. Örneklem olarak üniversite 1. sınıfta öğrenim gören 18-20 yaş aralığında 76 öğrenci seçilmiş olup, örneklem kontrol ve deney olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Öntest-sontest kontrol gruplu desene göre modellenen araştırmada, veriler nitel ve nicel araçlar ile oluşturulmuştur. Beş haftalık uygulama sonrasında deneysel sonuçların analizinden, AG teknolojisinin üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine önemli katkı sağladığı ve onların fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Resim, video ve 3D görsellerle zenginleştirilmiş AG-kitabının, öğrencilerin akademik başarılarına etkisini tespit etmeyi ve AG teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı hakkında öğrenci görüşlerini elde etmeyi amaçladıkları araştırmalarında, Baysan ve Uluyol (2016), karma desen kullanmıştır. 4 hafta süren araştırmada, 2014-2015 yılı Afyon Kocatepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, ikinci sınıf da kayıtlı 46 öğrenci ile çalışılmıştır. Deney grubunda ders araştırmacının geliştirdiği AG- kitap kullanılarak işlenirken, kontrol grubunda sadece geleneksel metodlarla ders işlenmiştir. Araştırmanın sonuçları, kontrol ve deney grupları arasında başarı düzeyleri açısından bir fark olmadığını göstermiştir.

Bicen ve Bal (2016) araştırmalarında, bilgisayar donanım dersi uygulamasında, AG ve karekod entegrasyonu kullanılmasının öğrencilerin başarı seviyelerine ve tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada deneysel desen kullanılmış, 25 öğrenciden deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Kontrol grubunda laboratuvar dersi geleneksel yöntemlerle işlenirken, deney grubunda, laboratuvar ortamında AG ve karekod teknolojisi kullanılarak öğrenim verilmiştir. Öğrenciler bilgisayar donanımlarını, ders boyunca, kendi mobil cihazları üzerinden

karekod kartları ve AG teknolojisi kullanarak incelemişlerdir. Araştırmada veriler başarı testi uygulanarak elde edilmiş, ek olarak deney grubu ile anket yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, deney grubu öğrencilerinin başarı puanlarının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu da AG ve karekod teknolojileri kullanılmasının öğrenci başarısını arttırdığını ve derse yönelik pozitif tutum sergilemelerinde etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, eğitim ortamlarının teknoloji ile desteklenmesini de önermişlerdir.

Buluş ve Şentürk (2016) araştırmalarında, yedinci sınıf fen bilimleri dersi kapsamında anlatılan, saf maddeler konusunda AG teknolojisinin kullanılmasıyla ilgili, öğrencileri görüşlerini almayı amaçlamışlardır. Araştırmada ders esnasında, AG teknolojisi kullanılarak geliştirilen Elements 4D uygulaması kullanılmış ve sonrasında öğrenci görüşleri alınmıştır. Açık uçlu sorularla elde edilen verilerin analizinden, öğrencilerin Elements 4D uygulamasını ilgi çekici buldukları, bu uygulamaların motivasyonu arttırdığı, öğrenmeyi zevkli eğlenceli, bilgiyi kalıcı kıldığı, iş birliği yapma becerisini geliştirdiği, sonuçlarına ulaşılmıştır.

Erbaş (2016), Türkiye’de eğitim ortamlarında kullanılan tabletler aracılığı ile kullanılabilen MAG uygulamaların, öğrencilerin akademik başarıları ve motivasyonuna nasıl etkidiğini sorgulamıştır. Nicel veriler üzerinde öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen, nitel veriler üzerinde ise durum araştırması deseni kullanılmıştır. Araştırma, Isparta da özel bir Anadolu Lisesinin 9. Sınıfında öğrenim gören 40 öğrencinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Öğrenciler deney ve kontrol gruplarına ayrılmış, deney grubundaki öğrencilerle ders MAG uygulaması araştırmaları ile yürütülürken, diğer grupta geleneksel yolla biyoloji dersi öğretim programına bağlı kalarak konular anlatılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin başarı puanları arasında anlamlı bir fark bulunmaz iken MAG uygulamalar kullanan öğrencilerin motivasyonlarının diğer öğrencilerine göre daha fazla arttığı ortaya çıkmıştır.

Gül (2016) araştırmasında, AG öğrenme materyali kullanımının, öğrencilerin başarılarına etkisini incelemeyi aynı zamanda öğretmenler ve alanında uzman kişilerin AG öğrenme materyaline ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Ahi Evran Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar Programcılığı Bölümü birinci sınıfta, 2015- 2016 eğitim-öğretim ilk döneminde öğrenim gören 122 öğrenci ile gerçekleştirilen bu araştırmada karma açıklayıcı desen kullanılmıştır. Kontrol ve

deney grubuna ayrılan öğrenciler, kontrol grubunda araştırma boyunca sadece mevcut ders materyallerini kullanırken, deney grubunda yer alan öğrencilerin AG öğrenme materyalini aktif bir şekilde kullanmaları sağlanmıştır. Nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşmelerle, nicel veriler başarı testi ve AG görüş anketi ile elde edilmiştir. Araştırmada, dersin işlenişinde AG öğrenme materyali kullanımının deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarılarına ilişkin puanlarında, deney grubu lehine, istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmüştür. Aynı zamanda, eğitimcilerin ve alanında uzman kişilerin, AG öğrenme materyalini kolaylıkla kullanabildikleri ve bu teknolojiyi farklı eğitim alanlarında da kullanmak istedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Korucu, Gençtürk ve Sezer (2016), AG uygulamalarının öğrenci başarı ve tutumuna etkisini sorguladığı bir araştırma yapmışlardır. AG teknolojilerin eğitimde ne kadar etkin olduğunu belirlemeyi ve kullanımının yaygınlaşmasını sağlamayı amaçladıkları araştırmada, 2015-2016 yılında Konya ili Çumra ilçesinde Merkez Atatürk Ortaokulunda, beşinci ve altıncı sınıf bilişim dersini alan, 120 öğrenci ile çalışmışlardır. AG tutum ölçeğiyle ulaşılan verilerin analizinden, AG uygulamaların kullanılmasıyla çalışma grubu öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığı, tutum düzeylerinin öğrenim gördükleri sınıfa göre anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Yıldırım (2016) araştırmasında, fen dersini desteklemek amacıyla ABCArTablet ve ABCArPC isimli AG uygulamalar geliştirmiştir. Bu uygulamaların akademik başarı, motivasyon, problem çözme becerisine yönelik algı ve tutuma nasıl bir etkisi olduğunu sorgulamıştır. Geliştirilen uygulamalar altıncı Sınıf fen bilimleri dersinde, maddenin tanecikli yapısı ünitesinde kullanılmıştır. Araştırma 2015-2016 yılında Ankara ili, Özel ABC okulları altıncı sınıftaki 50 öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrencilerin deney-1, deney-2 ve kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Deney-1 grubu 18, deney-2 grubu 15, kontrol grubu öğrencileri ise 17 kişiden oluşmaktadır. Deneme modeline göre yürütülen araştırmada, dersin işleniş sırasında, deney-1 grubunda bilgisayar tabanlı AG uygulaması, deney-2 grubunda tablet tabanlı AG uygulaması, kontrol grubunda ise normal basılı ders materyali kullanılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi, Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeği, Ortaokul Öğrencileri İçin Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği ve Fen Öğrenmeye Yönelik

Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Sonuçlar öğrencilerin algı, tutum, başarı testlerinden aldıkları sınav puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını, motivasyon sınav puanları arasında deney-1 grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Her grubun kendi içinde öntest-sınav puanları arasında ise, başarı testi için deney-1, deney-2 ve kontrol grupları, algı ölçeği için deney1 grubu, tutum ölçeği için de deney-1 grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrenciler, AG uygulamalarla derse daha fazla ilgi duymaya başladıklarını, dersin daha eğlenceli hale geldiğini ve bu uygulamaları diğer derslerde de kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Ders öğretmeni ile yapılan görüşmelerde öğretmenler, AG materyallerin, öğretimi çeşitlendirip aynı zamanda merak uyandırdığı için, öğrencilerin ilgilerini arttırdığını, konuyu somutlaştırarak konuların daha kolay anlaşılmasını sağladığını ve öğrenmekte güçlük çekilen konuların öğrenilmesinde katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Şahin (2017) araştırmasında, AG teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin başarıları ve derse yönelik tutumlarını etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada konu olarak, fen dersi öğretim programında yer alan 'Güneş Sistemi ve Ötesi' ünitesi seçilmiş, öğretim tasarımı uzmanlarından yardım alınarak üniteye destek olacak içerikler tasarlanmış ve AG etkinlikleri geliştirilmiştir (Şekil 13). Nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desenin kullanıldığı araştırmanın örneklemini için 2014-2015 öğretim yılında Bayburt ilinde iki farklı ortaokulun yedinci sınıfına kayıtlı 100 öğrenci seçilmiştir. İki gruba ayrılan öğrencilerden deney grubunda öğretim AG uygulamalar kullanılarak yapılırken, kontrol grubunda geleneksel yol ile ders işlenmiştir. Veriler başarılarını değerlendirmek için fen ve teknoloji dersi başarı testi, tutumlarını incelemek için fen ve teknoloji dersine karşı tutum ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Bunlara ek olarak deney grubundaki öğrencilere, AG uygulamalarına karşı tutumlarını belirlemek için AG ile hazırlanmış etkinliklere karşı tutum belirleme ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, AG teknolojisiyle desteklenen öğrenme ortamında fen dersi işleyen öğrenciler ile geleneksel yolla ders işleyen öğrencilerin başarıları ve derse karşı tutum düzeyleri arasında deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak, deney grubu öğrencilerin AG uygulamalarını kullanmaktan memnun oldukları ve kullanmak için

istekli oldukları, AG uygulamalarını kullanırken kaygı yaşamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 13. Uygulamada kullanılan AG etkinlik örnekleri (Şahin, 2017).

Buluş ve Şentürk (2018) gerçekleştirdikleri öntest- sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene modellenen araştırmalarında, fen bilimleri dersi güneş sistemi ve ötesi ünitesinde AG uygulamalar kullanarak, akademik başarıdaki etkiye bakmışlardır. Araştırmanın örneklemini deney ve kontrol gruplarına ayrılan 45 yedinci sınıf öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada deney grubunda uygulanan AG uygulamalarının akademik başarıyı arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çankaya ve Girgin (2018), fen bilimleri dersinde güneş sistemi ve ötesi ünitesini AG uygulamayla desteklemiştir. Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene göre modellenen araştırmada, uygulamanın akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. 2017-2018 yılında Ankara'da bir ortaokulda okuyan yedinci sınıftaki 60 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada, 'Dünya ve Evren' konusu, deney grubu öğrencilerine, MAG uygulaması olan Space 4D+ kullanılarak anlatılırken, kontrol grubunda ise konu yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak, soru cevap şeklinde işlenmiştir. Araştırmacının geliştirdiği başarı testiyle ulaşılan veriler SPSS 22 istatistik programıyla çözümlenmiştir. Bulgular karşılaştırmalı gruplar arasında, başarı puanları açısından deney grubu lehine, anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda, AG uygulamasının öğrencilerin uzayı ve evreni daha yakından tanımasını, güneş sistemini öğrenmelerini, gezegenlerin genel özelliklerini bilmelerini, uzay araçlarını tanımalarını ve uzay araçlarının

çeşitliliğini görmelerini, gezegenleri Güneş'e yakınlıklarına göre sıralama becerileri kazanmalarını sağladığı vurgulanmıştır.



Şekil 14. Uygulamada kullanılan space 4D+ kartları (Şahin, 2017).

Onbaşılı (2018) ilkokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği araştırmasında, AG uygulamalarının tutuma ve fen motivasyonlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Kontrol grupsuz öntest-sontest yarı deneysel desene göre yürütülen araştırmanın örneklemini 2017-2018 yılında bir devlet okulundaki ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Üç hafta süren araştırma toplam 24 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma boyunca dersler, AG kartları kullanılarak işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak, AG uygulamaları tutum ölçeği, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği ve araştırmacı tarafından geliştirilen dört açık uçlu sorunun oluşturduğu görüşme formu kullanılmıştır. AG uygulamaların tutum ve fen öğrenmeye yönelik motivasyon üzerinde anlamlı fark yarattığı sonucuna ulaşılan araştırmada, öğrencilerin AG kullanarak ders işlerken eğlendiklerini, derse karşı ilgilerini arttırdığını, öğrenmelerini kolaylaştırdığını, diğer dersler de kullanmak istediklerini belirttikleri ifade edilmiştir.

Özçakır ve Aydın (2018) ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, AG temelli ders materyallerini kullanmalarının, matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonu öz-yeterliklerine etkisini ve yaşadıkları deneyimleri incelemeyi amaçladıkları araştırmalarında, karma araştırma desen kullanmışlardır. Araştırmanın örneklemini, İç Anadolu bölgesindeki bir devlet üniversitesinde, ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören 44 öğrenciden oluşmaktadır. Dört hafta süren araştırmada, AG teknolojisi kullanılarak geliştirilen, katı cisimlerin açınımları, yüzey alanı, birim küplerle hacim hesabı ve yapıların yüzleri konularını kapsayan uygulamalar kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, AG destekli matematik eğitimi deneyiminin ortaokul matematik öğretmeni adaylarının öz-yeterlik algılarında pozitif bir etki oluşturduğu görülmüştür.

Sırakaya ve Sırakaya (2018), araştırmalarında, fen eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımının öğrencilerin tutum ve motivasyonlarına etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. ntest sontest kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı araştırmada, örneklemler olarak, bir devlet okulunun yedinci sınıfına devam etmekte olan 87 ğrenci seçilmiştir. Araştırma sonucunda AG kullanımının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığı ve fen öğrenmeye yönelik tutumlarının olumlu şekilde değiştiği görülmüştür. Araştırmada bu durum, fen eğitiminde AG destekli ğretim materyallerinin kullanılmasının olumlu öğrenme ıktıları elde edilmesinde etkili olacağı şeklinde yorumlanmıştır.

şentürk (2018), MAG uygulamaları, yedinci sınıf “güneş sistemi ve ötesi” ünitesinde kullanmıştır. Araştırmada uygulamanın akademik başarı, motivasyon, fen ve teknolojiye yönelik tutuma etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, 2016-2017 yılında Kocaeli ilinde, iki farklı devlet okulunda okuyan 120 ğrenci oluşturmaktadır. İ ve dış geçerliği birlikte koruyan Solomon dört gruplu modele uygun olarak, altı hafta süre ile gerçekleştirilen araştırmada, her okulda deney ve kontrol grupları yer almaktadır. Araştırma boyunca güneş sistemi ve ötesi ünitesinin işlenişinde deney grubu öğrencileri, çeşitli MAG uygulamaları kullanırken, kontrol gruplarında dersin işlenişinde sadece ğretim programında yer alan etkinlikler kullanılmıştır. Güneş Sistemi ve tesi Akademik Başarı Testi, Fen Motivasyon leği, Fen Tutum leği ve AG Tutum leği ile toplanan verilerin iki yönlü varyans analizi ve kovaryans analizi ile özümlenmesi sonucunda, AG uygulamalarıyla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarısını ve teknolojiye karşı tutumunu anlamlı bir şekilde değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak, karşılıklı gruplar arasında başarı, motivasyon, fen ve teknolojiye yönelik tutum değişkenleri açısından deney grupları lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda ğrencilerin, AG teknolojisinin öğrenmeyi kolaylaştırdığını, konuyu somutlaştırdığını, eğlenceli, dikkat çekici ve gerçekçi olduğunu, kullanmaktan memnun kaldıklarını, kullanmak için istekli olduklarını ve kullanırken kayđı yaşamadıklarını belirttikleri tespit edilmiştir.

Tn, Kışoğlu ve Uzun (2018) araştırmalarında, geri dönüşüm konusunun öğretime yönelik AG uygulamasının kullanıldığı bir etkinlik geliştirmişlerdir. Araştırmanın amacı, AG uygulamalarından birisi olan Aurasma ile, fen bilimleri dersi sekizinci Sınıfta işlenen, sürdürülebilir kalkınma konusunda yer alan, “geri

dönüşüm için katı atıkların ayrıştırılmasının önemini açıklar” kazanımı doğrultusunda, öğretmenlerin kullanımı için 80 dakikalık bir ders etkinliği hazırlamak ve uygulamaktır. Geliştirilen ders etkinliğinde öğrencilerden, katı atıkların geri dönüştürülmesi gerektiği bilgisini ve geri dönüşüm farkındalığını artırmayı amaçlayan bir bilgilendirme materyali oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerden katı atıkların geri dönüşümü ile ilgili edindikleri bilgiler doğrultusunda yaptıkları ürünlerin resim ve videolarını çekip, bunu Aurasma ile birleştirmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, hazırlanan bu etkinlik örneğinin, fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan geri dönüşüm ile ilgili kazanımları gerçekleştirmede öğretmenlere yardımcı olacağına, AG teknolojisi kullanılarak öğretim etkinliği hazırlamak isteyen öğretmenlere fikir vereceğine inanılmaktadır.

Yıldırım (2018), fen öğretiminde MAG teknolojisi kullanıldığında, ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarında ve akademik başarılarındaki değişimi sorgulamıştır. Araştırmada, karma yöntem desenlerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. 2017-2018 eğitim-öğretim yılında, Elazığ ilinde iki ortaokulun altıncı sınıfında okuyan 143 öğrenci ile yürütülen araştırmada, her okulda deney ve kontrol grupları yer almaktadır. Deney-1 grubuna 23, kontrol-1 grubuna 23, deney-2 grubuna 48, kontrol-2 grubuna 49 öğrenci atanmıştır. 8 hafta süren araştırmada, deney grubunda, vücudumuzdaki sistemler konusunda yer alan destek ve hareket sistemi, solunum sistemi, dolaşım sistemi konularının işlenişi esnasında, bir MAG uygulaması olan Anatomy 4D uygulaması kullanılmıştır. Kontrol grubunda sadece ders kitabı kullanılarak ünite işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak, nicel verilerin elde edilmesinde; Sistemler Başarı Testi, Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği, nitel verilerin elde edilmesinde ise; deney gruplarında yer alan öğrencilere uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ve deney gruplarındaki öğrencilerin süreç boyunca tuttıkları günlükler kullanılmıştır. Verilerin analizinden, dersin işlenişinde kullanılan MAG uygulamasının deney gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı düzeylerini geliştirmede etkili olduğu, ancak fen ve teknolojiye yönelik tutum düzeylerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda öğrencilerin, dersin işlenişinde MAG uygulaması kullanımının, anlamayı ve öğrenmeyi kolaylaştırma, net ve ayrıntılı öğrenmeyi sağlama, soyut kavramları somutlaştırma ve gözlem

yapabilmeye katkı sağlama gibi çeşitli avantajları olduğunu vurguladıkları görülmüştür.

Shelton ve Hedley (2002) araştırmalarında, dönme-devir, dünya ile güneş arasındaki ilişki, mevsimsel ışık ve sıcaklık değişimi, toprak ile güneş arasındaki ilişki gibi çeşitli coğrafi kavram ve konuların öğretilmesinde kullanılmak üzere, ARToolKit adında bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Araştırmanın örneklemini, Washington Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde öğrenim gören 34 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda, AG uygulama kullanılmasının, öğrencilerin başarılarını, coğrafi kavram ve konuları anlama düzeylerini artırdığı, kavram yanlışlarını azalttığı görülmüştür.

Kaufmann ve Schmalstieg (2003) araştırmalarında, öğrencilerin soyut olarak nitelendirdiği geometri kavramlarını somutlaştırmak amacıyla Construct 3D adlı üç boyutlu AG uygulaması geliştirmişlerdir. Araştırmada lise ve üniversite düzeyinde matematik ve geometri eğitiminde kullanılan uygulama araçları incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların analizinden, geliştirilen AG materyalin öğrencilerin uzlamsal, mekânsal becerilerini geliştirdiği ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Liarokapis vd. (2004) araştırmalarında, mühendislik eğitiminde kullanılmak üzere, kullanıcılara web tabanlı olarak üç boyutlu sanal görselleştirme imkânı sunan uygulama kullanmıştır. Araştırmada öğrencilerin bu uygulamayla daha etkili bir öğrenme sağladıkları ve geliştirilen ortamı ders içi faaliyetler arasında zorlanmadan kullanılabilir buldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Kerawalla vd. (2006) araştırmalarında, AG uygulamasının öğretmen-öğrenci iletişimdeki etkililiğinin belirlemeyi amaçlamışlardır. İlkokul öğrencileri ile gerçekleştirilen araştırmada, öğrenciler kontrol ve deney grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Deney grubunda dersin işleniş esnasında, AG uygulamaları kullanılırken, kontrol grubunda ise sadece mevcut ders materyallerine bağlı kalınmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinden, öğretmen-öğrenci iletişimdeki etkililik açısından deney grubunun lehine anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan yola çıkarak araştırmada, deney grubunda yer alan öğrencilerin öğretmenleri ile arasındaki iletişim kurma becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha iyi olduğu, AG uygulamaları kullanan

öğrencilerin öğretmenleri tarafından daha az uyarıldığı ve bu durumun deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre daha dikkatli olduğunun bir göstergesi olabileceği belirtilmiştir.

Dunleavy, Dede ve Mitchell (2009) araştırmalarında, AG teknolojisinin öğrencilerin katılımcı öğrenmelerine ve kazanımları elde etme becerilerine etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmada, Massachusetts Institute of Technology ile Wisconsin ve Madison üniversiteleri tarafından geliştirilen Alien Contact yazılımıyla, öğrencilerin matematik öğrenimi, fen bilimleri ve dil kullanım becerilerinin gelişmesini amaçlayan bir uygulama geliştirilmiştir. Araştırma boyunca ortaokul ve lise öğrencileri takım halinde kendilerine verilen bir problemi, okul bahçelerinde daha önceden belirlenmiş çeşitli işaret noktalarını ve bunlarla bağlantılı bilgileri kullanarak çözmeye çalışmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin çalışma motivasyonlarının yükseldiği, matematik öğrenimi ve fen bilimleri alanlarındaki becerilerinin geliştiği, grup çalışması sırasında iletişim becerilerini etkin şekilde kullanabildikleri sonucuna ulaşılmıştır.

El Sayed, Zayed ve Sharawy (2011) araştırmalarında, eğitim ortamlarında kullanılmak üzere bilgisayar tabanlı olarak çalışan ARSC isimli artırılmış gerçeklik ortamı geliştirilmiş ve kullanılabilirliğini test etmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğrenciler, ARSC sistemini çevrim içi, çevrim dışı ve oyun kurgusu ile kullanmaktan memnun olduklarını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, geliştirilen sistemin biyoloji, sanat ve tasarım, kimya, tarih ve dil öğrenimi derslerinde de kullanılabilirliğini vurgulamışlardır.

lordache, Pribeanu ve Balog (2012) araştırmalarında, ortaöğretim okulları için geliştirilen AG Eğitim Platformu'nun öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini belirlenmeyi amaçlamışlardır. Yedinci sınıfta öğrenim gören 36 kız, 35 erkek olmak üzere toplam 71 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırma, ilk ders AG Eğitim Platformu'nun gerçek ve sanal nesnelere olan etkileşim olasılıkları, atomun yapısı ve katmanlarını anlatan genel bir tanıtım sunulmuştur. Aynı zamanda, periyodik cetveldeki elementlerin temel prensipleri açıklanmış ve periyodik tablodaki elementlerin sembolleri üzerine renkli toplar konularak birkaç alıştırma gerçekleştirilmiştir. İkinci derste, öğrencilerin işlenecek konuyla ilgili temel kavramları öğrenerek, bunları birbirleriyle ilişkilendirilmeleri ve renkli topları bir araya getirerek kimyasal bileşikler oluşturmaları sağlanmıştır. Son

derste ise öğrencilerin kimyasal tepkimelerin oluşmasında rol oynayan etkenleri, moleküllerin ve iyonik bileşiklerin nasıl birleştiğini, bu amaç doğrultusunda her bir öğrenciden var olan kimyasal denklemlere bağlı kalınarak ve renkli topları kullanarak bir kimyasal reaksiyon gerçekleştirmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda Artırılmış Gerçeklik Eğitim Platformu'nun daha az bilişsel çabayla daha iyi öğrenmeyi sağlamada etkin bir rol oynadığına, etkili ve verimli bir öğrenme ortamı sunduğuna ve öğrencilerin uzamsal yeteneği geliştirdiğine dair sonuçlara ulaşılmıştır.

Wu Kai, vd. (2013), eğitimde artırılmış gerçekliğin şu anki durumu, avantajları ve zorlukları isimli araştırmalarında, son yıllarda araştırmacılar arasında AG teknolojisinin çok ilgi çekiyor olmasına rağmen tanımının farklı araştırmacılar için farklı anlamlar ifade ettiğini vurgulamışlardır. Bu nedenle araştırmalarında öncelikle tanımlar, sınıflandırmalar ve AG teknolojisi hakkında bilgi vermişlerdir. Araştırmalarında AG'nin eğitmenler, araştırmacılar ve tasarımcılar tarafından bir teknoloji türünden çok bir konsept olarak görülmesi ile daha üretken olunabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, AG in sistem ve uygulamalarının özelliklerini ve kolaylıklarını belirlemişler ancak AG e özgün bazı ilginç özelliklerin mobil öğrenme ortamları gibi diğer teknolojik sistemlerde de olduğunu söylemişlerdir. Bir AG uygulamaların teknoloji tasarımı, eğitsel yaklaşım ve öğrenim deneyimleri ile eşgüdümlü olarak eğitim ortamlarına adapte edilmesinin eğitim öğretim yaklaşımları için çok önemli olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle roller, görevler ve konular olmak üzere üç farklı eğitim yaklaşımı sınıflandırılmış ve bu sayede hangi farklı AG teknolojilerinin öğrencilerin öğreniminde ne kadar ve nasıl yardımcı olabileceği tartışılmıştır.

Cai, Wang ve Chiang (2013), kimya dersinde AG simülasyon sistemi uygulamasını kullanarak, 29 lise öğrencisi ile bir vaka araştırması gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonucunda AG'nin başarı düzeyi düşük öğrenciler üzerinde daha fazla etkili olduğu, öğrencilerin tutumlarının olumlu yönde değiştiğini belirlemişlerdir.

Tomi ve Rambli (2013), araştırmalarında, okul öncesi çocuklar için mobil AG uygulamasının kullanıldığı, susuz karga isimli bir oyun kitabı geliştirmişlerdir. Bu kitap öğrencilere büyümlü bir senaryo gelişimi sunmaktadır. Araştırmacılar, artırılmış gerçekliği, sanal ve fiziksel nesnelere etkileşimde bulunurken,

kullanıcıya gerçek dünya duygusunu veren bir teknoloji olarak ifade etmişlerdir. Gerçek dünya, sanal nesnelere tarafından aracılığıyla genişletilebilir ve böylece kullanıcılar için bazı ek bilgiler sağlayabilir. Araştırmacılar, bu kavramı AG hikâye kitabı üzerinde uygulayarak, mobil cihaz aracılığı ile görüntülenen sanal nesnelere (3D modeller, animasyonlar ve sesler) ile gerçek dünyayı zenginleştirmişlerdir. Araştırmada, bu uygulama dikkat çekici olduğu, motivasyonu arttırdığı, öğrenmeyi eğlenceli kıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Wojciechowski ve Cellary (2013), ARIES artırılmış gerçeklik ortamlarında, öğrencilerin öğrenme yönündeki davranışlarının değerlendirilmesi ile ilgili bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada örneklem olarak ortaokul ikinci sınıfta öğrenim gören 42 öğrenci seçilmiş, öğrencilere kimya deneyi içeren derslerde AG içeriklerinden oluşan öğrenme ortamı sunan ARIES sistemi sunulmuştur. ARIES AG ortamında öğrencilerin öğrenme davranışlarını değerlendirebilmek için; teknoloji kabullenme modeli temelinde bir anket uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, AG teknolojisi ile ders işleyen öğrencilerin geleneksel yolla ders işleyen öğrencilere oranla, fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarında artış gözlemlenmiştir. Bu sonuca, öğrencilerin dersleri eğlenceli bulmalarının, AG uygulamalarından zevk almalarının etkisi olduğu düşünülmektedir.

Olsson ve Salo (2011) araştırmalarında, MAG uygulamalarının, kullanıcılar tarafından kabul edilebilirlik düzeyini belirlemeyi ve kullanıcıların bu uygulamalara dair deneyimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini oluşturan 90 katılımcı, kendilerine uygulanan ankette MAG uygulamalarının ilgilerini çektiğini, merak ve tekrar kullanma istediği oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

Tian vd. (2014), araştırmalarında, astronomik gözlemler için, akıllı telefonlarla oluşturulan (M-VSAR) öğrenme sistemi ile çoklu bakış açısı yaratılarak, gözlem tabanlı bir öğrenme (OBL) ortamı oluşturmuşlardır. Bu uygulama ile öğrencilerin ay evrelerini veya güneşin gece ve gündüz hareketi gibi astronomik fenomenleri anlamaları sağlanmıştır. Geliştirdikleri bu sistemin lise öğrencilerinin astronomik fenomenlere olan ilgisini ve öğrenmesini nasıl arttırılabileceğini inceledikleri araştırma sonucunda, AG uygulamasının öğrencilerdeki kavram yanlışlarının azaltılmasında etkin bir rol oynadığı, öğrencilerin öğrenme ve motivasyon seviyelerinde kayda değer bir artış sağladığını ifade etmişlerdir.

Yen, Tsai ve Wu (2013) çalışmalarında, Ay'ın evrelerine yönelik kavramların öğretilmesinde, iki boyutlu animasyon ve üç boyutlu simülasyon materyalleri ile AG materyali kullanılmasının, üniversite öğrencilerinin akademik başarılarına ve kavramları anlama düzeylerine etkisini araştırmıştır. Araştırma, Tayvan'daki bir üniversitede 104 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol ve deney grupları olarak iki gruba ayrılan öğrencilerden, kontrol-1 grubunda olanlar konu işlenirken 2D animasyon materyallerden, kontrol-2 grubunda olanlar 3D simülasyon materyallerden, deney grubunda olanlar ise AG teknolojisi ile hazırlanan materyallerden yararlanmışlardır. ANOVA ile analiz edilen veriler doğrultusunda, Ay'ın evrelerine yönelik kavramların deney ve kontrol gruplarında üç farklı uygulama kullanılarak öğretilmesinin, öğrencilerin başarılarını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmüştür. Buna ek olarak, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol gruplarındaki öğrencilere oranla kavramları daha kolay öğrendiği, kullanılan 3 farklı yöntem arasından özellikle AR simülasyonuna ilişkin tutumlarının diğer iki yöntemle oranla daha olumlu olduğu vurgulanmıştır.

Zhang vd. (2014), araştırmalarında, astronomik gözlem eğitimi için kullanılmak üzere, AG temelli bir (mobil dijital armil küre, MDAS) materyal geliştirmişlerdir. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışma, beşinci sınıftaki 200 öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, MDAS'ın astronomik gözlem kurslarında kullanılmasının öğrencilerin öğrenme etkinliklerine olumlu katkı sağladığı ve ilgilerini fazlasıyla çektiği belirtilmiştir. Deneysel sonuçlar MDAS sistemini açık gözlem etkinlikleri sırasında kullanmanın hem öğrencilerin astronomik gözlem içeriğini öğrenmelerini hem de astronomik gözlem becerileri performanslarını etkin bir şekilde artırdığını göstermiştir. Ek olarak, MDAS'ın kullanımıyla öğrencilerin astronomik gözlemlere ve öğrenmeye olan ilgisi etkin bir şekilde arttırmıştır.

Chiu, vd. (2015) araştırmalarında, AG teknolojisi kullanılan fen laboratuvarlarının, ortaokul öğrencilerinin gazların özelliklerini anlamadaki etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya sekizinci sınıfta öğrenim gören yaklaşık 600 öğrenci ve iki sınıf öğretmeni gönüllü olarak katılmıştır. Öntest-sontest araştırma deseni kullanılmış ve uygulama araştırmacılar ve öğretmenler arasında gerçekleştirilen iş birliği ile hayata geçirilmiştir. Araştırmada AG teknolojisinin uygulanabilmesi için,

gaz yasaları konusu ve bu alanda daha önce yapılan araştırmalar baz alınarak, öğrencilerin gaz yasalarını öğrenirken zorlandıkları konular belirlenmiştir. Uygulama öncesinde öğretmenler, öğrencilere kısaca laboratuvar ve AG teknolojisi hakkında bilgi vermişler, sonrasında öğrencilerin ikili üçlü gruplar halinde, dizüstü bilgisayarları ve deney düzenekleri üzerinde kendi başlarına araştırmalarını sağlamışlardır. Öğrencilerin AG uygulamalarını kullanmada herhangi bir güçlük yaşamadıkları görülmüş, araştırmacılar, test öncesi ve sonrasında öğrencilere açık uçlu altı soru sormuştur. Verilerin değerlendirmesi aşamasında, test öncesi ve test sonrası cevaplar karşılaştırılmış, her aşamada öğrencilerin geliştirdiği alternatif düşünceler analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, AG uygulamalarının gazlar konusunun içerdiği karmaşık kavramların öğrenilmesinde yardımcı olduğu, öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimini arttırdığı görülmüş, öğretmenlere de AG uygulamalarının fen eğitiminde kullanmaları tavsiye edilmiştir.

Gopalan vd. (2016) araştırmalarında, fen öğretiminde AG teknolojisi kullanımının ortaokul öğrencilerinin öğrenme performanslarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, Malezya'ya bağlı Kuala Kangsar'daki bir okulda öğrenim gören 140 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler kontrol ve deney grubunda 70 kişi olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Araştırma süresince, deney grubunda fen öğretimi "eSTAR" adı verilen AG ders kitabı kullanılarak gerçekeştirilirken, kontrol grubunda sadece mevcut ders materyalleri kullanılmıştır. Araştırmada, deney grubu öğrencilerinin öğrenme performanslarına ilişkin puanlarının kontrol grubundaki öğrencilere oranla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır

Di Serio vd. (2013) araştırmalarında, İspanya'da bulunan bir ortaokulda zorunlu olarak öğretilen görsel sanatlar dersinde, İtalyan Rönesans Sanatının işlendiği konularda, eserlerin anlatımı için AG teknolojisi kullanmışlardır. Araştırma üç oturumdan oluşmuştur. İlk oturumda sekiz adet başyapıt belirlenmiş, öğrencilerin bu başyapıtlardan 4 tanesine ait resimleri çeşitli slaytlar aracılığı ile incelemelerine olanak sağlanmıştir. Araştırmada ilk oturum için küçük ve yeterli aydınlatmanın olmadığı bir sınıf ortamında, sadece sunum ve açıklamalara yer verilen klasik yöntem kullanılmıştır. İkinci oturum, sekiz başyapıt içerisinden geriye kalan dört tanesinin anlatımı için metin, video, ses ve 3D modellerle oluşturulan AG uygulamaların kullanıldığı, kamera bağlantılı masaüstü bilgisayarların yer

aldığı laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonunda, AG uygulamasının öğrencilerin dikkatini çekmede teknik üstünlükler sunduğu, ilgiyi canlı tuttuğu ve öğrenci motivasyonunu arttırdığı tespit edilmiştir.

Bir diğer araştırmada Doğan (2016) tarafından, AG ile desteklenmiş materyallerin, Türk EFL öğrencilerinin kelime öğrenimleri ve kelimelerin akılda kalıcılığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmacı örneklem olarak, Erzincan Üniversitesinde öğrenim gören ve başlangıç seviyesinde İngilizce yeterliliğine sahip 40 hazırlık öğrencisi seçmiştir. Karma yöntemin kullanıldığı araştırma, beş hafta süre ile deney ve kontrol gruplarıyla yürütülmüştür. Araştırma süresince deney grubunda ders, mevcut kitaba ek olarak Layar adı verilen artırılmış gerçeklik uygulamasıyla zenginleştirilerek işlenirken, kontrol grubunda dersin işleniş sürecinde sadece mevcut ders kitapları kullanılmıştır. Araştırmada nicel verilere demografik bilgi anketi ve kelime bilgisi ölçeği (VKS) kullanılarak, nitel verilere ise öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve demografik bilgi anketi kullanılarak ulaşılmıştır. Verilerin analizinde, ANCOVA ve Bağımsız Örneklem t-testleri kullanılmış ve araştırmanın sonucunda, AG ile desteklenmiş materyallerin, öğrencilerin olumlu tutum geliştirmesinde, kelimelerin öğrenilmesinde ve akılda kalmasında etkili bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Bu alanda bir başka araştırma Yılmaz (2014) tarafından yapılmış ve araştırma ile, AG teknolojisinin, öğrencilerin hikâye kurgulama becerileri ve hikâyede yaratıcılığı kullanma becerileri üzerindeki etkililiğinin belirlenmesi amaçlamıştır. Araştırma, 2012-2013 eğitim-öğretim yılında Erzurum iline bağlı bir ilçede, ortaokul beşinci sınıftaki 100 öğrenciyle, dört haftalık bir sürede gerçekleştirilmiş ve öğrenciler yansız olarak deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Araştırmanın yöntemini nicel araştırma yöntemlerinden biri olan yarı-deneysel araştırma yönteminin alt basamağında yer alan karşılaştırmalı eşitlenmemiş gruplara sontest modeli oluşturmaktadır. Araştırma boyunca deney grubu öğrencilerinin hikâyelerini AG uygulamasıyla, kontrol grubu öğrencilerinin ise iki boyutlu resimlerle kurgulamaları sağlanmıştır. Veri toplama aracı olarak Hikâye Değerlendirme Ölçeği ve Hikâyelerde Yaratıcılığı Kullanma Değerlendirme Formu kullanılmıştır. Veriler iki yönlü ANOVA, iki yönlü MANOVA, çoklu korelasyon ve betimsel analiz yöntemleri ile çözümlenmiştir. Bulgular incelendiğinde, gruplar arası karşılaştırmada, hikâye kurgulama ve hikâyede

yaratıcılığı kullanma beceri düzeyleri açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulamanın yapılışı ve verilerin çözümlenmesi üzerinde durulacaktır.

Araştırmanın Modeli

Nicel araştırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bu araştırma, deneme modeline göre yürütülmüştür. Deneme modeli olarak öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

Deneysel desenler, koşulların özenle kontrol edildiği, herhangi bir etki karşısında nasıl bir tepkinin doğacağına tespit edilmeye çalışıldığı ve değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerini ortaya koymak amacı ile kullanılan desenlerdir (Karasar, 2014; Büyüköztürk, 2001). Deneysel desenlerin, örneklem seçimindeki özelliklere göre tanımlanan tam deneysel, yarı deneysel ve basit deneysel yöntem olmak üzere farklı uygulamaları bulunmaktadır (Çepni, 2007). Yarı deneysel desen, neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesi için, araştırmacının kontrolü altında, gözlenmek istenen verilerin üretildiği bir desendir. Yarı deneysel desen, eşitlenmemiş gruplara sadece sontest uygulanması, tek bir gruba öntest ve sontest uygulanması ya da eşitlenmemiş gruplara öntest ve sontest uygulanması gibi farklı şekillerde kullanılabilir. Bunların içerisinde eşitlenmemiş gruplara öntest ve sontest uygulanmak bilimsel değer açısından tam deneysel yöntemden sonra gelen en etkili ikinci yöntem olarak kabul edilmektedir. Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desende yansız olarak atanan deney ve kontrol gruplarına, uygulama öncesinde, gruplar arasındaki benzerlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, eş zamanlı olarak öntest uygulaması yapılmaktadır (Karasar, 2014). Öntest uygulaması sonrasında, deney grubu üzerinde etkisinin ölçülmek istendiği ilgili uygulama yürütüldükten sonra, her iki grupla eş zamanlı olarak sontest uygulaması gerçekleştirilir (Christiansen ve Johnson, 2014).

Bu araştırmada, öğretmen adayları mekanik laboratuvarı dersini kendi ders programlarına uygun olan şekilde 01 ve 02 olmak üzere iki farklı şubede seçebilmektedir. Oluşan şubeler seçkisiz olarak deney grubu ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Mekanik laboratuvarı dersi kapsamında yer alan deney uygulamalarına başlamadan önce, her iki grupta yer alan öğretmen adaylarına

Gönüllü Katılım Formu (EK-D) dağıtılmış ve TFLBT, FLYTÖ ve FLKÖ öntest olarak uygulanmıştır. Daha sonra uygulamalara geçilmiş, deney grubu öğretmen adayları deneylerini, geleneksel laboratuvar uygulamalarına ek olarak AG ve Karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarıyla (ARLAB) gerçekleştirirken, kontrol grubu öğretmen adayları deneylerini sadece geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla gerçekleştirmiştir. Uygulamaların ardından her iki gruba, sontest olarak TFLBT, FLYTÖ ve FLKÖ tekrar uygulanırken, bunlara ek olarak deney grubundaki öğretmen adaylarının 6 tanesi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Tablo 1

Gruplar ve Araştırma Deseni

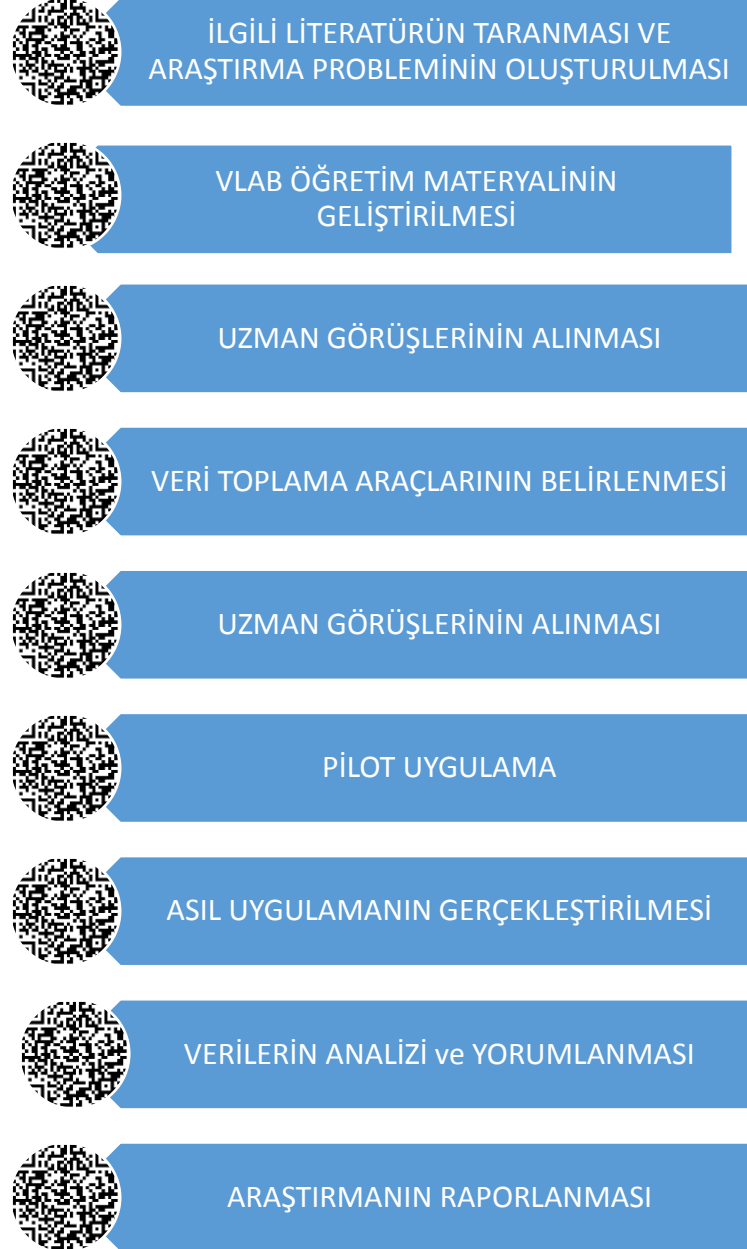
Gruplar	Şube	Öntest	Uygulama	Sontest
Kontrol Grubu	01	Başarı testi Tutum ölçeği Kaygı ölçeği	Geleneksel laboratuvar uygulamaları	Başarı testi Tutum ölçeği Kaygı ölçeği
Deney Grubu	02	Başarı testi Tutum ölçeği Kaygı ölçeği	AG ve Karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı (ARLAB) uygulamaları	Başarı testi Tutum ölçeği Kaygı ölçeği

Çalışma grubu

Öntest- sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene göre modellenen araştırmaya, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde Ankara'da Hacettepe Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda ikinci sınıfta öğrenim görmekte olan, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersini alan toplam 16 öğretmen adayı katılmıştır. Bölümde FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersi, iki şube (01 ve 02) olarak verilmektedir. Deney ve kontrol gruplarının yansız olarak seçimi için kura çekilmiş, seçkisiz olarak 01 şubesi kontrol grubu, 02 şubesi de deney grubu olarak belirlenmiştir. 01 şubesi kontrol grubunda yedi öğretmen adayı, 02 şubesi deney grubunda dokuz öğretmen adayı bulunmaktadır.

İzlenen Yol

Araştırmanın yürütülmesinde yer alan adımlar Şekil15'de yer almaktadır. Bu adımlara yönelik gerekli açıklamalar ilgili başlıklar altında yapılmıştır.



Şekil 15. İzlenen yol aşamaları

AG ve Karekod Teknolojisi Kullanılarak Geliştirilen ARLAB Uygulamaların Oluşturulması. AG ve karekod uygulamalar kullanılarak pek çok farklı öğretim materyali tasarlanabilmekte ve üç boyutlu görüntülenebilen özelliğine sahip bu materyallerle kullanıcıyla arasındaki etkileşimli ortam sayesinde, dokunma ve hareket ettirme hissi yaratılabilmektedir (Gül, 2016; İbili ve

Şahin, 2013; Le ve Kim, 2016). Bu araştırmada da araştırma kapsamında yer alan beş farklı mekanik laboratuvarı deneyinin her birinin amacı, kullanılan malzemeleri ve yapılışı birbirinden farklı olduğu için beş farklı uygulama geliştirilerek, öğretim materyali olarak kullanılmıştır. AG ve karekod teknolojisi kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına ARLAB adı verilmiştir. Geliştirilen uygulamaların araştırmanın amacına uygunluğunu sorgulamak için doktora derecesini almış fizik, fizik eğitimi ve bilgisayar ve öğretim teknolojileri alanında uzman üç kişinin görüşü alınmış, alınan görüşler doğrultusunda uygulamaların araştırmada kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Uygulamaların oluşturulması aşamasında ilk olarak, seçilen mekanik ve doğrusal hareket, değişken “g” sarkacı, hava masasında eğik düzlem, basit harmonik hareket ve serbest düşme hareketi deney düzeneklerinin etkileşimli üç boyutlu AG uygulamasına dönüştürülmesi için ilgili deney düzenekleri üzerinde sistem analizi araştırmaları yapılmıştır. Düzeneklerin mekanik-kinematik özellikleri ve çalışma prensipleri belirlendikten sonra modelleme araştırmalarında kullanılmak üzere referans ölçüleri alınmış ve fotoğraflar çıkartılmıştır. Bu referanslar ve Blender-3d modelleme yazılımı kullanılarak düzeneklerin üç boyutlu modelleri üretilmiştir. Uygulamaların tablet, telefon gibi işlemci gücü ve grafik kapasitesi sınırlı olan cihazlarda çalıştırılacağı gerçeği göz önünde bulundurularak üç boyutlu modellerin poligon yoğunluğunun optimum seviyede tutulmasına özen gösterilmiş böylece görsel kalite ve performans arasında bir denge sağlanmaya çalışılmıştır. Üç boyutlu modellerin oluşturulmasından sonra kaplama üretimine geçilmiştir. Amaçlanan foto-realizm seviyesinin yakalanması amacıyla Physically Based Rendering teknolojisi tercih edilmiştir. Bu bağlamda deney düzeneklerinde kullanılan malzemelerin Albedo renkleri ve Reflectance referans değerleri gibi optik parametreleri tespit edilmiş, yüzey pürüzlülükleri belirlenmiş ve bu bilgiler ışığında her bir deney düzeneği için ayrı ayrı Albedo Map, Metal Map, Roughness Map ve Normal Map doku kaplamaları oluşturulmuştur. Fiziksel deney düzenekleri ile sanal deney düzenekleri arasındaki görsel tutarlılığın kuvvetlendirilmesi amacıyla fiziksel deney düzenekleri üzerinde oluşmuş çizikler, renk/doku yıpranmaları, toz gibi detaylar da göz önünde bulundurulmuş ve ilgili kaplamalara aktarılmıştır. Physically Based Rendering kaplamaların üretilmesinde Substance Painter yazılımı kullanılmıştır. Uygulamaların oluşturulmasında bu programların

seçilmesinin nedeni, kullanımlarının bu alandaki diğer uygulamalar oranla daha kolay olması ve aynı zamanda mobil cihaz desteği sunuyor olmalıdır.

Deney düzeneklerinin işlevsel benzetimi için Katı Gövde Fizik Simülasyonu teknolojisi tercih edilmiş ve bunun için Nvidia Physics fizik simülasyonu kütüphanesi kullanılmıştır. Öncelikli olarak düzeneklerin hareketli bileşenlerine ilişkin eklem yapıları ve serbestlik dereceleri gibi kinematik özellikler belirlenerek uygulamaya aktarılmıştır. Kütle, kütle merkezi, sürtünme katsayısı, yay sabiti gibi dinamik özellikler ise hesaplama, ölçme ve deneyler ile belirlenerek AG uygulamaya dahil edilmiştir.

Cheng ve Tsai (2013) AG teknolojisini, resim tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere iki tür olarak belirtmişlerdir. Bu araştırmada amaca uygunluğu açısından resim tabanlı AG teknolojisi kullanılmıştır. Bu yöntemde, deney föyleri üzerine basılmış ve sisteme önceden tanıtılmış karekodların, uygulama esnasında kullanılacak mobil cihazların kamerasından takibi yapılabilmektedir. Bu sayede öğretmen adaylarının ellerindeki mobil cihazı kullanarak, AG uygulamalarda yer alan deney düzeneklerini her açı ve mesafeden inceleyebilmesine olanak sağlanmaktadır. Sanal bir ortamda gezinmek için kullanılan yöntemler içerisinde kolaylık, sezgisellik ve hız bakımından öne çıkan AG teknolojisinin basit kullanıcı ara yüzleri ile entegre edilmesi ile öğretmen adaylarının detaylı bir kullanım kılavuzuna ihtiyaç duymadan sistemi kolayca kullanabilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında geliştirilen AG uygulamalarda, artırılmış bileşen olarak ilgili deneylerin föyleri, videoları ve deneylerin AG ortamda gerçekleştirilebilen uygulamaları yer almaktadır. AG uygulamada, pdf simgesine dokunulduğunda ilgili deneyin föyüne, video simgesine dokunulduğunda ise araştırmacı tarafından hazırlanan, ilgili deney düzeneğinin kurulumu ve verilerin nasıl alınacağı ile ilgili 3-5 dk. Uzunluğunda ki videolara erişilmektedir. Ok işaretine dokunulduğunda da deneyin AG ortamda gerçekleştirilebilen uygulamasına erişilmektedir.

Tüm materyallerin tasarım sürecinde Mayer'in (2001) çoklu ortam tasarım ilkeleri göz önünde bulundurulmuştur. Çoklu ortam tasarım ilkelerine göre, öğrenciler sadece metinler kullanılarak tasarlanmış materyaller yerine metinler ve resimler ve videolar kullanılarak tasarlanmış bir materyal ile daha iyi öğrenir, denilmektedir. Bu ilkeler doğrultusunda, kullanılan videolarda yer alan görüntüler de, metin ve ilgili öğretim elemanının kendi sesli anlatımı ile birleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada ilgili alanyazın incelenerek veri toplama aracı olarak, temel fizik laboratuvarı başarı testi, fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve fizik laboratuvarı kaygı ölçeği kullanılmıştır. Veri toplama araçları içerisinde yer alan ölçeklerin, öğrencilerin başarı, tutum ve kaygılarının ölçülmesinde uygun olup olmadığına yönelik fizik eğitimi alanında uzman iki kişinin görüşü alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonrasında ölçeklerde herhangi bir madde düzenlemesine ihtiyaç duyulmadan ölçekler orijinal halleri korunarak kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, uygulama sonrasında elde edilen bulguları desteklemek amacıyla, deney grubu öğretmen adayları arasından gönüllülük esasına dayanarak seçilen altı tanesi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Temel fizik laboratuvarı başarı testi. Uygulama öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına yönelik başarılarını ölçmek için, Bal (2012) tarafından geliştirilen TFLBT kullanılmıştır (EK-A). Testin güvenilirlik için uygulanan Cronbach- Alfa analizi sonucu güvenilirlik katsayısı $\alpha = 0,80$ olarak bulunmuştur. TFLBT, 20 sorudan oluşmaktadır.

Testin konu dağılımı Tablo 2' de gösterildiği gibidir. Bu araştırmada kullanılan TFLBT, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilmek üzere seçilen, mekanik ve doğrusal hareket, basit harmonik hareket, hava masasında eğik düzlem, değişken "g" sarkacı ve serbest düşme hareketi deneylerinde sorgulanan kavramları kapsamaktadır ve ölçebilecek niteliktedir.

Tablo 2

Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Konu Dağılımı

Konu	Sorular
Konum-Hız-İvme	1,3,12,13,16,18,20
Serbest düşme hareketi	2,7,17,
Basit sarkaç	5,15
Basit harmonik hareket	4,14
Sürtünme katsayısı	6,11,19
Potansiyel enerji değişimi	8,9,10

Test sonuçları değerlendirilirken sorulara verilen her doğru cevap bir puan olarak puanlanmıştır. Öğretmen adaylarının testten alabilecekleri toplam maksimum puan 20'dir.

Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği. Araştırmada, uygulama öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına karşı tutumlarını belirlemek için, Tanrıverdi ve Demirbaş (2012) tarafından geliştirilen FLYTÖ kullanılmıştır (EK-B). Ölçeğin tamamının açıkladığı varyans %59.143, geçerlik araştırması olan madde ve faktör analizinden sonra güvenilirliğine ilişkin araştırmada ölçeğin Cronbach- Alfa iç tutarlık katsayısı $\alpha=0,90$ olarak bulunmuştur. Ölçek, 5'li likert tipinde olup, 'Kesinlikle Katılıyorum' ile 'Kesinlikle Katılmıyorum' aralığında derecelendirilmiş, üniversite öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumları ile ilgili 21'i olumlu, 6'sı olumsuz olmak üzere toplam 27 maddeden oluşmaktadır. Ölçek "Derste Uygulanan Yöntem ve Teknikler", "Derse Karşı Öğretmenin Tutumu", "Laboratuvardaki Teknik İmkânlar", "Dersi Günlük Hayatla İlişkilendirme", "Derse Karşı Öğrencinin Kişisel Tutumları" ve "Alan Bilgisi" olmak üzere 6 alt boyuttan oluşmaktadır.

Ölçekte yer alan olumlu ve olumsuz maddelerin nasıl puanlandırıldığı Tablo 3'de verilmiştir. Elde edilen verilerin kodlanmasında olumludan olumsuzla doğru yüksek puandan düşük puana doğru gidecek şekilde (5, 4, 3, 2, 1) kodlama ve puanlama yapılmıştır.

Tablo 3

Fizik Tutum Ölçeğindeki Olumlu ve Olumsuz Maddelerin Puanlandırılması

	Olumlu maddeler için	Olumsuz maddeler için
Kesinlikle Katılıyorum	5	1
Katılıyorum	4	2
Kararsızım	3	3
Katılmıyorum	2	4
Kesinlikle Katılmıyorum	1	5

Fizik laboratuvarı kaygı ölçeği. Araştırmada, uygulama öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına karşı kaygılarını belirlemek için, Berber Cerit (2013) tarafından geliştirilen FLKÖ kullanılmıştır (EK-C). Ölçeğin Cronbach-Alfa iç tutarlılık katsayısı $\alpha= 0,87$ olarak bulunmuştur. Ölçek, "Deneyin sonuçlandırılmasına ilişkin kaygı", "Deneyin

amacına uygun olarak yapılmasına ilişkin kaygı”, “Fizik laboratuvarına yönelik sürekli kaygı” ve “Fizik laboratuvarında materyal kullanımı kaygısı” olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler. AG ve karekod teknolojileri ile geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen bu araştırmada veri toplama araçları sonucunda elde edilen bulguları desteklemek amacıyla, uygulamaların hepsi tamamlandıktan sonra, deney grubundaki altı öğretmen adayı ile gönüllülük esasına dayanarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sadece deney grubu öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerin sadece deney grubu öğrencileriyle yapılmış olmasının nedeni, bu gruptaki öğretmen adaylarının FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersi kapsamında yer alan deneyleri hem geleneksel laboratuvar yöntemi hem de AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen ARLAB mekanik laboratuvarı uygulamalarıyla gerçekleştirmiş olmaları ve böylece bu yöntemleri karşılaştırabileceklerinin düşünülmesidir. Araştırmacı tarafından gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler esnasında öğretmen adaylarını yönlendirici herhangi bir ifade de bulunulmamıştır. Her bir öğretmen adayı ile bireysel olarak görüşülmüştür. Görüşmelerde, bir görüşme formu oluşturulmuş, sorular öğretmen adaylarına bu form doğrultusunda yöneltilmiştir (EK-Ç). Görüşmeler esnasında öğretmen adaylarına formda yer alan sorulara ek olarak, verilen yanıtlar doğrultusunda araştırmacının amacına uygun olan farklı sorularda yöneltilmiştir. Yapılan görüşmeler araştırmacı tarafından ses kaydına alınmıştır. Daha sonra ses kaydına alınan görüşmeler metin olarak dökülmüştür.

Pilot uygulama. AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının laboratuvar ortamında kullanılması esnasında yaşanabilecek problemlerin önceden belirlenebilmesi ve geliştirilen uygulamaların araştırmacının amacına uygunluğunu tespit etmek amacıyla, deneylere başlamadan önce pilot uygulama yapılmıştır. Araştırmacının pilot uygulaması, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde Ankara’ da Hacettepe Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı’nda üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan, mekanik laboratuvarı dersini daha önce almış ve bu dersi başarı ile tamamlamış olan sekiz öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada sadece, mekanik ve doğrusal hareket ve eğik düzlem deneylerini içeren AG ve

karekod teknolojileriyle geliştirilen iki farklı mekanik laboratuvarı uygulaması kullanılarak yapılmıştır. Pilot uygulama sırasında ilk olarak öğretmen adaylarının ARLAB uygulamasını cep telefonlarına ya da tabletlerine yüklemesi sağlanmıştır. Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına uygulamayı nasıl kullanacakları detaylı olarak anlatıldıktan sonra uygulama kullanımına sunulmuştur. Pilot uygulama sonucunda öğretmen adaylarının görüş ve yorumları doğrultusunda, geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının asıl araştırmada kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Uygulamanın Yapılışı. AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin uygulaması, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde verilmekte olan FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersinde gerçekleştirilmiştir. Ders kapsamında öğretmen adaylarıyla katı cisimlerin dönme hareketi, tork vektörleri, eylemsizlik ve yerçekimi kütleleri, dairesel hareket ve merkezci kuvvetin incelenmesi, iki boyutlu uzayda çarpışma, hava masasında eğik atış, mekanik ve doğrusal hareket, basit harmonik hareket, hava masasında eğik düzlem, değişken “g” sarkacı ve serbest düşme hareketi deneyleri gerçekleştirilmektedir.

Mekanik Laboratuvarı uygulamaları esnasında, bu deneylerin ilk altı tanesi, kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de geleneksel laboratuvar uygulamaları yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu altı deneyin uygulaması tamamlandıktan sonra, kontrol grubu öğretmen adayları kalan diğer beş deneyi sadece geleneksel laboratuvar uygulamaları yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmeye devam ederken, deney grubu öğretmen adayları ise bu deneyleri geleneksel laboratuvar yöntemlerine ek olarak AG ve karekod teknolojileri ile geliştirilen ARLAB mekanik laboratuvarı uygulamalarını kullanarak gerçekleştirmiştir.

Geleneksel laboratuvar uygulamaları yönteminde, öğretmen adayları deneylerini, kapalı uçlu deney tekniğine göre hazırlanan, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı Deney Föyüne (EK-E) bağlı kalarak gerçekleştirmiştir. Kapalı uçlu deney tekniği, kitaplar veya başka kaynaklarda yer alan bilgilerin doğru olup olmadığının ispatlanması amacıyla kullanılmaktadır (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2013). Bu amaçla yapılan deneyler bilimsel yöntemin ve herhangi bir konunun öğretilmesinde temel olacak sayılıları veya bilgileri içermektedir (Kaptan, 1999). Bu teknikte deneyi nasıl yapacaklarının basamakları öğrencilere ders kitapları

veya deney föyleriyle verilmektedir. Öğrenci yapacağı deney için ihtiyacı olan araç ve gereçleri kullanarak, deney föyündeki basamakları takip ederek deneyi gerçekleştirmektedir. Deney tamamlandıktan sonra ulaşılan sonucun doğru olup olmadığını yine deney föyüne bakarak kontrol etmektedir. Elde edilen sonuç verilere uygun değilse deneyi tekrar etmektedir ve tüm bu işlemleri rapor halinde ders sorumlusuna sunarak kontrol edilmesini sağlamaktadır (Doğdu ve Arslan, 1993). FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı Deney Föyünde, deneylerin kuramsal temelini oluşturan kavramlar hakkında ön bilgi, deney düzeneklerinin nasıl kurulacağı, düzeneklerin fotoğrafları ve deneylerin yapılış basamakları öğretmen adaylarına sunulmuştur. Geleneksel laboratuvar uygulamalarında kullanılan FZÖ Mekanik Laboratuvarı Deney Föyünde yer alan deneylerden biri olan “Serbest Düşme Hareketi” deneyi, örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“DENEY NO: 5

DENEYİN ADI: SERBEST DÜŞME HAREKETİ

DENEYİN AMACI: Serbest düşme hareketini incelemek ve bu hareketi sağlayan “g” yerçekimi ivmesini bulmak.

KULLANILAN ARAÇLAR: Zaman kaydedici, destek çubuğu, metre, bilye, kağıt ve bant.

DENEY BİLGİSİ: Hava sürtünmesi ihmal edildiğinde herhangi bir yükseklikten ilk hızsız olarak bırakılan bir cisim ağırlığının etkisiyle sabit ivmeli bir hareket yapar ve hızlanarak aşağıya doğru düşer yani herhangi bir yükseklikten serbest bırakılan bir cisim zamanla hızlanarak yere çarpar. Cismin yaptığı bu harekete serbest düşme hareketi, sahip olduğu ivmeye de yerçekimi ivmesi denir. Bu harekette cisme etki eden iki kuvvet vardır. Bu kuvvetlerden biri yer çekimi kuvveti, diğeri de havanın direnç kuvvetidir. Cismin ağır ve yüksekliğin küçük olduğu ortamlarda, havanın direnç kuvvetinin cismin hareketi üzerine yapacağı etki ihmal edilebilir. Bu durumda, cismin sadece yerçekimi kuvvetinin etkisi altında sabit bir kuvvetle ve sabit “g” ivmesiyle serbest düşme hareketi yaptığı kabul edilir. Cismin ilk hızı olup olmamasına bakılmaksızın, yalnızca yerçekiminin etkisiyle yapılan harekete “serbest düşme hareketi” denir. İlk hızın sıfır olduğu durumda, düşeyde yer değiştirme ifadesi;

$$h = 1/2 g t^2$$

olur. İfadedeki diğer değerlerin ölçülmesiyle “g” hesaplanabilir.

DENEYİN YAPILIŞI: Deney düzeneği ders sorumlusunun gözetiminde kurulur. Zaman kaydedicinin sensörleri destek çubuğuna tutturulur. Serbest düşme hareketi yapacak olan bilye bir kağıt ve bant yardımıyla destek çubuğuna asılır. Bu yükseklik h_1 olarak kaydedilir. Bant kesilir asılı kütle düşerken süre zaman kaydediciden okunur. Aynı işlemler farklı iki h_2 ve h_3 yüksekliği için tekrarlanır. Farklı yükseklikler elde etmek için zaman kaydedici sensörün yeri değiştirilmelidir. $h-t^2$ grafiği çizilip ilgili formülden ‘g’ değeri bulunur.

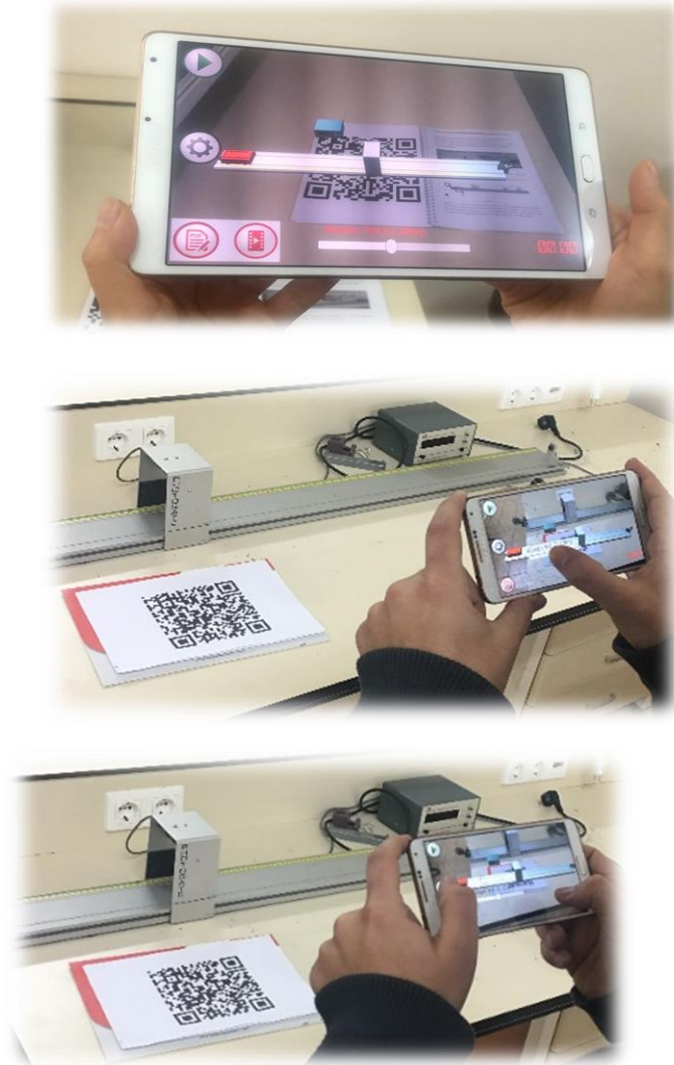


AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen ARLAB mekanik laboratuvarı uygulamalarında ise öğretmen adayları, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı Deney Föyüne eklenen, mekanik ve doğrusal hareket deneyi için (EK-F)’de, değişken “g” sarkacı deneyi için (EK-G)’de, hava masasında eğik düzlem deneyi için (EK-H)’de, basit harmonik hareket deneyi için (EK-I) ve serbest düşme hareketi deneyi (EK-İ)’ de sunulan karekodlar aracılığıyla, laboratuvara gelmeden önce ilgili deneylerin videolu anlatımlarına ulaşabilmektedir. Ayrıca cerenbasal.com web sayfasına erişebilmekte ve deneyleri AG ortamda gerçekleştirme imkânı bulabilmektedir. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen “serbest düşme hareketi” deneyine ait uygulamaya erişimi sağlayan karekod (EK-İ) örnek olarak aşağıda sunulmuştur (Bkz. Şekil16).

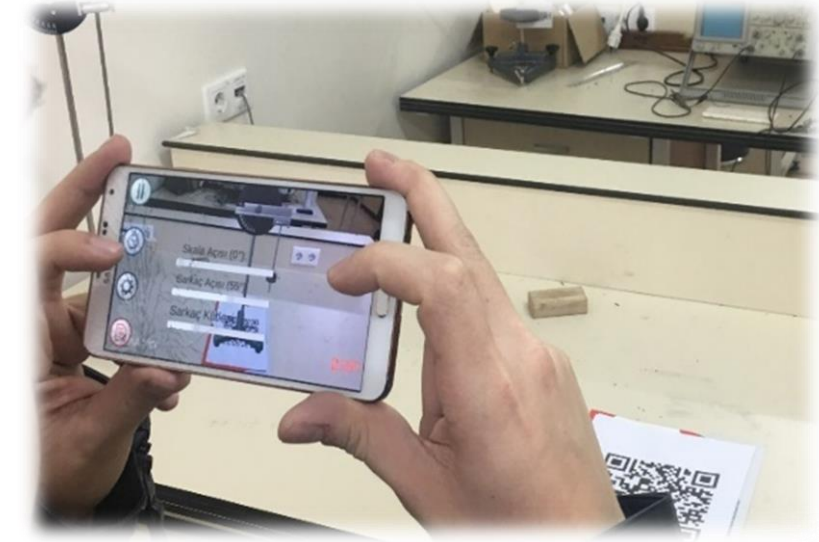


Şekil 16. Serbest düşme hareketi deneyinde kullanılacak karekod

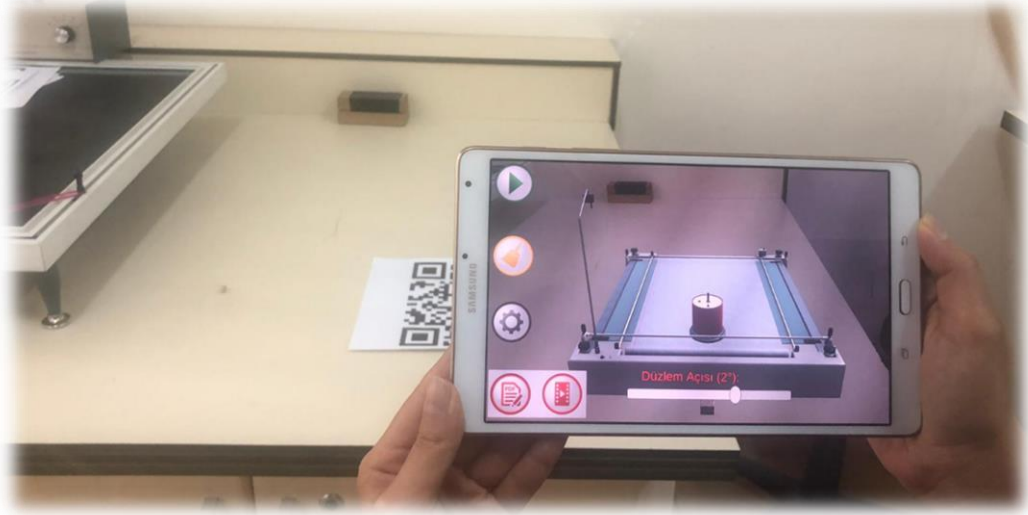
Aşağıda AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları kullanılırken çekilmiş fotoğraflar yer almaktadır.



Şekil 17. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik ve doğrusal hareket deneyi görselleri

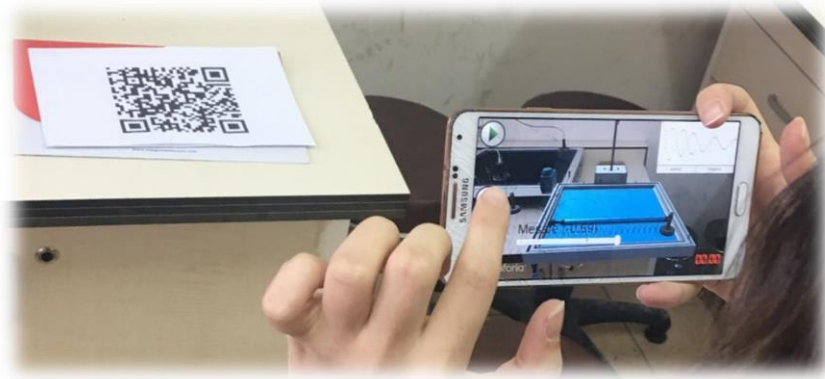


Şekil 18. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen değişken “g” sarkacı deneyi görselleri



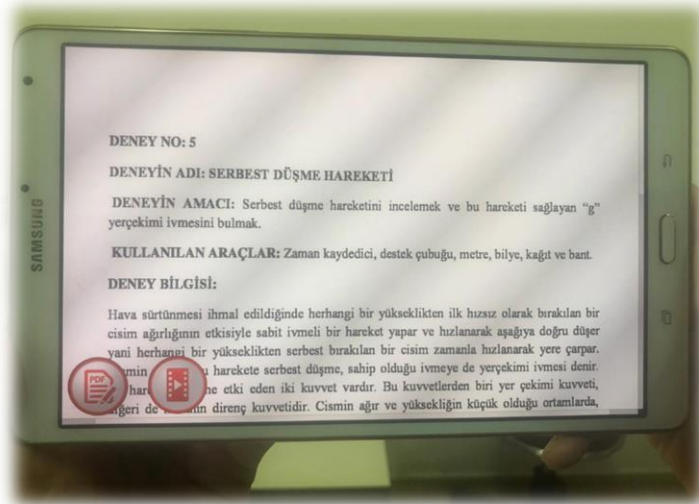
Şekil 19. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen eğik düzlem deneyi görselleri





Şekil 20. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen basit harmonik hareket deneyi görselleri





Şekil 21. AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen serbest düşme hareketi deneyi görselleri

Verilerin Analizi

Araştırmalarda veri sayısının az olduğu durumlarda karşılaştırılan grupların ortalamaları arasında fark olup olmadığına bakılırken parametrik bir test olan t-testi yerine parametrik olmayan Mann Whitney U-Testi kullanılır (Can, 2014). Bu araştırmada, çalışma grubunu oluşturan ğretmen adaylarının sayısı 30 kişiden az olduğu için verilerin normal dağılıma uymayacağı dikkate alınarak, verilerin analizi, parametrik olmayan test analizi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk, 2005; Kalaycı, 2006). Deneme modeline göre yürütülen araştırmada, elde edilen veriler IBM SPSS Statics 20 paket programı kullanılarak zmlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarının, TFLBT, FLYT ve FLK ntest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi yapılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının, TFLBT, FLYT ve FLK sontest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi yapılmıştır. Son olarak Mann Whitney U-Testi sonucunda, kontrol ve deney gruplarının ntest-sontest sonuçlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde alt problem sırasına göre oluşturulmuş araştırma bulguları ve bu bulgulara ait yorumlara yer verilmektedir.

Birinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın birinci alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest temel fizik laboratuvarı başarı testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test edebilmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının öntest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 4’ de sunulmuştur.

Tablo 4

Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	8,43	59,00	31,00	,957
Deney Grubu	9	8,56	77,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 4 incelendiğinde, analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde TFLBT öntest puanları arasında, $p>,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($U=31,00$, $p=,957$). Bu bulgu, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersini alan kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının, laboratuvar uygulamaları öncesinde, araştırma kapsamında gerçekleştirilen beş deney ile ilgili başarı düzeyleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

İkinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın ikinci alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest temel fizik laboratuvarı başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test edebilmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının sontest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 5’ de sunulmuştur.

Tablo 5

Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	5,14	36,00	8,00	,010
Deney Grubu	9	11,11	100,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 5 incelendiğinde analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının AG ve karekod teknolojileri ile desteklenen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında TFLBT sontest puanları arasında, $p>,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($U=8,00$, $p=,010$). Bu bulgu, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanılmasıyla deney grubu öğretmen adaylarının başarılarının, kontrol grubu öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir (bkz. Tablo 5).

Üçüncü Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest temel fizik laboratuvarı başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test edebilmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının öntest ve sontest sonuçlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 6’ da sunulmuştur.

Tablo 6

Kontrol ve Deney Gruplarının Başarı Testi Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Gruplar	Öntest-Sontest	N	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Kontrol Grubu	Negatif sıra	7	1	1,50	1,50	2,120*	,034
	Pozitif sıra		6	4,42	26,50		
	Eşit		0	-	-		
Deney Grubu	Negatif sıra		0	,00	,00	2,670*	,008
	Pozitif sıra	9	9	5,00	45,00		
	Eşit		0				

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi, * Negatif sıralar temeline dayalı)

Kontrol ve deney grubu öğretmen adayları, AG ve karekod teknolojileri ile desteklenen mekanik laboratuvarı uygulaması öncesi ve sonrasında TFLBT' den aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda, her iki grup içinde $p < ,05$ olarak tespit edilmiştir. Bu bulgu, her iki grup içinde mekanik laboratuvarı uygulaması sonrasında öğretmen adaylarının başarı düzeylerinde anlamlı bir artışın olduğunu göstermektedir. Ancak kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının sontest TFLBT puanlarının karşılaştırılması sonucunda, bu anlamlı farkın deney grubu öğretmen adaylarının lehine olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 5).

Ayrıca AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmıyla uygulamaya yönelik gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adaylarının görüşme formunda yer alan sorulara verdikleri cevaplar aşağıda sıralanmıştır:

ÖA1: "Mekanik laboratuvarı dersini almadan önce ders bende çok merak uyandırıyor, eğlenceli, ilgi çekici, yeni yeni şeyler öğreneceğim bir yer olarak düşünüyordum laboratuvarı. Dersi almadan önce derse karşı ilgim vardı zaten. Ben laboratuvar dersini çok seviyorum. Ama sınavlarda yapamamaktan, dersi geçememekten de korkuyordum. AG uygulamalar benim için laboratuvarı daha da ilgi çekici kıldı, ilk gördüğümde gerçekten inanmadım".

ÖA1: “Bence mekanik laboratuvarında yeterli malzeme yok, hatta biz eğik atış deneyini yaparken diski fırlatan malzeme kırıldı. Malzemenin yedeği olmadığı için o anda bant yapıştırarak lastik kullanarak deneye devam etmek zorunda kaldık. Bu da verilerin biraz hatalı gelmesine neden oldu. Ama AG uygulamada böyle bir durum hiçbir zaman söz konusu değildi”.

ÖA1: “AG uygulamalarda karekodu okutarak videoları izleyebiliyordum, gelmeden ne yapacağımızla ilgili net fikrim vardı, videolar çok yararlı oldu. Deneyleri AG ortamda yapabiliyor olmam inanılmazdı gerçekten. Deney föyünü hiçbir zaman yanımda taşımam gerekmedi, bir kağıt ve bir telefonla herşeyi yapabiliyordum. Keşke bütün deneyler için bunu yapsaydık. AG uygulamalarla deneyi önden yapmak sonra gelip düzeneği kurarak yapmak konuyu anlamamda çok iyi oldu. Öğrenmemde kesinlikle avantaj sağladığına inanıyorum Geleneksel laboratuvar ortamı ile karşılaştırdığımda orada fotoğraflar vardı ama üç boyutlu değildi sonuçta. AG uygulamalar üç boyutlu, gerçek gibi yani. O yüzden bana çok ilginç geldi” .

ÖA2: “Aslında dersi almadan önceki ve aldıktan sonra ki düşüncelerim çok farklı diyebilirim. Biraz çekinerek ve önyargılı gelmiş olsam da şu anda en sevdiğim derslerden biri oldu diyebilirim mekanik laboratuvarı için. Bunda AG uygulamaların, videoların etkisi çok büyük”.

ÖA2: “Mekanik laboratuvarında yeterli malzeme olduğunu düşünmüyorum ama AG uygulamalar bu sorununu tamamen ortadan kaldırıyor bence. Düzenek bozulsada bu uygulama ile deney yapılabilir. Geleneksel föyde deneyin yapılışını anlatıyorsunuz ama düzeneği üç boyutlu görmek çok farklı birşey. Bir de bu uygulamayla deneyi bilmeden derse gelme olasılığımız hiç yoktu. Gelmeden önce videoları izleyip, gelince ne yapacağımızı bilip, deneyde neler kullanacağımızı, deneyi nasıl yapacağımızı ön bilgi olarak öğrenebiliyordum, 3 boyutlu olarak veri alabiliyordum. Neyin nasıl olduğunu daha iyi anlayabiliyordum”.

ÖA2: “Geleneksel laboratuvarda kalabalıkta bazen anlatılan bir yeri kaçırma ihtimalimiz olabiliyor ya da tam anlamıyla konuyu kavrayamadığımız oluyor. Açıkcası ben laboratuvarda grupta çalışırken pek birşey anlayamıyorum. Ama AG uygulamada evde tek başıma çalışırken deneyin yapılışını videodan istediğim kadar izleyebildim, anlamadığım yerde videoyu durdurup tekrar dinledim. Bu çok güzel oldu bu benim için. AG uygulamada deneyi evde kendim tek başıma tekrar

deneyerek daha iyi anlamış oldum. AG uygulamalar öğrenmem açısından kesinlikle avantaj sağladı. Bu uygulama çok ilginçti, ilk defa böyle birşey gördüm. Bir kağıttaki koddan deneyle ilgili herşeye ulaşabilmek çok pratik olduğu için ”.

ÖA3: “Laboratuvar dersini almadan önce dersin çok iyi olacağını düşünüyordum. Teorikteki bilginin karşılığını deney ortamında görerek daha kalıcı olacağını düşündüğüm için, meraklı bir şekilde dersin başlamasını bekliyordum. Dersin çok faydalı olacağını düşünüyordum zaten beklentim yüksekti. Ama deney föylerini incelediğimde herhangi bir soyut konuyu aklımda boyutlandıramadığımı fark ettim”.

Araştırmacı: Bu noktada AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının mekanik laboratuvarı dersi hakkındaki düşüncelerinize bir etkisi oldu mu?

ÖA3: “Kesinlikle olumlu etkisi oldu. AG uygulamalar deneye gelmeden önce üç boyutlu düşünmemi ve yapacaklarımı somut olarak görmemi sağladı, bu da iyi bir şey. Çünkü bu uygulamaları kullandığımda deneye geldiğimde deneyle ilgili bir ön bilgim olmuş oluyor. Ama geleneksel laboratuvarda sadece föyü okumak yeterli olmuyor. Deneyin aşamaları föyde anlatılıyor ama şekli ve boyutu görülmediği için anlamsız kalıyor”.

ÖA3: “Mekanik laboratuvarında yeterli araç gereç olduğunu zannetmiyorum. Çoğu sistemin yedekleri bile yok. O yüzden bir malzemeye zarar verdiğimizde ya da arızalandığında sorun yaşayabiliyoruz. Ama AG uygulamada malzemenin eksikliği ya da bozulması ihtimali hiç yoktu bu yüzden bu deneylerde hiç sorun yaşamadık”.

ÖA3: “AG ve karekod uygulamalar beklentilerimi karşıladı, öğrenmemi de kalıcı yaptı. Çünkü görsel olarak öğrenilen şeyler, ezberden daha kalıcı oluyor. Bilgiyi anlamlandırmanın yollarından birisi görerek, yaparak-yaşayarak öğrenmektir. Bu uygulama da bunu biraz daha kolaylaştırıyor bence. Normalde laboratuvar ortamında biraz kalabalık olduğumuzda bir şeyleri anlamakta biraz güçlük çekebiliyoruz ama bu uygulama sayesinde laboratuvara gelmeden önce deneyleri bireysel olarak yapma fırsatını yakalayabiliyoruz”.

Araştırmacı: “AG ve karekod uygulamaların beklentilerinizi karşılıadığını, öğrenmenizi kalıcı yaptığını belirttiniz. Sizce bu uygulamaların öğrenmenin kalıcılığında nasıl bir etkisi olmuş olabilir?”.

ÖA3: “Laboratuvara gelmeden önce AG uygulamayı kullanarak deneyi yapabiliyordum, sonra burda geleneksel yöntemle deneyi yaptım, sonra tekrar unuttuğum yerlerde istediğiğim zaman AG kullandığım için deneyi çok iyi öğrenmiş oldum. Ama ben düzeneklerle temas ederek veri almanın mutlaka olması gerektiğini düşünüyorum. AG uygulamalar her zaman geleneksel laboratuvarla birlikte kullanılması gerektiğini düşünüyorum. Birde AG uygulama kullandığımızda deneyleri daha çabuk bitirdik, hepimiz ne yapacağımızı önceden biliyorduk, çabuk veri alabiliyorduk. Kalan sürede yaptığımız soru cevap şeklindeki konuşmalar öğrenmemiz için çok iyi oldu bence, aklıma takılanları tartışma fırsatım vardı, deneyin sonuçlarını bile değerlendirebildik sizle. Bu da öğrenmeyi etkilemiştir diye düşünüyorum. Aslında deneye hazırlık aşamasında da çok avantajlı bir uygulama. Yani sonuçta bir koddan deneyin teorik bilgisine de gittik, nasıl yapacağımızın videosunu da izledik, deneyi de yaptık. Bence en güzel yanı buydu”.

ÖA4: “Mekanik laboratuvarı dersine gelmeden önce korkuyordum. Lisede de laboratuvar dersi almadığım, deneyler yapmadığım için korkuyordum. Laboratuvar föyünü okuyup birşey anlamadığım zaman daha da stres oluyordum. Zaten mekanik dersini de biraz zor anladığım için laboratuvar beni daha da kaygılandırıyor. Ama sizin destediğiniz ve AG uygulamalar sayesinde kaygım azaldı, daha rahat hissettim. Kaygım azaldıkça daha rahat olduğum için kolay öğrendim”.

ÖA4: “Bence laboratuvarda yeterli araç gereç var ama hiçbirinin yedeği yok. Yedekleri olmadığı için geleneksel laboratuvarda derste kendimi çok dikkatli çalışmak zorunda hissettim, bozarsak filan de diye korkuyorum. AG uygulama bu yüzden de çok hoşuma gitti, karışık bir sürü malzeme ile çalışmak zorunda kalmadım, birşeyin bozulma riski hiç yoktu. Telefonu kağıda tutup deneyi yapabiliyorduk. Geleneksel föyde deneyin yapılışı anlatılıyor, fotoğraf filan var ama izlemek çok farklı, deneyi 3 boyutlu yapmak çok farklı”.

ÖA4: “AG uygulamalar sadece yazılı değil görsel bilgi de sunduğu için, öğrendiğim bilgiler daha kalıcı oldu. Ben görsel olarak öğrenmenin daha kalıcı

olduğuna inanan biri olduğum için, bu uygulamalar benim için çok iyi oldu. Mesela finallere kadar hiç unutmadım deneyleri. Finalde bir kenara bırakalım tabii o da bir etken ama öğretmen olacağım için ileride ne yapacağım diye düşünüyorum. Geleneksel laboratuvar ortamlarında öğrendiklerimiz çabuk unutuluyor ve deneyi tekrar etme şansımız yok. Ama AG uygulamada videoları istediğim kadar tekrar tekrar izleyebildim, deneyi istediğim zaman istediğim kadar sanal olarak yapabildim. Bence çok avantajları olan bir uygulamaydı”.

ÖA5: “Mekanik laboratuvarı dersini almadan önce teorik bilginin eksik kalmasından ve pratiğe çevirememekten korkuyordum ama laboratuvarı gördükten sonra, uygulama esnasında bu ön yargım yıkıldı. Sizin bize yardımcı olmanız bunu değiştiren etkenlerden biri ve kendimiz birşeyler yapmaya çalıştığımız için bilgi havada kalmadı, kendim deneyerek daha iyi öğrendiğimi düşünüyorum.

ÖA5: Bence laboratuvarda malzemeler yeterli ama bu uygulamalar öğrenmeyi kolaylaştırıyor. Diğer malzemelere ulaşmak bizim için sıkıntı, her okulda laboratuvar yok, laboratuvarda kapatılıyor. Bu şekilde her öğrenci birşeyler öğrenebilir, sonuçta deneyi evde kendimiz yapabiliyoruz. Bazı malzemeler tekliteli olabilir mesela ama bu malzemelerin tehlikeli bir tarafıda yok. Bir kağıtle telefon”. Klasik laboratuvar uygulamalarında bazen anlayamadığım da sormaya çekindiğim durumlar vardı, AG uygulamalarda videoları tekrar izlediğim zaman bir sorun yaşamadım, defalarca izledim ve bu daha kalıcı hale getirdi öğrendiklerimi. AG ve karekod uygulamalar öğrenmem açısından kesinlikle avantaj sağladı. Zaten günümüz dünyasında teknoloji hızla ilerliyor ve bizim teknolojiyle iç içe olmamız öğrenmemizi artırıyor. Kullandığımız geleneksel yöntem her zaman yapılan birşeydi ve eğitimde başarının geldiği nokta belli ve bu uygulamalarla başarının daha fazla artırılacağını da düşünüyorum”.

ÖA6: “Benim lise hayatım olsun, daha önceki öğrencilik hayatım olsun hiçbir şekilde mekanik dersi hakkında özellikle de mekanik laboratuvarı ile ilgili hiçbir bilgim yoktu. Çünkü lisem bu konuda bana olanak sunmamıştı. Kimya ve biyolojide bazı gösteri deneyleri yapmıştık ama fizikte hiç yapmadım. Deneyleri hiç görmedim ve herşeye yabancı olarak geldim, bilinmezlik beni korkutuyordu”.

Araştırmacı: “Dersi AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarını kullanarak aldıktan sonra bu dūřünceleriniz de herhangi bir değişiklik oldu mu?”.

ÖA6: “Dersi aldıktan sonra laboratuvar bana teorik olarak çözdüğümüz soruda geçen soyut bir kavramı somut olarak görmemi sağladı. Teorik olarak mekanik dersine olan ilgim arttı. AG uygulamaları kullanmak da korkumu azalttı. Çünkü bize lisede kimya da filanda deney yaparken aman dokunma birşey olur diye öğretildiği için, burada da geleneksel laboratuvarda aynı kaygıyı yaşadım. Ama AG deneyler hiçbir risk içermediği için hiç korkmadım, rahatça deneyi yapabildim. Videolarda bilgiyi hatırlamam konusunda çok yardımcı oldu”.

ÖA6: “AG uygulamalar ile yaptığımız deneyleri sınava hazırlanırken istediğim yerden istediğim kadar çalışabilme imkânı buldum, hatırlayamadığım noktaları videoları açarak tekrar izledim, deneyi evde tekrar yapabildim. Sonuçta bu dersin sınavına dönem sonunda giriyorum. Bütün deneyler bittikten sonra sınav olduğumuz için o zamana kadar geleneksel yolla yaptığım ilk deneyleri nasıl yaptığımı unutuyorum. AG kullanmak öğrendiklerimin kalıcı olmasını da sağlamış olabilir”.

ÖA6: “Laboratuvarda föydeki deneyleri yapacağımız malzemeler vardı ancak düzenek arızalandığında yedeği yoktu. Eğik atış deneyinde fırlatıcı kırılmıştı mesela bu yüzden verilerimizde bazı hatalar oldu. AG uygulamalar bu tür sorunlarda çok önemli bence. Bütün deneyler için bu uygulamalar olsaydı keşke, tüm deneyleri daha iyi öğrenmiş olurduk”.

Öğretmen adaylarının ifadelerinden, mekanik laboratuvarı dersinde kullanılan araç gereçleri yeterli bulmadıkları ancak AG uygulamalarla malzeme sorununun ortadan kalktığına inandıkları, bu uygulamaların konuyu daha iyi öğrenmelerini sağladığını düşündükleri, uygulama sayesinde kendi kendilerine öğrenme sürecinde aktif rol alabildikleri, istedikleri zaman istedikleri yerden bilgiye erişebildikleri, anlamadıkları ve unuttukları yerleri tekrar etme şansı yakaladıkları için bilginin kalıcılığının sağlandığı, düzeneklerin fotoğraf yerine üç boyutlu hallerini görmeyi tercih ettikleri anlaşılmaktadır.

Dördüncü Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dördüncü alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının öntest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi yapılmıştır. Yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 7’ de sunulmuştur.

Tablo 7

Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	6,14	43,00	15,00	,080
Deney Grubu	9	10,33	93,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 7 incelendiğinde analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının mekanik laboratuvarı uygulaması öncesinde FLYTÖ öntest puanları arasında, $p > ,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (U=15,00, p=,080). Bu bulgu, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersini alan kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvar uygulamaları öncesinde, fizik laboratuvarına yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Beşinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın beşinci alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının sontest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 8’ de sunulmaktadır.

Tablo 8

Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	4,86	34,00	6,00	,007
Deney Grubu	9	11,33	102,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 8 incelendiğinde analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının mekanik laboratuvarı uygulaması sonrasında sontest puanları arasında, $p > ,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($U=6,00$, $p=,007$). Bu bulgu, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanılması ile deney grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum puanlarının, kontrol grubu öğretmen adaylarına göre anlamlı ölçüde arttığını göstermektedir.

Altıncı Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın altıncı alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek amacıyla, kontrol ve deney gruplarının öntest ve sontest sonuçlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 9’ da sunulmaktadır.

Tablo 9

Kontrol ve Deney Gruplarının Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Gruplar	Öntest-Sontest	N	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Kontrol Grubu	Negatif sıra		0	,00	,00		
	Pozitif sıra	7	7	4,00	28,00	2,388*	,017
	Eşit		0	-	-		
Deney Grubu	Negatif sıra		0	,00	,00		
	Pozitif sıra	9	9	5,00	45,00	2,680*	,007
	Eşit		0				

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi, * Negatif sıralar temeline dayalı)

Kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının, AG ve karekod teknolojileri ile desteklenen mekanik laboratuvarı uygulaması öncesi ve sonrasında fizik laboratuvarı tutum ölçeğinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda, her iki grup içinde $p < ,05$ olarak tespit edilmiştir. Bu bulgu, her iki grup içinde mekanik laboratuvarı uygulaması sonucunda öğretmen adaylarının tutum puanlarında anlamlı bir artışın olduğunu göstermektedir. Ancak kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının sontest tutum puanlarının karşılaştırılması sonucunda bu anlamlı farkın deney grubu öğretmen adaylarının lehine olduğu görülmektedir (bkz. Tablo. 9).

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğinde yer alan olumlu maddelere ilişkin bulguları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Kontrol ve Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeğindeki Olumlu Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest Uygulamadaki Tutum Düzeyleri

Madde No	KONTROL				DENEY			
	Öntest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Sontest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Öntest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Sontest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort
2	3 (%42,85) Katılıyorum	4,00	3 (%42,85) Katılıyorum	3,71	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,00	7 (%77,7) Katılıyorum	4,44
3	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,00	4 (%57,1) Katılıyorum	4,42	7 (%77,7) Katılıyorum	4,22	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,77
4	6 (%85,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,85	6 (%85,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,85	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,66	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88
5	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	6 (%85,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,33	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,66
7	4 (%57,1) Katılıyorum	4,42	4 (%57,1) Katılıyorum	4,42	4 (%44,4) Katılıyorum 4 (%44,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,33	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,55
8	4 (%57,1) Katılıyorum	4,42	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,57	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,11	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,77
9	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,42	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,28	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,66	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,55
10	6 (%85,7) Katılıyorum	4,14	3 (%42,85) Kesinlikle Katılıyorum 3 (%42,85) Katılıyorum	4,28	4 (%44,4) Katılıyorum 4 (%44,4) Katılıyorum	4,33	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,77
13	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	6 (%85,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,14	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,66	9 (%100) Kesinlikle Katılıyorum	5,00

14	3 (%42,85) Kararsızım	2,85	2(%28,5) Kesinlikle Katılıyorum 2 (%28,5) Katılıyorum 2 (%28,5) Kararsızım	3,57	3 (%33,3) Kesinlikle Katılıyorum 3 (%33,3) Kararsızım	3,88	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88
15	4 (%57,1) Katılıyorum	4,14	3 (%42,85) Katılıyorum 3 (%42,85) Kesinlikle Katılıyorum	4,28	4 (%44,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,44	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,77
16	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,42	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	5 (%55,5) Kesinlikle Katılıyorum	4,55	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,66
17	2 (%28,5) Kesinlikle Katılıyorum	3,42	3 (%42,85) Kesinlikle Katılıyorum	3,85	4 (%44,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,11	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,77
19	3 (%42,85) Katılıyorum	3,71	3 (%42,85) Katılıyorum	4,28	3 (%33,3) Katılıyorum 3(%33,3) Kesinlikle Katılıyorum	3,88	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88
20	4 (%57,1) Katılıyorum	3,85	5 (%71,4) Katılıyorum	3,42	5 (%55,5) Kesinlikle Katılıyorum	2,77	6 (%66,6) Kesinlikle Katılıyorum	4,66
21	6 (%85,71) Katılıyorum	3,85	3 (%42,85) Katılıyorum	3,42	4 (%44,4) Kararsızım	3,55	9 (%100) Kesinlikle Katılıyorum	5,00
22	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,57	4 (%57,1) Katılıyorum	4,42	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	3,66	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88
23	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,42	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	3 (%33,3) Katılıyorum	4,11	7 (%77,7) Kesinlikle Katılıyorum	4,55
24	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	5 (%71,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,71	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88	9(%100) Kesinlikle Katılıyorum	5,00
26	4 (%57,1) Katılıyorum	3,85	5 (%71,4) Katılıyorum	4,28	4 (%44,4) Kesinlikle Katılıyorum	4,33	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88
27	3 (%42,85) Kararsızım	3,28	4 (%57,1) Kesinlikle Katılıyorum	4,42	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88	8 (%88,8) Kesinlikle Katılıyorum	4,88

Tablo 10 incelendiğinde kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest -sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğine verdikleri yanıtlar doğrultusunda, tutum ölçeğinde yer alan 21 olumlu madde arasında 11 maddenin ortalama puanının arttığı görülmektedir. Deney grubu öğretmen adaylarının ise öntest -sontest fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğine verdikleri cevaplar doğrultusunda, tutum ölçeğinde yer alan 21 olumlu madde arasında 18 maddenin ortalama puanında öğrencilerin tutum düzeyinde artış olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğinde yer alan olumlu maddeler içerisinde 5. maddede (%85,7) “Öğrendiğim teorik bilgileri laboratuvar ortamında gerçek hayatla ilişkilendirdiğimde daha kalıcı olduğunu düşünürüm” ve 13. maddede (%85,7) “Fizik laboratuvarında deney yapılmadan önce deney hakkında ön bilgi verilmesini isterim” ifadelerinde tutum düzeyleri en yüksek “kesinlikle katılıyorum” seviyesinde tespit edilmiştir. Deney grubu öğretmen adaylarının ise fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğinde yer alan olumlu maddeler içerisinde 22. maddede (%100) “Laboratuvarda somut yaşanmışlıklarla öğretim desteklendiği için daha kalıcı ve ilgi çekici bir öğrenme ortamının oluştuğunu düşünüyorum” ve 24. maddede (%100) “Fizik laboratuvarında deneye başlamadan önce kullanacağım aletleri tanımak isterim” ifadelerinde tutum düzeyleri en yüksek “kesinlikle katılıyorum” seviyesinde belirlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğinde yer alan olumsuz maddelere ilişkin bulguları Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11

Kontrol ve Deney grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeğindeki Olumsuz Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest Uygulamadaki Tutum Düzeyleri

Madde No	KONTROL				DENEY			
	Öntest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Sontest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Öntest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort	Sontest Frekans(%) Tutum düzeyi	Ort
1	2 (%28,5) Kesinlikle Katılmıyorum	3,71	4 (%57,1) Katılmıyorum	4,14	3 (%33,3) Katılmıyorum	3,77	6 (%66,6) Kesinlikle Katılmıyorum	4,33
6	2 Katılıyorum (%28,5) Kararsızım				3 (%33,3) Kesinlikle Katılmıyorum			
11	3 (%42,85) Kararsızım	2,57	3 (%42,85) Kararsızım	2,57	4 (%44,4) Katılıyorum	2,22	5 (%55,5) Kararsızım	3,44
12	3 (%42,85) Kararsızım	2,14	5 (%71,4) Kararsızım	3,28	4 (%44,4) Katılmıyorum	2,88	4 (%44,4) Katılmıyorum	3,00
18	2 (%28,5) Kesinlikle Katılmıyorum	3,57	4 (%57,1) Katılmıyorum	3,85	3 (%33,3) Kesinlikle Katılmıyorum	3,66	5 (%55,5) Kesinlikle Katılmıyorum	3,77
25	2 (%28,5) Katılmıyorum				2 Katılıyorum (%28,5) Kararsızım			
	3 (%42,85) Katılıyorum	2,28	3 (%42,85) Kararsızım	3,00	4 (%44,4) Kararsızım	2,55	3 (%33,3) Kesinlikle Katılmıyorum	3,66
	3 (%42,85) Kararsızım							
	5 (%71,4) Kararsızım	3,28	3(%42,85) Kesinlikle Katılmıyorum	4,00	4 (%44,4) Kararsızım	3,88	3 (%33,3) Kesinlikle Katılmıyorum	3,77
			3(%42,85) Kararsızım				3 (%33,3) Katılmıyorum	

Tablo 11 incelendiğinde kontrol grubu öğretmen adaylarının 25. maddede (%42,85) “Laboratuvardaki deneyleri yapamadığım için dersi sevmiyorum” ve deney grubu öğretmen adaylarının ise 1. maddede (%66,6) “Fizik laboratuvarında deney yapmaktan hoşlanmıyorum çünkü işlem yapmakta zorlanıyorum”

ifadelerinde “kesinlikle katılmıyorum” seviyesinde toplandığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulama sonrasında deney grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeğindeki olumsuz maddelere verdikleri cevaplarda tümünde tutumlarının olumlu yönde değiştiği de tespit edilmiştir.

Bunlara ek olarak, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmıyla gerçekleştirilen yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adaylarının uygulamaya yönelik sorulara verdikleri cevaplar aşağıda sıralanmıştır:

ÖA1: “Bu uygulamalarla laboratuvara gelme isteğimi de artırdı. AG uygulama üç boyutlu, gerçek gibi yani. O yüzden bana çok ilginç geldi ”.

ÖA2: “Bu uygulama çok ilginçti, ilk defa böyle birşey gördüm. Bir kağıttaki koddan deneyle ilgili herşeye ulaşabilmek çok pratikti. Karekod olayı çok değişik geldi bana, nasıl oluyor hala inanamıyorum, kağıda telefon tutunca nasıl düzene çıkıyor, çok güzel bir uygulama. Bir de açığı filan değiştirebiliyor olmamız, yüksekliğin değişmesi çok ilginçti. Ben bu uygulamanın nasıl yapıldığını da kitaplardan, internetten filan araştırdım bayağı merak ettim. Karekodu telefonuma tutup föyü yolda gelirken bile okuyabiliyordum. Föyümü evde unuttum çalışmadım bahanesini ortadan kaldırdınız. Videoların olması, çok etkiliydi, anlamadığım yeri istediğim kadar izleyebiliyordum. Bazı videolardaki efektler çok eğlenceliydi, uygulamadan genel olarak çok keyif aldım zaten”.

ÖA3: “Bu uygulama çok ilgi çekiciydi. Deney düzeneğini istediğimiz boyuttan görebiliyorduk ve deneyi elimizde hiçbir malzeme olmadan bir kâğıt ve telefonla yapabiliyorduk. Her zaman İstanbul’da Ankara’da öğretmen olacağız diye bir şey yok. Ama bu AG uygulaması olunca hiçbir öğrencinin malzeme bulamama sorunu ve fiziğe karşı ön yargısı kalmaz bence. AG uygulama öğretmenin ders anlatırken kullanacağı materyal seçeneğini de artırdığı için öğretmen açısından da avantajlı olduğunu düşünüyorum”.

ÖA4: “AG uygulama çok ilgimi çeken bir yöntemdi. Bazen okuduğum bir şeyi çabuk unutabiliyorum ama görsel olan bir şeyi unutmazsınız. Görsel şeyler benim daha çok dikkatimi çekiyor. AG uygulamayı bu yüzden çok sevdim, hayalini kurduğum bir şeyi üç boyutlu görüyor olmam çok ilginçti. Deneylerin üç boyutlu yapılabiliyor olması inanılmazdı. Karekod kullanılması da çok ilgimi çekti. Sanki

benim için özel hazırlanmış, şifreli bir şey gibi hissettim, içinden hangi bilgi çıkıcak diye merak ediyordum. Videolara eklediğiniz efekler çok eğlenceliydi, gerçek bir arabayla hız yapıyormuş gibi hissettim. Gerçekten AG uygulamayı inanılmaz buluyorum. Sadece beş deney için değil bütün deneyler için yapılmalıydı bence, hepsinde kullanmak isterdim”.

ÖA5: “Benim görsel hafızam iyi olduğu için AG uygulamalarla öğrendiklerim daha kalıcı oldu, bence daha iyi öğrendim. Videolardaki efektlerde çok hoşuma gitti, ilgimi çekti, gerçekten eğlenceliydi diyebilirim. Karekod okutulunca üç boyutlu nesnelerin açılması çok ilgi çekiciydi. Gerçeğinden ayırt edemedim düzeneği. Bazen evde normal kağıtlardan derse çalışmak sıkıcı olabiliyor ya da dikkat dağıtabiliyor. Bilgisayar ortamında hem gözle görülür hem daha anlaşılır daha açık bir şekilde çalışabildim. Zamandan da kazancımız oldu bence, bir tane kod deneyle ilgili her şeyi sunuyordu”.

ÖA6: “Liseden beri arkadaşlarımla da konuştuğumda, herkesin fiziğe karşı bir ön yargısı olduğunu biliyorum, benimde önyargılarım vardı. Çünkü ders çok soyut anlatılıyor, konuları biraz somutlaştırmak gerekiyor, anlamakta zorlanabiliyoruz. Laboratuvarlar bu yüzden çok iyi, burada pek çok şeyi deneme şansımız var. Bence AG çok farklı ilgi çekici bir yöntem. İnsan hiç sıkılmadan defalarca deneyebilir çünkü görüntüler çok gerçekçi, ilk gördüğümde sanal nesne olduğuna inanmadım. Bire bir yapmışsınız. İlerde öğretmen olduğumda bende öğrencilerim için kullanmak isterim.”

Öğretmen adaylarının ifadelerinden, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarını kullanmayı istedikleri, uygulamaları çok ilgi çekici buldukları, deney düzeneklerini üç boyutlu görmenin heyecan uyandırdığı, görsel içeriklerin ön planda olmasından memnun oldukları ve uygulamayı kullanırken eğlendikleri anlaşılmaktadır.

Yedinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın yedinci alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları öncesinde deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek

amacıyla, kontrol ve deney gruplarının, öntest sonuçlarına Mann Whitney U-Testi yapılmıştır. Yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 12’ de sunulmaktadır.

Tablo 12

Fizik Laboratuvarına Yönelik Kaygı Ölçeği Öntest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	7,86	55,00	27,00	,633
Deney Grubu	9	9,00	81,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 12 incelendiğinde analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının mekanik laboratuvarı uygulaması öncesinde fizik laboratuvarına yönelik kaygı ölçeği öntest puanları arasında, $p > ,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($U=27,00$, $p=,633$). Bu bulgu, FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersini alan kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının, laboratuvar uygulamaları öncesinde, fizik laboratuvarına yönelik kaygı düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Sekizinci Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın sekizinci alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek amacı ile Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Yapılan mekanik laboratuvarı uygulamasının sonucunda, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sontest kaygı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı tespit edebilmek için, yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 13’ de verilmiştir.

Tablo 13

Fizik Laboratuvarına Yönelik Kaygı Ölçeği Sontest Puanlarının Kontrol ve Deney Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol Grubu	7	11,57	81,00	10,00	,023
Deney Grubu	9	6,11	55,00		

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 13 incelendiğinde analiz sonuçlarına göre, kontrol ve deney gruplarının AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulaması sonrasında FLKÖ sontest puanları arasında, $p>,05$ anlamlılık düzeyinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($U=10,00$, $p=,023$). Bu bulgu, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanılması ile deney grubu öğretmen adaylarının kaygılarının kontrol grubu öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde azaldığını göstermektedir.

Dokuzuncu Alt Probleme ait Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dokuzuncu alt probleminde, “AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan deney grubu öğretmen adayları ile geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest-sontest fizik laboratuvarına yönelik kaygı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?”ı test etmek amacıyla, deney ve kontrol gruplarının öntest ve sontest sonuçlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır (bkz. Tablo 14).

Tablo 14

Kontrol ve Deney Gruplarının Kaygı Ölçeği Öntest-Sontest Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Gruplar	Öntest-Sontest	N	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Kontrol Grubu	Negatif sıra		1	1,50	1,50	2,120*	,034
	Pozitif sıra	7	6	4,42	26,50		
	Eşit		0	-	-		
Deney Grubu	Negatif sıra		0	,00	,00	2,670*	,008
	Pozitif sıra	9	9	5,00	45,00		
	Eşit		0				

(N: Kontrol ve Deney gruplarındaki öğretmen adayı sayısı, p: anlamlılık düzeyi, * Negatif sıralar temeline dayalı)

Kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının, mekanik laboratuvarı uygulaması öncesi ve sonrasında FLKÖ' den aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda, her iki grup içinde $p < ,05$ olarak tespit edilmiştir. Bu bulgu, her iki grup içinde mekanik laboratuvarı uygulaması sonucunda öğretmen adaylarının kaygı düzeylerinde anlamlı bir azalmanın olduğunu göstermektedir. Ancak kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarının sontest kaygı puanlarının karşılaştırılması sonucunda bu anlamlı farkın deney grubu öğretmen adaylarının lehine olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 14).

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının fizik laboratuvarı kaygı ölçeğinde yer alan maddelere ilişkin bulguları Tablo 15'de sunulmuştur.

Tablo 15

Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeğindeki Maddelere İlişkin Öntest ve Sontest Uygulamadaki Kaygı Düzeyleri

Madde No	KONTROL				DENEY			
	Öntest Frekans(%)	Ort	Sontest Frekans(%)	Ort	Öntest Frekans(%)	Ort	Sontest Frekans(%)	ort
1	Kaygı düzeyi 2 (%28.5) Arasıra 2 (%28.5) Seyrek Olarak 2 (%28.5)	3.42	Kaygı düzeyi 4 (%57.1) Seyrek Olarak	2.85	Kaygı düzeyi 3 (%33.3) Arasıra	3.33	Kaygı düzeyi 5 (%55.5) Hiçbirzaman	1.77

2	Herzaman 3 (%42.8) Arasıra	3.14	4 (%57,1) Seyrek Olarak	2.28	4 (%44,4) Sıklıkla	3.44	4 (%44.4) Hiçbir Zaman	1.77
3	4 (%57.1) Sıklıkla	3.57	2 (%28,5) Seyrek Olarak	3	4 (%44,4) Arasıra	3.66	5 (%55.5) Seyrek Olarak	1.77
4	3 (%42.8) Sıklıkla	3.42	3 (%42,8) Seyrek Olarak	2.85	3 (%33.3) Arasıra	3.33	5 (%55.5) Seyrek Olarak	2
5	3 (%42.8) Arasıra	2.57	3 (%42,8) Arasıra	2.57	3 (%33.3) Sıklıkla	3.11	8 (%88.8) Hiçbir Zaman	1.11
6	3 (%42.8) Hiçbir Zaman	2.14	4 (%57,1) Hiçbir Zaman	2.14	3 (%33,3) Seyrek Olarak	2.88	6 (%66.6) Hiçbirz Aman	1.44
7	4 (%57.1) Seyrek Olarak	2.14	5 (%71.,4) Hiçbir Zaman	1.42	4 (%44,4) Seyrek Olarak	2.44	8 (%88.8) Hiçbir Zaman	1.11
8	3 (%42.8) Arasıra	2.57	3 (%42,8) Seyrek Olarak	1.85	4 (%44,4) Arasıra	2.88	4 (%44.4) Seyrek Olarak	2.11
9	4 (%57.1) Seyrek Olarak	2.57	4 (%57,1) Seyrek Olarak	2.14	4 (%44,4) Sıklıkla	3.22	4 (%44.4) Seyrek Olarak	2.11
10	3 (%42.8) Arasıra	3.14	4 (%57.1) Seyrek Olarak	2.28	4 (%44,4) Seyrek Olarak	3.22	6 (%66.6) Seyrek Olarak	1.66
11	4 (%57.1) Hiçbir Zaman	1.57	4 (%57.1) Hiçbir Zaman	1.42	8 (%88,8) Hiçbir Zaman	1.44	9 (%100) Hiçbir Zaman	1
12	4 (%57.1) Arasıra	2.71	3 (%42.8) Hiçbir Zaman	2.14	4 (%44,4) Hiçbirzaman	2.77	4 (%44.4) Seyrek Olarak	1.66
13	3 (%42.8) Arasıra	2.71	3 (%42.8) Hiçbir Zaman	1.71	4 (%44.4) Seyrek Olarak	2.55	4 (%44.4) Hiçbir Zaman	1.44
*14	3 (%42.8) Arasıra	2.71	3 (%42.8) Seyrek Olarak	1.57	3 (%33.3) Arasıra	2.66	6 (%66.6) Hiçbir Zaman	1.44
15	4 (%57.1) Arasıra	2.57	4 (%57.1) Seyrek Olarak	1.71	4 (%44.4) Seyrek Olarak	2.33	5 (%55.5) Herzaman	1.33
16	3 (%42.8) Seyrek Olarak	2.42	5 (%71.4) Seyrek Olarak	2.42	3 (%33.3) Arasıra	3.33	6 (%66.6) Herzaman	1.33

*Ölçekte yer alan olumlu maddeler

Tablo 15 incelendiğinde kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest -sontest fizik laboratuvarı kaygı ölçeğine verdikleri cevaplar doğrultusunda, kaygı ölçeğinde yer alan 13 olumsuz madde arasında 10 maddenin ortalama puanında, kaygı düzeyinde azalma olduğu görülmektedir. Deney grubu öğretmen adaylarının ise öntest -sontest fizik laboratuvarı kaygı ölçeğine verdikleri yanıtlar doğrultusunda, kaygı ölçeğinde yer alan 13 olumsuz madde arasında 13 maddenin de ortalama

puanlarında dolayısıyla öğrencilerin tümünün kaygı düzeylerinde azalmanın olduğu görülmektedir. Tablo 15 de deney grubu öğretmen adaylarının son test sonuçlarına göre “Deney düzeneğini rahatlıkla kuabilirim”, “Laboratuvar araç ve gereçlerini kullanırken rahatımdır”, “Grafikleri rahatlıkla yorumlayabilirim” maddelerinin “her zaman” seviyesinde toplandığı belirlenmiştir.

Ayrıca AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamaları sonrasında, deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmıyla gerçekleştirilen yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adaylarının uygulamaya yönelik sorulara verdikleri cevaplar aşağıda sıralanmıştır:

ÖA1: “Ben elektrik laboratuvarıda alıyorum. Mesela orda su ve elektrikle çalıştığımız bir deney var, eşpotansiyel deneyi. Orada düzenek tehlikeli bence. Bir hata yaparsak ciddi sıkıntılar yaşayabiliriz. Ama AG teknolojide laboratuvarda deney yaparken kendimi hep güvende hissediyorum ve hata yapmaktan hiç korkmuyorum. Bu uygulamalarla kaygım, tamamen azaldı diyebilirim”.

ÖA2: “Laboratuvara gelmeden önce özellikle sözlüden çok korkuyordum. Deneyin yapılışını bilmediğimiz zaman, deneyin yapılışı ile ilgili bir yorumumuz olmadığı için bilgimizin az olduğunu düşünerek deneyi yapma isteği duymuyordum. Deneyi nasıl yapacağımı bilmediğim için korkudan laboratuvarada gelmek istemiyordum. Belirsizlik beni çok tedirgin ediyordu. Ama AG uygulamalarla açıp deneyin nasıl yapılacağına bakıp, verilerin nasıl elde edileceğini izledim. En azından kafamda bir ön bilgi oluyordu ve deneyi yapabileceğime dair özgüvenim oluyordu, korkmadan geliyordum. Endişe, korku kalmadı”.

ÖA3: “Geleneksel laboratuvarda deney föyünden bilgileri okuyorum ancak laboratuvara geldiğimizde şöyle düşünüyorum “Ya yanlış bağlarsam ya deney düzeneğini yanlış kurarsam”. Çünkü yapacağımız en küçük bir yanlış hareket cihaza ya da kendimize zarar vermemize, yanlış veriler almamıza yol açabilir. Bu da öğrenmemizi geciktirir. Böyle bir kaygım vardı işin aslı gerçekten korkuyordum. Bu yüzden laboratuvara gelmeden önce bir kaygım vardı, gerçekten korkuyordum. AG uygulaması sayesinde bu korkum önden kalktı. Çünkü ne ile uğraşacağımı ne ile karşılaşacağımı önceden bildiğim için ve uygulamada tamamen risksiz olduğu için hiç korkmadım”.

ÖA4: “Mekanik laboratuvarı dersine gelmeden önce korkuyordum. Lisede de laboratuvar dersi almadığım, deneyler yapmadığım için korkuyordum. Laboratuvar f6y6n6 okuyup birşey anlamadığım zaman daha da stres oluyordum. Zaten mekanik dersini de biraz zor anladığım için laboratuvar beni daha da kaygılandırıyordu. Ama sizin destediğiniz ve AG uygulamalar sayesinde kaygım azaldı, daha rahat hissettim. Malzemelerin yedekleri olmadığı için geleneksel laboratuvarda derste kendimi çok dikkatli çalışmak zorunda hissettim, bozarsak filan de diye korkuyorum. AG uygulama bu y6zden de çok hoşuma gitti, karışık bir s6r6 malzeme ile çalışmak zorunda kalmadım, birşeyin bozulma riski hiç yoktu”.

ÖA5: “Bu uygulamalar kaygımın tamamen 6n6ne geçti. 6nk6 kullanabileceğim birşey zaten teknoloji ve bilgiyi teknoloji ile entegre etmek onu daha anlaşılabilir kılıyor, insanların daha hoŐuna gidiyor ve g6ze daha cazip geliyor bence”.

ÖA6: “Lise eğitimim s6resince hiç fizik laboratuvar dersi almadığım için, 6niversiteye geldiğimde laboratuvar dersini nasıl yapıcım diye d6Ő6n6p korkuyordum. Geleneksel laboratuvarda deney yapmayı çok seviyorum ama bazen cihaza zarar verirsem diye endiŐeleniyorum. Malzemelerin hiçbirini nasıl alıŐtıracadıđımı, d6zeneği nasıl kuracığımı bilmeden geldiğim için huzursuz oluyorum. Ama AG deneylerde bu sorunlar hiç yok, amamen tehlikesiz. AG deneyler hiçbir risk içermediği için hiç korkmadım, rahatça deneyi yapabildim”.

6đretmen adaylarının ifadelerinden, AG ve karekod uygulamanın kaygılarını ortandan kaldırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde araştırma bulgularına dayalı olarak ortaya çıkan sonuçlar sunulmakta ve bu sonuçlar alan yazındaki araştırmalarla karşılaştırılarak tartışılmaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin öğretmen adaylarının akademik başarıları, tutumları ve kaygıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda bu teknolojilerle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanılmasıyla, öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik başarılarının ve tutumlarının arttığı, kaygılarının ise azaldığı görülmüştür.

Araştırmada ilk olarak, geleneksel mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan öğretmen adaylarıyla, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının, başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda uygulanan TFLBT sonucunda deney ve kontrol gruplarında bulunan öğretmen adaylarının başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan analizlerden, AG ve karekod teknolojisiyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarını kullanarak öğrenim gören öğretmen adaylarının, geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla öğrenim gören öğretmen adaylarına göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilecek öğrenme materyallerinin öğrencilerin başarılarını artırmada etkili olabileceğine inanılmaktadır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde, AG teknolojisi kullanılmasıyla öğrencilerin akademik başarılarının arttığı belirlendiği benzer çalışmaların olduğu görülmektedir (Abdüsselam ve Karal, 2012; Buluş, Şentürk, 2018; Cai, Wang ve Chiang, 2014; Chen ve Wang, 2015; De Jong vd., 2013; Ersoy vd. 2016; Hsiao, Chen ve Huang, 2012; Hwang, Wu, Chen ve Tu, 2016; Irwansyah vd., 2017; Lin vd., 2013; Özarslan, 2013; Özdemir vd., 2018; Parmaksız, 2017; Shelton ve Hedley, 2002; Sırakaya, 2015; Sin ve Badioze-Zaman, 2010; Sommerauer, Müller, 2014; Vilkoniene, 2009; Zhang, Sung, Hou ve Chang, 2014; Wang, vd.,

2014). Ayrıca, basılı ve çevrimiçi öğrenme kaynaklarının bir arada kullanılmasıyla, öğrencinin konuya olan ilgi ve motivasyonunun ve öğrenme başarısının arttığı çalışmalara da rastlanmaktadır (Acartürk, 2012; McCabe ve Tedesco, 2012). Benzer şekilde bu araştırmada da öğretmen adaylarının, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneyleriyle ilgili bilgiye, mevcut laboratuvar föyünü ve karekodlar aracılığıyla eriştikleri cerenbasal.com web sayfasını kullanarak ulaşıyor olmalarının, başarıları üzerinde olumlu bir etkisi olduğuna inanılmaktadır.

Bunlara ek olarak, araştırmada, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanıldığı deney grubunda, öğretmen adayları, uygulamalar esnasında gerçek laboratuvar ortamından kopmadan mobil cihazlarını kullanarak teknolojinin sunduğu imkânlardan yararlanmış ve aynı zamanda geleneksel laboratuvar uygulamalarını da deneyimleyebilmişlerdir. Araştırma sonucunda, bunun da başarıyı arttırmada bir etken olduğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde, fen eğitiminde öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından soyutlanıp tamamen sanal laboratuvar ortamına geçmelerinin yararlı olmadığı, en iyi sonuçların gerçek ve sanal laboratuvar ekipmanlarının bir arada kullanıldığı yaklaşımlarla elde edildiğinin vurgulandığı görülmektedir (Olympiou ve Zacharia, 2012). Bununla birlikte, mobil uygulamaların öğrenme ortamlarında kullanılmasının zaman ve mekân sınırlılığını ortadan kaldırıyor olmasının, akademik başarı ve öğrenen motivasyonu üzerinde olumlu etkileri olduğu da bilinmektedir (Kılınç, 2015). Benzer şekilde bu araştırmada da mobil cihazlar kullanılmış olmasının, öğretmen adaylarına zaman ve mekândan bağımsız olarak uzaktan öğrenme imkânı sunulmasıyla öğrenmede esneklik sağlanıyor olmasının, başarının artmasında payı olduğuna inanılmaktadır.

Ayrıca, araştırma sonucunda, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamaların kullanıldığı deney grubunda, öğretmen adaylarının deneylerini daha kısa sürede bitirdikleri ve zamandan tasarruf sağlandığı da gözlenmiştir. Bu tip teknoloji kullanımının zamandan tasarruf sağladığının vurgulandığı araştırmalar bulunmaktadır (Chien vd., 2015; Nadelson vd., 2014). Kontrol grubu öğretmen adayları laboratuvar ders saati süresince deneylerini ancak tamamlayabilmekte, deneylerini tamamladıktan sonra, deney ile ilgili grafikleri çizme ya da sonuçları ilgili deney sorumlusu ile tartışma olanağı bulamamaktadırlar. Deney grubu

öğretmen adayları ise deneylerini daha kısa sürede tamamladığı için artan sürede daha çok soru sorabilmekte, derse aktif olarak katılabilmekte ve deney sonuçlarını tartışmak için fırsat bulabilmektedirler. Araştırmada bu durumun da deney grubu öğretmen adaylarının başarıları üzerinde olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir. Konu ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, bu sonuçlara benzer şekilde, AG uygulamalarının öğrencileri öğrenme sürecinde aktif hale getirdiği ve konuyu anlamalarını kolaylaştırdığı (Bai vd., 2013; Delello, 2014; Dunleavy vd., 2009; Kreijns vd., 2013; Önder, 2016; Shen, Liu ve Wang, 2013; Yılmaz ve Batdı, 2016; Yılmaz, Küçük ve Göktaş, 2017; Yusoff ve Dahlan, 2013) ve derse katılım ile akademik başarı arasında da pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir (Adıyaman, 2008; Furrer ve Skinner, 2003; Nystrand ve Gamoran, 1991; Uysal, 1999). Araştırmaya katılan deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde bu sonucu destekler niteliktedir. Bunlara ek olarak, deney grubu öğretmen adaylarının kullandığı AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarında yer alan artırılmış bileşenlerden biri olan videoların, öğretmen adayları tarafından istedikleri kadar izleyebiliyor olmasının, öğretmen adaylarının başarıları üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Alan yazın incelendiğinde, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının çoklu ortam materyalleri içeriyor olmasının, bilginin kalıcılığının sağlanmasında ve başarıyı arttırmada etkili olduğu görülmektedir (Mayer, 2009; Sumadio & Rambli, 2010). Deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmı ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde bu sonucu destekler niteliktedir.

Araştırmada ikinci olarak, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarıyla dersi işleyen öğretmen adayları ile geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla dersi işleyen öğretmen adaylarının, mekanik laboratuvarına karşı tutum düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Yapılan analizlerden, gruplar arasında mekanik laboratuvarına karşı tutum düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. AG ve karekod teknolojisi ile ders işleyen öğretmen adaylarının mekanik laboratuvarına karşı tutumlarının, geleneksel yolla ders işleyen öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilecek öğrenme materyallerinin, öğrencilerin derse karşı olumlu düşünce ve tutum geliştirmelerinde etkili

olabileceğini göstermektedir. Alanyazın incelendiğinde, bu araştırmadaki sonuca benzer, fen eğitimi alanında yürütülen AG uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin derse karşı olan tutumlarını olumlu yönde değiştirdiğini gösteren araştırmalara rastlanmıştır (Akçayır vd., 2016; Cai vd., 2014; Hsiao vd., 2012; Hwang vd.,2016; Sırakaya, Sırakaya, 2018; Şahin, 2017; Yıldırım, 2016). Araştırmada deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adaylarının ifadelerinden AG uygulamalarını kullanmaktan memnun oldukları (Yusoff ve Dahlan, 2013), bu teknolojiyi kullanmak için istekli oldukları (Atasoy vd., 2016; Cai vd., 2014; Gün, 2014; Özarslan, 2013; Taşkiran vd., 2015), uygulamalardaki üç boyutlu nesnelerin meraklarını arttığı görülmüştür. Araştırmada bu sonuçların öğretmen adaylarının mekanik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerinde etkili olduğuna inanılmaktadır. İdeal bir eğitim öğretim ortamının sağlanabilmesi için üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri de öğrencilerin derse karşı olan ilgisini ve dikkatini sürekli tutabilmektir. AG öğrenme materyallerinde 3 boyutlu nesnelerin, videoların ve mobil teknolojilerin kullanılmasının, öğrencilerin ilgisini ve dikkatini tek bir noktada toplamada etkili olduğu, konuyu daha iyi anlamalarını, hatırlamalarını sağladığı, konsantrasyonu arttırdığı görülmektedir (Gül, 2016; Hsiao, Chang, Lin ve Wang, 2016; Kerawalla vd., 2006; Liou, Bhagat ve Chang, 2016). Araştırma kapsamında deney grubu öğretmen adaylarının bir kısmı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adayları, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamaların ilgelerini çektiğini ve konuyu hatırlamaların da katkısı olduğunu vurgulamışlardır.

AG uygulamalarının yer aldığı etkinlikler sırasında öğretmen adaylarının çevresel bir kısıtlamaya maruz kalmadan, herhangi bir tehlike içermeden ders materyalleri ve öğrenme nesnelere ile olan etkileşimlerinin artmasının, motivasyonlarını olumlu etkilediği (Wojciechowski ve Cellary, 2013) ve motivasyonun derse ilişkin olumlu tutum geliştirmeyi sağladığı görülmektedir (Ajayi, Lawani ve Salomi, 2012). Bu araştırmada da AG teknolojisi kullanılmış olmasının tutuma olan bir diğer etkisi düşünüldüğünde, öğretmen adaylarının AG ortamlarda gerçekleştirilen deneyleri herhangi bir tehlike içermeden deneyebiliyor olmalarının motivasyonu artırarak derse karşı olumlu tutum geliştirilmesinde yardımcı olduğuna inanılmaktadır.

AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin görsel içerik anlamında zengin olmasının ve laboratuvar föyüne karekodların yerleştirilmesiyle föyün öğretmen adaylarının ilgisini daha fazla çekiyor olmasının tutum üzerinde olumlu etkisi olduğuna inanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda öğretmen adaylarının ilgi ve yetenekleri doğrultusunda planlanan ve uygulanan görsel deneylerin (Nuhoğlu, Yalçın, 2004), doğru hazırlanmış laboratuvar kitapçıkları ve deney föylerinin (Gallagher ve Tobin, 1987), öğrencilerin fizik laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Araştırmada, deney grubu öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğretmen adayları konuları eğlenerek öğrendiklerini belirtmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde, öğrenende davranış ve tutum değişikliğinin öğrenen-içerik etkileşiminde belirlenen öğrenme hedefi doğrultusunda, öğrenenin hem eğlendiği hem de öğrenmeye etkin olarak katıldığı zaman gerçekleşebildiğinin vurgulandığı çalışmalara rastlanmaktadır (Moore ve Kearsley, 1996).

Kurbanoglu, 2014 yılında yaptığı araştırma ile kaygı ve tutum arasında negatif ve anlamlı ilişkinin bulunduğunu ve kaygı azaldıkça derse karşı olan tutumunda artmakta olduğunu söylemiştir. Yapılan bu araştırmanın sonucunda mekanik laboratuvarında AG ve karekod teknolojileri kullanılmasının öğretmen adaylarının kaygılarını azalttığı görülmüştür. Bu araştırmada da öğretmen adaylarının kaygılarının azalmasının fizik laboratuvarına yönelik tutumu arttırdığına inanılmaktadır.

Araştırmada üçüncü olarak, AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarıyla dersi işleyen öğretmen adayları ile geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla dersi işleyen öğretmen adaylarının, mekanik laboratuvarına karşı duydukları kaygı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Analiz sonuçlarında, gruplar arasında mekanik laboratuvarına karşı kaygı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. AG ve karekod teknolojisi ile ders işleyen öğretmen adaylarının mekanik laboratuvarına karşı kaygılarının, geleneksel yolla ders işleyen öğretmen adaylarına göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Alanyazında AG uygulamaların öğrenciler tarafından endişe yaşanmadan kolaylıkla kullanılabilirdiğini, kaygılarının azaldığını belirten araştırmalar mevcuttur (Özarıslan,

2013; Sin ve Badioze-Zaman, 2010; Taşkıran vd., 2015; Tian vd., 2014; Tomi ve Rambli, 2013; Küçük, Yılmaz ve Göktaş, 2014).

Ayrıca araştırmanın sonucunda, yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonrasında, öğretmen adaylarının, laboratuvarda AG öğrenme materyali kullanımının, bu teknolojinin iki boyutlu bir cismin üç boyutlu halini görebilme olanağı sunması (Arvanitis vd., 2007; Cuendet vd., 2013) ve gerçekçi olması nedeniyle dersi daha ilginç ve eğlenceli hale getirdiğini düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazında, AG teknolojisinin eğlenerek öğrenmeyi sağladığını belirten araştırmalar bulunmaktadır (Taşkıran vd., 2015; Tomi ve Rambli, 2013; Zarzuela vd., 2013, Uygur vd., 2018) Ayrıca, z kuşağı olarak adlandırılan ve günümüz bilgi ve iletişim çağında, tüm teknolojik araçları gündelik yaşamın her alanında rahatlıkla kullanabilen öğrenciler için, dersi ilginç ve eğlenceli kılabilmek de önemli bir sonuç olarak kabul edilmektedir. Geleneksel öğretim materyalleri günümüz öğrencileri tarafından sıkıcı olarak görülmekte ve dikkatlerini çekmekte yetersiz kalmaktadır (Somyürek, 2014).

Öneriler

Araştırmanın sonuçları, AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı uygulamalarının kullanılmasıyla öğretmen adaylarının başarılarının arttığı, tutumlarının olumlu yönde geliştiği ve kaygılarının azaldığı yönündedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, benzer türde araştırma yapacak araştırmacılar ve bu teknolojiyi kullanacak eğitimciler için birtakım önerilerde bulunulmuştur.

Bu araştırma FZÖ203 Mekanik Laboratuvarı dersi kapsamında, mekanik laboratuvarı deney föyünde yer alan on bir deney içerisinden sadece beş tanesi seçilerek gerçekleştirilmiştir. Benzer bir araştırma deney föyünde yer alan tüm deneyler için tekrarlanabilir.

Araştırmanın çalışma grubu, Hacettepe Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda 2. sınıfta verilmekte olan Mekanik Laboratuvarı dersini alan 16 öğretmen adayı ile sınırlandırılmıştır. Benzer bir araştırma, aynı bölümde verilmekte olan tüm laboratuvar uygulamalı dersler için, farklı eğitim düzeyindeki öğrencilerle tekrarlanabilir. Araştırma, dersi alan öğretmen adayı sayısının sınırlı olması nedeniyle, küçük çaplı bir çalışma grubu

üzerinden yürütülmüştür. Benzer bir araştırmanın, daha ideal sonuçlara ulaşmak için daha geniş bir hedef kitle üzerinden veri toplanarak gerçekleştirilmesi, sonuçların pekiştirilmesine ve AG ve karekod teknolojilerle geliştirilen uygulamaların kullanılabilirliğinin ve etkililiğinin kanıtlanmasına da katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonucunda AG ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen öğrenme materyalinin öğretmen adaylarının başarıları, laboratuvar dersine karşı olan tutumları ve kaygıları üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, farklı disiplinlerde de (örneğin biyoloji, kimya gibi farklı bilim dallarındaki derslerde ve bu alanların uygulama gerektiren laboratuvarlarında) AG ve karekod öğrenme materyalleri geliştirilerek kullanılmasının öğrenenler açısından yararlı olacağı söylenebilir. Ayrıca araştırmada, başarı, tutum ve kaygı değişkenleri incelendiğinden, yapılacak benzer araştırmalarda, bu değişkenlerin etkisinin yanı sıra, öğrenilen bilgilerin kalıcılığı, yaratıcı düşünme, problem çözme becerileri ve öğrenme stratejileri gibi farklı değişkenlerin etkisi de incelenebilir.

Araştırmada AG ve karekod uygulaması mobil cihazlar ve bilgisayarlar aracılığı ile kullanılmıştır. Karekodların okutulması için, öğretmen adaylarının akıllı telefonlarının ya da kamera özelliği olan bilgisayarlarının olması gerekmektedir. Karekodun okunmasında, bu mobil cihazların ve bilgisayarların kamera özellikleri ve ekran büyüklükleri gibi teknik özellikleri önemlidir. Uygulama çalıştırılmadan önce, kullanılacak mobil cihazlar bu durum göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Teknik özelliği düşük mobil cihazlarda uygulama istenilen kalitede gerçekleştirilemeyebilir.

Araştırmada kullanılan AG uygulama sadece android yazılımlı mobil cihazlar ile kullanılabilir. Bu noktada mobil cihazı android özellikte olmayan öğretmen adayları, mobil cihazı arkadaşlarından ya da araştırmacıdan temin etmek durumunda kalmıştır. Benzer bir çalışmayı gerçekleştirecek araştırmacılar, tüm yazılımlarla uyumlu şekilde çalışabilecek AG uygulamalar tasarlayabilirler.

Araştırmada AG uygulaması tabletler üzerinden ve cep telefonları kullanılarak çalıştırılmıştır. Deney düzeneklerinin, geliştirilen 3 boyutlu modellerinin

daha gerçekçi ve dikkat çekici bir etki yaratabilmesi için daha sonra yapılacak uygulamalarda AG gözlükler de kullanılabilir.

AG teknolojisinin kullanılacağı ortamda ışıklandırmanın yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Mobil cihazların karekodu ya da işaretçiyi okumada problem yaşamamaları için ışıklandırmanın güçlü olması gerekmektedir. Ayrıca işaretçinin baskı kalitesi ya da işaretçinin yıpranmış olması, kodun okutulmasında etkilidir. Benzer araştırmayı yapacak eğitimcilere, uygulama esnasında bu durumlardan kaynaklı sorunların yaşanmaması için, gerekli tedbirleri almaları önerilmektedir.

Günümüzde eğitim ortamlarına hızla entegre edilmeye başlanan AG teknolojisi ile eğitimin kalitesi, öğrencilerin motivasyonlarının ve dikkatlerinin artırılması hedeflemektedir. Bu bağlamda, ileride AG konusunda yapılacak olan bilimsel çalışmaların özellikle eğitim alanında yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarısı üzerine etkisi: 11. Sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170-181.
- Abdüsselam, M. S. (2014). *Artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak fizik dersi manyetizma konusunda öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Acartürk, C. (2012). *Barkod teknolojilerinin eğitimde kullanımı: bilişsel bilimler çerçevesinde bir değerlendirme*. XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. Uşak Üniversitesi, 1-3 Şubat.
- Açışlı, S. (2014). Genel fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 628-641.
- Adıyaman, Y. Z. (2008). *İlköğretim okullarında öğretmenin kullandığı yöntem, teknik ve etkinliklerin öğrencinin derse katılımına etkisi ilişkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ajayi, K. O., Lawani, A. O., & Salomi, M. O. (2012). The influences of self- concept and academic motivation on students' attitude to mathematics in selected secondary schools in Ogun State, Nigeria. *European Journal of Scientific Research*, 67 (3), 444-455.
- Akçayır, M. (2016). *Fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334–342.

- Akdeniz, A. R., & Karamustafaoğlu, O. (2003). Fizik öğretimi uygulamalarında karşılaşılan güçlükler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 193-203.
- Akın, T. (2014). *Karekod destekli öğrenme materyalinin erişimi ve kalıcılığa etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akıncı, A., & Seferoğlu, S. S. (2010). *Bilişim şuraları, teknoloji politikaları ve eğitim*. XII. Akademik Bilişim Konferansı (AB10) Bildirileri, 475-482, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Akpınar, E., Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2005). Fen bilgisi dersinde eğitim teknolojisi kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(1), 93-100.
- Akpullukçu, S., & Çavaş, B. (2012). *Fen ve teknoloji eğitiminde laboratuvar güvenliği üzerine bir araştırma*. X. Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Türkiye.
- Aktaş, C. (2012). Hızlı yanıt veren kod aracılığıyla geleneksel gazete ile yeni medyanın yakınsaması. *Global Media Journal*, 3(5), 1-18.
- Aktaş, C., & Çaycı, B. (2013a). *QR kodların eğitim teknolojilerinde kullanımı*. International Conference on Communication, Media, Technology and Design, 375-379.
- Aktaş, C., & Çaycı, B. (2013b). QR kodun mobil eğitimde yeni eğitim yöntemlerinin geliştirilmesine katkısı. *Global Media Journal*, 4(7), 1-19.
- Algan, Ş. (1999). *Laboratuvar destekli fizik öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve 1962-1985 yılları arasında türkiye’de uygulanan modern matematik ve fen programları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alkan, C. (1999). *Eğitim teknolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Alouf, J. L., & Bentley, M. L. (2003). *Assessing the impact of inquiry-based science teaching in professional development activities, PK-12*. Paper presented at the annual meeting of the Association of Teacher Educators, Jacksonville, FL.

- Altınpulluk, H. (2015). Artırılmış gerçekliği anlamak: Kavramlar ve uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 123-131.
- Altınpulluk, H. (2018). Türkiye’ de artırılmış gerçeklikle ilgili hazırlanan tezlerin bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Eğitim teknolojisi kuram ve uygulama*, 8(1), 248-272.
- Altınpulluk, H., & Kesim, M. (2015). *Geçmişten günümüze artırılmış gerçeklik uygulamalarında gerçekleşen paradigma değişimleri*. Akademik Bilişim 2015, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Arıcı, V. A. (2013). *Fen eğitiminde sanal gerçeklik programları üzerine bir araştırma: “güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmececi” ünitesi örneği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Armstrong, H. E. (1973). “How science must be studied to be useful”, G. Van Praagh (cd) *The Technical World: H. E. Armstrong and Science Education*. London: Jhon Murray.
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., et al. (2007). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250.
- Atasoy, B., Gün, T. E., & Karoğlu, A. (2016). İlköğretim öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına karşı tutumlarının ve güdülenme durumlarının belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 435-448.
- Ateş, S. (2008). Mekanik konularındaki kavramları anlama düzeyi ve problem çözme becerilerine cinsiyetin etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 33, 148.
- Ayas, A. (2006). *Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- Aycan, Ş., & Yumuşak, A. (2003). Lise müfredatındaki fizik konularının anlaşılma düzeyleri üzerine bir araştırma. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 171-181.

- Aydın, M., Artun, H., Okur, M., & Ürey, M. (2012). Bilgisayar destekli dijital deney araçlarının öğretmen adaylarının kavramları anlamaları üzerindeki etkisi: sürtünmeli eğik düzlem deneyi örneği. *Bayburt Üniversite Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 68-90.
- Aykutlu, I., Ertaş, H., & Şen, A.İ. (2011). *Fizik eğitiminde yapılan araştırmaların içeriği ve son yıllardaki yönelimler*. 28. Uluslararası Fizik Kongresi, 366.
- Azar, A., & Şengüleç, Ö. A. (2011). Computer-assisted and laboratory-assisted teaching methods in physics teaching: the effect on student physics achievement and attitude towards physics. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*, 3(1), 43-50.
- Azizoğlu, N., & Uzuntiryaki, E. (2006). Kimya laboratuvarı endişe ölçeği, *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 55–62.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk, Dr (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology and Society*, 17(4), 133–149.
- Bai Z., Blackwell A. F., & Coulouris G. (2013). *Through the looking glass: Pretend play for children with autism*. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Adelaide, Australia, 1-4.
- Baik, S. (2010). Rethinking QR code: Analog portal to digital world. *Multimedia Tools and Applications*, 58(2), 427-434.
- Bal, E. (2012). *5E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının fizik laboratuvarı dersinde fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Banerjee, A., S. Cole, E. D., & Linden, L. (2007). Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India. *Quarterly Journal of Economics*, 122, 1235-1264.

- Bayrak, C., Bezen, S., & Aykutlu, I. (2015). 11.sınıf fizik öğretim programında yer alan konuların öğretiminde karşılaşılan sorunlara ve yeni öğretim programına yönelik öğretmen görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(3), 16-30.
- Baysan, E. (2015). *Artırılmış gerçeklik kitap (AG-Kitap) kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi ve ortamlarla ilgili öğrenci görüşleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baysan, E., & Uluyol, Ç. (2016). Arttırılmış gerçeklik kitabının (ag-kitap) öğrencilerin akademik başarılarına etkisi ve eğitim ortamlarında kullanımı hakkında öğrenci görüşleri. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7(14), 55-78.
- Berber Cerit, T (2013). Developing a physics laboratory anxiety scale. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-18.
- Bicen, H., & Bal, E. (2016). Determination of student opinions in augmented reality. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 8(3), 205-209.
- Bonifacio, V.D.B. (2012). QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 552-554.
- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Bozkurt, E., & Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi?. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., & Erdoğan, E. (2018). Açık ve uzaktan öğrenme sisteminde karekod kullanımı: açıköğretim ders kitapları örneği. *Academic Journal of Information Technology*, 9(30),105-121.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education– cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.

- Böyük, U., Demir, S., & Erol, M. (2010). Fen ve teknolojileri dersi öğretmenlerinin laboratuvar araştırmalarına yönelik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *TUBAV Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.
- Bronack, S. C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113–117.
- Brown, G. A., & Atkins, M. J. (1997). Explaining. In: O Hargie (Ed.): *The Handbook of Communication Skills* (2nd Edition). London: Routledge Publishers, 199-229.
- Bulun, M., Gülnar, B., & Güran, S. M. (2004). Mobile technologies in education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(2), 165-169.
- Buluş Kırıkkaya E., & Şentürk M. (2016). *Fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılmasına yönelik bir uygulama ve öğrenci görüşleri*. XII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, KTÜ, Trabzon, 28-30.
- Buluş Kırıkkaya E., & Şentürk M. (2018). Güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 181-189.
- Büyüköztürk. Ş. (2001). *Deneyisel desenler*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., (2005). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856-865.
- 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.
- Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.

- Canbazoğlu Bilici, S., Tekin, N., & Karahan, E. (2016). *Öğretmen adaylarının fen laboratuvarında QR kodlarla zenginleştirilmiş poster kullanımları*. 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, 31 Mayıs-3 Haziran, Muğla.
- Cevahir, H. (2017). *Çalışılmış örnekler ile programlama öğretiminde geleneksel öğretim materyali ile artırılmış gerçeklik destekli animasyonlu öğretim materyalinin etkisinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Chaisatien, P., & Akahori, K. (2007). *A pilot study on 3G mobile phone and two dimension barcode in classroom communication and support system*. In ICALT, 111-113.
- Chen, Y. C., Chi, H. L., Hung, W. H., & Kang, S. C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 267-276.
- Chen, C. P., & Wang, C.H. (2015). Employing augmented reality embedded instruction to disperse the imparities of individual differences in earth science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 835-847.
- 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, 449-462.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014). 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.
- 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 and Education*, 85, 59-73.
- Christiansen, L., & Johnson, B. (2014). *Eğitim araştırmaları nicel, nitel ve karma yaklaşımlar* (Çev. S. B. Demir). Ankara: Eğiten Kitap.
- Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Massachusetts: Morgan- Kaufmann Publishers.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.
- Çakal, M. A., & Eymirli, B. E. (2012). Artırılmış gerçeklik teknolojisi. Erişim: 22 Aralık 2016, Kuzeydoğu Anadolu Ajansı Ağ Sitesi, http://www.kudaka.org.tr/ekler/fa254-artirilmis_gerceklik_teknolojisi.pdf135.
- Çakır, R., Solak, E., & Tan, S. S. (2015). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ingilizce kelime öğretimini öğrenci performansına etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 45-58.
- Çallica, H., Erol, M., Sezgin, G., & Kavcar, N. (2001). *İlköğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına ilişkin bir çalışma*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi 2000, Bildiler Kitabı, 217-219. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Çankaya, B., & Girgin, S. (2018). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 5(30), 4283-4290.
- Çataloğlu, E., & Ateşkan, A. (2014). QR (Quick Response) kodunun eğitim ve öğretimde kullanımının örneklenmesi. *İlköğretim Online*, 13(1), 5-14.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Erol Ofset Matbaacılık.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R., & Ayas, A. (1995). Fen bilimlerinde laboratuvarın yeri ve önemi (III): Ülkemizde laboratuvar kullanımı ve bazı öneriler. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 206, 24-28.

- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi*. Bilkent, Ankara: YÖK/Dünya Bankası MEGP Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Çetinkaya, H. H., & Akçay, M. (2013). *Eğitim ortamlarında artırılmış gerçeklik uygulamaları*. Akademik bilişim 2013- XV. Akademik bilişim konferansı bildirileri, Akdeniz üniversitesi, Antalya.
- Çilenti, K., (1984). *Eğitim teknolojisi ve öğretimi*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- De Jong, T., Linn, M., & Zacharia, Z. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340 (6130), 305-308.
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295–311.
- Demir, S., Büyük, U., & Koç A. (2011). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66-79.
- Demirer, V., & Erbaş, Ç (2015). Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının incelenmesi ve eğitimsel açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 802-813.
- Di Serio, A., Ibáñez, M.B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on student's motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 1(11), 586-596.
- Doğan, Ö. (2016). *Artırılmış gerçeklik ile desteklenmiş materyallerin kelime öğrenimi ve akılda kalıcılığı üzerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Doğdu, S., & Arslan, Z. (1993). *Eğitim teknolojileri ve uygulamaları*. Ankara: Tekişik A.Ş.
- Domin, D. S. (1999). A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence 10. of higher-order cognitive tasks. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 109-111.

- 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.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). The psychology of attitudes. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ekren, G., & Kesim, M. (2016). Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve mobil öğrenme. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 36-51.
- El Sayed, N. A., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card. *Computers & Education*, 56(4), 1045-1061.
- Erbaş, Ç. (2016). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonuna etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Erdem, A., & Uzal, G (2018). Liselerde fizik eğitimini iyileştirme yönünde teknolojinin kullanılmasına yönelik yönetici görüşleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(55), 582-592.
- Ergin, Ö., Akgün, D., Küçüközer, H., & Yakal, O. (2001). *Deney ağırlıklı fen bilgisi öğretimi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi 2000 Bildiriler Kitabı, 345-348 Ankara: Milli Eğitim Basımevi. EARGED, (1995). Gösterim için fen laboratuvarları. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Ersoy, H., Duman, E., & Öncü, S (2016). Artırılmış gerçeklik ile motivasyon ve başarı: deneysel bir araştırma. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 5(1), 39-44.
- Eryılmaz, A. & Tatlı, A. (2000). ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.
- Feiner, S. K. (2002). Augmented reality: A new way of seeing. *Scientific American*, 286(4), 48-55.
- Fırat, M. (2015). Eğitim teknolojileri araştırmalarında yeni bir alan: Öğrenme analitikleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 870-882.

- Fleck, S., & Simon, G. (2013). *An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: an exploratory study*. 25. Conference Francophone Sur Interaction Homme-Machine' nda sunulmuş bildiri, Bordeaux, France.
- Furió, D., Juan, M. C., Segui, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189–201.
- Furrer, C., & Skinner, E. (2003). Sense of relatedness as a factor in children's academic engagement and performance. *Journal of Educational Psychology*, 95, 148-162.
- Gallagher, J. J. & Tobin, K. (1987). Teacher management and student engagement in high school science. *Science Education*, 71(4), 535–555.
- Gonzato, J. C., Arcila, T., & Crespín, B. (2008). Virtual objects on real oceans. In Graphicon' 2008 (pp. 49-54).
- Gopalan, V., Zulkifli, N. S., & Abu Bakar. A. J. (2016). Conventional approach vs augmented reality textbook on learning performance: A study in science learning among secondary school students. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 31, 19-26.
- Gül, K. (2016). *Bilgisayar donanım öğretimi için artırılmış gerçeklik materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara.
- Gün, E. (2014). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Gürdal, A. (1997). Fen öğretiminde laboratuvar etkinliğinin başarıya etkisi. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 55, 14–16.

- Güven, İ., & Gürdal, A. (2004). *Ortaöğretim fizik derslerinde deneylerin öğrenme üzerindeki etkileri*. V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 16-18 Ekim, Ankara.
- Hamilton, K., & Olenewa, J. (2010). Augmented reality in education [PowerPoint slides]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-augmented-reality-in-education/>
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 80-88.
- Hayes, P., Joyce, D., & Pathak, P. (2004). *Ubiquitous learning-an application of mobile technology in education*. Paper presented at the EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology. Waynesville, NC.
- Hofstein, A., (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with 13. developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A., & Lunetta, V, N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28-54.
- 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.
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., & Wang, Y. Z. (2016). Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 205-223.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895–1906.

- lordache, D. D., Pribeanu, C., & Balog, A. (2012). Influence of specific AR capabilities on the learning effectiveness and efficiency. *Studies in Informatics and Control*, 21(3), 233-240.
- Irwansyah, S. M., Yusuf, M. Y., Farida, I., & Ramdhani, A. M. (2017). *Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning*. The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC), 1-7. Bandung, INDONESIA.
- İbanez, M. B., Di Serio, A., Villaran, D., & Delgado Kloss, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- İbili, E., & Şahin, S. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3d geometri kitabı yazılımın tasarımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-8.
- İçten, T., & Bal., G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 111–136.
- İçten, T., & Bal., G. (2017a). Artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılan akademik araştırmaların içerik analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 401- 415.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). The 2010 horizon report. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın.
- Kaleci, D., Demirel, T., & Akkuş, İ. (2016). *Örnek bir artırılmış gerçeklik uygulaması tasarımı*. 18.Akademik Bilişim Konferansı 2016 Bildirisi, Aydın.

- Kaplan, Ö. A., Yılmazlar, M., & Çorapçıgil, A. (2014). Fizik bölümü 4. sınıf öğrencilerinin mekanik odaklı bilgi düzeyleri ve kavram yanılgılarının incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9, 5.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi. Öğretmen Kitapları dizisi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Kara, A. (2018). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde kullanılmasına yönelik araştırmaların incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı, Erzurum.
- Karahan, E., & Bilici Canbazoğlu. S. (2017). Use of QR codes in science education: science teachers' opinions and suggestions. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 11(1), 433-457.
- Karakuyu, Y., Bilgin, İ., & Sürücü, A. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının üniversite öğrencilerinin genel fizik laboratuvarı I dersindeki başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(21), 237-250.
- Karamustafaoğlu, O., & Yaman, S. (2013). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayınları.
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi (26. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın Evi.
- Kaufmann H., & Schmalstieg D (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- 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.
- Kılınc, H. (2015). Mobil öğrenme: Eğitim ve öğrenimin dönüşümü *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd)*, 1(4), 132-138.

- Kırılmazkaya, G. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik kaygı ve tutumlarının incelenmesi. *Journal of Social And Humanities Sciences Research*, 4(3), 452-461.
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2004). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends*, 49(3), 41-49.
- 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.
- Kolçak, D. Y., Moğol, S., & Ünsal, Y. (2014). Fizik öğretiminde kavram yanılgılarının giderilmesine ilişkin laboratuvar yöntemi ile bilgisayar simülasyonlarının etkilerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 39(175), 154-171.
- Korkmaz, Ö. (2013). İlk ve orta öğretimde öğretimsel amaçlı teknoloji kullanımı. Kürşat Çağıltay ve Yüksel Göktaş (Ed.). *Öğretim teknolojilerinin temelleri: Teoriler, araştırmalar, eğilimler* içinde (s. 431-446). Ankara: Pegem Akademi.
- Korucu, T. A., Gençtürk, T., & Sezer, C. (2016). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi*. 18. Akademik Bilişim Konferansı, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Korucu, T. A., Usta, E., & Yavuzarslan, F. İ. (2016). Eğitimde artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımı: 2007-2016 döneminde Türkiye'de yapılan araştırmaların içerik analizi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 84-95.
- Köklü, N. (2015). *Genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin arttırılmasına yönelik animasyon simülasyon ve analogik modellerin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Kreijns, K., Van Acker, F., Vermeulen, M., & Van Buuren, H. (2013). What stimulates teachers to integrate ict in their pedagogical practices? The use of digital learning materials in education. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 217-225.

- Kurbanoğlu, N. İ. (2014). Lise öğrencilerinin kimya laboratuvarı kaygı ve kimya dersi tutumlarının cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 199-210.
- Kurt, T. (2003). *Fen bilgisi dersinde uygulamaların yeri ve önemi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kuzgun, H. (2019). *Artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi dönemde kullanımı: Durum çalışması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Küçük, S., Yılmaz, R., & Göktaş, Y. (2014). İngilizce öğreniminde artırılmış gerçeklik: Öğrencilerin başarı, tutum ve bilişsel yük düzeyleri. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 39(176), 393–404.
- Küçük, S. (2015). *Mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğreniminin tıp öğrencilerinin akademik başarıları ile bilişsel yüklerine etkisi ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2015). Tıp fakültesi öğrencilerinin mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğrenimine yönelik görüşleri. *Journal of Higher Education & Science/Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5(3).
- Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation of the relationships between media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality-based learning. *International Journal for Education Media and Technology*, 2(1), 4-14.
- Law, C., & So, S. (2010). QR codes in education. *Educational Technology Development and Exchange*, 3(1), 85-100.
- Le, H. Q., & Kim, J. I. (2016). An augmented reality application with hand gestures to support studying geometry. *Korea Computer Graphics Society*, 160-161.
- Liarokapis, F., Mourkoussis, N., White, M., Darcy, J., Sifniotis, M., Petridis, P., & Lister, P. F. (2004). Web3D and augmented reality to support engineering education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 3(1), 11-14.

- Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education, 68*, 314-321.
- Liou, W. K., Bhagat, K. K., & Chang, C. Y. (2016). Beyond the Flipped Classroom: A Highly Interactive Cloud-Classroom (HIC) Embedded into Basic Materials Science Courses. *Journal of Science Education and Technology, 25*(3), 460-473.
- Liu, T. Y., Tan, T. H., & Chu, Y. L. (2010). QR code and augmented reality-supported mobile English learning system. İçinde Jiang X., Ma M.Y. and Chen C. W. (Ed). *Mobile multimedia processing, 37-52*. Springer Berlin Heidelberg.
- Martin-Gutierrez, J., Saorin, J. L., Contero, M., Alcaniz, M., Perez-Lopez, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatialabilities development in engineering student. *Computers & Graphics, 34*(1), 77-91.
- Martin-Gutierrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior, 51*, 752-761.
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of Augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science, 25*, 144–153.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed). New York: Cambridge University Press.
- McCabe, M., & Tedesco, S. (2012). Using QR codes and mobile devices to foster an inclusive learning environment for mathematics education. *International Journal of Technology and Inclusive Education (IJTIE), 1*(1), 37-43.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems, 12*, 1321-1329.

- Moore, M., & Kearsley, G. (1996). *Distance Education: A systems view*. Belmont: Wadsworth Publishing. Boston.
- 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.
- Nuhoğlu, H., & Yalçın, N. (2004). Fizik laboratuvarına yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 5(2), 317- 327.
- Nystrand, M., & Gamoran, A. (1991). Instructional discourse, student engagement, and literature achievement. *Research in the Teaching of English*, 25, 261-290.
- Okebukola, P. A. (1986). Cooperative learning and students attitudes to laboratory work. *School Science and Mathematics*, 86(7), 582-590.
- Olsson, T., & Salo, M. (2011). *Online user survey on current mobile augmented reality applications*. In 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality ISMAR, 75-84. Basel, Switzerland.
- 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.
- Onbaşıllı, İ. Ü. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkokul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve fen motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 320-337.
- Ozan, Ö. (2013). *Bağlantıcı mobil öğrenme ortamlarında yönlendirici destek* (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Önal, N. (2017). Artırılmış gerçeklik eğitim uygulamaları ilköğretim matematik öğretmen adaylarının akademik motivasyonlarını etkiler mi?. *İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 2847-2857.

- Önder, R. (2016). *Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Aurasma ve color mix*. 18. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulmuş bildiri, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Özarlan, Y. (2011). *Öğrenen içerik etkileşiminin genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmesi*. 5. International Computer & Instructional Technologies Symposium (ICITS 2011). Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Özarlan, Y. (2013). *Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Özdaş, K. (1991). *Fizik öğretimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Özdemir, M (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrenmeye yönelik deneysel çalışmalar: Sistemik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 609-632.
- Özdemir, M., Şahin, Ç., Arcagök, S., & Demir., M. K. (2018). The effect of augmented reality applications in the learning process: a meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 74, 164-186.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 93-98.
- Özçakır, B., & Aydın, B. (2018). Artırılmış gerçeklik deneyimlerinin matematik öğretmeni adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1-22. Advance online publication. doi:10.16949/turkbilmat.487162
- Özçelik, E., & Acartürk, C. (2011). Reducing the spatial distance between printed and online information sources by means of mobile technology enhances learning: Using 2D barcodes. *Computers & Education*, 57(3), 2077-2085.
- Özel, M. (2004). Başarılı bir fizik eğitimi için stratejiler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 79-88.
- Özel, C., & Uluçol, Ç. (2016). Bir artırılmış gerçeklik uygulamasının geliştirilmesi ve öğrenci görüşleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 20(3), 793-823.

- Özgüler, M. (2009). *Bilgisayar Donanımı* (10. Baskı). Murathan Yayıncılık.
- Özsevgeç, T., & Eroğlu, B. (2017). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin astronomi konularını öğrenmelerine etkisi*. 3. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Parmaksız, G. Z. (2017). *Okul öncesi çocuklar için artırılmış gerçeklik etkinlikleri: Geometrik şekilleri anlamının ve uzamsal becerileri geliştirmenin karşılaştırmalı analizi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar:Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Perez-Lopez, D., & Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta- reviewand cross- media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.
- Ramsden, A. (2008). The use of QR codes in education: A getting started guide for academics. Retrieved from <http://opus.bath.ac.uk/view/divisions/elearning.html>
- Renner, J. W., Abraham, M. R. & Birnie, H. H. (1985). The importance of the form of student acquisition of data in physics learning cycles. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(4), 303-325.
- Rivers, D. J. (2009). Utilizing the quick response (QR) code within a Japanese EFL environment. *The JALT CALL Journal*, 5(2), 15-28.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 197-223.
- Saka, A. Z. ve Yılmaz, M. (2005). Bilgisayar destekli fizik öğretiminde çalışma yapraklarına dayalı materyal geliştirme ve uygulama. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 120-131.

- Saran, M., Seferoğlu, G., & ağıltay, K. (2009). Mobile assisted language learning: English pronunciation at learners' fingertips. *Eurasian Journal of Educational Research*, 34, 97-114.
- Sarı, M. (2011). *İlköğretim fen ve teknoloji derslerinin öğretiminde laboratuvarın yeri ve basit araç gereçlerle yapılan fen deneyleri konusunda öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi*. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, 27-29 April, 2011 Antalya-Turkey.
- Sarı, M. (2013a). Fizik konularının öğretiminde deneysel araştırmanın öğrenci başarısına etkisi ve öğretmenlerin karşılaştıkları zorlukların belirlenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 143-14.
- Sarı, M. (2013b). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde yer alan fizik konularının öğretiminde laboratuvarın yeri ve basit araç-gereçlerle yapılan fizik deneylerinin öğretmen adaylarının görüşlerinden yararlanılarak değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2),115-121.
- Sarıtepeci, M., Durak. H., & Balıkçı, H. C. (2017). *Ders süreçlerinde artırılmış gerçeklik etkinliklerinin kullanılmasının öğrenen katılımına etkisinin incelenmesi: bilgi ve iletişim teknolojileri dersi örneği*. 11. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, İnönü Üniversitesi.
- Satpute, T., Pingale, S., & Chavan, V. (2015). *Augmented reality in e- learning review of prototype designs for usability evaluation*. Communication, Information & Computing Technology (ICCCICT), 2015 International Conference, (1-4).
- Schrier, K. (2006). *Using augmented reality games to teach 21st century skills*. Proceeding of SIGGRAPH '06 ACM SIGGRAPH Educators program, 15. doi:10.1145/1179295.1179311.
- Seferoğlu, S. S. (2015). Okullarda teknoloji kullanımı ve uygulamalar: Gözlemler, sorunlar ve çözüm önerileri. *Artı Eğitim*, 123, 90-91.
- Serin, G. (2002). *Fen Eğitiminde Laboratuvar*. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, 403-406.

- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students*. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop* (p. 8).
- Shelton, B. E., & Stevens, R. (2004). *Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking*. In *Proceedings of the 6th international conference for the learning sciences*. Mahwah, NJ, Erlbaum.
- Shen, C. X., Liu, R. D., & Wang, D. (2013). Why are children attracted to the internet? The role of need satisfaction perceived online and perceived in daily real life. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 185-192.
- Shymansky, J. A., & Kyle, W. C. (1988). A summary of research in science education. *Science Education*, 72(3), 299-348.
- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sırakaya, M., & Seferoğlu, S. S. (2016). *Öğrenme ortamlarında yeni bir araç: Bir eğitilence uygulaması olarak artırılmış gerçeklik.*, Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016, Editör: A. İşman, F. Odabaşı, B. Akkoyunlu, Adapazarı: TOJET ve Sakarya Üniversitesi, 417–438.
- Sırakaya, M., & Sırakaya, A. D. (2018). Artırılmış gerçekliğin fen eğitiminde kullanımının tutum ve motivasyona etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 26(3),887-896.
- Sin, A. K., & Badioze Z. H. (2009). *Tangible interaction in learning astronomy through augmented reality book-based educational tool. Lecture notes in computer science (including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics)* (Vol. 5857, pp. 302-313). Berlin-Heidelberg: Springer.
- Sin, A. K., & Badioze Z. H. (2010). *Live Solar System (LSS): Evaluation of an Augmented Reality book-based educational tool*. 2010 International Symposium on Information Technology'de sunulmuş bildiri, Kuala Lumpur Convention Center, Malaysia.

- Singer, S., Hilton, M., & Schweingruber, H. (2005). Needing a new approach to science labs. *The Science Teacher*, 72(7), 10.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1-5.
- So, S. (2011). *Beyond the simple codes: QR in education*. In G. Williams, P. Statham, N. Brown & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions*. Proceedings ascilite Hobart, 1157-1161.
- Solak, E., & Çakır, R. (2015). Exploring the effect of materials designed with augmented reality on language learners' vocabulary learning. *Journal of Educators Online*, 12(2), 50-72.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.
- Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1). 63-80.
- Song, H., & Kang, T. (2012). Evaluating the Impacts of CT Use: A multi-level analysis with hierarchical linear modeling. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(4), 132-140.
- Soslu, Ö. (2012). Ortaöğretimde çağdaş fizik öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 91-99.
- Sönmez, E., Dilber, R., Karaman, İ., & Şimşek, D. (2005). Fizik laboratuvarında kullanılan deney malzemeleri üzerine bir araştırma. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 590-604.
- Sumadio, D. D., & Rambli, D. R. A. (2010). *Preliminary evaluation on user acceptance of the augmented reality use for education*. Proceedings of Second International Conference on Computer Engineering and Applications, 2, 461-465.

- Susono, H., & Shimomura, T. (2006). Using mobile phones and QR codes for formative class assessment. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, 2, 1006–1010.
- Şahin D. (2017). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Şenler, B., Karışan, D., & Bilican, K. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji laboratuvarına yönelik algı ve tutumlarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 105-122.
- Şentürk, M. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının yedinci sınıf güneş sistemi ve ötesi ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisinin solomon dört gruplu modelle incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Tanel, Z., & Önder, F. (2010). Elektronik laboratuvarında bilgisayar simülasyonları kullanımının öğrenci başarısına etkisi: diyot deneyleri örneği. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 101-110.
- Tanrıverdi, G., & Demirbaş, M. (2012). Fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği geliştirme: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 13(3), 83-101.
- Tarımer, İ., & Okumuş, İ. T. (2010). *Mobil iletişim cihazlarının eğitim aracı olarak kullanılması*. Akademik Bilişim Konferansı (AB 2010), Muğla, 67–72.
- Taşkıran, A., Koral, E., & Bozkurt, A. (2015). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil eğitiminde kullanılması. *Akademik Bilişim*, 15, 462-467.
- Telli, A., Yıldırım., İ. H., Şensoy, Ö., & Yalçın, N. (2004). İlköğretim 7. sınıflarda basit makineler konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 291-305.
- Tezbaşaran, A. A. (1997). Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu. Ankara: Türk Psikologlar Derneği.

- Thinyane, 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.
- Tian K., Endo M., Urata M., Mouri K., & Yasuda T. (2014). Multi-viewpoint Smartphone ARBased Learning System for Astronomical Observation, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 6(5), 396-400.
- Timur, B., & Özdemir, M. (2018). Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(10), 62-75.
- Tomi, A. Bin., & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130.
- Traxler, J., & Vosloo, S. (2014). Introduction: The prospects for mobile learning. *Prospects*, 44(1), 13-28.
- Turner, R. C., & Lindsay, H. A. (2003). Gender differences in cognitive and non-cognitive factors related to achievement in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80(5), 563-568.
- Tutulmaz, M., & Seferoğlu, S. S. (2017). *Artırılmış gerçeklik teknolojilerinin sınıfta kullanımlarıyla ilgili bir inceleme*. 11. Uluslararası bilgisayar ve eğitim teknolojileri sempozyumu. İnönü üniversitesi, Malatya.
- Tün, Ş., Kışoğlu, M., & Uzun, N. (2018). Geri dönüşüm konusunun öğretimine yönelik artırılmış gerçeklik uygulamasıyla örnek bir etkinlik hazırlanması ve uygulanması. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(2), 114-135.
- Uğur, B., & Arkün Kocadere, S. (2016). *Öğrenme ve öğretme sürecine BİT entegrasyonu: Bir çevrimiçi öğretmen eğitimi önerisi*. XVIII. Akademik Bilişim Konferansı (AB16), 30 Ocak-5 Şubat, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2014). Examining pre-service teachers' opinions regarding to augmented reality learning. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 403-413.

- Uluyol, Ç. (2016). Bir artırılmış gerçeklik uygulamasının geliştirilmesi ve öğrenci görüşleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3, 793-823.
- Uşaklı, H., & Akpınar, E. (2015). Fen laboratuvarı kaygı ölçeğinin (FLKÖ) geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1241-1250.
- Uygur, M., Yelken, T. Y., & Akay, C. (2018). Analyzing the Views of Pre-Service Teachers on the Use of Augmented Reality Applications in Education, *European Journal of Educational Research*, 7(4), 849-860.
- Uysal, F. Ö. (1999). Öğrenme sürecine etkin öğrenci katılımının öğrenme sonuçlarına etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 358-374.
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1-20.
- Vilkoniene, M. (2009). Influence of augmented reality technology upon pupils' knowledge about human digestive system: *The results of the experiment. Online Submission*, 6(1), 36-43.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and language*. MIT Press, Cambridge MA.
- Wagner, D., & Barakonyi, I (2003). *Augmented reality kanji learning*. In: Proceedings of the 2003 IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2003), Tokyo, Japan, pp. 335–336. IEEE Computer Society, Los Alamitos.
- 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.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Woodill, G. (2011). *The Mobile Learning Edge (Ed)*. USA: McGraw Hill.

- 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 and Education*, 62, 41–49.
- 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.
- Yener, D. (2010). *Fizik laboratuvarlarında performans değerlendirmesine yönelik yeniden düzenlenen deney föylerinin etkililiğinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen eğitiminin öğrencilerin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(12), 79-85.
- Yeşilyurt, M. (2003). *Yükseköğretim temel fizik laboratuvar uygulamalarında bütünleştirici yaklaşım* (Yayımlanmış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yfantis, V., Kalagiakos, P., Kouloumperi, C., & Karampelas, P. (2012). *Quick response codes in elearning*. In Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
- Yıldırım, S. (2016). *Fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin başarısına, motivasyonuna, problem çözme becerilerine yönelik algısına ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, P. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yıldız, M. (2012). *Geometrik optik öğretiminde yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen laboratuvar materyallerinin etkililiğinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Yılmaz, R. M. (2014). *Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle 3 boyutlu hikâye canlandırmanın hikâye kurgulama becerisine ve yaratıcılığa etkisi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yılmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior*, 54, 240-248.
- Yılmaz, Z. A., & Batdı, V. (2016). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimle bütünleştirilmesinin meta-analitik ve tematik karşılaştırmalı analizi. *Eğitim ve Bilim*, 41(188), 273-289.
- Yılmaz, R. M., Küçük, S., & Göktaş, Y. (2017). Are augmented reality picture books magic or real for preschool children aged five to six? *British Journal of Education Technology*, 48, 824-841.
- Yılmaz, R., M., & Göktaş, Y. (2018). Using Augmented Reality Technology in Education. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 47(2), 510-537.
- Yuen, S., & Wang, S. (2004). M-learning: Mobility. *Health & Higher Education*, 2248-2252.
- Yusoff Z., & Dahlan H. M. (2013). *Mobile based learning: An integrated framework to support learning engagement through augmented reality environment*. IEEE-2013 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), Kuala Lumpur, Malaysia.
- Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Martínez, L. B., Ortega, D. G., & Rodríguez, M. A. (2013). Mobile serious game using augmented reality for supporting children's learning about animals. *Procedia Computer Science*, 25, 375–381.
- 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.
- Zheng, S (2015). Research on Mobile Learning Based on Augmented Reality. *Open Journal of Social Sciences*, 3, 179-182.

EK-A: Temel Fizik Laboratuvarı Başarı Testi

TEMEL FİZİK LABORATUVARI BAŞARI TESTİ

Değerli Öğretmen Adayları,

Bu test sizin fizik laboratuvarı dersi "Kuvvet- Hareket" konusundaki bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Test içerisinde çoktan seçmeli 20 soru yer almaktadır. Süre 25 dakikadır. Başarılar dilerim.

Öğrencinin Adı :

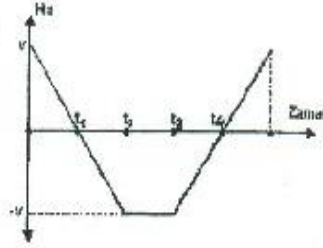
Laboratuvar Grubu:

Numarası :

Tarih :

1. Hız zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketinin ivmesi hangi anlarda değişmiştir?

- A) t_1 ve t_4 B) t_2 ve t_3 C) t_1 ve t_2
D) t_3 ve t_4 E) t_1, t_2, t_3, t_4

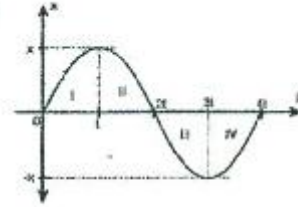


2. Biri diğerinin 4 katı kütleyle sahip iki cisim aynı anda aynı yükseklikten bırakılıyorlar. Cisimlerin hareketleri sırasındaki ivmeleri hakkında ne söylenebilir?

- A) İvmeleri aynıdır.
B) Kütleli büyük olan cismin ivmesi diğerinin 4 katıdır.
C) Kütleli büyük olan cismin ivmesi diğerinin 16 katıdır.
D) Kütleli küçük olan cismin ivmesi, büyük cismin ivmesinin 4 katıdır.
E) Kütleli küçük olan cismin ivmesi, büyük cismin ivmesinin yarısı kadardır.

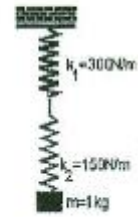
3. Konum-zaman grafiği şekildeki gibi olan araç hangi aralıklarda hızını arttırmıştır?

- A) II ve IV B) III ve IV C) I ve II
D) I ve III E) I ve IV

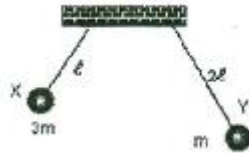


4. Yay sabitleri $k_1 = 300 \text{ N/m}$ ve $k_2 = 150 \text{ N/m}$ olan iki yayın ucuna şekildeki gibi 1 kg kütleli cisim asılmıştır. Cisme salınım hareketi yaptırıldığında salınım periyodu kaç s olur. ($\pi=3$)

- A) 0,6 B) 0,8 C) 1,0 D) 1,2 E) 1,6



5.

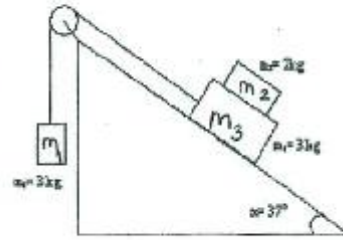


Uzunlukları l ve $2l$ olan iplere bağlanan X ve Y cisimlerinin kütleleri $3m$ ve m dir. Cisimler salınım hareketi yaptığında periyotlarının oranı T_X/T_Y ne olur?

- A) 2,0 B) $\sqrt{2}/2$ C) $\sqrt{2},0$ D) 2,2 E) $\sqrt{2}/8$

6. Şekildeki sistemde m_2 ile düzlem arası sürtünmesizdir. Sistem serbest bırakıldığında m_2 kütleli cismin, m_3 kütleli cismin üzerinden kaymaması için bu iki cisim arasındaki sürtünme kuvveti katsayısı en az kaç N olmalıdır? ($g=10 \text{ N/kg}$, $\sin 37^\circ=0,6$, $\cos 37^\circ=0,8$)

- A) 0,25 B) 0,45 C) 0,55
D) 0,65 E) 0,75



7. Elimizde biri demirden diğeri ise plastikten yapılmış 2 adet bilye bulunmaktadır. Demir bilyenin ağırlığı plastik bilyenininkinin 2 katı kadardır. Her iki bilyede aynı yükseklikten aynı anda bırakılırsa yere düşme süreleri hakkında aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) İkiside hemen hemen aynı anda düşer.
B) Demir bilye plastik bilyenin düşme süresinin yarısı kadar sürede düşer.
C) Plastik bilye , demir bilyenin düşme süresinin yarısı kadar sürede düşer.
D) Demir bilye plastik bilyenin düşme süresinin 3 katı sürede düşer.
E) Demir bilye plastik bilyenin düşme süresinin $\frac{1}{4}$ ü sürede düşer.

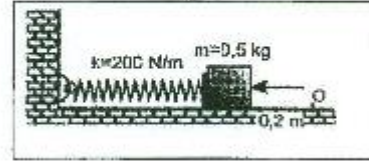
8. 5 m/s hızla sürtürsüz ortamda ilerleyen şekildeki cismin hızı 3 m/s olduğu andaki yüksekliği nedir?

- A) 4/g B) 6/g C) 8/g D) 10/g E) 16/g

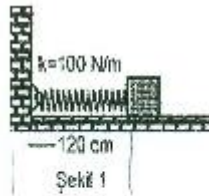


9. Şekildeki yay ucundaki 0,5 kg kütle ile denge konumundan 0,2 m itiliyor. Buna göre, yay serbest bırakıldığında cismin yaydan çıkar hızı kaçtır?

- A) 2 m/s B) 4 m/s C) 6 m/s
D) 8 m/s E) 10 m/s



10.



Şekil 1

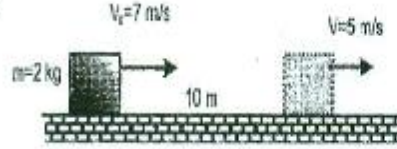


Şekil 2

Serbest haldeki boyu 160 cm olan yayın esneklik katsayısı 100 N/m dir. Yayın ucundaki kütle Şekil 1 deki konumdan Şekil 2 deki konuma getiriliyor. Bu süreçte, yayın uyguladığı kuvvetin yaptığı iş kaç J dir?

- A) 20 B) 21 C) 22 D) 23 E) 24

11.

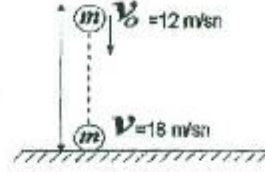


Eşit şırtınmeli yatay düzlemde hareket eden şekildeki cismin hızı 10 m gittikten sonra, 7 m/s den 5 m/s ye düşüyor. Cisimle yüzey arasındaki şırtınme katsayısını nedir? ($g=10 \text{ m/s}^2$ alınır)

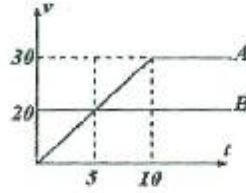
- A) 0,10 B) 0,11 C) 0,12 D) 0,13 E) 0,14

12. 12 m/sn hızla h yüksekliğinden atılan bir (m) parçacığı yere 18 m/sn hızla çarptığına göre h yüksekliği nedir?

- A) 18 B) 6 C) 27 D) 36 E) 9



13.



A ve B araçlarına ait hız-zaman grafiği verilmiştir. A aracı kaç saniye sonra B aracını yakalar?

- A) 10 B) 8 C) 6 D) 5 E) 12

14. Kütleli 4 kg olan bir blok düşey doğrultuda duran ve bir ucu serbest olan bir yaya asıldığında, yayın boyunu 16,0 cm uzatıyor. Bu blok yaydan çıkarılıp yerine kütleli 2,3 kg olan bir cisim yaya asılıyor. Yay bir miktar gerilip serbest bırakılırsa meydana gelen salınım hareketinin periyodu ne olur? ($\Pi=3$ ve $g=10 \text{ m/s}^2$)

- A) 0,2 B) 0,3 C) 0,5 D) 0,6 E) 0,9

15. 20 cm uzunluğundaki bir ipin ucuna 0,250 kg'lık bir cisim bağlanıyor ve salınım yardımıyla periyodu T olarak bulunuyor. Aynı uzunluğundaki ipin ucuna 0,500 kg'lık bir kütle asılırsa periyot kaç olarak bulunur?

- A) T/2 B) T/4 C) 2T D) T² E) T

16. Aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur?

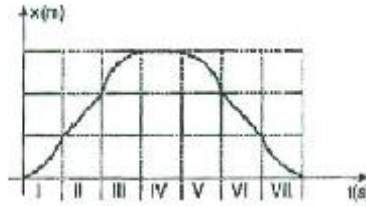
- A) Bir parçacığın ortalama hızı, parçacığın yer değiştirmesi olan Δx in bu yer değiştirmesi olan Δt ye çarpımı olarak tanımlanır.
- B) Parçacığın koordinatı ilerleyen zamanla birlikte artıyorsa o zaman ΔX negatiftir.
- C) Bir parçacığın ortalama ivmesi, parçacığın hızındaki değişiminin, bu değişimin olduğu Δt zaman aralığına oranıdır.
- D) Parçacığın koordinatı ilerleyen zamanla birlikte artıyorsa o zaman ΔX işaretsizdir
- E) Bir parçacığın ortalama hızı, parçacığın yer değiştirmesi olan Δx in bu yer değiştirmesi olan Δt ye göre türevi olarak tanımlanır.

17. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Serbest düşüne cisim başlangıçtaki hareketi ne olursa olsun yer çekimi etkisi altındadır.
- B) Yukarı doğru ya da aşağıya doğru atılan cisimler veya durgun halden bırakılan cisimler hepside harekete başladıkları andan itibaren serbest düşen cisimlerdir.
- C) Aşağıya doğru düşen her cisim, başlangıçtaki hareketi ne olursa olsun, aşağıya doğru bir ivme etsindedir.
- D) Serbest düşen bir cismin hareketi sabit ivmeli iki boyutlu harekete özdeş olur.
- E) İvme sabit olduğunda, ivme - zaman grafiği, eğimi sıfır olan bir doğru olur.

18. Grafik ile ilgili ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) I. aralıkta: grafiğin eğimi (+) yönde arttığına göre (+) yönde hızlanan hareket yapmış
- B) II. aralıkta: grafiğin eğimi (+) yönde sabit olduğuna göre (+) yönde düzgülü doğrusal hareket (sabit hız) yapmış
- C) V. aralıkta: grafiğin eğimi (-) yönde arttığına göre (-) yönde hızlanan hareket yapmış
- D) VII. aralıkta: grafiğin eğimi (-) yönde azaldığına göre (-) yönde yavaşlayan hareket yapmış
- E) IV. aralıkta: grafiğin eğimi sıfır olduğuna göre bulunduğu konumda sabit hızlı hareket yapmış



19. Aynı maddeden yapılmış kütleleri aynı olan iki cisim bir eğik düzlemin üstüne yerleştiriliyor ve cisimlerin aşağı yönlü hareket yaptıkları gözleniyor. Birinci cismin yüzey alanı ikinci cismin yüzey alanının 2 katı katarsa bu cisimlerin sürtünme katsayıları hakkında aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Birinci cismin sürtünme katsayısı ikinci cismin sürtünme katsayısının iki katıdır.
- B) Birinci cismin sürtünme katsayısı ikinci cismin sürtünme katsayısının yarısı kadardır.
- C) Sürtünme katsayıları hakkında net bir şey söylenemez.
- D) Her iki cisminde sürtünme katsayıları birbirine eşittir.

E) Birinci cismin sürtünme katsayısı ikinci cismin sürtünme katsayısının dört katıdır.

20. 0,04 kg'lık bir mermi 600 m/s yatay hızla sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 2,96 kg'lık tahta takozu saplıyor. Mermi takozu delip yönünü değiştirmeden 230 m/s hızla çıkıyor. Buna göre takozun hızı nedir?

A) 5 m/s B) 7 m/s C) 0,5 m/s D) 3 m/s E) 9 m/s

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

	A	B	C	D	E
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

EK-B: Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

FİZİK LABORATUVARINA YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Ad Soyadı:

Değerli öğretmen adayları; fizik laboratuvarına karşı tutumunuzu belirlemek amacıyla hazırlanan bu anketteki her bir maddeyi okuduktan sonra inandığınız veya düşündüğünüz sadece bir cevabı işaretleyiniz. Maddelelere içtenlikle verdiğiniz cevaplardan dolayı teşekkür ederim.

FİZİK LABORATUVARI TUTUM MADDELERİ

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Fizik laboratuvarında deney yapmaktan hoşlanmıyorum çünkü işlem yapmakta zorlanıyorum.					
2. Fizik laboratuvarında deney konularına göre farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasını isterim.					
3. Laboratuvarında yapılan deneylerin düzeye uygunluğu ve içeriği benim için önemlidir.					
4. Laboratuvarında yaparak yaşayarak deneyleri yapmanın daha kalıcı olduğunu düşünüyorum.					
5. Öğrendiğim teorik bilgileri laboratuvar ortamında gerçek hayatla ilişkilendirdiğimde daha kalıcı olduğunu düşünürüm.					
6. Laboratuvarında deneyle ilgili teorik bilgimde eksiklik olduğunda o deneyi yapmaktan hoşlanmam.					
7. Deneylerin sonucunu tartışarak deneyle ilgili eksik bilgilerimi tamamlamak isterim.					
8. Laboratuvarında not kaygısı olmadan özgürce deney yapmak isterim.					
9. Laboratuvarında yapılan deneylerin teorik bilgilerinden çok günlük yaşamdaki yerinin belirtilmesi ilgimi çeker.					
10. Fizik deneyleri anlam kargaşasını en aza indirerek kalıcılığı sağlar.					
11. Laboratuvarında teorik bilgimin eksikliğinden dolayı deney yapmaktan çekiniyorum.					

-
12. Orta ğretimden gelen n yargılarımı kıramadığım için, laboratuvara karşı olumsuz tutum içerisindeyim.
-
13. Fizik laboratuvarında deney yapılmadan önce deney hakkında ön bilgi verilmesini isterim.
-
14. Fizik laboratuvarına karşı olan tutumum, öğretmene bağlıdır.
-
15. Laboratuvarda deney yaparken aktif olmam ilgimi daha çok yükseltiyor.
-
16. Fizik deneylerinin dersle ilgili soyut kavramları somutlaştırdığına inanırım.
-
17. Laboratuvardaki ğretmenin tutumu laboratuvara karşı olan tutumumu etkiler.
-
18. Fizik laboratuvarında teorik bilgisine sahip olmadığım deneyleri yapmaktan hoşlanmam.
-
19. Laboratuvarın düzenli, malzemelerin eksiksiz olmasının laboratuvara karşı tutumumu artırdığını düşünüyorum.
-
20. Fizik deneyleri yaparken malzeme kullanımında zgr olmak isterim.
-
21. Laboratuvar imkanlarının kısıtlı olmasının motivasyonumu azalttığını düşünüyorum.
-
22. Laboratuvarda somut yaşınmışlıklarla ğretim desteklendiği için daha kalıcı ve ilgi çekici bir öğrenme ortamının oluştugunu düşünüyorum.
-
23. Öğrendiğim teorik bilgiyi laboratuvarda uygulamaya dökmekten hoşlanırım.
-
24. Fizik laboratuvarında deneye başlamadan önce kullanacağım aletleri tanımak isterim.
-
25. Laboratuvardaki deneyleri yapamadığım için dersi sevmiyorum.
-
26. Fizik deneyleri ilgi ve tutumlarıma uygun ğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak yapıldığında başarılı olurum.
-
27. Laboratuvara karşı tutumum; öğretmenin derse ve öğrencilere karşı tutumu ve aktifliği ile doğru orantılıdır.
-

EK-C: Fizik Laboratuvarı Kaygı Ölçeği

FİZİK LABORATUVARI KAYGI ÖLÇEĞİ

Ad Soyadı:

Değerli öğretmen adayları; fizik laboratuvarına karşı kaygınızı belirlemek amacıyla hazırlanan bu anketteki her bir maddeyi okuduktan sonra inandığınız veya düşündüğünüz sadece bir cevabı işaretleyiniz. Maddelere içtenlikle verdiğiniz cevaplardan dolayı teşekkür ederiz.

Fizik Laboratuvarı Dersinde Aşağıda Verilenlere Ne Derecede Katıldığınızı Belirtiniz	Hiçbir zaman	Seyrek olarak	Ara sıra	Sıklıkla	Her zaman
Topladığım verilerden sonuç çıkaramamaktan korkarım.					
Topladığım verilerin fiziksel kuramla uyuşmamasından korkarım.					
Doğru sonuca ulaşamamak bende gerginlik yaratır.					
Deneyin sonucu ilgili olarak sorulan sorulara cevap verememekten çekinirim.					
Topladığım verilerden grafik oluşturmak konusunda kaygılanırım.					
Laboratuvarda çalışmayan malzemelerden dolayı deneyimin gecikmesi beni strese sokar.					
Deney için gereken araç ve gereçleri tespit edebilmek konusunda endişelenirim.					
Deneyi amacına uygun olarak yapamamaktan endişe duyarım.					
Deneyin amacını tam olarak anlayamamak konusunda endişelerim vardır.					
Deneyi doğru yapıp yapmadığım konusunda endişelenirim.					
Mecbur olmasam Fizik Laboratuvarı dersini almazdım.					
Öğretmenin soru sormasından çekinirim.					
Deney yaparken kendimi tedirgin hissedirim.					
Deney düzeneğini rahatlıkla kurabilirim.					
Laboratuvar araç ve gereçlerini kullanırken rahatımdır.					
Grafikleri rahatlıkla yorumlayabilirim.					

EK-Ç: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1. Mekanik laboratuvarı dersi hakkındaki genel düşünceleriniz nelerdir?
2. Mekanik laboratuvarı dersinde kullanılan metod ve araç- gereçlerin yeterli olup olmadığına ilişkin görüşleriniz nelerdir? AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamalar bu konularda avantaj sağlamakta mıdır?
3. AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamaların kullanıldığı mekanik laboratuvarı ortamını geleneksel laboratuvar ortamı ile karşılaştırdığınızda, bu ortam öğrenmeniz açısından avantaj sağlamakta mıdır?
4. AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamaların kullanıldığı mekanik laboratuvarı ortamını geleneksel laboratuvar ortamı ile karşılaştırdığınızda, bu ortam laboratuvar dersi hakkındaki düşüncelerinizin değişmesine olumlu yönde etki etmekte midir?
5. AG ve karekod teknolojileriyle geliştirilen uygulamaların kullanıldığı mekanik laboratuvarı ortamını geleneksel laboratuvar ortamı ile karşılaştırdığınızda, bu ortamın laboratuvar dersine karşı duyduğunuz kaygı üzerinde olumlu yönde bir etkisi bulunmakta mıdır?

EK-D: Gönüllü Katılım Formu

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE KAREKOD TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK GELİŞTİRİLEN MEKANİK LABORATUVARI DENEYLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Araştırmada artırılmış gerçeklik ve karekod teknolojileri kullanılarak geliştirilen mekanik laboratuvarı deneylerinin, öğretmen adaylarının fizik laboratuvarındaki başarılarını, tutumlarını ve kaygılarını nasıl etkilediğinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda veri toplama aracı olarak temel fizik laboratuvarı başarı testi, fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve fizik laboratuvarı kaygı ölçeği kullanılacaktır.

Bu çalışmaya katılımınız tamamen gönüllülük ilkesine dayanmaktadır. İstedığınız takdirde katılmayı herhangi bir yaptırıma maruz kalmaksızın reddedebilirsiniz. Katıldığınız takdirde çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmayı yarıda bırakabilirsiniz. Eğer çalışmayı veri toplama işlemi bitiminden önce bıraktıysanız isteğiniz halinde formunuz size teslim edilecek veya imha edilecektir. Forma verilecek cevaplar tamamen gizli kalacak ve cevaplarınızdan elde edilen sonuçlar kesinlikle sizi işaret etmeyecektir.

Bu çalışmanın bilgileri kesinlikle gizli tutulacaktır. Elde edilen bilgiler sadece araştırmacılar tarafından görülecek ve değerlendirilecektir. Yazılı metinde kesinlikle isminiz geçmeyecek, bilgiler anonim olarak iletilecektir. Formlarda çalışma bitiminde imha edilecektir. Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan gerekli izinler alınmıştır.

Formda yer alan cümleler veya çalışma ile ilgili bir sorunuz olduğu takdirde araştırmacı ile istediğiniz zaman iletişime geçebilirsiniz.

Prof.Dr. Celal BAYRAK

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı

Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03122978515

Eposta: cbayrak@hacettepe.edu.tr

Uzman Ceren BAŞAL

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı

Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03122976292

Eposta: cerens@hacettepe.edu.tr

ONAY:

Bu belgeyi okudum ve kopyasını aldım. Gerekli gördüğüm bütün cevapları almış durumdayım ve bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcı

Tarih:

İmza

EK-E: Mekanik Laboratuvarı Föyü

DENEY NO: 1

DENEYİN ADI: MEKANİK ve DOĞRUSAL HAREKET

DENEYİN AMACI:

İlk aşamada hareket halindeki veya durgun haldeki bir cisme uygulanan sabit bir kuvvet ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi incelemek, ikinci aşamada ivmenin değişen kuvvete ve kütleyle karşı aldığı değerleri belirleyerek $F=ma$ bağıntısını doğrulamaya çalışmaktır.

DENEY BİLGİSİ:

Hareketli bir cisim bir doğru üzerinde eşit zaman aralıklarında eşit miktarda yer değiştirmeler yapıyorsa bu cismin hareketine düzgün doğrusal hareket denir. Hareket doğrusal olduğundan tek boyutludur. Hareketin tek boyutlu olması demek; hareketin sadece x, y veya z ekseninde olduğu anlamına gelir ve bu eksenlerde hareket ya ileri doğrudur (pozitif eksen yönünde) ya da geriye doğrudur (negatif eksen yönünde).

Doğrusal hareket anlatılırken hareketin x ekseninde olduğu varsayılarak, \vec{r} konum vektörü yerine x, \vec{v} hız vektörü yerine v_x ve \vec{a} ivme vektörü yerine a denilirse, konu anlatılırken hareketin nasıl bir hareket olduğu daha kolay anlaşılabilir. Düzgün doğrusal harekette cismin hızı sabittir ve sürtünme yoktur. Hız sabit olduğundan ivme sıfırdır. Bir cisim $t=0$ saniye anında $x=0$ metreden yola başlıyor ve $t_1 = t$ s sonra $x_1 = x$ kadar yer değiştiriyorsa ve $t_2 - t_1$ zaman aralığında da yer değiştirmesi $x_2 - x_1 = x$ ise bu arabanın hızı için

$$v_x = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{x}{t} \quad \text{bağıntısı yazılabilir.}$$

Bu eşitlik düzenlendiğinde cismin t süresinde aldığı yol

$$x = v_x t \text{ olur.}$$

Düzgün doğrusal hareket yapan bir cismin x-t ve v_x -t grafiklerini laboratuvara gelmeden önce inceleyiniz. x-t grafiğinin eğimi hızı verirken, v_x -t grafiğinin altında kalan taralı alan t süresince alınan yolu verir.

Hareketli bir cisim bir doğru üzerinde ilerlerken hızı, eşit zaman aralıklarında eşit miktarlarda artıyor ya da azalıyorsa bu cisim “düzgün değişen doğrusal hareket” yapıyor denir. Bu harekette cismin ivmesi sabittir. Hareket doğrusal olduğundan tek boyutlu bir harekettir.

Bir cisim $t_1=0$ s anında x_0 dan yola başlarken ilk hızı v_{x0} ve $t_2= t$ s sonra $x_1=x$ konumuna vardığında son hızı $v_{x1}=v_x$ ise sürtünmesiz bir ortam için bu cismin ivmesi

$$a= \frac{v_{x1}-v_{x0}}{t_2-t_1}$$

dir. Bu eşitlik düzenlendiğinde cismin t süresinde kazandığı hız

$$v_x= v_{x0}+at$$

olarak bulunur. Cismin $t_2-t_1=t-0=t$ zaman sonra aldığı yol $(x_1- x_0)$ ise ortalama hız ile zamanın çarpımıdır. Buna göre alınan yol

$$x_1- x_0= \left(\frac{v_x+v_{x0}}{2} \right) t$$

olarak bulunur. Bu eşitlik, düzenlenirse t süre sonra alınan yol

$$x= x_0+ v_{x0} t + \frac{1}{2} at^2$$

olarak bulunur.

Zamansız hız ifadesi içinde

$$v_x^2= v_{x0}^2+ 2a\Delta x$$

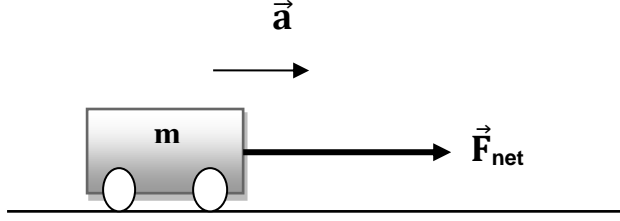
elde ederiz. Eğer hareket düzgün yavaşlayan bir hareket ise ivme negatiftir. Bu durumda hareketi açıklayan formüllerdeki ivme “negatif” olacak demektir. Düzgün yavaşlayan hareket için ise formüller

$$v_x= v_{x0}-at$$

$$x= x_0+ v_{x0} t - \frac{1}{2} at^2$$

$$v_x^2= v_{x0}^2 - 2a\Delta x$$

olarak verilir. *Düzgün değişen doğrusal bir hareket yapan cismin $x-t$, v_x-t ve $a-t$ grafiklerini laboratuvara gelmeden önce inceleyiniz.* $x-t$ grafiği bir parabolü verir ve eşit zaman aralıklarında cismin daha uzun yol aldığını gösterir. $v-t$ grafiği doğrusal olup eğim, ivmeyi verir, $a-t$ grafiğinde grafiğin altında kalan alan, cismin t anındaki hızını verir.



ŞEKİL-1.1

Net bir kuvvet serbest bir cisme sabit bir ivme verir. İvme, kendisini oluşturan net kuvvet ile orantılı ve aynı yönlüdür. F_{net} kuvvetinin etkisi ile cisim a ivmesini kazanmış ise;

$$\vec{F}_{net} = m \cdot \vec{a} \quad (1.1)$$

olur veya

$$a = d v / dt$$

olduğundan,

$$F_{net} = m \cdot d v / dt \quad (1.2)$$

şeklini alır.

Newton'un ikinci kanununa dinamiğin temel kanunu, (1.2) bağıntısına da dinamiğin temel denklemi denir. $F_{net} = 0$ ise $a = 0$ olacağından cisim hızını doğrultu, yön ve şiddet bakımından değiştirmez. (1.2) bağıntısında ivmenin orantı katsayısı olarak ortaya çıkan m büyüklüğüne, kuvvet etkisinde kalan cismin kütlesi denir. Cgs birim sisteminde kütlenin birimi *gram*, MKS sisteminde ise *kg*'dir. Buna göre kuvvet birimi cgs sisteminde *dyn*'dir. Tanım olarak 1 dyn, 1 gram kütleye 1 cm/s² lik ivme veren kuvvettir. Eğer MKS birim sistemi kullanılırsa kuvvet birimi *Newton* olarak tanımlanır. 1 newton, 1 kg kütleye 1 m/s² lik ivme veren kuvvettir. Bu tanımlardan yararlanılarak 1 N = 10⁵ dyn olarak bulunur.

Newton'un ikinci kanunundan, sabit bir kuvvetin etkisi altında ivmenin sabit olduğunu, bir cismin ivmesinin ona etkiyen net kuvvetle doğru orantılı olduğunu söyleyebiliriz.

KULLANILAN ARAÇLAR: İki adet araba (pascars ME6950) (M=263 g), 1 adet kronometre (electronic stop clock), kütleler (1 g – 250 g), ağırlık asıncı (1 g), ray (arabanın üzerinde hareket ettiği düzener), makara. **(Öğrenci tarafından getirilecek malzeme: Cetvel, milimetrik kağıt, hesap makinesi)**

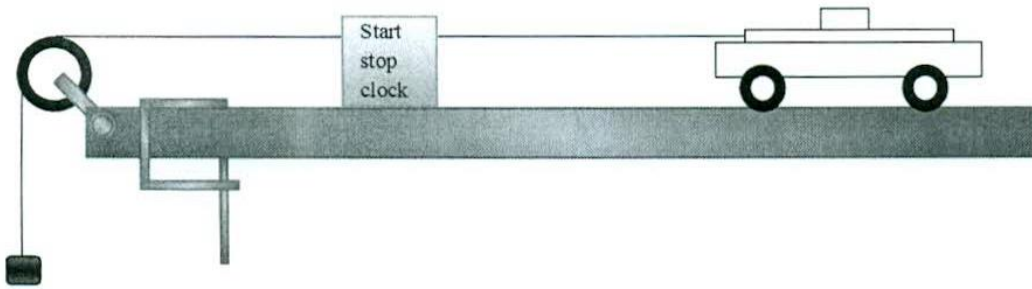


DENEYİN YAPILIŞI:

A) Deneyin ilk aşamasında, arabaya etki eden kuvveti sabit tutup alınan yolu değiştirerek harekete ait konum-zaman ve hız-zaman grafiklerini elde etmeye çalışınız.

B) Deneyin ikinci aşamasında $F = M \cdot a$ bağıntısını doğrulamaya çalıştığımız için sırasıyla bağıntıdaki değişkenlerden birini sabit tutup, diğerlerini değiştirerek veri alacağız.

A) Deneyin ikinci bölümünde sistemin kütlesi M_{sistem} ve arabanın aldığı yol x sabit tutulup, arabayı hareket ettiren kuvvet F değiştirilecektir. Bu deneyde değişen kuvvet etkisindeki ivme değişimleri inceleneceğinden sistemin toplam kütlesi deney sonuna kadar değiştirilmeyecektir. Arabanın üzerine belli miktarda kütle koyun. Makaradan geçirdiğiniz ipin ucuna da bir miktar kütle asın. Deneyde hareket ettirici kuvveti değiştirmek için arabanın üzerindeki kütleleri ipin ucuna geçirin. Hareket ettirici kuvveti değiştirmek için sisteme dışarıdan kütle ilave etmeyin. Sistemin toplam kütlesi, deney sonuna dek değiştirilmeyecektir.



ŞEKİL-1.2

ŞEKİL-1.2' de gösterilen düzeneği kurunuz. Ray 0-120 cm aralığında ölçeklendirilmiştir. Kronometreyi, ayaklarının orta noktası, ray üzerinde 91 cm' ye gelecek şekilde yerleştiriniz. Bu durumda arabanın aldığı yol $x = 80$ cm de sabitlenmiş olacaktır. Ağırlık aşıcının ucuna

$m=3$ gramlık pul asınız. Arabanın üzerinde de 5 gramlık pulunuz olsun. Arabayı rayın başına yerleştiriniz. Bir eliniz arabanın üzerinde, bir eliniz kronometrenin start butonunda olacak şekilde kronometreyi açınız. Arabanın üzerinden elinizi çektiğiniz anda kronometrenin de start butonuna basmalısınız. Daha sonra aynı işlemleri sırasıyla arabanın üzerindeki pulları 4g, 3g, 2g 1g olacak şekilde makaradan geçen ipin ucuna geçirerek tekrar ediniz.

(NOT: Eliniz start butonunda basılı kalırsa kronometrenin stop tuşu devreye girmeyecektir. Dolayısıyla süreyi başlatmak için parmağınızla butona bir kez basıp hemen çekmeniz gerekmektedir.)

Elde ettiğiniz değerleri Tablo (1-1)'e kaydediniz.

Tablo (1-1)

s (cm)	t (s)	F(N) = m.g	t ² (s ²)	a (m/s ²)
80				
80				
80				
80				
80				

(ŞEKİL-1.3)' deki ivme - kuvvet grafiğini çiziniz. Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız.



Çizdiğiniz grafiğin eğimini bulup, bunu arabanın kütlesi M ile karşılaştırıp, hata hesabı yapınız.

B) Deneyin ikinci bölümünde arabayı hareket ettiren kuvvet F ve arabanın aldığı yol x sabit tutulup, arabanın kütlesi M değiştirilecektir.

ŞEKİL-1.2' deki düzeneği yeniden kurunuz. Deney (A) dan farklı olarak ağırlık aşıcıya 10g' lık pul asıp, bunu deney boyunca değiştirmeyiniz. Sadece arabanın üzerine eklenecek kütleyi 50-200 g aralığında değiştirerek deneyi 4 kez tekrarlayınız.

Elde ettiğiniz değerleri Tablo (1-2)'ye kaydediniz.

M(g)	s (cm)	t (s)	F=m.g(N)	t ² (s ²)	a (m/s ²)	1/M (1/kg)	F=Ma(N)
263+50	80						
263+100	80						
263+150	80						
263+200	80						

Tablo (1-2)

İvme - kütle grafiğini çiziniz. (ŞEKİL-1.4) Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız.



1/M değerini hesaplayıp Tablo (1-2)'ye kaydediniz. İvme - 1/M grafiğini çiziniz. (ŞEKİL-1.5)



Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız. İvme ile kütle arasında bir orantı kurunuz. Yaptığınız dört farklı ölçüm için çarpım $M \cdot a$ ' yı hesaplayıp ortalama değeri çıkarınız. Bulduğunuz bu ortalama değeri ŞEKİL-1.5'deki grafiğin eğimi ile karşılaştırıp hata hesabı yapınız.



Mekanik ve Doğrusal Hareket Deneyi Karekod

DENEY NO: 2

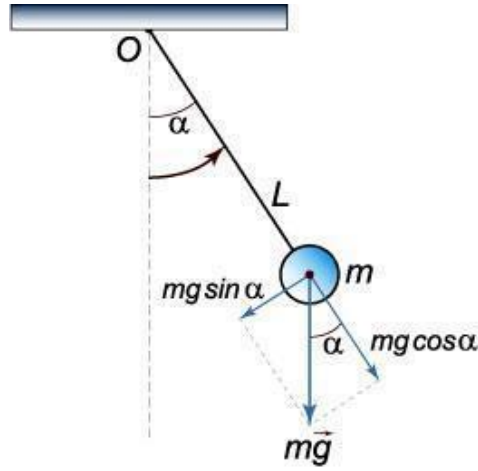
DENEYİN ADI: DEĞİŞKEN “g” SARKACI

DENEYİN AMACI: Basit sarkacın salınım davranışını fiziksel olarak incelemek ve basit sarkaç yardımıyla yerçekimi ivmesini bulmak.

DENEY BİLGİSİ:

Kütlesi ihmal edilebilen L uzunluğundaki burulmasız bir ipin ucuna asılan m kütleli cismin oluşturduğu düzeneğe basit (matematiksel) sarkaç denir. Asılan kütle denge konumundan küçük bir α açısı ($\approx 5-6^\circ$) kadar ayrılıp serbest bırakıldığında T periyotlu salınımlar yapar. Sarkacın bir noktadan aynı yönde art arda iki geçişi arasındaki süreye periyot denir. Periyot T ile gösterilir ve birimi saniyedir.

Denge konumundan ayrılan cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet, yerçekimi kuvvetinin (s) hareket doğrultusundaki bileşenidir. Cisim, bu geri çağırıcı kuvvet etkisinde basit harmonik hareket yapar (ŞEKİL-2.1). Bu tür harekette eğer sürtünmeler sonucu mekanik enerji kaybı yoksa cisim iki uzay konumu arasında sonsuza kadar salınır. Ancak gerçekte havanın ve askı noktasındaki sürtünme kuvvetlerinin etkisi ile sistemin mekanik enerjisi azalacak ve salınım hareketi bir süre sonra duracaktır.



ŞEKİL - 2.1 Basit Sarkaç

Kütle üzerine etkiyen kuvvetler, ip boyunca etkiyen T gerilmesi ile mg ağırlığıdır. Geri çağırıcı kuvvetin değeri;

$$F = k.s \quad (2.1)$$

bağıntısıyla bilinir. Burada k sabit, s ise kuvvetin uygulanma doğrultusunda ki yer değiştirmedir.

Ağırlığın yörüngeye teğet bileşeni $mg\sin\alpha$ daima $\alpha = 0$ noktasına yönelir ve yer değiştirme vektörüne zıt yöndedir ki bu nedenle teğetsel kuvvet, geri çağırıcı bir kuvvettir. Cisme etkiyen yer çekimi kuvvetinin s doğrultusundaki bileşeni

$$F_s = -m.g.\sin\alpha \quad \text{olur.} \quad (2.2)$$

Buradaki eksi işareti F kuvvetinin denge konumuna yöneldiğini gösterir. Buna göre teğetsel doğrultudaki hareket denklemi, aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$F = -mg \sin\alpha = d^2x / dt^2$$

s uzunluğu için yay boyunca ölçülen yer değiştirme demiştik ve bunu $s = L\alpha$ ile verebiliriz. L sabit olduğundan yukarıdaki denklem;

$$d^2\alpha / dt^2 = -g/L.\sin\alpha \quad \text{şeklini alır.}$$

Küçük açılar için, $\tan \alpha \approx \sin\alpha = \alpha = s / L$ olduğundan; hareket denklemi

$$d^2\alpha / dt^2 = -g / L.\alpha \quad \text{halini alır.}$$

(Bu hareket denkleminin $d^2x / dt^2 = -\omega^2x$ ile aynı biçime sahip olduğuna dikkat ediniz).

$$F_s = m.g.\alpha = m.g.s / L \quad (2.3)$$

olur.

Cisme etkiyen yer çekimi kuvvetinin F_s bileşeni ile geri çağırıcı kuvvet aynı olduğundan;

$$F = F_s$$

$$k.s = m.g.s / L \quad k = m.g / L \quad \text{bulunur.} \quad (2.4)$$

Basit harmonik hareketin periyodunu veren

$$T = 2\pi\sqrt{m/k} \quad (2.5)$$

bağıntısında k 'nın (2.4) no'lu bağıntıdaki değeri yerine konulursa;

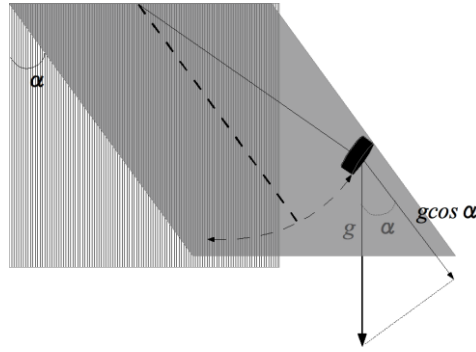
$$T = 2\pi\sqrt{L/g}$$

bulunur. Basit sarkacın T periyodu ve L uzunluğu ölçülerek yerine konursa yerin çekim alanı (yer çekimi ivmesi) g' nin değeri;

$$g = 4 \pi^2. L/ T^2 \quad (2.7)$$

olarak bulunur. Birimi ivme biriminin aynı olup, N/kg (m/s²) dir.

Görüldüğü gibi basit bir sarkacın küçük salınımlarının periyodu yalnızca ipin boyuna ve yer çekimi ivmesine bağlıdır. Biz bu deneyde denklem (2.6)' nın doğruluğunu göstermeye çalışacağız. Bu amaçla periyotun L uzunluğuna ve g yerçekimi ivmesine bağlı olarak grafiğini çizeceğiz. Elbette, başka bir gezegene gitmediğimiz sürece farklı bir yerçekimi ivmesinde çalışmamızın ve dolayısıyla da periyotun yerçekimi ivmesine bağlı değişimini incelememizin mümkün olmadığını düşünebilirsiniz. Ancak, yerçekimi ivmesini değiştiremesek de sarkacımızı ŞEKİL 2.3 de ki gibi eğik bir düzlem üzerinde salınmaya zorlayarak yeni bir "effektif yerçekimi ivmesi" yaratabiliriz.



ŞEKİL 2.3 Değişken g Sarkacı

Düşey ile α açısı yapan bir düzlemde salınmaya zorlanan sarkaç

$$g_{\text{eff}} = g \cos \alpha \quad (2.8)$$

ile verilen efektif bir yerçekimi ivmesi altında salınacaktır. Böylece α açısını değiştirerek periyodun yerçekimi ivmesine bağlılığını inceleyebiliriz.

KULLANILAN ARAÇLAR: Değişken g sarkacı, kronometre, milimetrik kağıt (öğrenci tarafından getirilecek)

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil –2.4’teki düzeneği kurunuz.



ŞEKİL –2.4 Değişken g Sarkacı

Sarkaç çubuğunu yatay olarak ayarlayınız ($\alpha = 0^\circ$). Sarkacın her konumda hareketsiz kalabilmesi için üçayağını da ayarlayınız. Üçayağın biri sarkacın atalet konumu doğrultusunda ve tesviye halkaları yardımıyla mümkün olduğunca kısa olarak ayarlanmalıdır. Diğer iki ayak ise ayar alanlarının yaklaşık olarak- ortasında bulunmalıdır. Üçayağın konumu ayar işlemi bittikten sonra mümkün olduğunca masa üstünde değiştirilmemelidir.

Deneyde kullanılan sarkaç, salınım düzlemi kademeli olarak düşey eksenenden yatay eksene doğru döndürülebilecek şekilde kurulur. Salınım düzleminin normal düşey konumundan sapma derecesini gösteren α açısı, kadrandan okunabilir.

A) Deneyin birinci aşamasında sarkacın uzunluğu sabit tutularak α açısı değiştirilecektir.

Sarkacın her defasında aynı genlikle salınabilmesi için sarkaç çubuğu en fazla üç ayağın ucuna kadar çekilmeli ve bu açı değeri 5° - 10° yi geçmemelidir.

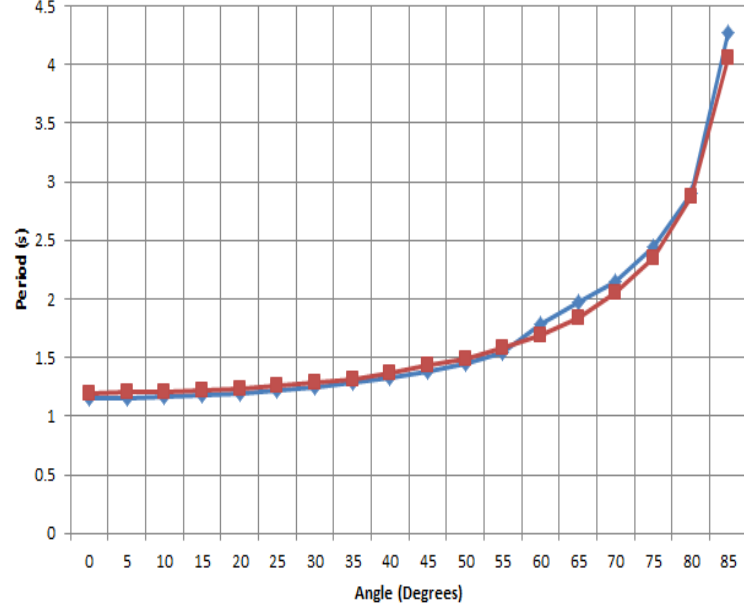
Sarkacı denge konumundan ayırıp, ilk hız vermeden salınmaya bırakmalısınız.

Sarkaç bırakıldığı anda eş zamanlı olarak kronometreye basılır.

Alfa açısı sıfır derece iken sarkacın 10 salınımı için geçen süre kronometreden ölçülür. Açı değerini 0° ile 85° arasında değiştirerek buna karşılık sarkacın 10 salınımı için geçen süreleri ölçünüz. Alınan verileri Tablo 2.1 e kaydediniz. Daha sonra bu sayıyı 10’a bölerek periyodu bulunuz.

Periyotun α açısına bağlı değişim grafiğini çiziniz ve yorumlayınız.

Elde ettiğiniz eğriyi $\alpha = 0^\circ$ olarak normlanmış teorik eğriler ile karşılaştırınız (ŞEKİL – 2.5).



α (derece)	$g \cos\alpha$ (ms^{-2})	$10T$ (s)	T (s)
0°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			
80°			
85°			

B) Deneyin ikinci aşamasında α eğim açısı sabit tutularak sarkacın L boyu değiştirilecektir.

Bunun için α açısını rastgele bir değerde sabit tutunuz.

Kütleyi kaydırarak sarkacın uzunluğunu değiştiriniz.

Sarkacın boyunu her defasında 0.05 metre azaltarak 5 farklı uzunluk değeri için sarkacın 10 salınımı için geçen süreyi kronometreden ölçünüz.

Elde edilen verileri Tablo 2.2 ye kaydediniz.

Tablo 2.2'yi kullanarak periyodun karesinin sarkaç boyuna bağlı değişimini veren T^2 - L grafiğini çiziniz.

Grafiğin eğiminden bulunduğunuz yerdeki yerçekimi ivmesini hesaplayınız.

L(cm)	10T(s)	T(s)	T^2 (s)

Tablo 2.2: Periyodun uzunluğa bağlılığı



Değişken “g” Sarkacı Deneyi Karekod

DENEY NO: 3

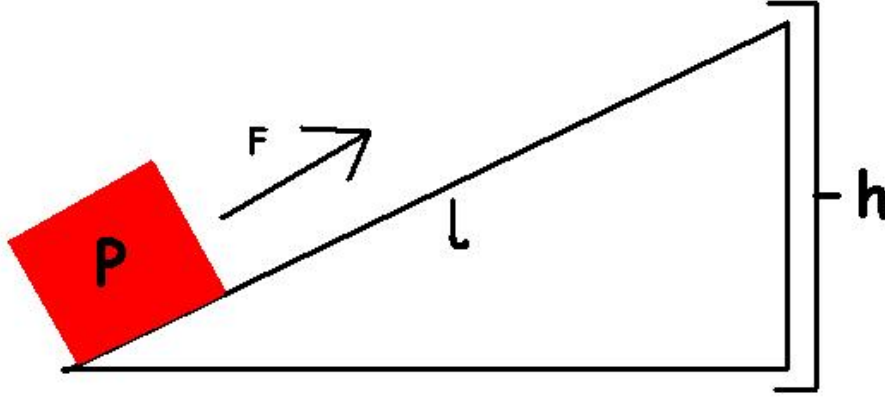
DENEYİN ADI: HAVA MASASINDA EĞİK DÜZLEM

DENEYİN AMACI: Dinamiğin temel prensibinden yola çıkarak eğik düzlemde sürtünmeli ve sürtünmesiz hareketin incelenmesi.

DENEY BİLGİSİ:

EĞİK DÜZLEM

Bir ucu yerde diğer ucu ise yerden daha yüksekte olan düzeye denir. Günlük hayatta, uygulanan kuvveti azaltarak işlerin yapımını kolaylaştırmayı sağlayan basit makinelerdendir. Yükü belli bir yüksekliğe kaldırmak için kullanılır. Kuvvetten kazanç sağlanırken yoldan kayıp vardır.



SÜRTÜNME KUVVETLERİ

İdeal bir ortamda sürtünmenin sıfır olduğu kabul edilir. Böyle bir ortamda enerji korunumlu olur. Hâlbuki günlük yaşantımızda, hareket halindeki (veya harekete geçmek üzere olan) cisimle temas yüzeyi arasında cismi harekete geçiren kuvvetten başka, onun hızını azaltan bir kuvvetin var olduğunu biliriz. Bu kuvvet daima hareket yönüne zıttır ve sürtünme kuvveti olarak adlandırılır. Sürtünme kuvvetinin şiddeti, yüzeyin yapısına, pürüzlülüğüne, sıcaklığa, ıslaklığa vb. etkenlere bağlıdır. Sürtünme kuvveti enerji kaybına neden olduğu için istenmeyen bir durumdur ve bu nedenle en aza indirgenmeye çalışılır. Ancak bazı durumlarda da yaşantımızı kolaylaştırır. Sürtünme olmadan nasıl yürüyeceğimizi, hareket halindeki bir otomobili nasıl durduracağımızı düşününüz.

Hareketsiz bir cismi harekete geçirmek için bir kuvvet uyguladığımızda cisim bu kuvvete karşı koyar. Bu direnişin nedeni yüzeyler arasındaki statik sürtünmedir. Cismi harekete geçirebilmek için uyguladığımız kuvvet, en az bu statik sürtünme kuvvetine eşit olmalıdır.

\vec{N} normal kuvvetin büyüklüğü, statik sürtünme katsayısı olmak üzere;

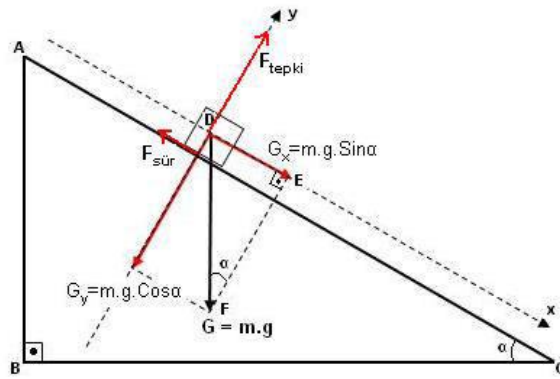
$$\vec{F}_s \leq \mu_s \cdot \vec{N} \quad (3.1)$$

dir. Maksimum statik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün, normal kuvvetin büyüklüğüne oranına yüzeyin *statik sürtünme katsayısı* denir.

Hareket başladıktan sonra sürtünme kuvveti azalır. Böylece daha az bir kuvvet uygulayarak harekete devam edilebilir. Cisme hareket halinde iken etkiyen kuvvete kinetik sürtünme kuvveti denir. \vec{N} normal kuvvet, μ_k kinetik sürtünme kuvveti olmak üzere;

$$\vec{F}_k = \mu_k \cdot \vec{N} \quad \text{dir.} \quad (3.2)$$

Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün normal kuvvetin büyüklüğüne oranına *kinetik sürtünme katsayısı* denir.



ŞEKİL-3.1

Eğim açısı θ olan sürtülmeli bir eğik düzlemde (ŞEKİL-3.1) M kütleli bir cisme etkiyen kuvvetleri Newton' un kanunları ile bulabilirsiniz. Cisme ağırlığından dolayı etkiyen $\vec{W} = M\vec{g}$ kuvveti θ açısı nedeni ile iki bileşene ayrılır. Bunlardan biri hareket doğrultusunda $\vec{F}_x = M\vec{g} \sin \theta$,diğeri hareket doğrultusuna dik $\vec{F}_y = M\vec{g} \cos \theta$ dır. Ortamdaki sürtünme nedeni ile cisme, hareket yönüne zıt yönde \vec{F}_s sürtünme kuvveti etkir. Sürtünme kuvvetine neden olan \vec{F}_y (yüzeyleri birbirine yapıştıran kuvvet) kuvvetine eşit, fakat zıt yönlü olan \vec{N} kuvvetine ise yüzeyin normal kuvveti denir.

Bu kuvvetleri aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

$$\vec{F}_x = M\vec{g} \sin \theta$$

$$\vec{F}_y = M\vec{g} \cos \theta$$

$$\vec{F}_s = \mu \vec{N}$$

Newton' un III. kanunundan;

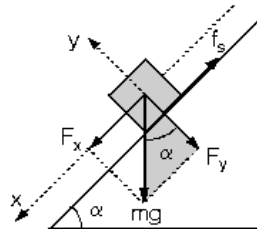
$$\vec{N} = \vec{F}_y = M\vec{g} \cos \theta$$

olduğundan sürtünme kuvvetinin değeri

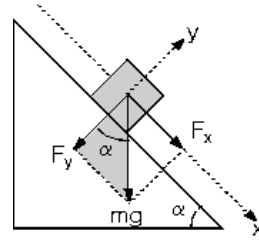
$$\vec{F}_s = \mu M\vec{g} \cos \theta$$

olarak bulunur.

Sürtünme kuvvetinin yönü, M kütesinin eğik düzlemde yukarı veya aşağı yönlü hareketine bağlı olarak, hareket doğrultusuna zıt olur. ŞEKİL-3.2(a) ve ŞEKİL-3.2 (b)' de her iki durum da incelenmiştir.



ŞEKİL-3.2 (a)



ŞEKİL-3.2 (b)

A) Sabit Hızlı Hareket:

a) M kütle aşağıya doğru inerken,

$$\vec{F}_x = \vec{F}_s + m\vec{g}$$

$$M\vec{g} \sin \theta = \mu_k M\vec{g} \cos \theta + m\vec{g} \quad (3.8)$$

b) M kütle yukarıya doğru çıkarken,

$$\vec{F}_x + \vec{F}_s = m\vec{g}$$

$$M\vec{g} \sin \theta + \mu_k M\vec{g} \cos \theta = m\vec{g} \quad (3.9)$$

B) Sabit İvmeli Hareket:

a) M kütle aşağıya doğru inerken,

$$(M + m) \cdot \vec{a} = \vec{F}_x - (\vec{F}_s + m\vec{g}) \quad (3.10)$$

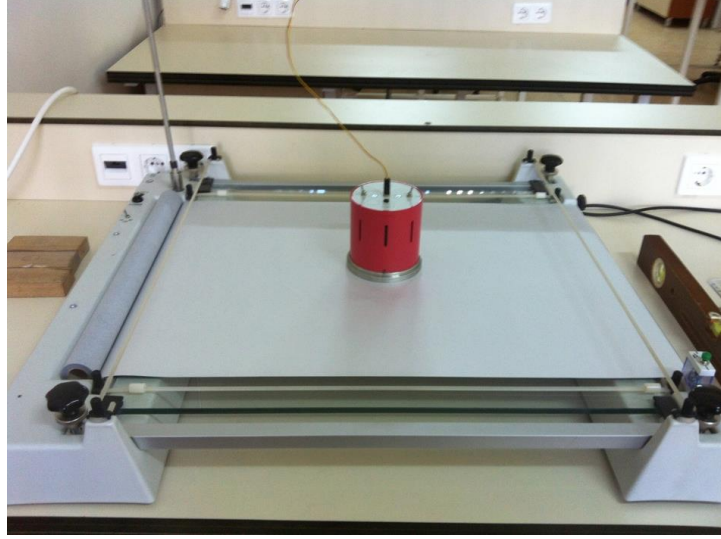
b) M kütle yukarıya doğru çıkarken,

$$(M + m) \cdot \vec{a} = m\vec{g} - (\vec{F}_s + \vec{F}_x) \quad (3.11)$$

\vec{a} , sistemin ivmesidir.

KULLANILAN ARAÇLAR:

Hava masası deney düzeneği, bir adet disk ($m = 500g$), iz kağıdı, metre, tahta takoz. (Masa 10Hz frekansla çalıştırılacak.)

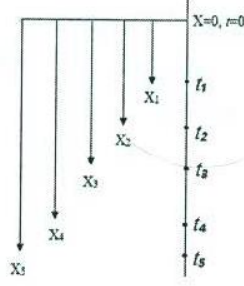


DENEYİN YAPILIŞI:

1. Hava masasını yatay konuma getiriniz.
 2. Deneye başlamadan önce hava masası mutlaka denge konumuna getirilmelidir. Denge konumunun ayarlanabilmesi için hava masası çalışırken diskin masanın tam ortasında hareketsizmiş gibi kalabiliyor olması lazım. Disk masa yüzeyinde sağa ya da sola kayıyorsa (yani dengede değilse) masanın köşelerindeki ayakları ile oynayarak masayı denge konumuna getiriniz.
 3. Daha sonra masaya bir θ_1 açısı kadar eğim veriniz. $h_1 = 2,4 \times 4$ cm, $h_2 = 2,4 \times 5$ cm yüksekliğindeki takozu hava masasının arka ayağının altına yerleştiriniz. (Hava masasının bir kenarı = 74,5 cm)
 4. Diski eğik düzlem yüzeyinden aşağıya doğru bırakınız. Bu işleme elinizin alışabilmesi için işlemi birkaç kez tekrarlayınız.
 5. Deney sorumlunuz veri almaya hazır olduğunuzu söyleyene kadar bekleyiniz.
- Not:** Hava masasının sağ alt köşesinde diskin masa yüzeyinde hareket ederken kağıda iz bırakabilmesi için bir 'E' anahtarı bulunmaktadır.
6. Diski bırakma anınızla 'E' anahtarına basma anınız eş zamanlı olacak şekilde diski masa yüzeyinden aşağı doğru bırakınız.
 7. Deneyi iki farklı eğim değeri için tekrarlayınız. ($h_1 = 2,4 \times 4$ cm, $h_2 = 2,4 \times 5$ cm, $\theta_1 =$, $\theta_2 =$)

8. İz kağıdını masadan çıkarınız. Aldığınız iz takımlarını bir cetvel ile birleştiriniz. Hareketin başladığını belirten ilk kıvılcım izini $t = 0$ zamanı ve bu ana karşı gelen konumu $x=0$ cm olarak işaretleyerek iz kağıdı üzerine not ediniz. İzler başlangıç noktasında çok sık ise belirtilen zaman ve konum noktasını bir sonraki iz üzerinden alabilirsiniz.

9. Başlangıç anından sonraki zamanları t_1, t_2, \dots ile belirtiniz. 10 kıvılcım aralığı için bu zamanlara karşı gelen konumları $x = 0$ dan itibaren ŞEKİL-3.3 'deki gibi işaretleyerek ölçünüz.



ŞEKİL-3.3: Hareketli diskin kıvılcım izleri

10. Elde edilen verileri farklı 2 eğim değeri için sırasıyla Tablo.3.1 ve Tablo.3.2'ye kaydediniz.

Tablo.3.1: Eğik düzlemde kayan diskin konum -zaman değerleri: $\theta_1=$

x(cm)										
t(s)										
t ² (s ²)										

Tablo 3.2: Eğik düzlemde kayan diskin konum-zaman değerleri: $\theta_2=$

x(cm)										
t(s)										
t ² (s ²)										

Tablo 3.3: Eğik düzlemde kayan diskin konum-zaman değerleri: $\theta_3=$

x(cm)										
t(s)										
t ² (s ²)										

11. Öncelikle her bir eğim açısı değerini hesaplayınız. Bunun için hava masasının kenar uzunluğu ve takoz yüksekliğini cetvelle ölçünüz. Hipotenüs teoreminden $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ eğim açılarını hesaplayınız.

12. Tablolar yardımıyla $x = f(t^2)$ grafikleriniz çizin. (x: düşey eksen- t²: yatay eksen)

13. Grafiklerin eğimlerinden sırasıyla $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ ivme değerlerini hesaplayınız.

14. Bulduğunuz deneysel ivme değerlerini Tablo 3.3'e kaydediniz.

15. $\mu_s = g \sin \theta - a / g \cos \theta$ ifadesinden hava masası için kinetik sürtünme katsayısını hesaplayınız.

16. (Diskin teorik kütle değeri m=940 g) Elinizdeki veriler yardımıyla diskin deneysel kütle değerini belirleyiniz ve tablo 3.4'e kaydediniz. Daha sonra bulduğunuz deneysel kütle değerlerinizi teorik kütle değerinize karşılaştırıp % hata hesabı yapınız.

Tablo 3.4

$\vec{F} = m \cdot \vec{g} \cdot \sin \theta$ (N)	\vec{a} (m/s ²) deneysel	$m = \vec{F}/\vec{a}$ (kg) deneysel

14. Kütleyi teorik değerinden farklı buluyorsanız hata nedenleriniz ne olabilir yorumlayınız.



Hava Masasında Eğik Düzlem Deneyi Karekod

DENEYİN ADI: BASİT HARMONİK HAREKET

DENEYİN AMACI: Basit Harmonik Hareketi ve Hooke Kanununu İncelemek.

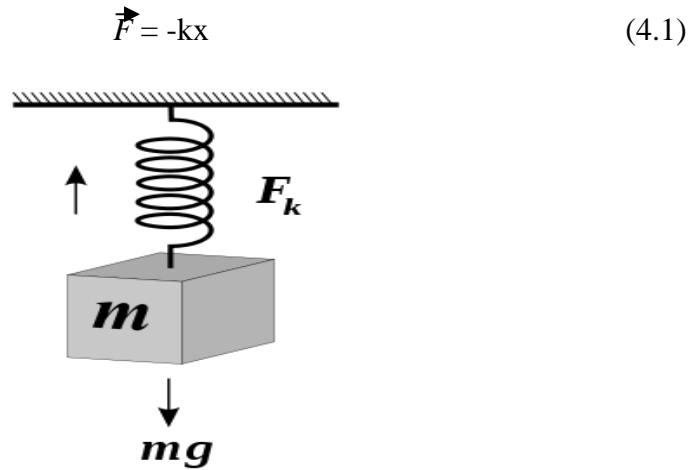
Bir yayın esneklik sabitinin bulunması.

İş, potansiyel enerji ve kinetik enerji kavramlarının öğrenilmesi.

DENEY BİLGİSİ:

Sabit bir noktanın iki yanında salınan cisme titreşim hareketi yapıyor denir. Bu deneyde titreşim hareketinin bir şekli olan harmonik hareketi ve bu hareket sırasında potansiyel enerjinin değişimini inceleyeceksiniz. Harmonik harekette cisme etki eden kuvvet cismin denge konumundan uzaklığı ile doğru orantılıdır. Harmonik harekete örnek olarak bir sarkacın salınımını, bir diyapozisyonun titreşimini ve bu deneyde inceleyeceğimiz sarmal bir yayın ucuna asılı bir kütlenin salınımını verebiliriz.

Bir spiral yayın boyunu, esneklik sınırları içinde x kadar uzatmak için yaya uygulanması gereken F kuvveti x uzama miktarı ile orantılıdır. (Hooke Kanunu):



ŞEKİL - 4.1

k orantı katsayısına yay sabiti ya da kuvvet sabiti denir. Eksi işareti bu kuvvetin geri çağırıcı, yani sistemi tekrar denge konumuna çekici bir kuvvet olduğunu gösterir. Sistemi denge konumuna çağırıcı merkezi kuvvetler basit harmonik hareket dediğimiz, denge konumu civarında ileri-geri hareketlere neden olurlar.

Ucuna m kütlesi asıldıktan sonra denge konumuna gelmiş bir yayı x kadar uzatalım. Etki-tepki prensibine göre yay, sistemi F kuvveti ile denge konumuna getirmeye çalışacak ve kütleyi serbest bıraktığımızda sistem bir a ivmesi kazanacaktır. Newton'un temel prensibine göre,

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (4.2)$$

yazılabilir.

(4.1) ve (4.2) bağıntıları eşit olduğundan,

$$\vec{a} = -\frac{k}{m}\vec{x} \quad (4.3)$$

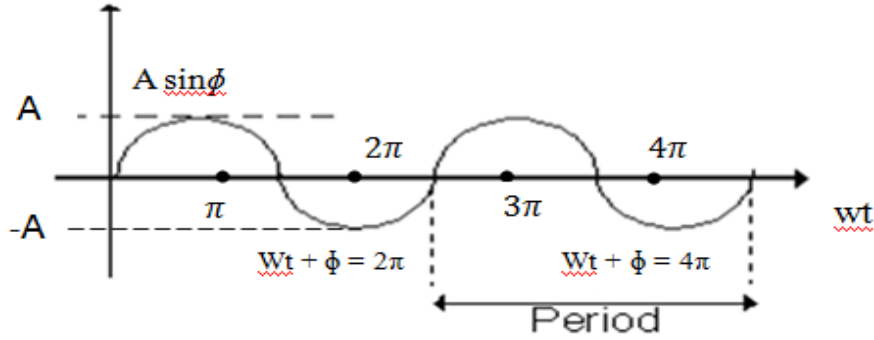
bulunur. İvme x sıkışma miktarı ile orantılı ve onunla zıt yönlüdür. Bu ifade basit harmonik hareket için ayırıcı bir niteliktir. (4.3) denklemi,

$$m\left\{\frac{d^2\vec{x}}{dt^2}\right\} = -k\vec{x} \quad (4.4)$$

şeklinde yazılabilir ve bu denklemin çözümü,

$$x = A \sin(\omega t + \phi) \quad (4.5)$$

olan sinüsoidal bir fonksiyondur. Burada $\omega = (k/m)^{1/2}$ harmonik hareketin açısal hızı, A genliği ve ϕ faz açısıdır. Şekil-4.2' de bu fonksiyonun ωt ye göre çizimini görüyorsunuz. ($T = 2\pi/\omega$)



ŞEKİL – 4.2

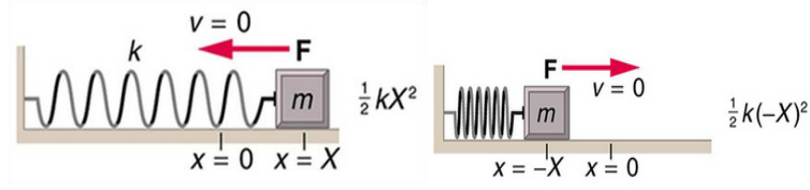
Bir yay x kadar gerildiğinde veya sıkıştırıldığında (ŞEKİL-4.3) yayda depo edilen potansiyel enerji

$$U_{\text{esneklik}} = 1/2 k x^2 \quad (4.6)$$

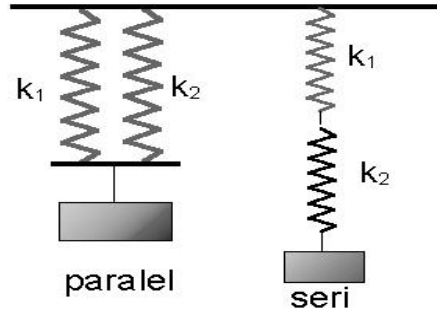
ifadesiyle verilir. Dolayısıyla çekim ve esneklik potansiyel enerjisi şu eşitliklerle verilir:

$$\Delta (U_{\text{çekim}}) = -m g (x_2 - x_1) \dots \dots \dots U_{\text{çekim}} = m g x \quad (4.7)$$

$$\Delta (U_{\text{esneklik}}) = 1/2 k ((x_2)^2 - (x_1)^2) \dots \dots \dots U_{\text{esneklik}} = 1/2 k x^2 \quad (4.8)$$



Yaylar **seri** ve **paralel** bağlanarak farklı k değerlerine sahip yay sistemleri kurulabilir.



Kuvvet sabitleri k_1 ve k_2 olan iki yay uç uca bağlanırsa bu düzenlemeye **seri bağlama** denir. **Seri bağlama** durumunda sisteme uygulanan kuvvet F ve yaylara uygulanan kuvvetler F_1 ve F_2

$$F = F_1 = F_2 \quad (4.9)$$

Sistemin uzama miktarı x ve her bir yayın uzama miktarı x_1 ve x_2 ise $x = x_1 + x_2$ olur. x_1 ve x_2 yerine (4.1) nolu bağıntıdan çekilen değerler yazılırsa

$$1/k = 1/k_1 + 1/k_2 \quad (4.10)$$

bulunur.

Kuvvet sabitleri k_1 ve k_2 olan iki yayın uçları aynı yerde yan yana bağlanırsa bu tür bağlamaya **paralel bağlama** denir. Sisteme uygulanan F kuvveti etkisinde sistemin boyu x kadar uzuyorsa yayların her birisindeki uzama x kadar olur. Bundan yayların özdeş olması gerektiği sonucuna varılır. Sisteme uygulanan kuvvet F ve her bir yaya uygulanan kuvvet F_1 ve F_2 ise

$$F = F_1 + F_2 \quad (4.11)$$

$$k = k_1 + k_2 \text{ 'dir.} \quad (4.12)$$

Yayların uçlarına kütleler asılıp denge konumundan aşağıya doğru çekilip uzaklaştırılarak serbest bırakılırsa, yay düşey doğrultuda bir titreşim hareketi yapar. Cisim denge konumu etrafında titreşim hareketi yaparken tam bir titreşim için geçen zamana **periyot (T)** denir. Bu salınım periyodu;

$$T = 2\pi \sqrt{m / k} \quad (4.13)$$

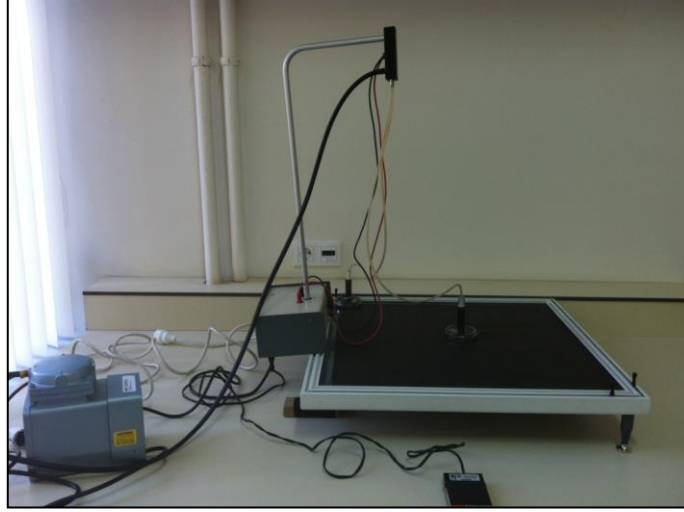
bağıntısı ile verilir. Buradan da periyodun yay sabitine bağlı olduğu görülür. Cisim denge konumu etrafında titreşim hareketi yaparken birim zamandaki tam titreşim sayısına **frekans (f)** denir. Frekans, periyot ile şu şekilde bağıntılıdır.

$$f = 1 / T \quad (4.14)$$

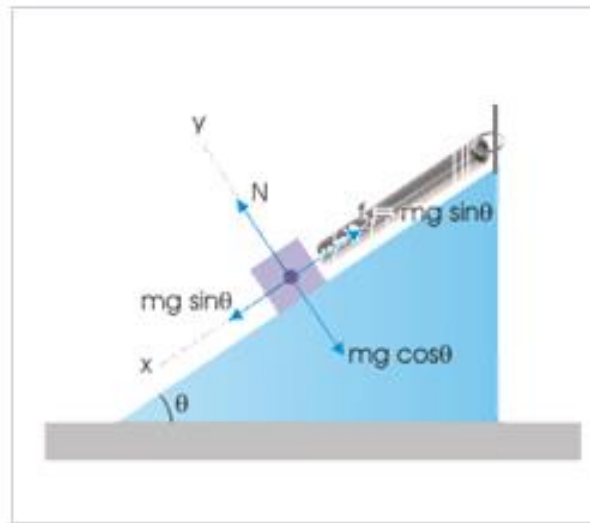
KULLANILAN ARAÇLAR: Hava masası, diskler, ark kronometresi, hava pompası, yaylar, yay askısı, metre, yayın ucuna asılacak çengelli ağırlıklar, kronometre.

DENEYİN YAPILIŞI:

A. Yay Sabitlerinin Tayini:



1. Hava masasını (ŞEKİL- 4.4) yatay duruma getirip denge konumunu ayarladıktan sonra kuvvet sabiti bulunacak olan yayı($k=10 \text{ N/m}$) masanın arka ucuna bağlayınız. (Masa denge konumundayken diskin masanın tam ortasında hemen hemen hareketsiz kalıyor olması gerekir. Bunun için masanın üç ayağıyla oynayarak masayı denge konumuna getiriniz.) Ark kronometresini çalıştırarak ark pedalıyla diskin yerini işaretleyiniz. Daha sonra hava masasına eğim vererek farklı eğimler için aynı işlemleri tekrarlayınız. Masaya eğim vermek için takozlar masanın altına yerleştirilir. Ark kronometresi 0.08 de çalıştırılacaktır.



1. İkinci yay için deneyi aynı şekilde yineleyiniz. Elde ettiğimiz izlerle belirlenen x uzama miktarının $\sin\theta$ 'ya karşı ayrı ayrı **grafiklerini** çiziniz.

Bu kısım üç farklı yay için de tekrarlanacak. ($k=3$ N/m, $k=10$ N/m, $k=20$ N/m)

a) Elde ettiğiniz eğrilerin biçimi nedir? Eğrilerin biçiminden uygulanan kuvvet sınırları içinde yaylardaki uzamanın Hooke kanununa uyduğunu söyleyebilir misiniz? Uygulanan kuvvet büyüklüğü esneklik sınırlarını aşmaya neden olsa idi eğrinin şekli nasıl olurdu?

b) Uzama miktarının $\sin\theta$ 'ya karşı değişimini gösteren eğriler birer doğru iseler bu eğrinin matematiksel ifadesini yazınız. Buna göre elde ettiğimiz doğruların eğimi ile k yay sabitleri arasında nasıl bir bağıntı vardır? Her iki yayın yay sabitlerini hesaplayınız.

A. Yay -Disk-Yay Sistemi, Basit Harmonik Hareket:

1. Hava masasını tekrar yatay duruma getiriniz. Yay-disk-yay sistemini ŞEKİL-4.6' da şematik olarak gösterildiği gibi masanın ön kenarına paralel ve 10 cm kadar bu kenara uzak olacak biçimde kurunuz. Deney kağıdını alüminyum kağıt çekme borusunun altından geçirin ve masanın ön kenarından hafifçe sarkıtınız.

1. Diski hareket doğrultusu üzerinde denge konumundan bir miktar ayırınız ve hava pedalına basarak salınıma bırakınız. Sonra ark pedalına da basınız ve deney kağıdını sabit bir hızla çekiniz. ŞEKİL- 3.7 görünümünde bir iz grafiği elde edilecektir. Elde ettiğimiz bu eğri $x=Asinwt$ şeklinde bir sinüs fonksiyonunu temsil etmekte midir? Bunu sınamak için, $x=Asinwt$ denkleminde görüleceği üzere eğrinin T periyodunu ölçerek,

$$t = T/4 \text{ için } x = + A$$

$$t = T/2 \text{ için } x = 0$$

$$t = 3T/4 \text{ için } x = - A$$

$$t = T \text{ için } x = 0$$

olduğunu görmek yeterli olacaktır. Bu deneyde sizin elde ettiğiniz eğri şeklindeki düzgün periyodik görünümde olmasa bile yukarıdaki koşulları sağlayacaktır, niçin?



2. Diski hareket doğrultusu üzerinde denge konumundan bir miktar ayırınız ve hava pedalına basarak salınıma bırakınız. Sonra ark pedalına da basınız ve deney kağıdını sabit bir hızla çekiniz. ŞEKİL- 3.7 görünümünde bir iz grafiği elde edilecektir. Elde ettiğimiz bu eğri $x=Asinwt$ şeklinde bir sinüs fonksiyonunu temsil etmekte midir? Bunu sınamak için, $x=Asinwt$ denkleminde görüleceği üzere eğrinin T periyodunu ölçerek,

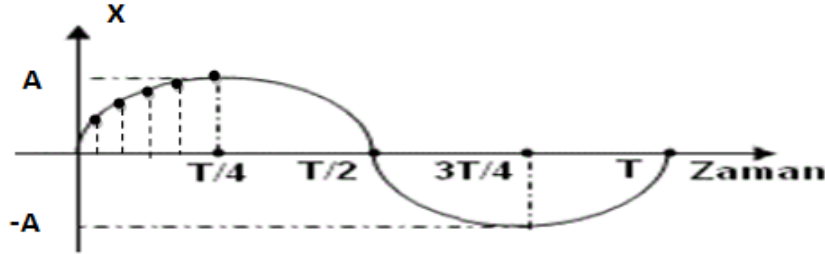
$$t = T/4 \text{ için } x = + A$$

$$t = T/2 \text{ için } x = 0$$

$$t = 3T/4 \text{ için } x = -A$$

$$t = T \text{ için } x = 0$$

olduğunu görmek yeterli olacaktır. Bu deneyde sizin elde ettiğiniz eğri şeklindeki düzgün periyodik görünümde olmasa bile yukarıdaki koşulları sağlayacaktır, niçin?



Yay disk yay sistemi için k yay sabiti değerini hesaplayabilir miyiz?

A. Seri bağlı yay sistemi için yay sabiti tayini

1. Şekildeki düzeneği k sabitleri farklı iki yayı seri bağlayarak kurunuz.



2. Yayların ucuna kütle asılmamışken denge uzunluğunu ölçünüz. ($m=0$ iken $L_0= \dots\text{cm}$)

3. Yay sisteminin ucuna asılan kütlelere göre sistemdeki uzama miktarını veri tablosuna yazınız. Sistemin uzama miktarını tespit etmek için her ölçüm değerinden denge uzunluğu farkını almanız gerekir.

4. Kütle-uzama miktarı grafiğini çiziniz.

5. Çizdiğiniz grafiğin eğimini bulunuz. Doğrusal grafiklerin eğimlerinin terslerinin $k = (1 / \text{eğim})$ yerçekimi ivmesi ile çarpımı o yay sistemine ait yay sabitini verecektir. Seri bağlı yay sisteminin k değerini bulunuz.

KÜTLELER (gram)	1. YAY	2. YAY	X_1	X_2
15				
20				
40				
60				
70				
80				
90				
DENGE UZUNLUĞU (cm)				
k - SABİTİ (N/m)				



Basit Harmonik Hareket Deneyi Karekod

DENEY NO: 5**DENEYİN ADI: SERBEST DÜŞME HAREKETİ**

DENEYİN AMACI: Serbest düşme hareketini incelemek ve bu hareketi sağlayan “g” yerçekimi ivmesini bulmak.

KULLANILAN ARAÇLAR: Zaman kaydedici, destek çubuğu, metre, bilye, kağıt ve bant.

DENEY BİLGİSİ:

Hava sürtünmesi ihmal edildiğinde herhangi bir yükseklikten ilk hızsız olarak bırakılan bir cisim ağırlığının etkisiyle sabit ivmeli bir hareket yapar ve hızlanarak aşağıya doğru düşer yani herhangi bir yükseklikten serbest bırakılan bir cisim zamanla hızlanarak yere çarpar. Cismin yaptığı bu harekete serbest düşme hareketi, sahip olduğu ivmeye de yerçekimi ivmesi denir. Bu harekette cisme etki eden iki kuvvet vardır. Bu kuvvetlerden biri yer çekimi kuvveti, diğeri de havanın direnç kuvvetidir. Cismin ağır ve yüksekliğin küçük olduğu ortamlarda, havanın direnç kuvvetinin cismin hareketi üzerine yapacağı etki ihmal edilebilir. Bu durumda, cismin sadece yerçekimi kuvvetinin etkisi altında sabit bir kuvvetle ve sabit “g” ivmesiyle serbest düşme hareketi hareketi yaptığı kabul edilir. Cismin ilk hızı olup olmamasına bakılmaksızın, yalnızca yerçekiminin etkisiyle yapılan harekete “serbest düşme hareketi hareketi” denir. İlk hızın sıfır olduğu durumda, düşeyde yer değiştirme ifadesi;

$$h = 1/2 g t^2$$

olur.

İfadedeki diğer değerlerin ölçülmesiyle “g” hesaplanabilir.

DENEYİN YAPILIŞI: Deney düzeneği ders sorumlusunun gözetiminde kurulur. Zaman kaydedicinin sensörleri destek çubuğuna tutturulur. Serbest düşme hareketi yapacak olan bilye bir kğıt ve bant yardımıyla destek çubuğuna asılır. Bu yükseklik h_1 olarak kaydedilir. Bant kesilir asılı kütle düşerken ki süre zaman kaydediciden okunur. Aynı işlemler farklı iki h_2 ve h_3 yüksekliği için tekrarlanır. Farklı yükseklikler elde etmek için zaman kaydedici sensörün yeri değiştirilmelidir. $h-t^2$ grafiği çizilip ilgili formülden ‘g’ değeri bulunur.



Serbest Düşme Hareketi Deneyi Karekod

EK-F: Mekanik ve Doğrusal Hareket Deneyinde Kullanılacak Karekod



EK-G: Değişken “g” Sarkacı Deneyinde Kullanılacak Karekod



EK-H: Hava Masasında Eğik Düzlem Deneyinde Kullanılacak Karekod



EK-I: Basit Harmonik Hareket Deneyinde Kullanılacak Karekod



EK-İ: Serbest Düşme Hareketi Deneyinde Kullanılacak Karekod



EK-J: Etik Komisyonu Onay Bildirimi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Rektörlük

Sayı : 35853172/ 433 - 3399

14.10.2016

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 14.10.2016 tarih ve 2399 sayılı yazınız.

Enstitünüz Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı tezli yüksek lisans programı öğrencilerinden **Suphan Ceren BAŞAL**'ın **Prof. Dr. Celal BAYRAK** danışmanlığında yürüttüğü "**Artırılmış Gerçeklik ve Karekod Teknolojileri Kullanılarak Geliştirilen Mekanik Laboratuvarı Deneylerinin Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması**" başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **01 Kasım 2016** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Rahime M. NOHUTCU
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

EK-K: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

02/07/2019

Suphan Ceren BAŞAL

EK-L: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu

02/07/2019

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Artırılmış Gerçeklik ve Karekod Teknolojileri Kullanılarak Geliştirilen Mekanik Laboratuvarı Deneylerinin Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
02/07/2019	204	265390	17/06/2019	%13	1148671729

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Suphan Ceren BAŞAL

Öğrenci No.: N14221865

Ana Bilim Dalı: Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı

Programı: Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Programı

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI



UYGUNDUR.

Prof. Dr. Celal BAYRAK

EK-M: Thesis Originality Report

02/07/2019

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Secondary Science and Mathematics Education

Thesis Title: A Research on Evaluating the Impact on Some Variables for Mechanics Laboratory Experiments Developed with Augmented Reality and Qr Code Technologies

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
02/07/2019	204	265390	17/06/2019	%13	1148671729

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Suphan Ceren BAŞAL

Student No.: N14221865

Department: Secondary Science and Mathematics Education

Program: Secondary Science and Mathematics Education Program

Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL


APPROVED
Prof. Dr. Celal BAYRAK

EK-N: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

02/07 /2019

Suphan Ceren BAŞAL

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

