



**ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK İÇERİK GELİŞTİRME VE TARAYICI
PLATFORMU TASARIMI, UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tarık İÇTEN

**DOKTORA TEZİ
BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Tarık İÇTEN tarafından hazırlanan “ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK İÇERİK GELİŞTİRME VE TARAYICI PLATFORMU TASARIMI, UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Güngör BAL

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

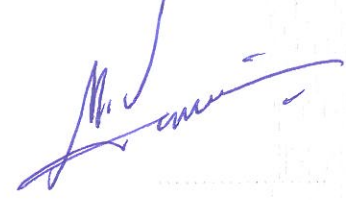
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Meltem ERYILMAZ

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Atılım Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Erdal IRMAK

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Hakan TEKEDERE

Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Çelebi ULUYOL

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojisi Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 17/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

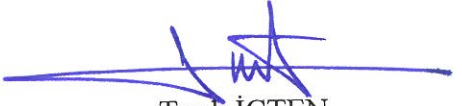
.....
Doç. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ
Bilişim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


Tarık İÇTEN
17.07.2019

ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK İÇERİK GELİŞTİRME VE TARAYICI PLATFORMU TASARIMI, UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Tarık İÇTEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Bu çalışmada, kullanıcıların artırılmış gerçeklik (AG) uygulaması oluşturabilmelerini sağlayacak bir içerik yazma aracının ve uygulama ortamının tasarımı, uygulaması ve değerlendirilmesi sunulmaktadır. Ticari olarak sunulan AG yazılım geliştirme paketlerinin kodlama zorlukları, değiştirilemeyen içerik durumları ve çevrimiçi içerik yazma araçlarının ve uygulama ortamlarının kullanıcı sayısı, deneme süresi, kullanım platform ve işlevsellik gibi konularda kısıtlamaları olduğu bilinmektedir. Özellikle anlık ulaşılabilme, kullanıcı sayısı, uygulama esnekliği ve çevrimdışı çalışabilme gibi durumlar AG içerik yazma araçlarının ve uygulama ortamlarının önemli özelliklerindedir. Ticari olmayan bir AG içerik yazma aracı ve uygulama ortamının geliştirmesi istenildiğinde, çevrimiçi ve çevrimdışı çalıştırılabilme bahsi olan sınırlamaların ve kısıtlamaların ortadan kalkması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında, AG teknolojisini uygulamalarında kullanmak isteyen kullanıcıların istediği konu ve içeriklerine ait sanal nesnelere çevrimiçi olarak sisteme kolay bir şekilde yükleyebildiği bir uygulamanın geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için iki araçtan oluşan ve AG3B-Web Platform olarak isimlendirilen bir platform tasarlanmıştır. Bu platform çevrimiçi ve çevrimdışı çalışabilen bir uygulama aracından (AG Tarayıcı) ve bu araca sanal nesne yükleyen ve çevrimiçi çalışan bir içerik yazma aracından (AG Stüdyo) oluşmaktadır. AG Tarayıcı bir ilk örnek olarak hem çevrimdışı masaüstü hem de çevrimiçi masaüstü ve mobil cihazlarda kullanılmaktadır. Bu platformun özellikleri arasında 3D model, animasyon, video, resim, yazı gibi sanal nesnelere herhangi bir kod gerektirmeden uygulamaya yükleyebilme, silebilme ve değiştirilebilme yer almaktadır. Ayrıca kullanıcılar sanal nesnelere üzerinde anlık işaretlemeler, çizimler ve etkileşimli davranışlar gerçekleştirebilmektedir. AG3B-Web Platform aracının geniş bir kullanım alanına sahip olması ile birlikte bu çalışmadaki deneysel araştırma için eğitim alanı tercih edilmiştir. Araştırmada verilerin analizinde bağımsız gruplar için t-Testi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre deney grubunun ön-test (\bar{X} öntest =13,46) ve son test puanları (\bar{X} sontest =19,00) arasında anlamlı bir fark bulunduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına da olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 92425
Anahtar Kelimeler : Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, AG tarayıcı, t-Testi
Sayfa Adedi : 153
Danışman : Prof. Dr. Güngör BAL

AUGMENTED REALITY CONTENT DEVELOPMENT AND BROWSER DESIGN, IMPLEMENTATION AND EVALUATION

(Ph. D. Thesis)

Tarık İÇTEN

GAZİ UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE

July 2019

ABSTRACT

In this study, design, application and evaluation of a content authoring tool and application platform that makes possible users to compose an augmented reality (AR) application is presented. It is known that commercial AR developing packages have many restrictions like coding difficulties, unchangeable contents and also known that online content authoring tools and application platforms have restrictions like number of user, trial period, usage platform and functionality. Especially, instant accessibility, number of users, flexibility of application and offline running are important features of AR content authoring tools and application platforms. When developing a non-commercial AR contents authoring tool and application platform, running offline and online can help to remove the restrictions. So that in this study, it is aimed to develop an application, which makes it easier to upload virtual objects as online for users those want to use AR technology in their studies. For this purpose, a platform was designed and named as AG3B-Web. This platform composes of two tools. First one is an application tool (AR Browser) that can run online or offline and second one is a content authoring tool (AR Studio), running online, which upload virtual objects to this application. AR browser is used on both PC as offline or online and mobile devices as online. Uploading, deleting or changing virtual objects like 3D model, animation, video, picture or script without requiring any codes are some of the features of the application platform. Another useful feature of the platform is that users can make instant drawings and interactive actions on virtual objects. Since AG3B-Web platform has a wide range of usage, in this study education field is preferred for experimental research. In the research t-Test was used for independent groups to analyze data. According to the findings of the research there is a significant difference between pre-test ($\bar{X}_{pre-test} = 13.46$) and post-test ($\bar{X}_{post-test} = 19.00$) scores of experimental group and it is noticed that this difference is statistically meaningful. Also it is found out that the application has a positive influence on students' academic success and attitudes.

Science Code : 92425
Key Words : Augmented reality, virtual reality, AR browser, t-Test
Page Number : 153
Supervisor : Prof. Dr. Güngör BAL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım danışmanım Prof. Dr. GÜNGÖR BAL'a ve önemli tavsiye ve değerli bilgilerini paylaşarak beni yönlendiren tez izleme komisyonumdaki hocalarım Prof. Dr. Erdal IRMAK ve Doç. Dr. Hakan TEKEDERE'ye teşekkür ederim.

Ayrıca tez savunma komisyonunda yer alan hocalarım Doç. Dr. Celebi ULUYOL'a ve Dr. Öğr. Üyesi Meltem ERYILMAZ'a yapıcı önerileri için teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında, her zaman sabırla yanımda olan sevgili eşim Selin İÇTEN'e ve aileme teşekkür ederim. Bu çalışma tatlı kızlarım Pelin ve Duru'ma...

Tarık İÇTEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	23
2.1. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Önemi.....	23
2.2. Artırılmış Gerçeklik.....	26
2.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi.....	27
2.4. Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Kavramları Arasındaki Fark	29
2.5. Artırılmış Gerçeklik için Kullanılan Çevre Birimleri.....	31
2.5.1. Donanım altyapısı	31
2.5.2. Yazılım altyapısı	34
2.5.3. Artoolkit ve Flartoolkit aracı ve özellikleri	35
2.6. Artırılmış Gerçeklik Türleri ve Çalışma Prensipleri.....	39
2.6.1. Resim (görüntü) tabanlı artırılmış gerçeklik.....	40
2.6.2. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik	41
2.7. Artırılmış Gerçeklik Uygulama Geliştirme Yöntemleri	42
2.7.1. Artırılmış gerçeklik yazılım geliştirme paketleri (AG SDK)	42
2.7.2. Artırılmış gerçeklik bulut tabanlı görüntü tanıma	46

	Sayfa
2.7.3. Artırılmış gerçeklik tarayıcılar ve stüdyolar	47
2.8. İlgili Araştırmalar	52
2.8.1. Akademik alanda yapılan çalışmalar	52
2.8.2. Sektörde yapılan çalışmalar	71
3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İÇERİK GELİŞTİRME VE TARAYICI PLATFORMU TASARIMI, UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ: AG3B-WEB PLATFORM.....	81
3.1. Uygulamanın Temel Yapısı	81
3.1.1. Donanım alt yapısı	81
3.1.2. Yazılım alt yapısı	82
3.2. Uygulama Gereksinimleri.....	82
3.2.1. Donanım ve yazılım gereksinimleri.....	83
3.3. Uygulama Mimarisi	84
3.4. Uygulama Bileşenleri	85
3.4.1. Yönetici Arayüzü	87
3.4.2. Web tabanlı AG Stüdyo aracı (içerik yazma aracı)	95
3.4.3. Öğretmen arayüzü.....	98
3.4.4. Öğrenci arayüzü	99
3.4.5. AG Tarayıcı aracı (uygulama aracı)	100
3.4.6. Uygulamanın kodlanması	102
4. ÖRNEK UYGULAMA.....	105
5. YÖNTEM	109
5.1. Araştırmanın Modeli.....	109
5.2. Evren ve Örneklem	109
5.3. Veri Toplama Aracı	110
5.3.1. Başarı testi.....	110

	Sayfa
5.3.2. Öğrenci görüş anketi	110
5.3.3. Öğrenci görüş formu	111
5.4. Uygulama ve Verilerin Analizi.....	111
5.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik	112
5.6. Normallik Analizleri	112
6. BULGULAR	115
6.1. “Deney grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular.....	115
6.2. “Kontrol grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular.....	116
6.3. “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest sontest fark ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular.....	116
6.4. “Deney grubu öğrencilerinin AG uygulaması hakkındaki memnuniyet düzeyi ne seviyededir?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular.....	117
6.5. “Öğrencilerinin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	118
6.6. Eğitmenin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir? Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	119
7. TARTIŞMA.....	121
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	127
KAYNAKLAR	129
EKLER	141
EK-1. Görüş Anketi	142
EK-1.(devam) Görüş Anketi.....	143
EK-2. Görüş Anketi kullanım izni.....	144
EK-3. Öğretmen ve öğrenci görüşme soruları	145
EK-4. Başarı Testi.....	146
EK-4. (devam) Başarı Testi	147

	Sayfa
EK-4. (devam) Başarı Testi	148
EK-5. Etik Kurul onay	149
EK-5. (devam) Etik Kurul onay	150
EK-6. Uygulama İzni	151
EK-7. Uygulama fotoğrafları	152
ÖZGEÇMİŞ	153



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Açık kaynak kodlu AG geliştirme paketleri	37
Çizelge 2.2. Bulut tabanlı görüntü tanıma hizmeti veren ve vermeyen AG servis sağlayıcılar	47
Çizelge 2.3. AG tarayıcı ve stüdyo hizmeti	50
Çizelge 2.4. AG tarayıcıların web tabanlı platformları ve sanal nesne tanımlamaları	51
Çizelge 5.1. Deney ve kontrol gruplarının başarı testine ilişkin öntest, sontest ve fark değerlerinin Shapiro-Wilk normallik değerleri	113
Çizelge 5.2. Deney ve kontrol gruplarının başarı testine ilişkin öntest, sontest ve fark değerlerinin basıklık ve çarpıklık değerleri.....	114
Çizelge 6.1. Deney grubu başarı testi öntest ve sontest ortalama puanlarının örneklem “t testi” sonuçları	115
Çizelge 6.2. Kontrol grubu başarı testi öntest ve sontest ortalama puanlarının örneklem “t testi” sonuçları	116
Çizelge 6.3. Deney ve kontrol grubu başarı testi fark değerleri ortalama puanları ilişkisiz örneklem “t testi” sonuçları.....	116
Çizelge 6.4. Deney grubu öğrencilerinin AG uygulaması hakkındaki memnuniyet düzeyi seviyeleri	117

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Milgram'ın gerçeklik-sanallık sürekliliği	30
Şekil 2.2. AG optik görüntüleme sistemi ve video görüntüleme sistemi	33
Şekil 2.3. ARToolKit ailesi.....	36
Şekil 2.4. İşaretçi işleme algoritması	38
Şekil 2.5. AG geliştirme araçları ve kullanım platformları	42
Şekil 2.6. SDK paketi ile oyun geliştirme platformu kullanımı	43
Şekil 2.7. Tipik (a) AG servis sağlayıcı mimarisi, (b) AG tarayıcı mimarisi	49
Şekil 2.8. ComposAR aracının (a) arayüzü, (b) yapısı ve (c) çalışması	56
Şekil 2.9. KHARMA mimarisi	62
Şekil 2.10. ARGON web mimarisi	63
Şekil 2.11. Çevrimiçi AG tabanlı ürün görüntüleme sistemi.....	66
Şekil 3.1. AG3B Web Platform araçlarının sistem mimarisi ve akış şeması.....	84
Şekil 3.2. AG3B Web Platform bileşenleri.....	85

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Dünyanın ilk başa monte edilen görüntüleme cihazı.....	28
Resim 2.2. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik arasındaki fark.....	31
Resim 2.3. ARToolKit işaretçi örnekleri	37
Resim 2.4. ARToolKit tipi işaretçi tanımlama adımları	38
Resim 2.5. AG yapısının (a) işaretçi, (b) işaretçisiz, (c) yansıtma ve (d) bindirme türleri..	39
Resim 2.6. Uygulama kullanımı	53
Resim 2.7. MARB uygulamasının kullanımı.....	54
Resim 2.8. ARTutor aracının (a) arayüzü, (c) işaretçi görmesi ve (c) uygulama sonucu....	57
Resim 2.9. WebAssembly tabanlı doğal özellik izleme	58
Resim 2.10. Web uygulamanın (a) kalp, (c) sağ boşluk ve (c) sol boşluk algılama örnekleri.....	59
Resim 2.11. Web tabanlı AG içerik HTML sayfası.....	61
Resim 2.12. Çalışmanın (a) bileşen seçimi, (b) bölge seçimi ve (c) AG görüntüsü.....	65
Resim 2.13. ProteinScanAR çalışmasının (a) web uygulaması ve (b) yazılım bileşenleri..	68
Resim 2.14. ARCO AG tarayıcı uygulaması	69
Resim 2.15. FLARAS aracının (a) çevrimdışı uygulaması ve (b) çevrimiçi uygulaması ...	71
Resim 2.16. Wikitude Stüdyo editör arayüzü	73
Resim 2.17. HP Reveal Stüdyo editör arayüzü.....	74
Resim 2.18. Zapworks Designer aracının arayüzü	75
Resim 2.19. Layar Creator aracının arayüzü	76
Resim 2.20. Awe.media aracının arayüzü	77
Resim 2.21. SMACAR Studio aracının arayüzü	78
Resim 2.22. Augment Manager aracının arayüzü.....	79

Resim	Sayfa
Resim 3.1. AG Stüdyo aracının (a) web giriş sayfası, (b) yönetici sayfası	88
Resim 3.2. Öğretmen oluşturma sayfası	89
Resim 3.3. Ders oluşturma sayfası.....	90
Resim 3.4. Yöneticinin ders konusu oluşturma sayfası	90
Resim 3.5. Ders-öğretmen işlemleri	91
Resim 3.6. XML işleminin kod yapısı	92
Resim 3.7. XML işleminin bağlantıları	92
Resim 3.8. Sıkıştırılmış dosya menüsü ve kod yapısı.....	93
Resim 3.9. Genel işaretçi (a) yükleme ekranı ve (b) ARToolKit marker generator aracı ...	94
Resim 3.10. Tüm içeriği silme menü ekranı	95
Resim 3.11. Web tabanlı çalışan AG Stüdyo aracı arayüzü	96
Resim 3.12. 3DS Max 2014 programı 3D model tasarımı	97
Resim 3.13. AG Stüdyo aracı ile bir animasyon nesnesinin yüklenmesi	97
Resim 3.14. AG3B Web Platformun (a) öğretmen paneli ve (b) içerik yazma paneli	98
Resim 3.15. AG Tarayıcı (uygulama) aracı	99
Resim 3.16. AG Tarayıcı (uygulama) aracı	100
Resim 3.17. AG3B Web Platform (a) animasyon örneği ve (b) kimya dersi örneği.....	101
Resim 3.18. AG3B Web Platform (a) geometri uygulaması ve (b) çizim uygulaması	102
Resim 3.19. AG3B Web Platform menü içeriği kod yapısı.....	102
Resim 3.20. AG3B Web Platform ekran çizim kod yapısı	103
Resim 3.21. AG3B Web Platform video gösterim kod yapısı	103
Resim 3.22. AG3B Web Platform yapısının swf gösterim kod yapısı	104
Resim 3.23. AG3B Web Platform resim gösterim kod yapısı.....	104
Resim 4.1. AG3B Web Platformu (a) konuya öğretmen atama ve (b) AG Stüdyo aracı ..	105

Resim	Sayfa
Resim 4.2. Uygulamanın (a) swf yükleme ekranı ve (b) rar dosyası indirmesi.....	106
Resim 4.3. Çevrimdışı uygulamaya (a) sıkıştırılmış dosya alma ve (b) çalıştırma işlemi.....	106
Resim 4.4. AG Tarayıcının (a) web kullanımı ve (b) masaüstü kullanımı	106
Resim 4.5. AG3B Web Platform uygulamasında kullanılan siyah/beyaz ve renkli işaretçiler.....	107
Resim 4.6. AG3B Web Platform uygulamasında kullanılan siyah/beyaz işaretçi örnekleri	107
Resim 4.7. Mobil ortamda AG3B Web Platform aracı ile (a) benzerlik ve (b) koni uygulaması	107
Resim 5.1. Benzerlik çalışması için geliştirilen 3B modeller (a) bina, (b) pota ve (c) lamba	111
Resim 5.2. Deney ve kontrol grupları fark değerleri frekans dağılımları.....	113

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AG	Artırılmış Gerçeklik
SG	Sanal Gerçeklik
AS	Artırılmış Sanallık
SDK	Yazılım Geliştirme Paketi
WTAG	Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik
AG3B-Platform	Artırılmış Gerçeklik 3 Boyutlu Platform
KTAG	Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik
İTAG	İşaret Tabanlı Artırılmış Gerçeklik
İTOAG	İşaret Tabanlı Olmayan Artırılmış Gerçeklik
WTE	Web Tabanlı Eğitim
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
BDÖ	Bilgisayar Destekli Öğretim
DAE	Sayısal Varlık Değişimi (Digital Asset Exchange)
CMS	İçerik Yönetim Sistemi (Content Management System)
SLAM	Eşzamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (Simultaneous Localization and Mapping)

1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda eğitim ve teknoloji insan yaşamına yön veren faktörlerden biridir ve gelişimi durmaksızın devam etmektedir. Bu değişim ve gelişim sürecinde teknolojiyi kullanan cihazlar, uygulama alanları ve platformları büyük bir hızla gelişmekte, dolayısıyla bu gelişim toplumların veriyi kullanma ve değerlendirme kabiliyetlerini artırmaktadır. Bu artış bireylerin eğitim seviyelerini yükseltmekle birlikte aynı zamanda yeni teknolojik araçların toplumun tüm alanlarında etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, bilgi ve teknoloji alanındaki geliştiricilere ve kullanıcılara eğitim ve teknolojinin tarihsel sürecinin açıklanması, mevcut teknolojilerin sunulması hem yeni teknolojileri planlanması hem de yeni yazılımların geliştirilmesi açısından son derece önemlidir.

Teknolojinin gelişimi bilinen ve kaçınılmaz bir gerçekliktir. Bu gerçeklik onsekizinci yüzyıl başlarında tarım toplumlarının teknoloji ile tanışması (birinci endüstri devrimi), ondokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında yaşanan teknolojik gelişmeler ve bilişim araçlarının geliştirilmesi (ikinci endüstri devrimi) ve dijital bir dönüşümün yaşanması (üçüncü endüstri devrimi) şeklinde yaşanmıştır. Tarım toplumu ile başlayan bu süreç günümüzde makinaların birbiri ile iletişim kurduğu dördüncü endüstri devrimi olarak ifade edebileceğimiz inovasyon ve üretim odaklı “*Bilgi Toplumu*” ile devam etmekte olduğu görülmektedir.

Bilişim alanında “*Bilgi Toplumu*”; dijital dönüşüm ile birlikte toplum yapısının yeni yazılım ve donanım teknolojilerine sahip olması olarak düşünülebilir. Yeni nesil yazılım ve donanım teknolojileri eğitim, sağlık, çevre gibi hizmet üretiminin kaçınılmaz olduğu alanlarda da kendini göstermektedir [1]. Günümüzde üretim süreçlerinin büyük bir kısmı yeni teknolojilerin sağladığı olanaklarla birlikte gerçekleştirilmektedir. Bu olanaklar toplumun tüm alanlarıyla birlikte eğitim alanında da yeni yöntemlerin/inovasyonların oluşmasını sağlamaktadır. Otonom Robotlar (Autonomous Robots), Nesnelerin İnterneti (Internet of Things), Bulut Bilişim (Cloud Computing), Benzetim Sistemleri (Simulation System), Büyük Veri Analizi (Big Data), Siber Güvenlik (Cyber Security), Yapay Zekâ (Artificial Intelligence) ve Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) gibi farklı disiplinler bu *Yeni Nesil Bilişim Teknolojilerine* verilebilecek en önemli örneklerdir.

Yeni nesil bilişim teknoloji araçlarının etkin olarak kullanıldığı çağımızda teknoloji destekli öğretim, ülkelerin eğitim sisteminde kaçınılmaz bir unsur haline gelmektedir [2]. Toplumların teknoloji destekli öğretim yapıları ve eğitim politikaları endüstri sürecinde büyük değişimler yaşamış, Eğitim 1.0 olarak ifade edilen anlatım ve ezber odaklı yapıdan bilgisayar ve internet odaklı Eğitim 2.0 yapısına geçilmiş, devamında da bilgi üretim odaklı Eğitim 3.0 yapısından yeni dünyayı anlayabilecek, teorik değil uygulama, tekrar edilebilir değil inovasyon, sadece kullanıcı değil üretici olan günümüz dijital teknoloji sistemi *Eğitim 4.0*'a ulaşılmıştır.

Eğitim 4.0 teknolojisinin en önemli ayağını internet oluşturmaktadır. İnternet, dünya üzerindeki bilgisayarların birbirleriyle haberleşebilmesini sağlayan en büyük ağıdır ve web olarak ifade edilmektedir. Web 'in eğitim ortamlarında kullanılmasıyla birlikte web temelli eğitim ve web destekli eğitim kavramları ortaya çıkmıştır [3]. Web destekli eğitim, yüz yüze eğitim ile beraber kullanılarak eğitimi tamamlayıcı nitelikte iken web tabanlı eğitim, sadece internet üzerinden yapılmaktadır [4].

Web alanında en önemli gelişmelerden birisi; 1992 yılında Mosaic'in iki boyutlu grafikleri destekleyen ilk web tarayıcısını geliştirmesi olmuştur. İki boyutlu grafiklerin ve metinlerin internet üzerinde kullanılmasıyla başlayan web teknolojisi zamanla birçok değişime ve gelişime uğramıştır. Bu süreç içerisindeki bu teknolojiyi temel alan ilk uygulamalarının monolog, belge ve metin odaklı bir yapıda olduğu ve web destekli yapıların eğitim materyallerinde kullanıldığı görülmektedir. Sadece "okunabilme" yapısına sahip olan Web 1.0 teknoloji zamanla kendisini internet kullanıcısının yorum yazabildiği, içeriği paylaşabildiği, çoklu ortam, resim, video ve animasyon gibi nesnelere paylaşabildiği etkileşimli bir ortam teknolojisi olan Web 2.0'a bırakmıştır. İnteraktif bir yapıya sahip olan bu teknolojiye ait yazılımlar (örn: ajax, xml) günümüzde birçok web tabanlı ve web destekli internet sitesinin temelini oluşturmakta ve eğitim başta olmak üzere birçok sosyal ağ sitelerinde kullanılmaktadır. Ancak günümüzdeki yaşanan gelişmeler yavaş olsa da kişiye özel internet olarak ifade edebileceğimiz Web 3.0 teknolojisini oluşturmaktadır. Web 3.0, web içerisinde yer alan metinlerin ve görsellerin kişiye özel anlamlandırılması yönündeki çalışmalarının önünü açmış bir teknolojidir. Web 4.0 olarak adlandırılan yeni teknolojinin ise Sanallaştırma, Bulut Teknolojisi, Yapay Zeka, Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik teknolojilerini temel alacağı öngörülmektedir.

Günümüzdeki eğitimde, yeniliklerin hayata geçirilmesi ile daha iyi bir eğitim ortamı oluşturulmuş, bilgisayar ve internet eğitim ortamlarının vazgeçilmezleri arasında yer almıştır [5]. Teknolojik gelişmeler paralelinde uzaktan eğitim ile başlayıp, bilgisayar destekli eğitim ile devam eden, web destekli eğitim ile daha da farklılaşan eğitimde yeni yöntemler hayata geçirilerek öğretim zamanla daha nitelikli hale gelmiştir [6]. Teknolojik imkânlar eğitimin niteliğini, etkililiğini artırmak için önemli araçlardır. Günümüzde eğitim sadece yüz yüze yapılan eğitim ile sınırlı kalmamaktadır [7]. Dijital dönüşüm ile birlikte, bilgisayar yazılım ve donanım alanındaki gelişmeler bilgisayar grafik, modelleme ve animasyon alanında yeni gelişmelerin oluşmasını sağlamaktadır. Bu durum, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Sanallık ve Artırılmış Gerçeklik gibi teknolojilerin masaüstü ve taşınabilir (tablet, telefon) cihazlarda web üzerinden yüksek hızlı internet erişimi ile kullanılmasını olanaklı hale getirmiştir. Günümüzdeki bu olanaklar ve gelişmeler kullanıcıların web tabanlı çalışan ve web destekli eğitim sistemleri içerisinde üç boyutlu model, video, resim, ses ve yazı gibi nesnelere ve görselleri kullanabilmesinin yolunu açmaktadır.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen ve açıklanmak istenen bu uygulama çalışması, Endüstri 4.0, Eğitim 4.0 sayesinde gündelik hayatımızda daha sık karşılaştığımız Artırılmış Gerçeklik teknolojilerini temel alan, çevrimiçi ve çevrimdışı çalışabilen ve beraberinde web destekli eğitim yaklaşımını benimseyen bir sistem yapısına sahiptir. Ayrıca bu çalışma, gerçek ile sanal dünyayı bir web tarayıcısında birleştirebilen, web uygulama arayüzü sayesinde kullanıcıların 3D model, video, resim, ses ve yazı gibi sanal nesnelere ile anlık etkileşime girebildiği bir Artırılmış Gerçeklik (AG) uygulama yapısına da sahiptir.

Bu kısımdan sonra problem tanımına, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, varsayımlara ve sınırlılıklarına, sıkça kullanılan kavramların tanımlarına yer verilmektedir.

Problemin Tanımı

Eğitim kurumlarının farklı disiplinlere ait doküman ve bilgileri iki boyutlu ve statik görseller içeren tek yönlü basılı materyaller ile öğretilmesinin öğrencinin akademik başarısına etkisinin sınırlı olduğu ve bu durum için bir platform (stüdyo ve tarayıcı aracı) geliştirilmesi gerektiği görülmüştür. Bununla beraber AG teknolojisi ile geliştirilmiş eğitim platformlarının maliyetlerinin yüksekliği, tek bir ders için tasarlanması, içerik verisinin

sadece 3D model ile gerçekleştirilmesi ve güncellenememesi, farklı platformlarda çalıştırılmaması, kullanıcı etkileşimli olmaması gibi problemlere de sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu problemler için bir AG Stüdyo aracının ve bu araç ile oluşturulmuş içeriği çalıştıracak bir AG Tarayıcı aracının tasarlanmasının ve gerçekleştirilmesinin çözüm olacağı düşünülmüştür.

Geleneksel eğitim müfredatında, aktif ya da klasik öğretim yöntemleri kullanılarak sistemde var olan temel dersler verilmektedir [8]. Bu dersler sınıf ortamında işlenmekte olup, öğretmen öğretici rolünü üstlenmektedir. Ayrıca sınıfta öğretmen tarafından anlatılan konular öğrenciler tarafından basılı materyaller (örn: ders kitapları, çalışma rehberleri) ile takip edilmekle birlikte iki boyutlu görsel araçlar kullanılarak eğitim ortamı zenginleştirilmeye çalışılmaktadır. Öğrencilerin sosyal ve mesleki açıdan kendilerini geliştirebilmeleri, konuları daha iyi anlayabilmeleri ve soyut kavramlar somutlaştırılabilmeleri için anlatılan bilginin görselleştirilmesi önemlidir. Bilginin görselleştirilerek görünür hale getirilmesi, bilginin daha erişilebilir, tartışılabilir ve çoğunluk tarafından yönetilebilir biçime girmesi anlamına gelmektedir [9]. Ayrıca görselleştirme, öğrenme-öğretme süreçlerinde öğrenenlerin karmaşık bilgiyle başa çıkabilmeleri için sıkça başvurulan etkili bir yöntemdir [10]. Basılı materyaller kullanım kolaylığı başta olmak üzere doğallığı ve maliyeti gibi konularda başarılıdır. Ancak basılı materyallerde kullanılan yazı, harita, diyagram, tablo, şema, grafik ve resim gibi sanal nesnelerin dayanması, saklanması, ölçeklendirilmesi ve boyutlandırılması (iki boyut) gibi konularda başarısız olduğu ve bu duruma bağlı olarak öğrencilerin ders konularını anlamada ve kalıcı hale getirmede problemler yaşandığı görülmektedir. Bu problemlerden dolayı geleneksel eğitim modelini destekleyecek farklı yaklaşımlar ve seçenekler sunan yeni öğretim yolları aranmıştır. Bu dönemdeki problemlerin çözümü için; ilk olarak uzaktan eğitim ile başlayan gelişme, sonra bilgisayar destekli öğretim ve daha sonra web destekli öğretim olarak devam etmiştir [6].

Web destekli öğretim web ortamlarında kullanılmaktadır. İlk web ortamları, klasik HTML kod bloklarından meydana gelen, kullanıcı ile etkileşime girmeyen, sadece görsel öğelerden ve metinlerden oluşan sayfalardan ibaret olmuştur [11]. İlerleyen yıllarda teknolojinin gelişmesiyle beraber web, zamandan ve mekândan tamamen bağımsız bir şekilde öğrenciyi ders ile sınıf ortamı dışında buluşturan, bilgiye hızlı ve kolay bir erişim imkânı sağlayan uzaktan eğitim ortamı haline gelmiştir. Basılı materyaller uzaktan

eğitimin başladığı zamandan beri kullanılmaktadır ve uzaktan eğitimde kullanılan diğer iletişim yöntemleri için de temel oluşturmaktadır. Basılı materyal kullanımında var olan problemlerin çözümü amacıyla yeni bir öğretim yöntemi olarak kullanılan uzaktan eğitim yaklaşımı, basılı materyallerin web sayesinde dijital ortama tek yönlü kullanımlı iki boyutlu geçmelerini ve her yerden erişilebilir bir esneklik kazanmalarını sağlamaktadır. Ancak zamanla bu öğretim yönteminin bu haliyle öğrencilerin bilgiyi anlamadaki, kullanmadaki ve değerlendirmedeki sorunlarına çare olmadığı görülmüştür. Ayrıca bu ortamların gerçek hayatta karşılığı olan örneğin asit-baz reaksiyonu, kalp atımı, solar sistem hareketi gibi davranışları web ortamında taklit edememe, kullanıcı ile etkileşim ortamı oluşturamama gibi dezavantajlara da sahip olduğu anlaşılmıştır. Ders etkinliklerine destek amaçlı geliştirilen web sayfalarında ve yazılımlarda genelde metinler, resimler ve vektörel grafik teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilmiş olan iki boyutlu çizim ve animasyonlar kullanılmaktadır [12]. Zamanla web ortamlarında iki boyutlu çizimlerin ve animasyonların tek yönlü olması, yani kullanıcı ile etkileşim sağlayamaması önemli bir problem olarak görülmüş ve yeni teknolojik yaklaşımlar aranmaya başlanmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte insanlar iki boyutlu algılama ile elde edilen verilerin yetersiz olduğu düşüncesinden yola çıkarak iki boyutlu görüntülere derinlik kazandırarak üç boyutlu görüntüler elde etmeye çalışmışlardır [13]. Bu durum iki boyutlu görsellerin üç boyutlu görseller veya modeller ile gösterimin öğrencinin akademik başarısı için önemli olduğunu ortaya çıkartmıştır. Gerçek dünyanın üç boyutlu olması, bilgisayarlarda sanal gerçeklikler oluşturulurken de üç boyut kullanım gereksinimini ortaya çıkarmıştır [12]. Ayrıca üç boyutlu web teknolojisi yaklaşımını ifade eden 3D kimya, 3D biyoloji, 3D matematik gibi WEB3D kavramların web destekli eğitimde kullanılmasının faydalı olacağı düşüncesini oluşturmuştur.

Web3D, web sayfalarında 3D grafikleri görüntülemek ve temsil etmek için birçok özel teknolojiyi kapsayacak bir terimdir [14]. Web3D sanal öğrenme ortamlarının sanal içeriklerini 3D modeller oluşturmaktadır. Modeller, soyut kavramların somutlaştırılmasında ve bilimsel teorilerin açıklanmasında oldukça sık kullanılır [15]. VRML, JAVA3D, X3D gibi programlar web ortamında üç boyutlu nesne kullanabilme imkânı sunan modelleme programlarıdır. Web ortamlarındaki görsellerin iyi boyutlu olarak gösteriminde yaşanan problemler bu programlar ile aşılmıştır. Sanal Gerçeklik Modelleme Dili olarak ifade edilen VRML (Virtual Reality Modeling Language) temeline sahip WEB3D teknolojisi internet üzerinde iki boyutlu grafikleri üç boyutlu grafikler şeklinde

gösterimini sağlamaktadır. Beraberinde Java3D teknolojisi oluşturulmuş ve mevcut durumu bir adım ileriye taşıyarak üç boyutlu grafikleri mouse ile etkileşimli hale getirmeyi başarmıştır. Ancak bu teknolojilerin en büyük problemi, tarayıcı destekli çalışma, tarayıcı içerisinde sanal gerçeklik modellemesi oluşturma, Plug-in ve API eklenti zorunluluk durumlarıdır. Ayrıca Web3D çözümleri, sürükleyici donanımı desteklemede eksiktir [16]. Günümüzde farklı özellikte sahip birçok tarayıcı bulunmaktadır ve bu teknolojinin her bir tarayıcı için oluşturulması zor bir işlem sürecini gerektirmektedir. Günümüzdeki diğer bir problem ise, VRML ve JAVA 3D gibi dillerin ve API'lerin öğrenilmesinin zorluğudur [17]. 3D Grafik ve Web3D sanal gerçeklik araçlarının kullanımı yüksek ustalık becerisi gerektirmektedir [12]. Bununla birlikte sanal dünyalarda içerik tasarımı, 3D nesnelerin kontrolü ve bu nesnelerin ortamla bütünleştirilmesi zor bir süreçtir [18].

Gerçek dünya görüntüleri üzerine bilgisayar tarafından üretilmiş metin, ses, video, 3D model, animasyon ve GPS gibi veri ve görüntülerin eklenmesiyle oluşturulan ortamların görüntüsüne *Artırılmış Gerçeklik*, bu ortamların oluşturulması için kullanılan teknolojiye *Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi* denilmektedir. Temel olarak gerçeklik teknolojisi “Sanal Gerçeklik (SG)” ve “Artırılmış Gerçeklik (AG)” olarak iki grupta ele alınmaktadır [19]. AG ve SG kavramları genellikle birbiriyle karıştırılmakta, benzer yapılar olduğu düşünülmektedir [20]. Ancak SG tamamen bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş ve (i) Sahne (örn: Head Mounted Display, HMD), (ii) Masaüstü ve (iii) Aynalar Dünyası (örn: Kinect) [20] olarak üç kısma ayırabildiğimiz bir sanal ortam olarak ifade edilebilirken, AG gerçek görüntü üzerine bilgisayar verisinin eklenmesi olarak tanımlanabilir. Bu durum AG ile SG teknolojisinin en önemli farklılığını oluşturmaktadır. Bu farklılık sanal gerçekliğin sanal dünyayı, artırılmış gerçekliğin gerçek dünyayı temel alması şeklinde de açıklanabilir [19]. Web ortamlarındaki görsellerin iyi boyutlu olarak gösteriminde yaşanan problemlerin çözümü için düşünülen ve üç boyutlu nesnelerin web ortamında kullanımına izin veren Web3D teknolojisi “*masaüstü sanal gerçeklik ortamı*”, kullanılan araç ise “*bilgisayar faresi*” olarak ifade edilebilir. Gelişen yeni teknolojiler ve sanal gerçeklik araçları (örn: Google Glass, Oculus Rift) düşünüldüğünde Web3D teknolojisinin gerçeklik teknolojilerine göre zayıf kaldığı söylenebilir. AG ve SG kavramları yeni nesil gerçeklik teknolojileridir. Bu teknolojilerin gelişmesiyle birlikte toplumların bilgi seviyesi, uzmanlık alanları ve eğitim anlayışı da değişmiştir [21]. AG teknolojisi (i) gerçek dünyayı uygulama anında görebilme ve (ii) kullanıcının canlı görüntü ile etkileşim oluşturabilme gibi avantajlara sahiptir. Bahsedilen avantajları nedeniyle AG teknolojisi, SG teknolojilerine,

Web3D teknolojilerine ve geleneksel yöntem ve teknolojilere göre daha fazla tercih edilmektedir [22].

AG teknolojisi ve çözümleri; durumsal farkındalık, araç ve platform görüntüleme sistemleri, AG destekli bakım ve onarım sistemleri, hareketli işlemler ve genel olarak ortama ait bilgilere anlık erişim gerektiren sistemlerde kullanılmaktadır. AG teknolojisinin birçok alanda olmakla birlikte eğitim alanında yapılan çalışmaların sayısı son yıllarda artmakta olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar AG teknolojisinin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, fiziksel ve devinişsel gelişimlerine sağladığı kazanımları göstermiş, alanyazın incelemesi sonucunda AG teknolojisinin bu çalışmada ifade edilen problem özelinde birçok sorunun çözümüne de yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki problem tanımına göre; Somyürek (2014) [20] tarafından yapılan çalışmada AG teknolojisinin eğitimde sağladığı kazanımlar “(i) 2D kitaplara üçüncü bir boyut kazandırma, (ii) fizik, kimya, biyoloji gibi alanlarda kavramları 3D gösterme ya da deneyleri gerçekleştirme, (iii) mühendislik eğitiminde araçlar ve malzemeler hakkında bilgi kazandırma” şeklinde ifade etmiştir. Cai, Chiang ve Wang (2013) [23] çalışmasında ise öğrencilerin uygulayamadığı, deneyim kazanamadığı ve somutlaştıramadığı çalışmalar için AG teknolojisinin faydalı bir teknoloji olduğunu belirtilmektedir. Chiang, Yang, Hwang (2014) [24] ise AG'nin üç boyutlu görsellik ve etkileşim gibi özellikleri sayesinde öğrencilerin kavrama, algılama ve hayal etme yeteneklerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Wu, Lee, Chang ve Liang (2013) [25] tarafından AG alanında daha önceden yapılmış çalışmalar incelenmiş ve “AG teknolojisi grup çalışmasına uygundur” olarak belirtilmiştir. Ayrıca “3D görüntülemenin 2D'ye göre avantaj sağlamakta, eğitici-öğrenci, öğrenci-öğrenci arasındaki ilişkiyi canlı tutmakta, zamandan ve mekândan bağımsız öğretim imkânı sağlamakta ve gözde canlandırılmayan işlemlerin anlaşılmasına yardımcı olmakta” sonuçlarına ulaşılmıştır. Verilen bu açıklamalar ile birlikte, AG teknolojisinin eğitime yeni yaklaşımlar ve olanaklar getirmenin, uygulamada metin, ses, video, 3D model, animasyon ve GPS verilerinin gerçek dünya ile birlikte görüntülenebilmenin, sanal ortam ile kullanıcı arasında anlık etkileşim oluşturabilmenin, soyut kavramları somutlaştırabilmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Ayrıca, geleneksel sınıf uygulamaları ve diğer SG uygulamaları arasında yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda AG teknolojisinin öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı, isteklerini yükselttiği, derse karşı ilgi ve dikkatlerinin arttığı sonuçlarına ulaşılmıştır [26, 27, 28].

Bu çalışmanın diğer temel problemini oluşturan tartışmalı kavramlar ile AG uygulamaları ve AG tarayıcıları üzerine daha önce yapılan çalışmalar alanyazında taranmış ve taramalar sonucunda elde edilen çalışmalar arasındaki ilişkiler, benzerlikler ve farklılıklar şu şekilde tespit edilmiştir;

Tartışmalı kavramlar şu şekildedir; AG sistem yapısının oluşturulmasındaki temel işlem sanal ile gerçeğin nasıl birleştirileceğidir [29]. Funchs ve Ackerman (1999) [29] tarafından yapılan çalışmalarda görüntüleme sistemleri optik tabanlı sistemler, video tabanlı sistemler ve monitör tabanlı sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma İçten ve Bal'a (2017) [30] göre günümüzdeki masaüstü veya taşınabilir bilgisayarların (cihaz) fiziksel boyutlarındaki küçülme, dâhili ve harici görüntüleme sistemlerindeki gelişme, AG gözlüğü (VRBox) içinde mini bilgisayarların göz hizasında kullanılması gibi durumlardan dolayı monitör tabanlı sistemler video tabanlı sistemler altında toplanmaktadır. Bazı durumlarda bu farklılıklar ortaya konsada genel anlamda uzamsal görüntüleme sistemlerinin ve taşınabilir görüntüleme sistemlerinin video tabanlı sistemler olarak ayrıldığı, başa monte edilen görüntüleme sistemi ise optik tabanlı sistemler olarak tek bir çatı altında toplandığı görülmektedir [30]. Diğer bir tartışmalı durum olarak AG türü kavramında görülmektedir. Alanyazın incelendiğinde Esengün (2016) [31] yapmış olduğu yüksek lisans tezinde AG uygulamalarının "marker-based AR" ve "geo-location based AR" olduğunu, Cheng ve Tsai (2013) [32] tarafından yapılan çalışmada ise AG sistemlerinin resim tabanlı (image-based) ve konum tabanlı (location-based) olmak üzere iki kategoriden oluştuğu belirtilmektedir. Cherchi, Sorrentino ve Scateni (2014) [33] tarafından yapılan çalışmalarda "geo-localized AR" ve "ARTags" şeklinde, Uluyol (2016) [34] tarafından yapılan çalışmada ise "işaretleyici tabanlı", "işaretleyicisiz tabanlı" ve "konum tabanlı" olarak ifade edilmektedir. İçten ve Bal (2017) [30] tarafından yapılan çalışmada AG türü resim (görsel/görüntü) tabanlı AG ve (ii) konum tabanlı AG (KTAG) olarak ayrılmakta, resim tabanlı AG ise yine kendi içinde işaretçi tabanlı AG (marker based AR) ve işaretçi tabanlı olmayan AG (non-marker based AG) olarak belirtilmektedir. Bu kavramlardan konum tabanlı AG yapısı GPS, Wi-Fi ve WLAN gibi konum verilerini referans alırken, resim tabanlı AG resim, ses, metin, video, 3D model, el hareketi gibi ortamdaki nesnelere/hareketlere veri olarak referans almaktadır [30].

AG uygulamaları (SDK) ve AG tarayıcılar açısından problemin incelenmesi: AG yapısının etkin, ilgi çekici ve görsel zenginliği bu teknoloji birçok farklı alan için uygulanabilir

kılmış, yazılım firmalarının bu alana girmesine sebep olmuştur. Dünyada AG yazılımı üzerine çalışan ve kendi yazılımlarını serbest ve ticari olarak yayınlayan birçok firma mevcuttur. Bu firmalar benzer veya farklı alanlara yönelik AG çözümleri üretmektedir. AG ürünlerinin en önemli bileşeni ve ana unsuru 3D model, resim, video, metin, grafik, animasyon, GPS vb. gibi verilerin kullanılmasıdır. Herhangi bir alanda bu verilere sahip AG uygulamasının oluşturulması üst düzey teknik bilgi, uzun bir zaman, bilgisayar donanım gerekliliği ve uygulama platform seçimi gibi zorluklara ve kısıtlamalara sahiptir [34,35]. Bu farklılıklar, zorluklar ve alan çeşitliliği nedeniyle firmalar AG uygulamaları geliştirmek için genel anlamda iki tip yaklaşım modeli oluşturmuşlardır. Bunlar;

- (i) *SDK ile AG Uygulamaları (AR Apps/SDK)*: Kullanım alanına yönelik ve her türlü zorlu şartlar için ideal çözümler elde etmek amacıyla her özelliğin eksiksiz yapılandırılabilirdiği, farklı platform türlerini içinde bulunduran yazılım geliştirme paketi olarak ifade edebileceğimiz yaklaşımdır [36].
- (ii) *Çevrimiçi AG Tarayıcıları (AR Browser)*: AG platformu olarak tanımlanan ve AG tarayıcısı olarak isimlendirilen, kendi içinde standartlaştırılmış özellikler sunan, web ortamında içeriği oluşturulan ve bu içeriği AG olarak yayımlayabilen yaklaşımdır.

Problemin tanımına SDK ile AG uygulamaları (AG Apps/SDK) açısından bakıldığında; genel olarak birçok AG servis sağlayıcı kendi geliştirdikleri AG SDK (Software Development Kit) paketini geliştiricilerin indirebilmesi için web sayfalarında yayınlamışlardır. AG SDK'ların görevi geliştiricinin AG geliştirme araçları (örn: Unreal, Unity3D) ile AG geliştirme ortamı yaratmasını sağlamaktır. Alanyazında taramasında AG başta eğitim olmak üzere sağlık, eğlence, pazarlama gibi alanlarda etkin bir şekilde kullanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca geliştirilen AG uygulamaların büyük çoğunluğunun mobil bir cihaza veya akıllı bir telefona yönelik olduğu, kurulumun geliştiricilerin ürettikleri “.apk” uzantılı dosya ile gerçekleştirildiği, bazılarının ise AG teknolojisi ile hazırlanan bir kitap, broşür veya dergi ile verilen CD, internet adresi veya app store yöntemi ile temin edildiği belirlenmiştir. Bu yaklaşım ile sunulan AG uygulamalarının en önemli problemi ihtiyaç duyulması halinde içerik verisi olarak kullanılan 3D model, resim, video, metin, grafik, animasyon gibi nesne yapılarının güncellenememesidir. Bu durumun sebebi; “.apk” uzantılı dosyasının kapalı bir kaynak şeklinde oluşturulmasına bağlı olarak uygulamada kullanılan veri nesnelerinin değişimine ve güncellenmesine izin vermemesi olarak açıklanabilir. Yapılan taramalar sonucunda birçok AG temelli masaüstü

uygulamasında da açıklanan problemin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yazılım geliştiricileri uygulamalarını yeniden yazmak durumunda bırakmaktadır ki bu da maliyet ve zaman gibi kayıplara sebep olmaktadır [36]. Bu problem çerçevesinde incelenen çalışmalar şu şekilde açıklanabilir; İbili ve Şahin (2013) [27] tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik iki boyutu şekillerin üç boyutlu gösterimi üzerine değerli bir AG uygulaması geliştirilmiştir. Uygulama masaüstü kullanıma yönelik yapılmış olup, şuan ki haliyle mobil cihazlarda ve çevrimiçi ortamda kullanılamamaktadır. Ayrıca içerik verisi olarak yer alan AG nesnelere yenilenmesi ve güncellenmesi yazılım yapısının tekrar oluşturulması ile çözümlenebilmektedir. Benzer durum Pérez-López ve Contero (2013) [37] tarafından yapılan sindirim ve dolaşım sistemleri konusunu içeren AG uygulamasında da görülmektedir. Uygulama uzamsal görüntüleme sistemi temeline dayandığı için görüntüleme işlemi webcam, çalışma platformu olarak masaüstü bilgisayar kullanılmaktadır. Tekbir işaretçi kullanılarak yapılan çalışmada 3D model ve yazı nesnelere yer almakta, içerik güncellenememekte, uygulama sadece masaüstünde platformunda çalışmakta, diğer platformlara destek vermemektedir. Aynı AG nesne ve platform kullanım kısıtlaması Di Serio, Ibáñez ve Kloos (2012) [28] tarafından masaüstü platformuna yönelik görsel sanatlar öğretim için geliştirilen AG uygulamasında da görülmektedir. Diğer bir çalışma; Dünser, Walker, Horner ve Bentall (2012) [38] tarafından AG öğrenme deneyimine yönelik üç boyutlu animasyon ile etkileşimli bir AG fizik eğitim uygulamasıdır. Uygulamada konu olarak elektromanyetizma, platform olarak Windows, program olarak C++ ve AG yazılım paketi olarak ARToolKit tercih edilmiştir. Uygulamanın tekbir alana yönelik kullanılması ve içerik nesnelere güncellenememesi çalışmanın kısıtları arasında yer almaktadır. Genel olarak alanyazında yapılmış ulusal ve uluslararası birçok akademik AG eğitim uygulamasının tekbir konuyu ele aldığı, masaüstü, web veya mobil platformlardan sadece birisi üzerinde çalıştırılabildiği ve ortamı zenginleştirme işlemi için az sayıda AG nesnesi kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durum gösteriyor ki, AG teknoloji ile geliştirilecek uygulamalar daha sonradan değiştirilemeye, güncellenememe veya web sayfası, masaüstü veya mobil tarayıcıların tümünde birden çalıştırılmama gibi problemlere sahiptir.

AG tarayıcılar, AG SDK yaklaşımına alternatif olan başarılı bir yaklaşımdır. AG SDK, uygulama geliştirecek yazılımcılar için uzmanlaştıkları programlara ekleyebilecekleri bir yaklaşım olarak görülmektedir. AG SDK yaklaşımı kullanacak yazılımcıların üst düzey yazılım bilgisine sahip olmaları gereklidir. Bu durum normal bir kullanıcının AG

uygulaması geliştirememesi anlamına gelmektedir. Ancak firmaların daha geniş bir kullanıcı elde etme amacı, daha önce bahsedilen uygulama geliştirme zorlukları ve kısıtlamaları, az sayıda yazılımcı olmakla birlikte çok sayıda kullanıcının basit ve kolay AG uygulaması geliştirme isteği bu alanda AG tarayıcı yaklaşımını oluşturmuştur. AG tarayıcılar (AR Browser) olarak karşımıza çıkan bu yaklaşım dinamik ve çevrimiçi olarak işaretçi seçebilme, içeriği ekleyebilme ve çalıştırabilme gibi standart özellikler sunmaktadır. Bu yapılar 2008 tarihinden beri kullanılmakta ve çoğunlukla kullanımı ücretsiz olarak sunulmaktadır [36]. AG servis sağlayıcıları tarafından üretilen bu ücretsiz ve popüler çevrimiçi AG tarayıcılarına Wikitude, LayAR, BlippAR, CraftAR, Augment, PixLive ve HP Reveal (eski ismi Aurasma) örnek olarak verilebilir. Kullanıcılar kendi AG tarayıcılarının içerik verilerine çevrimiçi olarak erişilebilmekte, çoklu ortam nesnelere (metin, resim, 3D model ve video) ekleyebilmekte ve gerektiğinde içeriği güncelleyebilmektedir. Son kullanıcılar için bu durum son derece basit ve kolay olarak ifade edilmektedir. Ancak ücretsiz olarak ifade edilen bu uygulamalar belirli bir kullanım sürecinden sonra kullanım ve ek özellikler (ticari olanlar) için yani çoklu ortam nesnelere bulutta saklaması, istenildiğinde güncellemesi ve değiştirilmesi ve Apple Store/Google Store ortamında yayınlanabilmesi için ücret talep edilmektedir. Yâda kullanılacak çoklu ortam nesne türü veya sayı sınırlaması getirilmektedir. Yapılan taramalarda bu alanda hizmet veren ve en çok tercih edilen 20 şirket arasında Türkçe desteği veren sadece Blippar firması olduğu tespit edilmiştir [39]. Bununla beraber Wikitude teknoloji sağlayıcısının 2017 yılında en iyi AG geliştirici aracı kategori ödülünü kazandığı görülmektedir.

Çevrimiçi AG tarayıcı uygulamaları açısından problemin incelenmesi: Çevrimiçi AG Tarayıcı olarak çalışan uygulamalar işlemlerini standart web tarayıcısı ile AG Stüdyo aracının (içerik yazma aracı) bulunduğu web sunucusundaki sayfaya bağlanarak gerçekleştirilmektedir. Mevcut çevrimiçi AG tarayıcıları içerik verilerini sunucudan bir istek mesajı ile alma ve gösterme yönünden genel web tarayıcılarına (internet tarayıcı) benzerdir [37]. Bu anlamda kullanıcıların AG deneyimi yaşayabilmeleri için, uygulamanın çalıştırılacağı cihazın web tarayıcısına sahip olması gerekmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan çok iyi tasarlanmış AG uygulamaları (AR App SDK) bulunmasına rağmen, kurulum ile gerçekleştirilen uygulamalar genellikle belirli donanım ve platform üzerinde çalışmaktadır [41]. Bu durum AG üzerine yapılan çalışmaları uygulamadan (app) web'e doğru yöneltilmektedir. Diğer yöntemlere göre (SDK/App, Web3D) çevrimiçi AG

uygulamaları ile çalışmanın en önemli avantajı; farklı çalışma platformları için farklı uygulama oluşturma zahmeti olmadan, cihazın iOS, Android, Windows platformu olmasının bir önemi bulunmadan, pahalı cihaz satın almadan ve çalıştırılacak cihaza herhangi bir kurulum yapmadan erişilebilir olmasıdır. Bu sayede sunucudaki AG uygulamasına internet veya internete bağlanabilen tüm cihazlardan erişimi mümkün olmakta, performans eksikliği ve yetersizliği sunmasına karşın daha fazla kullanıcıya ulaşılabilen ve çok yönlü cihazlardan uygulamaya erişim sağlanabilmektedir. Ayrıca çevrimiçi AG tarayıcı verileri web tabanlı AG stüdyo aracı ile oluşturulmaktadır. Bu anlamda web tabanlı olarak oluşturulan AG tarayıcılar, mevcut web sayfalarına görsel zenginlik katabilir, insanların eğitim sitelerindeki uygulamalar ile etkileşime girmelerini kolaylaştırabilir ve alıcıların alışveriş yaparken almak istedikleri ürünleri daha iyi görmelerini sağlayabilir. Tüm bu avantajlar web tabanlı AG uygulamalarını eğitim, eğlence, alışveriş ve sağlık gibi birçok alanda kullanılabilen, ulaşımı kolay, değerli ve etkili bir araç haline getirebilir.

Alanyazında web tabanlı AG tarayıcıları üzerine yapılan çalışmalar arasındaki ilişkiler, benzerlikler ve farklılıklar: Bu inceleme için AG çoklu ortam nesnelere içeren uygulama yapısının ilk örneklerinden Feiner, MacIntyre, Höllerer ve Webster (1997) [42] tarafından “Touring Machine” olarak isimlendirilen çalışma ele alınabilir. Bu çalışmada kullanıcılar bir kampüsü gezebilmekte, kampüsün tarihsel ve güncel bilgileri AG ile görülebilmekte ve bazı durumlarda uygulama ile etkileşime geçilebilmektedir. Çalışma gerçek konum ve bina görüntülerine (işaretçi) dinamik URL bağlantısı ekleyebilme (artırma), AG’yi web ile ilişkilendirebilme (çevrimiçi), sunucudan URL adreslerini anlık alabilme (model ve etkileşim) ve tek bir platform üzerinde çalışabilme (kullanılan araç) gibi özelliklere sahiptir. Bu özellikler “işaretçi kullanımı”, “3D model gösterimi”, “çevrimiçi/çevrimdışı çalışma”, “kullanıcı etkileşimi”, “kullanım aracı” olarak ifade edilebilir ve incelenecek çalışmaların değişkenlerini oluşturabilir. Feiner ve diğerleri (1997) [42] tarafından geliştirilen çalışma tek bir konum ve platform (giyilebilir bilgisayar) desteği sunmaktadır. Hohl, Kubach, Leonhardi, Rothermel ve Schwehm (1999) [43] tarafından NEXUS Platform olarak isimlendirilen, konum ve mekânsal farkındalık yaratan, farklı mekânlar ve uygulamalar için kullanılabilen genel bir AG uygulama aracı kullanılmaktadır. Feiner ve diğerleri (1997) [42] ve Hohl ve diğerleri (1999) [43] tarafından yapılan çalışmalar GPS kullanımı olarak benzerlikler bulunsada kullanım alanı ve cihazı bakımından farklılıkları vardır. Araştırmalarda web tabanlı AG teknolojisini konu alan ilk çalışmaların çoğunun çevrimiçi

küresel konumlama sistem (GPS) işaretlerin ekran üzerine gösterilmesi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Daha sonraki gelişmelerin ise çevrimiçi ortamdan 3D modellerin alınması ve gösterilmesi şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. Web alanında ki bu gelişmeler kullanıcıların gerçeklik algısını uygulamalarda daha fazla hissetmesini sağlamıştır. Bu durum Kapoor ve McIntyre (2003) [44] tarafından Word Wide Web (WWW) teknolojisinin yakın zamanda zenginleştirilmiş Real-Word Wide Web (RWWW) teknolojisi olarak değişeceği ve verilerin web sayfası aracılığıyla AG şeklinde gerçek görüntüye eklenmesinin mümkün olacağı şeklinde ifade edilmiştir. Bu teknoloji Hollerer ve Feiner (2004) [45] tarafından yapılan çalışma ile desteklenmiş, mevcut WWW yapısının zamanla RWWW yapısına evirileceği şeklinde açıklanmıştır. Tarama sonucunda incelenen çalışmaların benzerliklerini web tabanlı ve bulut tabanlı çözümleri içeren *çevrimiçi uygulama ortamları*, farklılıklarını ise masaüstü, tablet, mobil telefon veya VR gözlük gibi *uygulama platformları* oluşturmaktadır. Günümüzde bu farklılıklara “AG Tarayıcısı” kavramı ve bu tarayıcılar ile birlikte çalışan “*Servis Yapıları*” dâhil olmuştur Bu yapılar, genelde standart iletişim yöntemleri (protokol ve servis) kullanarak içeriği sunucudan istemektedir. Ancak tarama sırasında mimari olarak standart web tarayıcı ile web tabanlı AG tarayıcı arasında bazı farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu farklılık McPherson ve diğerleri (2015) [40] tarafından yapılan çalışmada açıklanmış, mevcut web iletişimde web tarayıcı ile kullanıcı sayfası arasında istenen içeriğinin doğrudan yüklediği ancak web tabanlı AG tarayıcısından gelen içeriğin AG hizmet sağlayıcısından da geçtiği ifade edilmiştir. Bu uygulamanın standart web yapısına göre daha güvenli olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda incelenen çalışmalar üzerinde çalışılan cihaz işletim sistemi ile yönetilen kaynaklara doğrudan erişim sağlamak amacıyla AG kanalı için HTML, AG sunucu için XML veya JSON kullanımının gerektiği üzerine durmuştur. Bu kullanım geliştiricilerin AG nesnelerini sunucuda muhafaza etmesi ve isteğe göre AG nesnelerinin tarayıcılara yüklenmesi açısından önemlidir. Bu özellik web tabanlı AG uygulamalarını içeriği değişmeyen AG uygulamalarından ayıran en önemli farklılıktır. Bu farklılık Gill ve Lange (2015) [46] tarafından AG nesnelerinin (3D model) web tarayıcı üzerinden uzak bir taşınabilir cihaza gösterilmesini amaçlayan çalışmada gösterilmektedir. Bu çalışmanın AG nesnelerini web üzerinden gösterilmesi bakımından McPherson ve diğerleri (2015) [40] tarafından yapılan çalışma ile benzerdir. Bu benzerlik Haynes, Hehl-Lange, Lange (2018) [47] tarafından çevresel planlama ve tasarıma yönelik dinamik bir mobil AG uygulamasında da görülmektedir. Uygulama mobil sensör tarafından sunucu üzerinde alınan gerçek zamanlı ve güncellenebilir metin bilgisini (tahliye yolları, tarihsel bilgileri)

mobil canlı görüntüsüne ekleyebilmektedir. AG çalışmalarının karşılaştırılmasında bakılacak diğer bir değişken ise; yazılım çatısı altında AG yazılımı, oyun motoru ve modelleme programıdır. Haynes ve diğerleri (2018) [47] tarafından yapılan çalışma Vuforia SDK ve “İşaretçi Tabanlı Olmayan AG” teknolojisi kullanılmış, 3D görseller önceden derlenmiş ve uygulamaya eklenmiştir. Bu çalışma 3D modellerin proje içinde (apk) bulunması açısından diğer çalışmalardan farklı olmadığı ancak metin olarak sunulan verilerin web üzerinden güncellenebilmesi ve alınması noktasında ayrıcalıklı bir yapıda olduğu görülmektedir. Web tabanlı çalışmaya ve modellerin 3DS Max ile tasarlanmasına Layona, Yulianto ve Tunardi (2018) [48] tarafından yapılmış insan vücudu anatomisine yönelik öğretim uygulaması örnek olarak verilebilir. Bu çalışma uygulamada Actionscript ve C# WFC (Windows Communication Foundation) tercih edilmiştir. Kiourexidou ve diğerleri (2015) [49] tarafından insan kalbinin anatomisini gösteren çalışma Layona ve diğerleri (2018) [48] tarafından yapılmış çalışmaya web tabanlı çalışma bakımında benzer iken 3D modellerin 3DS Max programı yerine Blender programı ile tasarlanması bakımından farklılık göstermektedir. İşaret tabanlı çalışan bu uygulama için AG yazılımı olarak FLARToolKit (Flash ARToolKit), uygulama yazılımı olarak Flex SDK, oyun motoru olarak Papervision3D tercih edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan AG yazılımı ve oyun motoru, bu tez çalışmasında geliştirilen uygulamanın AG yazılımı (FLARToolKit) ve oyun motoru (Papervision3D) ile benzerdir. Ayrıca alanyazın taraması sonucunda web tabanlı yazılımların içerisinde en çok tercih edilen AG aracının FLARToolKit olduğu belirlenmiştir [30].

Araştırmanın Amacı

Ticari olarak sunulan AG yazılım geliştirme paketlerinin (SDK) kodlanma zorlukları, değiştirilemeyen içerik durumları, çevrimiçi içerik yazma ortamlarının (AG Stüdyo aracı) ve uygulama araç platformlarının (AG Tarayıcı aracı) ise kullanıcı sayısı, gün süresi, kullanım platformu ve işlevsellik gibi konularda kısıtlamaları olduğu bilinmektedir. Özellikle çevrimiçi AG içerik yazma ortamlarına ve uygulama platformlarına anlık ulaşılabilme, kullanıcı sayısı, uygulama esnekliği ve çevrimdışı çalışabilme gibi durumlar AG uygulamalarının önemli özelliğidir. Ticari olmayan bir çevrimiçi AG içerik yazma aracının ve uygulama platformunun geliştirmesi, istenildiğinde çevrimiçi ortamda da çalıştırılabilmesi bahsi olan sınırlamaların ve kısıtlamaların ortadan kalması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu durum araştırmaya konu edilerek AG teknolojisini

kullanmak isteyen kurumların istediği konu ve içeriklerine ait çoklu ortam nesnelere çevrimiçi olarak sisteme kolay bir şekilde yükleyebildiği, ihtiyaç duymaları halinde bu kaynakları değiştirebildiği, hem masaüstü hem de web ortamında çalışabilen bir AG Tarayıcı aracının ve bu aracın sanal içeriğini oluşturan web tabanlı AG Stüdyo aracının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bahsedilen amaç doğrultusunda hem masaüstü hem de web tabanlı çalışan “AG Tarayıcı (AR Browser)” aracı ve web tabanlı çalışan “AG Stüdyo (AR Studio)” aracı yapılarını içeren AG3B-Web Platform olarak isimlendirilen bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştiriciler örneğin ders ve içeriklerine göre modellenmiş sanal 3D model, animasyon, video, resim, yazı gibi çoklu ortam nesnelere herhangi bir kod gerektirmeden AG Stüdyo panelinden çevrimiçi olarak oluşturulan uygulamaya yükleyebilecek, gerektiğinde değiştirebilecek, kullanıcılar ise AG Tarayıcı ile çalışma anında bu sanal görseller üzerinde anlık işaretlemeler yapabilecek ve bu görselleri gerçek dünya ile bir arada görebilecektir. Ayrıca çok kullanıcı olarak geliştirilen ve AG içeriğinin kullanımı için herhangi bir uygulamanın kurulumuna ihtiyaç duymayan bu çalışma, web ortamından tüm cihazlardan veya masaüstü bilgisayara indirilerek (AG Tarayıcı) de çalıştırılabilmektedir. Bu açıdan bir ilk örnek olarak hem çevrimdışı masaüstü hem de çevrimiçi masaüstü ve mobil cihazlarda (akıllı telefon/taşınabilir cihaz) kullanılabilmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın geniş bir kullanım yelpazesine sahip olması; eğitim kurumlarının güncellenebilir bir web/masaüstü AG geliştirme ve uygulama platformuna, öğrencilerin de etkili bir ders ortam aracına sahip olmaları sağlanacaktır. Bunlara ek olarak çoklu ortam nesnelere ile zenginleştirilmiş ve ulaşılabilirliği kolay bir web tabanlı AG uygulamasının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına da olumlu etki yapması beklenmektedir.

Araştırmanın Önemi

Günümüzde AG teknolojisinin yeni bir teknoloji olmasından kaynaklı uygulamaların az sayıda alanda gelişiminin hızlı bir şekilde ilerlediği görülmektedir. Buna karşın, AG teknolojisinin gelecekte eğitimden sağlığa, pazarlamadan eğlenceye kadar birçok farklı alanda etkin bir şekilde kullanılacağı ve önemli görevleri yerine getireceği öngörülmektedir. Ayrıca yeni nesil yazılım ve donanım yapısına sahip olan AG teknolojisi, Endüstri 4.0 ve Eğitim 4.0 kavramlarının en önemli bileşenini oluşturmaktadır. Bütün bu açıklamalar ile birlikte bu çalışmada AG konusunun seçilmesinin en önemli nedeni olarak;

bu teknolojinin gerçek ile sanalı tek bir ekranda anlık gösterebilmesi, soyut kavramları somutlaştırabilmesi, insan duyularına hitap edebilmesi, kullanıcı etkileşimli görevleri başarı ile gerçekleştirebilmesi, eğitimde etkili bir yöntem olarak kullanılabilmesi ve dijital çağın bir parçası olması gösterilebilir.

AG uygulaması geliştirebilmenin iki yöntemi vardır. Bunlardan birincisi, AG SDK araçları; ikincisi ise AG tarayıcılarıdır. AG SDK, donanım ve yazılım geliştiricilerin kendi geliştirme platformlarına AG teknolojisini eklemek için kullandıkları araçlardır. AG tarayıcıları ise sadece kullanıcının çevrimiçi AG stüdyosu üzerinden çoklu ortam nesnelerinin yüklenmesi ve mobil uygulama üzerinden kullanılması ile gerçekleştirilen bir yöntemdir. Web ortamında çalışacak stüdyonun web yazılım dilinin belirlenmesi (php, asp, dotnet), AG geliştirme aracının (frameworks) seçilmesi ve uygulamanın hangi cihaz üzerinde çalıştırılacağına ortaya konması web tabanlı AG platformlarının kuramsal arka planını oluşturmaktadır. Bu çalışmada web tabanlı AG uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar ele alınmaktadır. Bununla beraber geliştirilen AG3B-Web Platform uygulaması hem masaüstünde hem de mobilde çalıştırılabilir olması sebebiyle bazı masaüstü ve mobil AG uygulamalar ve içerik yazma/geliştirme araçları da dâhil ederek kuramsal çerçeve biraz geniş tutulacaktır. Bu çerçeveden bakıldığında AG3B-Web Platform uygulamasının çevrimiçi olarak hem masaüstü hem de mobil cihazlarda ve çevrimdışı olarak masaüstü bilgisayarlarda kullanılabilmesi, içerik verisinin yönetim paneli üzerinde güncellenebilmesi ve kullanımı kolay bir yapıda olması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte AG3B-Web Platform uygulaması eğitimin tüm alt dallarına uyarlanabildiği gibi eğitim dışındaki alanlarda da kullanılabilir. Kuramsal çerçeve kapsamında konuyla ilgili, bazı ticari çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Wikitude, HPReveal, LayAR benzeri çevrimiçi uygulamalar ağırlık olarak geliştirme işlemlerini web üzerinde, uygulama işlemlerini mobil cihaza indirilen uygulama üzerinden gerçekleştirmektedir. Ancak bu kapsamda geliştirilen AG3B-Web Platform uygulaması çoklu ortam nesnelerini çevrimiçi yüklemesi açısından bu ticari uygulamalar ile aynı olmasına karşın, internet bağlantısına ihtiyaç duymadan çevrimdışı olarak masaüstünde kullanılabilmesi, açık kaynak bir AG aracının tercih edilmesinin ileride daha geniş ölçekli uygulamaların geliştirilmesi açısından önemlidir. Bununla beraber bu çalışma her bir AG konusunun farklı kullanıcılar tarafından oluşturabilmesine (AG kanalına benzer) olanak sağlaması açısından dikkat çekicidir.

Ayrıca bu tezin yazım süreci içerisinde Google şirketinin masaüstü ve mobil internet tarayıcılarında AG nesnelerinin basit bir şekilde dönmesi üzerine büyük uğraşlar verdiği bilinmektedir. Bu uğraşlar gösteriyor ki AG teknolojisi üzerine yapılan uygulamaların internet tarayıcılarında da çalıştırılabilir olması önemlidir. Bu çalışma, işlemlerini web aracılığı ile standart web tarayıcıları üzerinden gerçekleştirebilmesi ve bu anlamda daha fazla kullanıcıya ulaşabilmesi açısından etkili bir çalışma olarak görülebilir. Ek olarak Wikitude, HPRReveal, LayAR gibi özel sektör uygulamaları haricinde web stüdyo yapısı ile yapılmış ve herhangi bir stüdyo temelli bir çalışmaya rastlanılmamış olması çalışmanın özgün yönünü ortaya koymuş olabilir. Geliştirilen çalışmanın diğer AG yazılım araçları ve ortamları ile karşılaştırılması “AG tarayıcılar ve stüdyolar” bölümünde açıklanmaktadır.

Bu çalışma ile bilime somut olarak sağlanan katkılar şu şekilde sıralanabilir;

- AG teknolojisini temel alan web tabanlı bir tarayıcı ile stüdyo yapılarını içeren bir web platform aracının yapılabileceği ve bu platformun birçok alanda eğitim materyali olarak kullanılabilceği ortaya konulmuştur.
- Geliştiricilerin ileride yapılacak çalışmalarında uygun ARToolKit+/ARToolKit6 yazılım türünü seçmesi durumunda bu çalışmanın hibrit (hybrid) modeli bir yapısının geliştirilmesinin (Unity3D editör) mümkün olabileceği ispatlanmıştır.
- Geleneksel AG özelliğine sahip basılı materyaller yerine, dinamik olarak işaretçi ve sanal nesnelerinin değiştirilebildiği, kullanıcıların işaretlemeler yapabildiği, sanal nesnelere etkileşime girebilen AG Stüdyo platformunun avantajları ortaya konmuş ve bu yapıların ilk uygulamalarından olan bu çalışma ile gelecekte yapılacak tasarımlara ve projelere bir alt yapı oluşturulmuştur.
- Masaüstü ve mobil platformlarda çalışılabilen, sanal nesne yüklemesini web tabanlı tarayıcı üzerinden, uygulamasını AG teknolojisini temel alan hem web hem de masaüstü platformda gerçekleştirebilen ilk stüdyo uygulaması geliştirilmiştir.

Araştırma Soruları

İlgili alanyazın incelendiğinde AG teknolojisini içeren örnek çalışmaların genel olarak öğrenci başarısını ve eğitim kazanımlarını incelediği, bu incelemeleri ve kazanımları sağlamak için oluşturulan AG uygulama araçlarının tasarımlarının ve uygulama aşamalarının açıklanmasına az yer verildiği anlaşılmaktadır. Buna karşın araştırma için

oluşturulan AG materyallerinin geliştirme aşamalarının paylaşılması, uygulama kullanımının ve sonuçlarının bu çerçevede değerlendirilmesi gelecek çalışmalar için daha kullanışlı, nitelikli ve kapsamlı sonuçların oluşmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Buradan hareketle bu çalışma; AG3B Web Platform uygulamasının tüm gelişim aşamalarını sunmayı ve etkililiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1. Deney grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Kontrol grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest sontest fark ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney grubu öğrencilerinin AG uygulaması hakkındaki memnuniyet düzeyi ne seviyededir?
5. Öğrencilerin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?
6. Eğitimcilerin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?

Varsayımlar

- Uygulamanın çalıştırılması aşamasında kullanılan masaüstü bilgisayar, taşınabilir cihaz ve akıllı telefon gibi cihazların çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için yeterli düzeyde donanıma sahip olduğu, bu çalışmanın varsayımları olarak kabul edilmiştir
- Uygulamanın etkinlik, verimlilik ve kullanılabilirlik çalışmalarında yer alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel, yaş, temel bilgisayar deneyimi durumlarının yeterli ve aynı düzeyde olduğu, bu çalışmanın varsayımları olarak kabul edilmiştir.

Sınırlılıklar ve Zorluklar

Çalışma çevrimdışı masaüstü ortamda, çevrimiçi masaüstü ve mobil web tarayıcı ortamları olmak olarak üç farklı platformda çalıştırılmış ve bu platformlara ait sınırlılıklar ve zorluklar şu şekilde tespit edilmiştir;

AG3B-Web Platform uygulamasının bu üç ortamda karşılaştığı genel sınırlılık durumu şu şekildedir;

- Uygulama, ortam ışığının az (karanlık) veya fazla (parlaklık) olması durumunda kameradan algılanan işaretçi yapısını çözümleyememektedir. Pozlama sebebiyle oluşan bu problem FLARToolKit yazılımının işaretçiyi geç tanımaya sebep olmakta, işaretçi ile uygulama arasında etkin çalışma ortamını sınırlandırmaktadır.

AG3B-Web Platform uygulamasının masaüstü cihazlara destek veren web tarayıcı kullanımındaki sınırlılıklar ve zorluklar şu şekildedir;

- Uygulamanın masaüstü web tarayıcılarında çalıştırılabilmesi için AG3B-Web Platform uygulaması hem Windows hem de Linux sunucularına yüklenmiştir. Uygulama her iki sunucuda sorunsuzca çalışmasına karşın Windows sunucularında FTP erişim sınırlamaları, klasör oluşturma izinleri ve yüklenecek dosya boyut kısıtlamaları gibi zorluklarla karşılaşmıştır. Ancak bu zorluklar ve kısıtlamalar Linux sunucularında sadece yüklenecek dosya boyut kısıtlaması ile sınırlı kalmış ve bu durum servis sağlayıcının yüklenecek dosya boyutunu arttırması ile aşılmıştır.
- Uygulama masaüstü cihazlara destek veren birçok web tarayıcı ile denenmiştir. Bu denemeler için Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox ve Opera gibi web tarayıcıları tercih edilmiştir. Bu denemelerde Chrome ve Opera tarayıcılar üzerinde çalışan uygulamanın kamerayı bulma ve yükleme adımlarında problemler yaşadığı, ancak Internet Explorer ve Mozilla Firefox tarayıcılarında sorunsuz bir şekilde kamerayı bulduğu ve uygulamayı çalıştırdığı belirlenmiştir. Chrome ve Opera, çalışmanın masaüstü cihazlara destek veren web tarayıcı kullanım sınırlamasını oluşturmaktadır.

AG3B-Web Platform uygulamasının mobil cihazlara destek veren web tarayıcı kullanımındaki sınırlılıklar ve zorluklar şu şekildedir;

- Akıllı telefonlar ve taşınabilir cihazlar farklı işletim sistemi yazılımları ile piyasaya sürülmüştür. Bu durum genellikle Android, iOS (Iphone Operating System) ve UWM (Universal Windows Platform) şeklinde olmaktadır. Bu işletim sistemleri üzerinde yer alan mevcut tarayıcılar farklı güvenlik önlemleri nedeniyle Adobe Flash

tabanlı yazılımları çalıştırmamaktadır. Bu nedenle AG3B-Web Platform uygulamasının mobil cihazların web ortamında çalıştırılabilmesi için Flash destekli web tarayıcıların cihazlara yüklenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada uygulamanın akıllı telefonlarda ve taşınabilir cihazlarda gerçekleştirilme işlemi için Puffin web tarayıcı kullanılmıştır. Puffin web tarayıcı, Adobe Flash uygulamalarına mobil ortamda tam destek veren, kullanımı kolay bir web tarayıcıdır. Uygulamanın mobil cihazlara destek veren Internet Explorer ve Google Chrome gibi tarayıcılarda çalışmaması kullanıcının mobil platform tarayıcı tercihini sınırlandırmıştır.

AG3B-Web Platform uygulamasının internet bağlantısı olmayan masaüstü ortam kullanımında herhangi bir sınırlama yoktur.

Tanımlar

Artırılmış Gerçeklik: Çeşitli uygulama programları kullanarak gerçek ile sanalın eş zamanlı olarak gerçek dünya üzerinde birleştirilmesidir [50]. Diğer bir ifade ile AG, kullanıcının gerçek dünya ile bağlantısının var olduğu, 3D model, video, ses, animasyon, resim ve metin gibi veri ve görüntüleri gerçek dünya görüntüleri üzerine eklenebildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılandığı ortamlardır [19].

ARToolKit: ARToolKit, AG uygulamaları oluşturmak için kullanılan ücretsiz ve açık kaynak kod yapısında sahip bir yazılım paketidir. İşaretçi olarak beyaz kenarlık ile çevrelenmiş siyah zemin içine beyaz desenli yapılar kullanmaktadır. ARToolKit, video kaynak görüntüleri yakalayabilen, görüntülerdeki işaretçileri optik olarak izleyebilen ve bunları OpenGL kullanarak bilgisayar tarafından oluşturulan içerikle birleştirebilen bir yazılım kütüphanesine sahiptir.

FLARToolKit: FLARToolKit, ARToolKit kütüphanesinin AS3 (action script 3.0) sürümüdür ve masaüstü uygulamalar için geliştirilen ARToolKit kütüphanesinin java versiyonu olarak türetilmiş NyARToolKit sürümüne dayanmaktadır. FLARToolKit, kullanıcıların ücretsiz olarak masaüstü ve web tabanlı AG uygulamaları geliştirebilmelerine olanak sağlamakla, Papervision3D, Away3D, Sandy, Alternation3D gibi oyun motorları ile uyumlu çalışmaktadır.

3DSMax: 3D modelleme, animasyon ve görüntüleme yazılımıdır.

Papervision3D: Adobe Flash ve AIR’de gerçek zamanlı 3D içerik oluşturmak için bir açık kaynak 3D grafik motorudur.

ARToolKit Marker Generator: Kullanıcının, ARToolKit için web kamerası karşında kendi basılı işaretçisinin görüntüsünü “.pat” uzantısı ile alabildiği orijinal bir işaretçi oluşturma yazılımıdır.





2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde eğitimde teknoloji kullanımının önemi, AG kavramı ve tarihsel gelişimi, AG ve SG kavramları arasındaki farklar, AG teknolojisinde kullanılan çevre birimleri, AG türleri ve çalışma prensipleri, AG geliştirme yöntemleri, AG Tarayıcıları ve Stüdyo araçları detaylı ve açık bir şekilde anlatılmıştır.

2.1. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Önemi

Bu kısımda yeni teknoloji araçların gerekliliği üzerine durulmuştur. Ayrıca eğitimde farklı programların çok geniş olması sebebiyle bu bölümde fizik, kimya, geometri ve matematik öğretim alanları belirlenmiş ve her bir alana yönelik yapılmış akademik ve sektör uygulamaları ele alınarak incelenmeye çalışılmıştır.

Son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojileri hızlı bir şekilde ilerlemekte ve değişikliğe uğramaktadır. Bu değişim ve gelişim birçok sektörde olduğu gibi eğitim programlarını da etkilemekte, yeni bilgi ve becerilerin kazandırılmasını sağlayan teknoloji araçlarının kullanımını gerekli hale getirmektedir. Seferoğlu (2015) [51] okullarda teknoloji kullanımı ve uygulamalar üzerine yapmış olduğu çalışmasında, durumu “bu süreçte geleneksel öğretim ortamları/yöntemleri yetersiz kalmakta” şeklinde açıklamaktadır. “Klasik öğretim tekniği yerine, etkinliği ispatlanmış, insan beynine uygun ve bireyselliği göz önüne alan aktif öğrenme yaklaşımlarından birini benimsemeliyiz.” [52]. Ayrıca Güllüpınar, Kuzu, Dursun, Kurt ve Gültekin (2013) [2] tarafından yapılan çalışmada öğretimde yeni teknik ve yöntemlerin kullanımının gerekliliğini “eğitim araç ve gereçlerinin, teknolojiye bu yeniliklerle birlikte yenilenmesi, günün gereksinimlerine cevap verebilir duruma gelmesi kaçınılmazdır” şeklinde açıklamaktadır. Bu açıklamalar ve yapılan araştırmalar gösteriyor ki; günümüzde kaliteli, etkili, kalıcı ve verimli öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için öğrenme-öğretme ortamlarının yeni eğitim teknolojileri ve araçları ile desteklenmesi önemlidir.

Fizik dersleri, çok soyut kavramlar içerdiğinden öğrenciler için zor derslerin başında gelmektedir [53]. Bu nedenle öğrencilerin bu dersin içeriğini oluşturan akım, gerilim, yük, direnç, sığa gibi soyut kavramları ve manyetik kuvvet, manyetik alan gibi olayları algılamaları, bu konularda hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını geliştirebilmeleri için eğitim-

öğretim içerisinde yardımcı materyal olarak kullanılan deney ve modellerin rolü son derece önemlidir. Bu modeller öğrencilerin zihinde canlandıramadıkları soyut kavramları somutlaştırarak öğrenmelerinde yardımcı olmaktadır. Bu deney ve modellerin öğretimi için genellikle sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı görülmektedir. Fizik öğretimine yönelik sanal deney ve modellerin kullanıldığı sektör uygulamalarına; iki boyutlu ve ücretli “Edison5” ve üç boyutlu, ücretli, grafik ve matematiksel işlem yapabilen “Crocodile Physics 401” programı örnek olarak verilebilir. Akademik çalışmalara; Aycan ve Yumuşak (2003) [54] tarafından üniversite öğrencileri üzerinde yapılan araştırma örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada fizik dersinin en zorlu konusunun “Elektrik ve Manyetizma” olduğu tespit edilmiştir. Günümüz teknolojisi öğrencilerin “Elektrik ve Manyetizma” gibi konuları sanal bir ortamda modelleyebilmelerini ve bu model üzerinde çalışabilmelerini olanaklı hale getirmiştir. Köklü (2015) [55] tarafından yapılan doktora tezinde genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin artırılmasına yönelik bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada eğitim fakültesi genel fizik laboratuvarında kullanılan deney föylerinin birer deney örnekleri animasyon, benzetim ve analogik modelleri Flash CS6 program ile bilgisayar ortamında geliştirilmiştir. Bu modellerin öğrencilerin öğrenmeye etkisinin ve akılda kalıcılık durumunun değerlendirilmesi amacıyla uygulaması yapılmış ve araştırma sonucunda geliştirilen model ile eğitim gören öğrencilerin akılda kalıcılık etkilerinin geleneksel ders anlatımının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı olarak yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma değerlendirildiğinde, çalışmanın çevrimiçi çalışma, üç boyutlu ve kullanıcı etkileşimli olma, video ile desteklenme, taşınabilir cihazlardan ulaşılabilme ve istendiğinde içeriğinin güncellenebilme gibi özelliklerinin geliştirilmesi gerektiği görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise fizik alanında bilgisayar destekli öğretim yönetimin, fizikte teori ve deneysel olarak başarı düzeyini arttırdığı söylenebilir.

Kimya birçok öğrenci için zordur [56]. Kimyasal olayların moleküler seviyede meydana gelmesi kimya öğrenimini güçleştirmektedir [57]. Fizik alanında olduğu gibi kimya alanında da en çok tercih edilen öğretim yönteminin sanal laboratuvar uygulamaları olduğu söylenebilir. Kimya alanında sanal laboratuvar, kimyasal bir işlemi modellemek, ayarlarını ve parametrelerini değiştirmek, niteliksel (dokular, renkler, çökeltiler, kabarcıklar, alev vb.) veya niceliksel (tablolar, grafikler, vs.) kimyasal reaksiyonların karakteristik belirtilerini göstermek için tasarlanmış bir yazılımdır [58]. Bu alana yönelik sektör uygulamalarına; “Chemlab” örnek olarak verilebilir. Chemlab gerçek zamanlı bir kimya

laboratuvarı benzetim aracıdır. Eğitim amaçlı bilgisayar ortamında çalışabilen Chemlab, uygulama deneyleri ve teorileri gerçekleştirebilmekte ve öğrencilere gözlemlerini not edebilme imkânı sunmaktadır. Bu önemli uygulama değerlendirildiğinde; en önemli eksikliğin VR platformu yerine fare ile masaüstü platformundan kontrol edilebilmesi ve sadece iki boyutu desteklemesi gösterilebilir. Bu nedenle bu uygulama için zayıf bir sanal gerçeklik ortamı sunduğu söylenebilir. Kimyasal tepkimelerin görselleştirilmesinde animasyon yöntemi de sıklıkla kullanılır [59]. Bu animasyonların genellikle web tabanlı bir eğitim modelinde kullanıldığı görülmektedir. Akademik alanda animasyon kullanımına; Own ve Wong (2000) [60] tarafından yapılmış "Asit-Baz kimyası" konulu kimya üzerine dağıtılmış bir veri tabanı formatı olan üç aşamalı bir işlemci-sunucu web sayfası tasarımı örnek olarak verilebilir. Uygulama içerisinde öğrencilerin ulaşabilecekleri konulara ait animasyonlar ve videolar bulunmaktadır. İlkokul seviyesine gerçekleştirilen uygulamanın öğrencilerin öğrenmelerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmektedir. Bu çalışma değerlendirildiğinde, çalışmanın çevrimiçi bir ortamda çalışması açısından başarılı olduğu, kullanıcı etkileşimi ve üç boyutlu model gösterimi konusunda eksikliklerinin bulunduğu görülmektedir.

Matematik eğitiminde teknolojinin kullanımı yeni değildir. Bilgisayar destekli eğitim olarak ifade edilebilen bu teknoloji, matematik öğretiminde öğrencilerin sembolleri, işaretleri, ölçü birimlerini, kısaltmaları daha kolay anlamalarını ve problemin işlem basamaklarını ve çözüm yöntemlerini daha kolay öğrenmelerini sağlayabilir. Matematikte bilgisayar kullanımı bazı konuların öğrenilmesinde, bazı algoritmaların kurulmasında, işlemlerin yürütülmesinde, çözüm adımlarının gösteriminde, analiz ve araştırmaların yapılmasında kullanılabilir [61]. Bu ortamlarda yer alan konuların zenginleştirilmesi için ses, görüntü, animasyon ve video gibi materyallerin kullanıldığı ve böylece öğrencilerin daha eğlenceli ve verimli zaman geçirdikleri görülmektedir. Ayrıca bu ortamlardaki öğrenciler çoklu ortam verilerine ve görüntülerine kolay ulaşabilir ve öğrenilen olgunun kavramsal alt yapısını öğrenebilir. Bununla birlikte farklı teknolojik ürünler, öğrencilerin ortaöğretim matematik ve geometri dersi kazanımlarında yer alan kavramları modellemelerine yardımcı olabilir [62]. Matematik ve Geometri alanlarına yönelik sektör uygulamalarına; "Geogebra", "Cabri 3D", "TI-92" örnek olarak verilebilir. Cabri 3D programları ile öğrenciler geometrik şekiller ve yapılar oluşturabilir, temel geometrik elemanları (nokta, doğru, doğru parçası, ışın, açı... gibi) kullanabilir, adım adım karmaşık bir geometrik yapı veya şekil oluşturabilir [61]. Cabri 3D dinamik, gerçek zamanlı,

etkileşimli ve 3 boyutlu çizimleri gösterebilen bir geometri çizim programıdır. Dinamik olması kullanıcının program içerisinde kullandığı nesnelere sürükleyebilmesini sağlamaktadır [63]. Bu önemli çalışma değerlendirildiğinde; ücretli ve kullanımının zor olduğu görülmüştür. Ülkemizde akademik alanda yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır [64]. Özyurt (2013) tarafından yapılmış olan “Uyarlanabilir zeki web tabanlı matematik öğrenme ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi” adlı çalışma akademik çalışmaya örnek olarak verilebilir [65].

Eğitimde teknoloji kullanımının incelendiği bu bölümde teknoloji kullanımı bilgisayar destekli eğitim, web tabanlı eğitim, web destekli eğitim ve teknoloji destekli eğitim ve uzman sistem gibi başlıklar altında topladığı, bu başlıklar içerisinde gerçekleştirilen uygulamaların ve animasyonların Delphi, Java, Flash, Asp.net, Actionscript gibi yazılımlar ile geliştirildiği görülmektedir. Teknolojinin arka planına bakıldığında bilgisayar tarafından üretilmiş uygulamaların çevrimiçi bir sunucuda veya çevrimdışı bir bilgisayara kurulma yöntemleriyle gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu yöntem ve teknolojiler ile yapılmış ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde, geleneksel öğretim yöntemiyle gerçekleştirilen öğretim yöntemine göre bilgisayar destekli öğretim yöntemi öğrenci başarısını daha da arttırmaktadır [64].

2.2. Artırılmış Gerçeklik

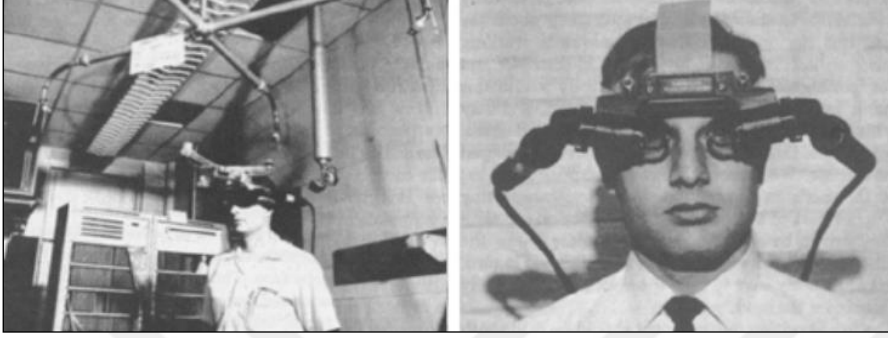
AG teknolojisi üzerine yapılan çalışma sayısı son yıllarda artmaktadır. Bu çalışmalar ışığında bu alanda yapılan tanım ve terimler teknolojideki gelişmelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Alanyazın incelendiğinde Milgram ve Kishino (1994) artırılmış gerçekliği “Gerçek bir ortamın görüntüsünü sanal olarak bilgisayarlar tarafından üretilmiş dijital ortam nesnelere kullanılması ile artırıldığı ortamdır” olarak tanımlamaktadır [66]. Azuma’ya (1997) [67] göre gerçek dünya üzerinde sanal imgelerin birleştiği ve iç içe girdiği etkileşimli bir teknoloji ortamıdır. Cai, Chiang ve Wang (2013) [23] çalışmasında ise AG’yi bir bilgisayar tarafından oluşturulan 2D veya 3D sanal bilgiyi çeşitli algılama teknolojileri, etkileşim teknikleri, bilgisayar görme teknikleri, çoklu ortam teknikleri ve insan-bilgisayar teknolojisi yardımıyla kullanıcının bulunduğu gerçek ortam görüntüsü üzerine bindirildiği bir teknoloji olarak tanımlamaktadır. Zhu ve Owen’ a (2008) [68] göre AG, bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş nesnelere gerçek görüntü üzerine eklenmesi ile kullanıcıda meydana gelen algı değişimini oluşturan teknolojidir. AG olarak

isimlendirilen bu yeni teknolojiyi canlı görüntü üzerine metin, resim, ses gibi ek bilgilerin eklenmesi ile oluşan ve gerçek görüntünün bir parçası hissini verdiren bir yapı olarak tanımlamaktadır. AG teknolojileri, insan bilgisayar etkileşiminin yeni bir yolu olarak, kullanıcı müdahalesi olmadan gerçeklik algısını gerçek zamanlı olarak değişimini mümkün kılmaktadır [69]. Bu değişim içinde en önemli unsur yeni teknolojik araçlardır. Bu yeni teknolojik araçlara internete bağlanabilen akıllı telefonlar, akıllı gözlükler ya da mobil cihazlar örnek olarak verilebilir. Sanal ve gerçek dünya arasındaki etkileşimli ortamı AG oluşturur [19]. Bunun sağlanması için AG kullanılır [70]. Bir başka ifadeyle AG, gerçek dünyanın etkilenmesine neden olmadan, kullanıcının gerçek dünya üzerindeki sanal nesnelere ile etkileşim içinde olduğu sanal gerçeklik uygulamasıdır [71]. AG uygulamalarında gerçek zamanlı bir etkileşim yöntemi kullanılmaktadır. Bu durum Azuma (1997) [67] tarafından olmazsa olmaz olarak ifade edilmiş ve “*Gerçek Zamanlı Etkileşim*”, “*Gerçek ve Sanal Birleşim*” ve “*3D Çalışma/Çakıştırma*” özelliklerinin bir AG çalışmasında bulunması gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için çeşitli uygulama programları kullanılmaktadır. Bu programların en önemli özelliği gerçek ile sanalı tek bir ekranda ve gerçek zamanlı gösterebilmeleridir. Bu gösterimde bilgisayarlar tarafından üretilen model, video, ses, metin ve animasyon gibi sanal nesnelere kullanılabilir [37]. Tüm bu açıklamalardan anlaşılacağı gibi AG kavramı gerçek zamanlı gerçekleşen ve bilgisayarlar tarafından üretilmiş sanal verilerin gerçek görüntü üzerine eklenmesi yöntemiyle zenginleştirme işlemi olduğu anlaşılmaktadır.

2.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

- 1952’de görüntü yönetmeni Morton Heilig tarafından dünyanın ilk sanal gerçeklik makinesi “Sensorama” geliştirilmiştir [72].
- 1960’da Morton Heilig tarafından “Telesphere Mask“ adında bir makine icat edilmiş ve patenti alınmıştır [73]. Film ortam kullanımı için tasarlanan makine etkileşimi olmayan, kulaklık, stereoskopik 3D ve ses ile çalışabilir bir yapıya sahiptir.
- 1962’de Morton Heilig tarafından “Sensorama simülatorü” geliştirilmiştir [73].
- 1962’de Ivan Sutherland tarafından “Sketchpad” adında ilk bilgisayar grafik kullanıcı arayüzü oluşturulmuştur.
- 1965’de, Ivan Sutherland tarafından “The Ultimate Display” adında sanal gerçeklik aracı tanıtılmıştır [74]. Bu araç kullanıcıyı tamamen simülasyon ortamı içine alacak, etkileşimli grafikler ve kuvvet geri bildirim özelliğine sahip cihazları içermektedir.

- 1968’de, Ivan Sutherland tarafından “Democles’in Kılıcı (The Sword of Damocles)” adında sanal gerçeklik alanında kullanılan başa takılan üç boyutlu ekran özelliğine sahip ilk HMD cihazı tanımlanmıştır. Resim 2.1’de gösterilen bu cihaz bilgisayar tarafından çizilen basit çizimleri kullanıcıya üç boyutlu olarak gösterebilen ilk örneklerdendir [74].



Resim 2.1. Dünyanın ilk başa monte edilen görüntüleme cihazı [74].

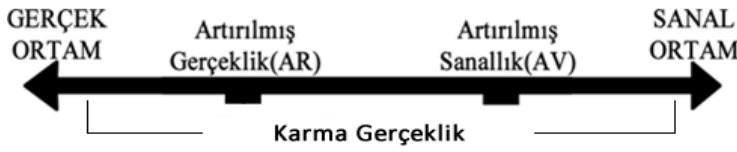
- 1975’de AG alanında büyük bir gelişme yaşanmış ve Myron Krueger tarafından “Videoplace” adında yapay gerçeklik laboratuvarı oluşturulmuştur [75]. Sistem, bir katılımcının canlı video görüntüsü üzerine gerçek zamanlı olarak bilgisayar grafik görsellerini ekleyebilmektedir.
- 1981’de Steve Mann tarafından giyilebilir cihazlar geliştirilmiştir [76]. Bu cihazlara “EyeTap”, “WearComp” örnek olarak verilebilir.
- 1990’da Tom Caudell tarafından “Artırılmış Gerçeklik” terimi ilk defa adlandırılmış ve başa monte edilen bir dijital görüntüleme sistemi ile uçaklara elektrik kablolarının düzgün bir şekilde yerleştirme sürecinde AG teknolojisi kullanılmıştır [77].
- 1992’de L. B. Rosenberg tarafından “ Sanal Aparatlar (Virtual Fixtures)” olarak bilinen ilk tam sürükleyici AG sistemi geliştirilmiş ve 1993’de bu sistemin insan performansını nasıl arttırabileceği üzerine çalışmalar yapılmıştır [78].
- 1993’de ise Feiner, Macintyre ve Seligmann tarafından KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) adı verilen bir AG sistem tanıtılmıştır [79]
- 1997’de ise Azuma (1995) AG üzerine yazılım çalışmaları yapmıştır [67].
- 1998’de Ramesh Raskar, Greg Welch ve Henry Fuchs tarafından “uzamsal artırılmış gerçeklik” yapısı oluşturulmuştur [80].
- 1999’da Dr. Hirokazu Kato tarafından ARToolKit (Augmented Reality Tool Kit) adı verilen AG tabanlı bir yazılım kütüphanesi geliştirilmiştir [81].

- 2000’de ise Bruce Thomas tarafından ilk mobil AG oyunu “ARQuake” geliştirilmiştir [82].
- 2001’de Kooper ve MacIntyre tarafından RWWW (Real-World Wide Web) adında 3 boyutlu bir uzamsal bilgi alanı ara yüzüne sahip ilk AG tarayıcısı tanıtılmıştır [44]. Bu mobil sistem WWW ortamına bir AG arayüzü olarak davranmıştır.
- 2008’de ARToolKit kütüphanesinden türetilmiş Flash tabanlı FLARToolKit yazılımı yayınlanmıştır.
- 2008’de Wikitude AG geliştiricilerin hizmetine sunulmuştur.
- 2009’da SPRXmobile tarafından Layar duyurulmuştur. Layar GPS verilerini kullanan bir diğer AG tarayıcısıdır.
- 2012’de ise Google firması X Laboratuvarında geliştirmiş olduğu ilk AG gözlüğü “Project Glass” cihazını üretmiştir [83].
- 2013’de Volkswagen yeniçağın araç servis asistanı (MARTA-Mobile Augmented Reality Technical Assistance) olarak AG’yi kullanmaya başlamıştır [84].
- 2014’de Google, tüketiciler için giyilebilir özellikli Google Glass cihazının sevkiyatına başlamıştır.
- 2015’de Microsoft HoloLens projesi olan akıllı giyilebilir AG gözlüğünü tanıtmıştır.
- 2016’da AG tabanlı oyun uygulaması “Pokemon Go” piyasaya çıkmıştır.
- 2017’de Apple firması tarafından geliştirilen “ARKit” ve Google Firması tarafından geliştirilen “ARCore” adlı AG uygulamaları tanıtılmıştır.
- 2017’de ARToolKit 6’nın açık kaynak kodlu SDK sürümü yayınlanmıştır

2.4. Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Kavramları Arasındaki Fark

Milgram ve Kishino (1994) [66] Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği (Şekil 2.1) adını verdikleri teori düzleminde Sanal Gerçeklik (Virtual Reality), Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) ve Karma Gerçeklik (Mixed Reality) kavramlarını ifade etmiştir. Bu kavramlardan Sanal Gerçeklik (SG), bilgisayar kaynaklı üç boyutlu oyunlarda karşılaşılan, kullanıcının bu ortama girdiğinde dünya ile ilişkisinin tamamen yok olduğu bir ortam olarak söylenebilir [30]. AG ise gerçek dünya ile bağlantısını devam ettiren, veri ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklenebildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan bir ortam olarak ifade edilebilir [19].

AG ve SG kavramları birbiriyle karıştırılabilmektedir [20]. Bilgisayar tarafından oluşturulmuş AG ve SG kavramları benzer öğeleri kullanan ancak gerçek ve sanal dünya arasında birbirinden farklı kavramlar olarak görülmektedir [85]. SG sanal dünyayı temel alırken, AG gerçek dünyayı temel almaktadır. Azuma'ya (1997) [67] göre AG sanal ortamların veya sanal gerçekliğin bir varyasyonudur. AG teknolojisinin gelişim sürecinde sanal ve gerçek kavramları arasındaki ilişkiyi anlatan birçok ifade kullanılmıştır. Sanal ve gerçek ilişkisini gösteren teori düzlemi (Şekil 2.1) bu konu hakkındaki tanımları daha da anlaşılır hale getirecektir.

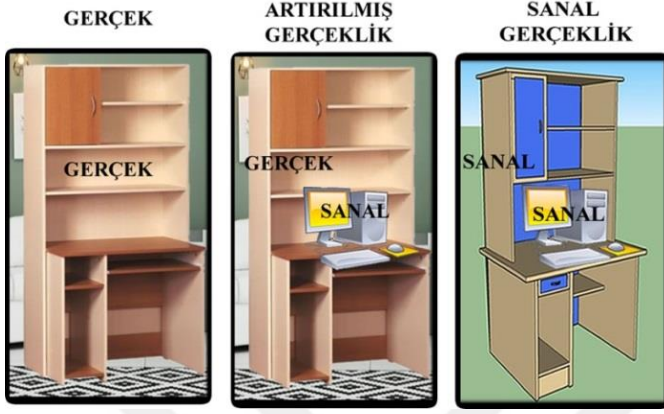


Şekil 2.1. Milgram'ın gerçeklik-sanallik sürekliliği

AG ve SG arasındaki temel farklar şu şekilde açıklanabilir:

- AG, gerçek dünyayı temel almakta, SG ise tamamen bilgisayar yazılımı ile oluşturulmuş, fiziksel olarak mevcut olmayan sanal bir dünyayı temel almaktadır.
- AG, kullanıcının gerçek dünya ile olan bağlantısını devam ettirmekte, SG ise kullanıcıyı tamamen çevrelenmiş sanal ve üç boyutlu bir dünyanın parçası haline getirmekte, daldırmakta ve gerçek dünya ile bağlantısını koparmaktadır.
- AG, bilgisayar yazılımıyla oluşturulmuş verileri katmalar şeklinde gerçek görüntüsü üzerine eklemekte, SG ise bu verileri sanal ortamın bir parçası haline getirmektedir.
- AG, ortam nesnelere özel araçlar, veriler ve bazı durumlarda gerçek el ile müdahale edilebilmesine izin vermekte, SG ise sanal ortama sadece özel araç ve veriler ile müdahale edilmesine izin vermektedir.
- AG, kullanıcıya gerçek dünyayı ve bu dünyada var olan nesnelere ve olayları görmesine izin vermekte; SG ise kullanıcının etrafındaki gerçek dünyayı görmesine izin vermemekte, içinde bulunduğu sanal nesnelere ve olayları görmesine izin vermektedir.
- AG, kullanıcıya akıllı telefon, tablet, HMD ve bilgisayar gibi araçları kullandırmakta; SG ise kullanıcıya tüm görüş alanını gerçek dünya görüntüsü olmayacak şekilde kaplayacak bir gözlük veya içine alacak (örn: araba simülatörü, uçak simülatörü) bir benzetimlik kullandırmaktadır.

- AG, kullanıcıya konum ve yön gibi durumları gerçek çevre etkisi ile gerçekleştirmekte; SG ise bu durumları sensörlerden gelen veriler ile gerçekleştirmektedir.



Resim 2.2. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik arasındaki fark

AG, SG ve Gerçek Ortam durumlarının kendi aralarındaki ilişkileri ve farkları Resim 2.2’de gösterilmiştir. Gerçek görüntü referans alındığında; AG ortamında, gerçek arka plan üzerine sanal bir bilgisayar görseli eklenmiştir. SG ortamında ise sanal arka plan üzerine sanal bir bilgisayar görseli eklenmiştir. Bu bağlamda AG ortamı gerçek ile sanal birleşimi, SG ortamı sanal ile sanal birleşimi olarak ifade edilebilir.

2.5. Artırılmış Gerçeklik için Kullanılan Çevre Birimleri

Bu kısımda AG teknolojisinin donanım altyapısı, yazılım altyapısı, ARToolKit ve FLARToolKit yazılım geliştirme paketleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

2.5.1. Donanım altyapısı

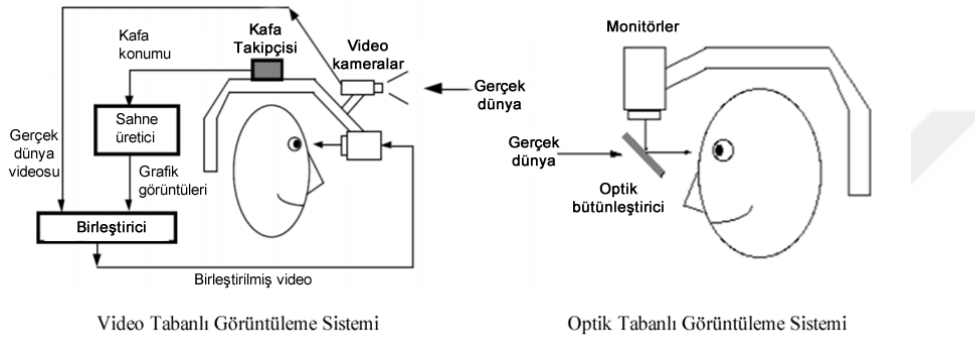
Donanım alt yapısı, kullanıcının AG teknolojisini tam olarak kullanabilmesi ve yazılımın uygulama aşamasında kendisine verilen görevi yapabilmesi için önemlidir [30]. AG’nin dış ortamdaki gelen veri ve görüntüleri alıp gerçek dünya ile birleştirme işlemi olduğu dikkate alınırsa her AG ortamı için bu verilere ulaşabilmenin yolu bazı donanımların kullanılmasından geçmektedir [19]. Geliştirilecek her bir AG sistemi bu sistemin kullanılacağı uygulama ortamına göre donanımsal farklılıklar gösterebilir. Bazı durumlarda bir AG sistemi için ortam sıcaklık verisinin kablosuz olarak alınması yeterli iken bazı

durumlarda bu verinin yanında ortamın görüntüsünün alınıp işlenmesi gerekli olabilir. Bu durum farklı kullanım alanlarındaki AG uygulamalarının farklı donanım bileşenlerine gereksinim duyduğunu göstermektedir. Alan B. Craig, AG sistemlerinin donanımsal anlamda gerçekleştirilmesi için (i) algılayıcılar/sensörler (sensors), (ii) işlemciler (processors) ve (iii) görüntüleyiciler/ekranlar (display) olarak üç temel bileşene gerektiğini vurgulamaktadır [86]. Carmigniani ve diğerleri (2011) [87] tarafından yapılan çalışmada ise AG sistemleri 4 temel donanım bileşeninden oluştuğu ifade edilmektedir. Bu bileşenler; (i) izleme (tracking), bilgisayarlar (computers), ekranlar (displays) ve giriş cihazları (input devices) şeklindedir.

Bu bileşenler detayları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

- *Algılayıcılar/Sensörler (tracking/sensors)*: Uygulama ortamlarına göre farklılık gösteren sensörler, kullanıldığı ortamın sıcaklık, nem, konum, hız gibi verilerini alabilen elektronik malzemelerdir. Kullanım alanları incelendiğinde; AG sistemleri, izleme amaçlı olarak dijital kameralar ve optik sensörler kullanılmaktadır [87]. AG uygulamalarında kullanılan kamera ve sensör cihazlarına; GPS (Global Positioning System), özel sensörlü kameralar ve webcam cihazları, ivmeölçerler, dijital pusulalar, kablosuz sensörler ve mikrofonlar örnek olarak verilebilir.
- *İşlemciler/Bilgisayarlar/Hesaplama ve İşlem Birimi (processors/computers)*: AG teknolojisi gerçek görüntü üzerine bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş sanal verileri ekleyerek göstermektedir. Bu sanal verilerin sensörler tarafından alınması ve gerekli donanımlar tarafından işlenmesi gerekmektedir. Bu süreçte verinin işlenmesi için CPU ve işlenmiş verinin gerçek görüntü üzerinde gösterilmesi için GPU kullanılması gerekmektedir. Bu bağlamda verinin işlenmesi ve gösterilmesi için AG sisteminin CPU, RAM ve GPU gibi donanımlara ihtiyaç duymaktadır. AG uygulamalarında kullanılan işlemcilere; bilgisayar, tablet ve mobil cihaz iç donanımları örnek olarak verilebilir.
- *Ekranlar/Görüntüleyiciler (displays) ve Görüntüleme Sistemleri*: Ortam görüntüsünün alınması ve bu görüntüye sanal verilerin eklenmesi sonucunda oluşan görüntünün kullanıcıya AG teknolojisi ile sunulması gerekmektedir. Bu sunum için farklı özelliklere sahip görüntüleme sistemleri tercih edilmektedir. Azuma'a (1997) [67] göre görüntüleme sistemleri ikiye (Şekil 2.2) ayrılmaktadır: Optik Tabanlı Sistemler ve Video Tabanlı Sistemler. Bu tercih bazen optik tabanlı bir görüntüleme

sistemi olabileceği gibi bazen de video tabanlı bir görüntüleme sistemi olabilir. AG uygulamalarında kullanılan ekran olarak tabir ettiğimiz görme cihazlarına; uzamsal görüntüleme sistemleri (masaüstü bilgisayar ekranları), taşınabilir görüntüleme sistemleri (tablet ekranı, telefon ekranı), başa monte edilen görüntüleme sistemleri (HMD lensleri) ve kullanıcının taşınması veya takmasına gerek olmadan grafiksel bilgileri fiziksel nesne üzerine görüntüleyerek gerçekleştiren sistemler (hologram, radio frekansı, video projektör, projeksiyon ve AG aynalar) örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.2. AG optik görüntüleme sistemi ve video görüntüleme sistemi [67]

- *Girdi Cihazları (input devices)* : Kullanıcı, bu sistemlerde sanal bir piyanonun tuş hareketlerini görebildiği gibi bazen de çıkarttığı sesleri duymak, sayısal bir veri olarak almak veya hissetmek isteyebilir. AG teknolojisi gerçek görüntünün ses, video, animasyon ve resim gibi sanal nesnelere zenginleştirilmesi ve bu zenginliği duyu organları ile algılaması olduğu düşünüldüğünde, AG sistemlerinde istenen durum kullanıcının duyma, dokunma ve koklama algısına yönelik cihazların bu sistemlerde kullanılmasıdır. Bu cihazlara duyma amaçlı giyilebilir kulaklık cihazı ORA-X, dokunma amaçlı Plexus VR-AR Gloves eldiveni, el hareket algılama amaçlı Kinect Box örnek olarak verilebilir.

Kipper ve Rampolla (2012) [88] tarafından genel olarak AG uygulaması için gerekli temel donanım bileşenleri şu şekilde ifade edilmiştir:

- Bilgisayar (uygulamanın çalışacağı PC, akıllı telefon, AG gözlük ya da taşınabilir cihaz)
- Monitör veya görüntü ekranı (kullanıcıya sunulan görüntüleme bileşeni)
- Kamera (gerçek görüntünün alınmasını sağlayan bileşen)

- Algılayıcılar ve sensörler (GPS, ivmeölçer bileşenleri)
- Ağ yapısı (bulut yapısına sahip AG uygulamaları için)
- İşaretçi (fiziksel bir işaretçi, nesne veya görsel işaretçi)

Günümüzdeki teknolojik gelişmeler modern donanım cihazlarının üretilmesi için büyük yatırımlar yapılmasına ve birçok alanda bu cihazların kullanılmasını imkân vermektedir. Bu sayede AG uygulamalarının birçok alanda etkin bir şekilde bu donanım cihazları üzerine çalıştığı görülmektedir. Bu donanım cihazlarına; mobil cihazlar (akıllı telefon ve tabletler) , Özel AR cihazları (HUD), AR gözlükleri (AR glasses) ve kulaklıklar, kiosk sistemler, aynalar ve akıllı kontakt lensler (AR contact lenses), sanal retina ekranları (virtual retinal displays) örnek olarak verilebilir.

2.5.2. Yazılım altyapısı

AG için öncelikle sanal ile gerçek ortamı bir arada yorumlayacak bir ara yüzey gerekmektedir ve çoğunlukla bu ara yüzey yazılım firmaları tarafından kendi tescilledikleri yazılım paketleri olarak piyasaya sürülmektedir [19]. Bu yazılımlar, AG uygulaması geliştirmeye destek ve kolaylıklar sağlayan platform araçları ile beraber tasarlanmaktadır. Yazılımlar genelde modelleme aracı, işaretçi üretim aracı, performans artırıcı motor aracı ve mobil uygulama aracı (HTML5, Cross Platform, Native, Hybrid vb.) isimleri altında gelmektedir.

Yazılım aracında, AG teknolojisini içeren birçok yazılım geliştirme paketi/platformları/Frameworks (SDK, Software Development Kit) mevcuttur. Yazılım geliştirme paketi (SDK), yazılım çatısı, donanım platformu, bilgisayar sistemi veya işletim sistemine benzer bir platform için uygulama üretmeyi sağlayan yazılımdır. Bu paketlerin birden fazla yazılıma destek vermesi, kullanıcıların bu paketler ile kendi AG uygulamalarını oluşturabilmeleri ve bu uygulamaların istenilen cihazda kullanılabilmesi açısından önemlidir [89]. Bu sayede kullanıcılar daha kolay yazılım geliştirebilir ve uygulamalarını her platformda yayınlatabilir. Ancak bu yazılım araçlarının bazıları ücretli bazıları ücretsizdir. Ücretli olan SDK paketlerinden bazıları deneme süresi, kullanım sayısı, platform destek, çoklu ortam nesne, izleme türü (işaretçi, GPS, doğal görüntü, 3D model) sınırlamaları yani sınırlı özgürlük getirmektedir. Tarama sırasında tespit edilen ücretli (sınırlı özgürlük SDK'ları da dâhil) AG yazılım geliştirme paketlerine WikiTude,

LayAR, Kudan, FaceSDK, ücretsiz yazılım geliştirme paketlerine ARToolKit, SLARToolKit, FLARToolKit, OsgART, Droid AR, UAR örnek olarak verilebilir. Apple ARKit iOS 11+ sürümlerine ve Google ARCore Android SDK 7.0 ve üst sürümlerine bir API olarak ücretsiz sunulmaktadır. Günümüzde geliştiricilerin kullanabileceği mevcut AG SDK'lar şu şekilde sıralanabilir; PTC Vuforia, Apple ARKit, ARToolkit+, Wikitude, HP Reveal, Google ARCore, ARToolkit+, Kudan, MaxSt, EasyAR, AR Lab, VisionLib, DroidAR, Layar ve AR-Media.

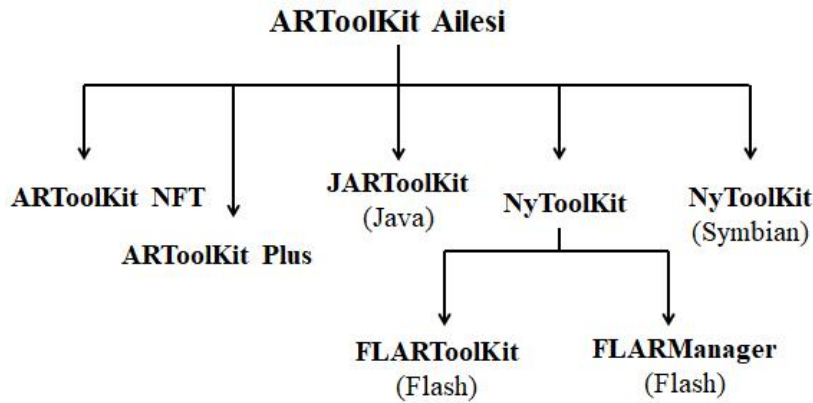
Modelleme aracında, program içinde kullanılacak üç boyutlu modelleme ve karakter tasarlama imkânı sağlayan araçlar mevcuttur ve bunlar X, Y ve Z koordinat sistemine göre çalışırlar [19]. Modelleme araçları AG teknolojisinin en önemli bileşenidir ve çok çeşitli AG uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu araçlar tıp alanında organları, mimarlıkta binaları, eğitimde kimya reaksiyonları ve pazarlamada ürünleri bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak modellenmesini sağlamaktadır. Blender, Unity3D, Google SketchUp, Cinema 4D, Solidworks, ZBrush, K-3D, Sweet Home 3D, Maya 3D, Lightware, AutoCad 3D ve 3DS Max sayabilecek 3D model ve grafik tasarlama programlarıdır.

Performans artırıcı motor aracı, program içinde modelleme aracıyla yapılmış üç boyutlu nesnelerin (3D API) bilgisayar, taşınabilir cihaz ve akıllı telefon gibi farklı platformlarda çalışabilmesine olanak sağlayan programlardır. Birçok grafik motor yazılım aracı mevcut olup Flash tabanlı araçlara Papervision3D ve Away3D, yüksek seviye API ara yüze Java 3D ve OGRE 3D, web tabanlı API ara yüze WebGL ve Sandy3D, Düşük seviye API ara yüze OpenGL ve Direct3D örnek olarak verilebilir. 3DMax, Horde3D, Blender, Swift3D ve Unity3D en çok bilinen ve yaygın kullanılan 3D oyun motorlarıdır.

2.5.3. Artoolkit ve Flartoolkit aracı ve özellikleri

AG yazılım geliştirme araçlarından ücretsiz ve açık kaynak kod yazılımı olarak bilinen ve bu alanda en çok kullanılan yazılım paketi ARToolKit'dir [30]. ARToolKit, 1999 yılında Hirokazu Kato tarafından geliştirilmiş, Washington üniversitesi HIT Laboratuvarı (The Human Interface Technology Laboratory) tarafından yayınlanmıştır. ARToolKit, C dilinde yazılmış, farklı dillerde desteği olan, bilgisayarlı görme algoritması kullanan bir yazılım kütüphanesidir. Bu yazılım kütüphanesi kamera ve marker olarak ifade edilen fiziksel bir işaretçinin (marker) konumunu gerçek zamanlı hesaplayıp istenen görüntüyü işaretçi

üzerinde görüntüleme becerisine sahip bir kütüphane olarak tanımlanabilir [19]. İlk olarak 1999'da SIGGRAPH konferansında sunulan ARToolKit, Washington Üniversitesi HITLab, Yeni Zelanda Canterbury Üniversitesi HITLabNZ (İnsan Arayüzü Teknoloji Laboratuvarı Yeni Zelanda) ve Seattle'da bulunan ARToolWorks şirketi tarafından geliştirilmektedir. Kare izleme yapısına sahip açık kaynak kodlu ARToolKit v1 sürümü 2001'de, v2 sürümü 2004'de yayınlanmıştır. Aynı zamanda 2004 'de NFT takibi ARToolKit'e eklenmiştir. 2015'de ARToolKit yazılımı, DAQRI tarafından satın alınmış ve açık kaynak kodlu ücretsiz profesyonel sürümü ARToolWorks 5.2 piyasaya sürülmüştür. Daha önce ARToolWorks şirketi yöneticilik görevinden ayrılan Ben Vaughan ve Phil Lamb, mevcut ARToolKit yazılımını ve ARToolKit geliştirme topluluğunu desteklemek amacıyla ArtoolkitX yazılımını geliştirmişlerdir. Çinli bir şirket olan Realmax Inc tarafından ArtoolkitX, desteklenmektedir. 2017'de DAQRI tarafından ARToolKit 6 yazılımı yayınlamış ve bu yazılımının en önemli özelliği mobil destek ve doğal nesne izleme olduğu açıklanmıştır. ARToolKit'in şu anki sürümü Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, iOS, Symbian OS ve Android platformlarını desteklemekte ve bu yazılım ile uygulama geliştirecek kullanıcıların yazılım bilgisine sahip olması gerekmektedir. ARToolKit kütüphanesinden türetilmiş farklı dilleri destekleyen yazılım sürümleri Şekil 2.3'de gösterilmektedir.



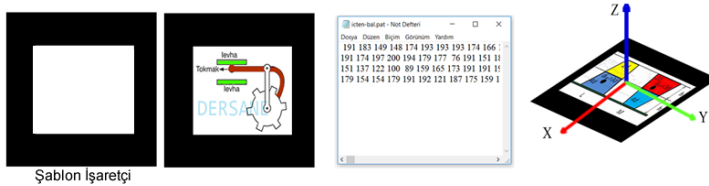
Şekil 2.3. ARToolKit ailesi

Kullanıcılar uzmanlaştıkları yazılım dilindeki ARToolKit yazılım paketini uygulamalarına ekleyerek AG ortamları oluşturabilirler. ARToolKit yazılımının eklenti olarak eklenebilecek ortamlara Visual Studio ve Unity3D programları örnek olarak verilebilir. Çizelge 2.1'de ARToolKit yazılım geliştirme aracından türetilmiş ve açık kaynak kodlu AG paketleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Açık kaynak kodlu AG geliştirme paketleri

Donanım	İşletim Sistemi	Çalışma Ortamı	ARToolKit Ailesi	3D Motor
Masaüstü	Windows Mac OS	Flash	FLARToolKit	Away 3D
				Papervision 3D
		Silverlight	SLARToolKit	Silverlight 5 3D
				Balder
Mobil	iOS	Native (Objective C)	iOS için ARToolKit	OpenSceneGraph (OpenGL)
	Android	Native (Java)	ARToolKit / AndAR	OpenGL
	Windows Phone	Native (C#) / Mango / Silverlight	SLARToolKit	Native (C#)

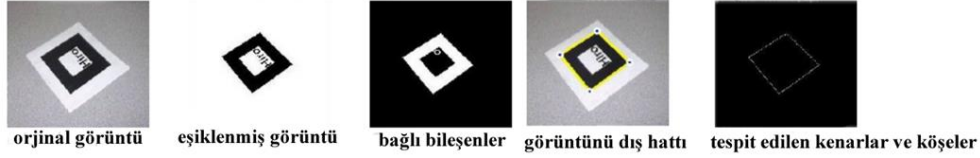
İşaretçiler gerçek ile sanal ortamı bir arada gösterilmesini sağlayan araçlardır. Resim 2.3’de görüleceği gibi ARToolKit tipi işaretçiler kamera tarafından daha iyi tanımlanması, takip edilmesi ve birleştirilmesi için “fiducial” adı verilen beyaz kenarlık ile çevrelenmiş siyah zemin üzerine siyah ve beyaz desenler ile resmedilmektedir. Ayrıca bu tip işaretçiler kare şeklinde olmalı ve işaretçinin siyah dört köşe sınırları yazılım tarafından tanımlanabilecek bir genişlikte olmalıdır. Siyah beyaz ARToolKit tipi işaretçiler renkli işaretçilere göre daha güvenilir ve başarılı sonuçlar vermektedir. İşaretçi üretim programları işaretçi desenindeki her bir pikselin renk tonunu ifade eden sayısal bir değer (0-255 arasında renk kodları) ile pat dosyasında saklanmaktadır [30]. Günümüzdeki ARToolKit yazılımlar (örn. ARToolKit 6) gerçek dünyadaki bir nesnenin (gerçek bir bina, insan yüzü, duvardaki resim) işaretçi olarak kullanılmasına imkân vermektedir.



Resim 2.3. ARToolKit işaretçi örnekleri

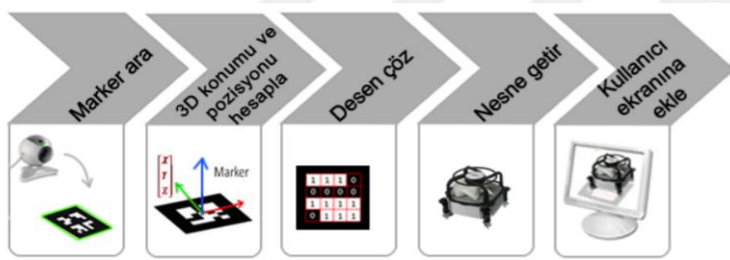
ARToolKit tipi işaretçiler 4x4, 8x8, 16x16, 32x32 ve 64x64 boyutunda olabilir. Yazılım tarafından bu tip işaretçilerin tanımlanabilmesi için kamera ile alınan işaretçi görüntünün yüzde 50’sinin sistemde kayıtlı olan “pat” uzantılı dosyalardaki sayısal değerler ile eşleşmesi gerekmektedir [19]. Orta kalite düzeyindeki bir kamera ARToolKit tipi işaretçilerden saniyede 25 kare görüntü almakta, alınan görüntüye göre gerekli nesne 40 milisaniyede işaretçiye yüklenmektedir [30]. ARToolKit tipi işaretçi tanımlama adımları

Resim 2.4’de verilmektedir. Bu anlamda işaretçi boyutundaki değişim, alınan görüntünün çözümlenme ve 3B modelin işaretçi üzerine yüklenme zamanını değiştirmektedir.



Resim 2.4. ARToolKit tipi işaretçi tanımlama adımları [90]

İşaretçi işleme algoritması *Tanıma*, *Takip* ve *Birleştirme* adımlarından oluşmaktadır. *Tanıma*, gerçek dünya görüntüsünün (resim, obje, yüz veya vücut tanıma) kamera ile alınmasıdır. *Takip*, gerçek dünya üzerinde önceden belirlenmiş olan hedef noktaların bulunması ve takibidir. *Birleştirme*, takibi yapılan hedef üzerine bilgisayarda hazırlanmış olan materyallerin belli noktalarından bağlanması işlemidir. Şekil 2.4’de işaretçi işleme algoritması gösterilmiştir.



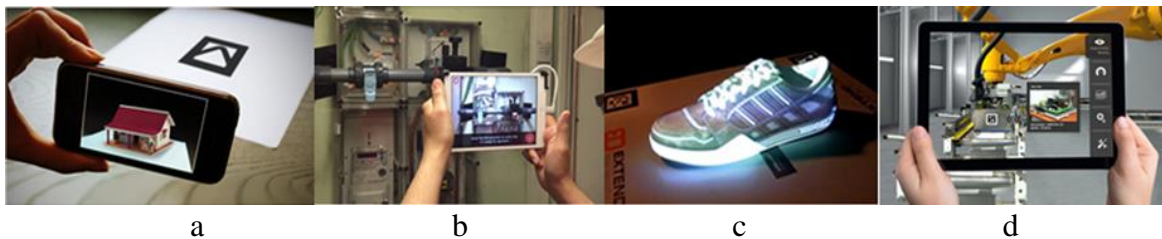
Şekil 2.4. İşaretçi işleme algoritması

İşaretçi üreten program ve çevrimiçi işaretçi üretme adresi sırasıyla AR Pattern Marker Generator ve <http://flash.tarotaro.org/blog/2009/07/12/mgo2/> olarak verilebilir [19].

FLARToolKit, ARToolKit yazılımının Flash AS3 sürümüdür ve GPL lisansı altında ticari olmayan uygulamalar için ücretsizdir. Ayrıca Java tabanlı NyARToolKit yazılımından türetilmiş olan FLARToolKit, dünyanın ilk Flash tabanlı AG kütüphanesidir. İlk sürümü 2008’de yayınlanmıştır [91]. FLARToolKit işaretçinin yönünü ve konumunu hesaplayabilme yeteneğine sahip olup, üç boyutlu modellerin gösterimi için Papervision3D, Away3D, Alternativa3D ve Sandy gibi 3D motor araçlarını (3D API) kullanmaktadır. Kullanıcıların AG uygulaması geliştirebilmesi için kullanılması (bir arada) gereken bileşenler: FLARToolKit, Adobe Flash ve Papervision3D oyun motorudur.

2.6. Artırılmış Gerçeklik Türleri ve Çalışma Prensipleri

Günümüzde AG teknolojisi ile uygulama geliştiriminin farklı türleri mevcuttur. Bu türler arasındaki tercih, dijital içeriğin nasıl tetikleneceğini ve kullanıcıya ne şekilde gösterileceğini belirlemektedir. Bu tercihlerden her birisi farklı kullanıcı etkileşimi gerektirdiğinden geliştiricilerin uygulama öncesi ihtiyaçlarını belirlemeleri ve bu istek ve ihtiyaçlara en uygun AG türünü seçmeleri gerekmektedir. Alanyazın incelendiğinde; genel anlamda resim tabanlı (image-based) ve konum tabanlı (location-based) olmak üzere iki tür AG uygulamasından bahsedilmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda resim tabanlı AG kendi içinde İşaretçi Tabanlı AG (İTAG) ve İşaretçi Tabanlı Olmayan AG (İTOAG) olarak sınıflandırılmaktadır. Alanyazında bu sınıflandırma türüne Görü Tabanlı AG'de (vision-based) denilmektedir. Zhou, Duh ve Billingham (2008) [92] tarafından yapılan çalışmada ise AG türleri (i) işaretleyici tabanlı, (ii) işaretleyicisiz tabanlı ve (iii) konum tabanlı AG olarak belirtilmektedir. BlippAR yazarlarına göre bu sınıflandırma (i) işaretçi tabanlı AG, (ii) işaretleyicisiz tabanlı AG ve (iii) lokasyon tabanlı AG olarak sunulmaktadır. Swaminathan, Mao ve Wu (2006) [93], izleme yöntemlerini genel olarak yansıtma (projection based AR), tanılama (recognition based AR), konum (location based AR) ve anahat (outlining AR) tabanlı olarak dörde ayırmaktadır. Diğer taraftan bazı çalışmalarda ise resim tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere iki çeşit AG türü kullanıldığı, resim tabanlı AG'nin işaretçi tabanlı AG ve işaretçi tabanlı olmayan AG olarak ayrıldığı, işaretçi tabanlı olmayan AG sistemlerinin ise tanılama, yansıtma, bindirme ve anahat tabanlı AG teknolojilerini içerdiği belirtilmektedir (Resim 2.5). AG türü seçimi sonucunda AG sistemi üç adımda gerçekleştirilmektedir. Bunlar; bir resmin, görüntünün veya konumun algılanmasını sağlayan (i) *Tanıma*, sanal nesnelerin yerleşimi için (ii) *İzleme*, sanal verilerin gerçek zamanlı gerçek görüntü üzerine üst üste bindirme işlemi olan (iii) *Birleştirmedir*.



Resim 2.5. AG yapısının (a) işaretçi, (b) işaretçisiz, (c) yansıtma ve (d) bindirme türleri

Bu çalışmada AG türü; (i) *Resim Tabanlı AG* ve (ii) *Konum Tabanlı AG (KTAG)* olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2.6.1. Resim (görüntü) tabanlı artırılmış gerçeklik

Resim tabanlı AG sistemleri, AG ortamına tanımlanan nesnelere (resim, grafik, logo, fotoğraf, hareket ve ses algılama) işaretçi olarak kullanılmakta, işaretçinin kamera tarafından alınan görüntüsünün analizi sonucunda belirlenen referans noktalara göre sanal veriler, grafikler veya 3D/2D nesnelere eklemektedir [19]. Alanyazında sunulan AG çalışmaları incelendiğinde mobil cihazların ve akıllı telefonların kamera donanımına sahip olmaları ve sensör tabanlı uygulamaların hatalı çıktı üretmeleri sebebiyle uygulamalarda en sık resim tabanlı AG sistemlerinin tercih edildiği görülmektedir [92]. Bu durum İçten ve Bal (2017) tarafından yapılan çalışma ile desteklenmekte, buna 1999 yılında açık kaynak kodlu ARToolKit yazılımının piyasaya çıkması ve bu bağlamda yapılan yayınların artması sebep olarak gösterilmektedir [30].

Bu kısımda resim tabanlı AG; işaretçi tabanlı AG (marker based AR) ve işaretçi tabanlı olmayan AG (non-marker based AR) olarak ikiye ayrılmış ve bu kavramlar şu şekilde açıklanmıştır.

İşaret Tabanlı AG (İTAG) sistemler: Bu sistemlerde, dijital olarak oluşturulmuş metin, 3D/2D model, ses, resim, video veya animasyon gibi nesnelere ve bu nesnelere ilişkilendirilmiş, sisteme önceden yüklenmiş işaretçilerin kullanılması gerekmektedir. Uygulamaya yüklenen işaretçi cihaz kamerası aracılığı ile tanımlanmakta, izlenmekte ve bu sayede kullanıcıya işaretçi üzerinde dijital nesnelere gösterilmesi sağlanmaktadır. Tanımlama ve izleme işlemi sonucunda tetiklenen yazılım dijital nesnelere işaretçi üzerine göstermektedir. Gösterim sırasında işaretçinin döndürülmesi ve yaklaştırılması 3D nesnenin de dönmesi ve yaklaşması anlamına gelmektedir. Bu sistemlerdeki işaretçi gerçek dünyadaki bir nesne veya görsel olabileceği gibi kullanıcı tarafından oluşturulmuş bir QR 2D resim deseni de olabilmektedir. Alanyazında yer alan örnek İTAG çalışmasına, Freitas ve Campos (2008) [26] tarafından yapılmış öğretim uygulaması örnek olarak verilebilir. Bu sistemlerin avantajları arasında; geliştirilme aşamasındaki kolaylığı, birden fazla yazılım desteği, ek donanım ihtiyaçlarına (GPS, ivmeölçer, RFID, hızölçer) gerek duymaması ve geniş uygulama alanı gösterilebilir. Öte yandan ortam aydınlatması, işaretçi

boyutu, bakış acısı değişimi ve kamera odaklanması gibi faktörler bu sitemlerin dezavantajları olarak sayılabilir.

İşaret Tabanlı Olmayan AG (İTOAG) sistemler: İşaretçisiz tanıma veya işaretçisiz takip sistemi olarak da ifade edilebilen bu sistemler, uygulamaya işaretçi verisi yerine gerçek dünyadaki nesnelere tanıma ve dijital çoklu ortam nesnelere yerleştirme şeklinde çalışmaktadır. Bu tanıma verisi bazen el hareketi, ses veya yolun ana hatları, sınırları veya çizgileri (outlining AR) olabilir. Bazı durumlarda bu sistemin uygulamaları bir yüzeye AG yapısının yansıtılması (projection-based AR) şeklinde olabileceği gibi gerçek dünyadaki bir nesne görüntüsünün aynısının (ayna yansıması üzerine metin gösterimi) orijinal görüntü üzerine bindirilmesi (superimposition based AR) şeklinde de olabilir. Bu sistemlerin en önemli avantajı olarak dijital verilerin ekran üzerindeki konumunun değişken olması gösterilebilir. Bu avantajından dolayı yol çizgisi (düz ve kesik çizgi, yaya çizgisi) bu sistemler tarafından algılanabilir ve bu bağlamda yol çizgi tiplerine göre yol durumu, aracın olması gereken hızı ve yola ait bilgileri ön cam ekranlarında gösterilebilir [19].

2.6.2. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik

KTAG yöntemlerinin Küresel Konumlama (GPS), Kablosuz Yerel Alan Ağı (WLAN), Radio Frekanslı Tanımlama (RFID) ya da sensörlerden gelen verilerle kullanıcının konumunu tespit ederek, gerçek görüntü üzerine ortam zenginleştirme verilerinin eklenmesi esasına dayandığı söylenebilir [19]. KTAG uygulamaları genellikle dış mekân kullanımlarında GPS sinyaline, iç mekân uygulamalarında işaretçiye veya bilgisayarlı görme teknolojisine dayanmaktadır. İlk başlarda GPS, navigasyon amacıyla kullanılmasına karşın internet, ağ ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler bu teknoloji birçok alanda ve cihazda kullanılmasının önünü açmıştır. Ayrıca son gelişmeler ile birlikte KTAG, iOS, Windows UWP ve Android gibi farklı platformlara sahip akıllı gözlüklerde ve mobil cihazlarda da kullanılabilir. KTAG, “eğitim”, “mimari”, “turizm”, “tarihi ve coğrafi” gibi alanların tanıtımlarında etkin bir şekilde kullanılabilir [19]. Ayrıca süpermarkette müşteriye rafa yönlendirme, eğlencede oyunu hareketli hale getirme, turizmde sanal turizm rehberi yaratma gibi kullanımlar konum tabanlı AG uygulamalarına örnek olarak verilebilir. KTAG'nin en önemli zorlukları arasında GPS ve sensörlerden gelen verilerin doğruluğu, görselin ekranda çok yer kaplaması, sanal nesnelere anlık çizilme süreleri yer almaktadır. Mapbox, LayAR, Junaio ve WikiTude KTAG özelliğine

sahip tarayıcılardır ve bu alanda en çok kullanılan konum tarayıcısı WikiTude AR uygulamasıdır [94].

2.7. Artırılmış Gerçeklik Uygulama Geliştirme Yöntemleri

Günümüzde en çok kullanılan AG servis sağlayıcılarına Wikitude, LayAR, BlippAR, CraftAR, Augment, PixLive, HP Reveal (eski ismi Aurasma), Zappar örnek olarak verilebilir. Alanyazında bu servis sağlayıcılar ile uygulama geliştirmeye yönelik başlıca üç temel yaklaşım söz konusudur [94]. Bu yaklaşımlar; görüntüleri, nesnelere, sahneleri, coğrafi konumları tanıyan, izleyen ve içeriklerini oluşturan, genellikle çevrimdışı (cihazda) uygulamalarda kullanılan, birçok yazılıma ve platforma destek sunan, programlama becerisi gerektiren *AG SDK (AR Software Development Kit)*; büyük projeler (işaretçi sayısına göre) için geliştirilen, bulut tabanlı çalışan *Bulut Tanıma (Cloud Recognition)*; standart ve sınırlı özellikler sunan, içeriği kolay yönetilen, yayınlanan ve içerik yönetim sistemi sunan *AG Tarayıcı ve Stüdyo Aracı'dır*. Şekil 2.5'de AG geliştirme araçlarını ve kullanım platformlarını yansıtan bir görsel yer almaktadır.



Şekil 2.5. AG geliştirme araçları ve kullanım platformları

2.7.1. Artırılmış gerçeklik yazılım geliştirme paketleri (AR SDK)

Bu kısımda AG uygulamaları oluşturmak için kullanılan mevcut AG yazılım geliştirme paketlerinin (AR SDK) tanıtılması ve incelenmesi sunulmaktadır.



Şekil 2.6. SDK paketi ile oyun geliştirme platformu kullanımı

Günümüzde birçok AG servis sağlayıcı kendi SDK paketini geliştiricilerin hizmetine sunmuştur. Her SDK paketi kendisine veya başka firmalara ait AG geliştirme platformları (Unity3D, Android Studio, xCode, Eclipse, Visual Studio ve Unity3D) ile birlikte kullanılmaktadır. Bu kullanıma; ARToolKit SDK ve Unity3D, Vuforia SDK ve Visual Studio, Unreal Engine ve ARCore, Unreal Engine ve ARKit, Layar SDK ve Android Studio birliktelikleri örnek olarak verilebilir. Şekil 2.6'da Wikitude SDK paketi ile Unity3D oyun geliştirme platformunun birlikte kullanımı verilmiştir. Bu kullanımlar arasında en verimli SDK paketinin seçilmesi ve uygulamalarda kullanılması önemlidir. Bu seçim için bir standart bulunmamasına karşın geliştiricilerin dikkat etmeleri gereken birkaç ana ölçüt verilebilir. Bu ölçütler; lisans türü, ücretlendirme, işletim sistemi desteği, kullanılan cihazlar, bulutta tanıma, çevrimdışı (cihazda) çalışma, izleme türü (işaretçi, işaretçisiz, 3D, lokasyon) ve coğrafi konum olabilir. Bu ölçütler çerçevesinde bilinen, en çok kullanılan, geliştirilmesi devam eden servis sağlayıcıların sahip olduğu SDK paketleri ve özellikleri şu şekilde açıklanabilir.

- *Wikitude*: 2008'de Avusturya merkezli kurulan Wikitude, kullanıcıların kendi işaretçilerini oluşturabildiği, bu işaretçilere çoklu ortam nesnelere (3D model, video, resim, metin, animasyon) ekleyebildiği, akıllı telefonlar, tabletler ve dijital gözlükler (Epson Moverio ve ODG R-7) tarafından desteklenen dünyanın önde gelen mobil AG servis sağlayıcısıdır. Bu sağlayıcı geliştiricilerine *Wikitude SDK*, *Wikitude Bulut Tanıma* ve daha kolay AG uygulamaları oluşturabilmeleri için *Wikitude Tarayıcı ve Stüdyo* isimleri altında çeşitli geliştirme yöntemleri sunmaktadır. Wikitude SDK paketi ile geliştirilen uygulamalar, Android, iOS ve Windows (tabletler) platformlarında çalışabilmekte ve bu platformlar üzerinde Görüntü Tanıma ve İzleme, Anında İzleme, Bulut Tabanlı Tanıma ve 3D İşaretçisiz İzleme (SLAM), Nesne Tanıma ve İzleme gibi özellikleri yerine getirebilmektedir [94]. Ayrıca Wikitude SDK normalde ticari bir yazılım olmasına karşın, kısıtlanmış özellikleri bulunan ücretsiz bir sürümü de bulunmaktadır.

- *ARToolKit*: ARToolKit, Android, iOS ve Unity3D platformlarında çalışan, Genel Kamu Lisansı GNU (General Public License) adı altında serbestçe kullanılan, açık kaynak kod yapısına sahip bir AG paketidir. DAQRI tarafından geliştirilmesi devam eden ARToolKit, son kullanıcıya kullanımı kolay bir SDK paketi olarak sunulmaktadır. Bu SDK paketinin en önemli özellikleri arasında neredeyse tüm platformlara destek vermesi ve farklı dilleri destekleyen sürümlerinin olması yer almaktadır. Ayrıca ARToolKit, düzlemsel görüntü izleme, geleneksel kare işaretçi izleme ve 2D barkod izleme şeklinde üç çeşit izleme yeteneğini de kütüphanesinde barındırmaktadır.
- *PTC Vuforia*: Günümüzde en popüler AG platformlarından biri olan Vuforia, Qualcomm firması tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan bir yazılım aracıdır. Bu yazılım aracının en önemli özellikleri arasında 2D ve 3D nesnelere gerçek zamanlı tanıma ve izleme, metin tanıma, video oynatma ve sanal buton etkileşimi yer almaktadır. Vuforia SDK, işaretçi ve nesne tanıma verilerini cihaza kurulan uygulama yazılımı ile kendi depolama (çevrimdışı) alanından alabildiği gibi bulut alanından (çevrimiçi) da alabilme yeteneğine sahiptir. Sunulan bu Bulut Tabanlı Görüntü Tanıma hizmeti, kullanıcıların daha fazla işaretçi kullanabilmelerine, daha fazla 3D nesne tanıyabilmelerine ve farklı alanlarda uygulama geliştirmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca günümüzde birçok oyun motoru Vuforia ile AG uygulaması geliştirilmeye destek vermekte ve kendi yazılımlarında Vuforia eklentilerini bulundurmaktadır. Bu duruma en uygun örnek Vuforia 8.0 sürümünün Unity3D'nin en son sürümüyle birlikte kullanıcıya sunulmasıdır.
- *Kudan*: 2011'de Tomo Ohno tarafından kurulan Tokyo merkezli Kudan, Yapay Zekâ (Artificial Intelligence) ve Nesnelerin İnterneti (Internet of Things) kavramlarını birleştirerek Yapay Algı (Artificial Perception) olarak sınıflandırılan sanallık ve robotik alanda yazılım algoritmaları geliştiren bir araştırma ve geliştirme şirketidir. Ücretli ve ücretsiz sürüm seçenekleri sunan Kudan, genellikle işaretçi tabanlı takip, işaretçisiz tabanlı takip ve konum tabanlı takip uygulamalarında kullanılmaktadır. Bulut tabanlı tanıma özelliğine sahip olmayan Kudan SDK, 3D izleme (SLAM), 2D ve 3D tanıma, iOS ve Android cihaz üzerinde çalışma gibi özelliklere de sahiptir.
- *ARKit*: Apple şirketinin eski AG platformu Metaio'yu satın aldıktan sonra iPhone ve iPad cihazları (iOS) için geliştirmiş olduğu ARKit, bir AG tabanlı SDK paketidir. Bu

SDK paketi ile oluşturulan uygulamaların çalıştırılabilmesi için cihazın 2015'ten sonra üretilmiş ve yazılımının iOS 11+ olması gerekmektedir. ARKit bir API olup, ARKit 1.5 ve ARKit 2 olarak iki ücretsiz sürümü mevcuttur. Ayrıca ARKit, masa, sandalye gibi gerçek nesnelere algılayıp izleyebildiği gibi zemin gibi düz alanlara sanal veriler konumlandırabilmektedir. iOS 12'de kullanılan ARKit 2, aynı anda birden fazla kullanıcının eş zamanlı olarak aynı uygulama üzerinde oynatabilmeyi sağlayan bir özelliğe de sahiptir. Bu SDK paketi ile daha dinamik, duyarlı ve eğlenceli uygulamalar geliştirebilmek için genellikle Unity3D, SceneKit ve Unreal gibi platformlar tercih edilmektedir.

- *ARCore*: 2018'de Google şirketinin Android işletim sistemi için çıkartmış olduğu AG yazılım geliştirme kitidir. Bu kiti destekleyen geliştirme platformlara Android Studio, Unity3D, Unreal Engine örnek olarak verilebilir. Android ve iOS mobil cihazlarda kullanılabilen ARCore paketinin özellikleri arasında çevre şartlarına göre sanal 3D nesne görüntüleme, hareket izleme ve ortam ışığına göre gerçek zamanlı ışık tahmini yer almaktadır. Yerleşik bir API olma özelliğine sahip olan ARCore, Android 7.0+ ve iOS 9+ işletim sistemine sahip cihazlara kullanıcılar tarafından ücretsiz olarak indirilebilir ve kullanılabilir.
- *EasyAR*: Shanghai merkezli bir şirket olan VisionStar tarafından kurulan ve geliştirilen EasyAR, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), 3D izleme ve ekran kaydı gibi bir dizi üstün özellik sunan, yeni nesil SDK ve bulut tabanlı görüntü tanıma yazılımıdır. Bu yazılımı destekleyen platformlar arasında Android ve iOS yazılımları ve Unity 3D oyun motoru gösterilebilir. Bu SDK paketinin ücretli ve ücretsiz sürümleri mevcuttur. Kullanıcıların 3D izleme, SLAM, Ekran kaydı gibi özellikleri kullanabilmeleri için ücretli SDK pro paketine sahip olmaları gerekmektedir.
- *LayAR*: 2009'da SPRXmobile tarafından Hollanda merkezli kurulan LayAR, bir mobil AG tarayıcı aracıdır. Açık geliştirme platformuna sahip olan bu araç, iOS ve Android cihazlarda çalışabilmekte, basılı materyaller üzerinde video, model, yazı ve resim gibi görseller gösterebilmektedir. LayAR, geliştiricilerine AG uygulaması oluşturabilmeleri için iki yöntem sunmaktadır. Bunlardan birincisi, web ortamında kullanılan, sürükle-bırak ara yüzüne sahip Laya Creator araç kullanımı, ikincisi ise iOS ve Android mobil cihazlar için oluşturulmuş Laya SDK paket kullanımınıdır.

- *HP Reveal*: AG uygulamaları geliştirmek için kullanılan, eski adıyla Aurasma olan bu araç, AG ortamlarını video, ses, resim ve 3D model kullanarak zenginleştirmektedir. şuan için AG uygulamalarını ücretsiz sürükle-bırak ara yüzüne sahip web platformu *HP Reveal Studio* ile gerçekteştiren HP Reveal, kullanıcılara yönelik daha fazla özellik sunan SDK paketinin yakın zamanda yayınlanacağını duyurmuştur.

2.7.2. Artırılmış gerçeklik bulut tabanlı görüntü tanıma

Genellikle AG tabanlı bulut tanıma (AR Cloud-Based Recognition) hizmetleri iki şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanımlar; (i) GPS ve konum bilgisi depolama ve (ii) Bulut Tabanlı Görüntü Tanımadır. Bu kısımda AG deneyimlerini tetiklemek amacıyla kullanılan hedef görüntülerin bulut alanında depolanmasını, hesaplanmasını ve tanınmasını sağlayan *Bulut Tabanlı Görüntü Tanıma* sunulmaktadır.

Tarama sırasında gerçek dünyadaki bir görüntünün kamera tarafından alınabilmesi, işaretçinin tanınabilmesi ve ekran üzerinde sanal modellerin gösterilebilmesi için (i) AG SDK, (ii) *Bulut Tanıma* ve (iii) *AG Tarayıcı ve Stüdyo* olmak üzere üç temel yaklaşımın kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu yaklaşım içerisinde AG SDK ve *AG Tarayıcı ve Stüdyo* kullanımı düşük projeler ve uygulamalar için kullanılabilir en etkin yöntemken, büyük proje ve uygulamalar için kullanılabilir en etkin yöntem Bulut Tanıma teknolojisidir. AG SDK ile geliştirilmiş uygulamalar çevrimdışı (cihazda) tanıma özelliğine sahip olup, ağ bağlantısına ihtiyaç duymadan 1000 görüntüye kadar işaretçi tanıyabilmektedir. Ancak çevrimdışı çalışan ve kullanıldığı ortam hakkında bilgi barındırmayan bu AG SDK'lar ile geliştirilmiş mobil uygulamaların önünde üç önemli kısıt söz konusudur. Bu kısıtlardan birincisi artırılacak ortamda bulanık nesnelere tanımanın ağır hesaplama yükü; ikincisi büyük veri kümelerini depolanması gerektiğinde mobil cihaz depolama kapasitesinin yetersiz kalması; üçüncüsü ise sık veri güncelleme durumunda karşılaşılan uğraşlardır [95]. Günümüzde geniş bir kullanıcı kitlesine sahip AG uygulamaların birçoğu büyük depolama alanına ve 1000'den fazla görüntüyü tanımaya ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçlardan dolayı geliştiricilerin AG uygulaması geliştirmeden önce mobil cihazların bilgi işlem gücünü, grafik görüntüleme yeteneklerini, kullanacağı görüntü tanıma sayısını ve çoklu ortam nesne boyutunu bilmeli ve bu duruma en uygun AG geliştirme yaklaşımını/yöntemini seçmelidir.

Bulut Tanıma Teknolojisi, SDK paketi ile geliştirilen, Android ve iOS cihazlara kurulan ve çevrimiçi çalışan bir hizmettir. Bu hizmet, geliştiricilerin uygulama boyutlarını şişirmeden çok sayıda işaretleyiciyi saklamalarına izin vermesi açısından çekicidir. Bulut Tanıma, AG uygulaması tarafından gönderilen işaretçi verisinin bulut sunucu tarafından alınması, hesaplanması, tanımlanması ve bu tanımlama sonucunda belirlenen sanal modelin uygulama cihazına gönderilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Bu işlemlerin en önemli adımını mobil uygulamanın kamera ile yakaladığı işaretçi verisini bulut sunucusuna göndermesi ve sunucunun aldığı bu veriyi bulut arşivindeki hedefler/işaretçiler içerisindeki en uygun hedef/işaretçi verisiyle eşleştirmeye çalışması oluşturmaktadır. Büyük miktarda işaretçi barındıran bulut veri tabanları için bu işlem zor ve zaman alıcıdır. Ayrıca işaretçi verisinin buluta gönderilmesi ve sanal verilerin alınması yavaş ağ bağlantısına sahip uygulamalar için gecikme ve görüntü bozuklukları anlamına gelmektedir. Bazı durumlarda ise kameranın daha uzun işaretçiyi görmesi gerekecektir. Bu zorluklara rağmen çok sayıda işaretçiye ve çok boyutlu sanal nesneye sahip uygulamaların bellek ve depolama kapasitesi kısıtlı mobil cihazlarda kullanımı söz konusu olduğunda bulut tabanlı görüntü tanıma teknolojisi, doğru bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Çizelge 2.2’de bulut tabanlı görüntü tanıma hizmeti veren ve vermeyen AG servis sağlayıcıları/platformları/yazılımları gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Bulut tabanlı görüntü tanıma hizmeti veren ve vermeyen AG servis sağlayıcılar

		AG Servis Sağlayıcılar
Bulut Tanıma Hizmeti	Var	Wikitude, Vuforia, EasyAR, Maxst, Cloud Vision, CraftAR, HPreveal, LayAR,
	Yok	Kudan, ARToolKit, Apple ARKit, Google ARCore

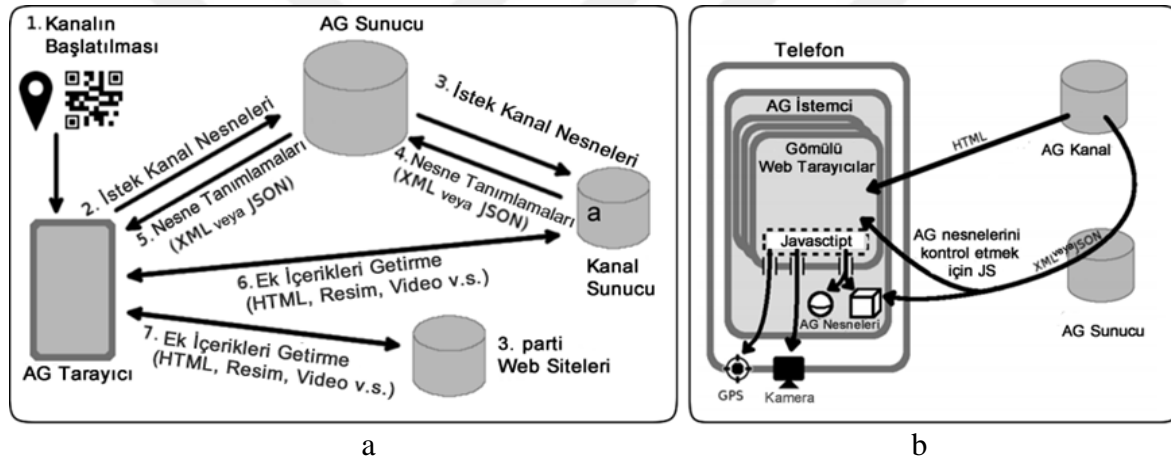
2.7.3. Artırılmış gerçeklik tarayıcılar ve stüdyolar

Günümüzde AG uygulamalarının pazarlama, eğitim, sağlık, üretim, askeri ve eğlence gibi sektörlerde etkin olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu kullanım mobil cihazların ve akıllı telefonların donanımsal özelliklerinin artması, bu teknolojinin hem mobil cihazlarda hem de web sitelerinde kullanılabilmesi ve kullanıcıların AG teknolojisi üzerine olumlu eğilimleri ile açıklanabilir. AG servis sağlayıcılar tarafından ilk nesil AG tarayıcı

uygulamaları GPS ve pusula gibi verilerin AG Tarayıcılarında kullanılması ile gerçekleşmiştir [96]. Daha sonrasında AG servis sağlayıcıların SDK ve Bulut Tanıma teknolojilerini geliştirmesi ve AG uygulamalarında kullanıma sunması ile devam etmiştir. Ancak AG servis sağlayıcılar, AG SDK ile ürün geliştirme zorluklarından ve AG Tabanlı Bulut Tanıma teknolojilerinin yüksek maliyetlerinden dolayı daha kolay ve hızlı uygulama geliştirmeyi sağlayacak bir sistem arayışına gitmişlerdir. Bu arayış program yazma becerisi gerektirmeyen, çevrimiçi web tarayıcılarında çalışabilen, içeriği yönetilebilen, kişileştirilebilen, ölçeklenebilen ve kurulum gerektirmeyen içerik yönetim sistemine sahip AG Kanalları'nın oluşturulması ile sonuçlanmıştır. Bu kanalları oluşturabilmek için AG Stüdyo veya AG CMS (AR CMS) isimleri ile de anılan web araçları kullanılır. Bu web araçları bir nevi kullanıcılara içerik yönetim hizmeti sunmaktadır. Bu araçlar ile oluşturulan AG içerikleri mobil cihaza yüklenen "AG Tarayıcı" olarak ifade edilen uygulamalar ile görüntülenebilmektedir. Bir AG Kanalı kabaca bir web sitesine benzemekte olup uygulamanın yüklü olduğu kameranın işaretçi olarak tanımlanmış nesneyi görmesi veya kullanıcı tarafından tıklanması ile gerçekleştirilecek eylemlerin sanal gösterimlerini içermektedir [97]. Her kullanıcı kendi "kanalını" oluşturabilir ve bu kanala AG içeriklerini yükleyebilir [36]. HTML şeklindeki statik web sayfalarından farklı olarak, oluşturulan AG içeriği kendi tarayıcısına özgüdür. Örneğin bir Wikitude tarayıcısı yalnızca Wikitude kanallarını görüntüleyebilir [97]. Bu sebepten dolayı AG çözümü için bu yöntemi tercih eden kullanıcıların kendileri için en uygun çevrimiçi AG Stüdyo aracını seçmeleri, buraya sanal verilerini eklemeleri ve kanallarında yüklü olan sanal verileri gösterecek AG tarayıcı uygulamasını mobil cihazlarına indirmeleri gerekmektedir.

İçerik Yönetim Sistemleri (AR CMS), eşzamanlı ya da eşzamansız, metin, grafik, animasyon, ses, video gibi içeriğin tamamen işlenmiş, yarı-işlenmiş, ya da ham veri şeklinde dijital ortamda verinin toplanması, veriye erişilmesi ya da düzenlenmesini kolaylaştıran sistemlerdir [98]. Bu çalışmada ifade edilen bir AG CMS yapısı AG Stüdyo yapısını ifade etmektedir. Bu anlamda AG Stüdyo (AG CMS), PHP, HTML 5, Javascript ve CSS gibi çeşitli programlama dilleri kullanılarak geliştirilen hızlı ve yenilikçi bir yazılım aracıdır. Bu araçlar, kullanıcılarına standartlaştırılmış AG özellikleri sunmanın yanında, kolayca AG uygulamaları oluşturabilme, yönetebilme ve yayınlatabilme imkânı sunmaktadır. Sürükle-bırak arayüzü ile tasarlanan AG Stüdyo araçları, kullanıcıların tek bir kod satırı yazmadan güvenli AG uygulaması oluşturabilmelerine de olanak sağlamaktadır. Genellikle çevrimiçi ortamda web tabanlı olarak hizmet veren bu araçlara kullanıcılar

platformdan bağımsız olarak istediği telefondan, tablettten veya bilgisayardan ulaşılabilir. Diğer taraftan bu araçlar çevrimiçi olarak yazılım dili bağımsız tüm platformlarda çalışabildiği gibi aynı zamanda uygulama oluşturma ve mobil cihazlara kurulma gibi zorunlulukları ortadan kaldırmaktadır. Tek yapılması gereken şey ulaşılacak istenen AG Stüdyo aracının web adresin internet tarayıcısına yazılması ve stüdyo arayüzüne AG içeriklerinin yüklenmesidir. AG Stüdyo araçlarının web tabanlı çalışması sayesinde kullanıcılar istediği anda ve mekânda uygulamalarına/projelerine erişebilir, çoklu ortam nesnelere ekleyebilir, kontrol edebilir, gerektiğinde düzeltebilir ve hatta içerikleri tamamen silebilirler. Tüm bu işlemler kullanıcıların isteklerine göre gerçekleşmektedir. Şekil 2.7.a'da tipik bir AG servis sağlayıcısının mimarisi, Şekil 2.7.b'de bir AG tarayıcısının mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Tipik (a) AG servis sağlayıcı mimarisi, (b) AG tarayıcı mimarisi [97]

Şekil 2.7'de görüleceği gibi AG Tarayıcı ve Stüdyo, tipik bir işlemci-sunucu mantığına göre çalışmaktadır. İstemci olarak isimlendirebileceğimiz ve mobil cihazımıza yüklediğimiz uygulama sunum (istemci) katmanına karşılık gelmekte olup, bu katman tarafından istenen sanal veriler sunucuda tutulmaktadır [99]. Bu nedenle bu sistemler sürekli olarak ağ bağlantısına ihtiyaç duymaktadır. Bir AG Tarayıcı ve AG Stüdyo araçları ile uygulama şu şekilde geliştirilmektedir. İlk olarak kullanıcı uygulamanın yapılacağı web tabanlı AG Stüdyo aracına giriş yapmalı ve e-posta, kullanıcı adı ve şifre bilgilerini girerek üye işlemleri gerçekleştirmelidir. Sisteme giriş yapan kullanıcı daha sonra stüdyo içerisinde bir çalışma dosyası açmalı ve bir çalışma ismi tanımlamalıdır. Bu isim üçüncü parti kullanıcıların mobil cihazları ile erişebilmeleri amacıyla verilen bir tanımlamadır. Açılan bu çalışma dosyası içerisine sanal nesnelere gösterimi için kullanılacak bir

işaretçi/tetikleyici yüklemelidir. Yüklenen işaretçi üzerine görüntülenmesi amacıyla istenen çoklu ortam nesnelere seçmeli ve çalışmaya yüklemesini sağlamalıdır. Genellikle AG stüdyo araçları kullanıcıların yüksek boyutlu dosya yüklemesine izin vermemektedir. Sanal nesnelere seçilmesi ve yüklenmesi sonucunda kullanıcı çalışmanın saklanması ve yayınlanması için “sakla” ve “yayınla” düğmelerini tıklamalıdır. Bu düğmeler, stüdyo içerisinde yer alan birden fazla çalışmadan istenilenlerin diğer kullanıcıların kullanımına açılması ve kapatılması içindir. AG Stüdyo aracılığı ile geliştirilmiş olan uygulamanın kullanıcılar tarafından görüntülenebilmesi için kullanıcıların AG Stüdyo ile uyumlu AG Tarayıcı uygulamasını mobil cihazlarına kurmaları gerekmektedir. Kurulum sonrası AG Tarayıcısına üye girişi yapan kullanıcı, yüklemiş olduğu sanal nesnelere ekran üzerinde görebilmesi için cihaz kamerasını yüklemiş olduğu işaretçi görseline tutmalıdır. Kamera tarafından alınan işaretçi bilgisi mobil cihaz tarafından istek mesajı olarak AG Kanalına gönderilmekte ve web stüdyo aracı ile oluşturulmuş AG kanalı içerisinde işaretçi bilgisi ile eşleştirilen sanal nesnelere bulunmaktadır. Bulunan sanal nesnelere AG sunucu üzerinden kullanıcı ekranı üzerinde gösterilmektedir. Bu süreç kameranın işaretçiyi gördüğü sürece devam edecektir. Tüm bu işlemlerden anlaşılacağı gibi AG çözümü için bu yöntemi seçen kullanıcılar, uygulamalarını AG Stüdyo ile geliştirmekte, mobil cihaza yüklemiş oldukları AG Tarayıcı ile uygulamalarını gerçekleştirmektedir. Çizelge 2.3’de AG Tarayıcı ve AG Stüdyo aracı olan ve olmayan AG servis sağlayıcı listesi görülmektedir.

Çizelge 2.3. AG tarayıcı ve stüdyo hizmeti

		AG Tarayıcı
Çevrimiçi AG Stüdyo Aracı	Var	Wikitude, HP Reveal, Zappar, LayAR, AWE, SmacAR, Gamar, Augment, BlippAR, CraftAR, PixLive, , Hyperspaces, Magic Lens, Catchoom
	Yok	Kudan, ARToolKit, EasyAR, Vuforia

AG alanında hizmet veren birçok AG servis sağlayıcı bulunmaktadır. Bu sağlayıcılar genellikle kullanıcılarına kendi geliştirdikleri AG Tarayıcı ve web tabanlı AG Stüdyo aracı ile hizmet vermektedir. Çizelge 2.4’de ilgili tarayıcılar ve bu tarayıcıların stüdyo bağlantıları, stüdyo araçlarında kullandıkları sanal nesnelere, tetikleyici türü ve logosu gösterilmektedir.

Çizelge 2.4. AG tarayıcıların web tabanlı platformları ve sanal nesne tanımlamaları

AG Tarayıcı ve Logo	Çevrimiçi AG Stüdyo Bağlantısı	Sanal Nesne Desteği (stüdyo)	Tetikleyici / İşaretçi	Geliştirme - Uygulama
Wikitude 	https://studio.wikitude.com/	Video, 2B grafik, 3B model, Buton, Metin	Resim Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
HP Reveal 	https://studio.hpreveal.com/home	Video, 2B grafik, 3B model, Ses, Metin	Resim Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
Zappar 	https://my.zappar.works/zapcodes/	Video, Buton, 2B grafik/resim, Metin, Takvim, Albüm, Arka plan sesi	Resim Tabanlı (Artoolkit tipi)	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
Layar 	https://www.layar.com/creator/	2B grafik, 3B model, Video, Buton, Ses, Metin, Sosyal Bağlantı ve URL	Resim ve Konum Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
Awe.media 	https://awe.media/apps	2B grafik, 3B model, Albüm, Video, Ses, Metin, Buton, Takvim, URL	Resim ve Konum Tabanlı	Geliştirme ve Uygulama Web
Smacar 	https://smacar.com/studio/	2B grafik, 3B model, Video, Buton, Ses, Metin, Sosyal Bağlantı ve URL	Resim Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
Augment 	https://manager.augment.com/en/	3B model, URL veya Klasör, 2B grafik/resim	Resim Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil
AG3B Web Platform 	http://bilisimproje.xyz/dr1/Earth.html	3B model, 2B grafik, Video, Metin, Animasyon ve <i>diğer çalışmalarda olmayan</i> Ekran kalemi	Resim Tabanlı	Geliştirme Web, Uygulama Mobil (web), PC (web) ve PC (zip dosyası ile çevrimdişi)

*Sosyal Bağlantı: Facebook, Twitter, SMS, E-Posta vb. *2B grafik: Resim

2.8. İlgili Araştırmalar

Bu kısımda akademik ve özel sektör alanında yapılan, çevrimiçi veya çevrimdışı ortamlarda çalışan AG uygulamaları ve AG Tarayıcı/Stüdyo araçları ayrıntılı olarak tanıtılmıştır.

2.8.1. Akademik alanda yapılan çalışmalar

Layona, Yulianto ve Tunardi (2018) [48] tarafından insan vücudunun anatomik yapısının öğretimi için web tabanlı bir AG uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama, öğrencilerin 2B çizimleri 3B olarak canlandırabilme yeteneği kazanmalarını ve insan vücudunun anatomik yapısını daha kolay öğrenebilmelerini amaçlamaktadır. Bu amaç için web tabanlı bir AG platformu tercih edilmiş ve bu tercihin sebebi olarak; birçok mobil cihazın ve akıllı telefonun internete bağlanabilmesi, öğrencilerin kolay ulaşabilmesi ve günümüzün en uygun eğitim ortamı olması gösterilmiştir. Uygulamanın yazılım geliştirme sürecinde Şelale yöntemi (waterfall model) tercih edilmiştir. Bu yöntemle ilgili olarak çalışma içerisinde sırasıyla gereksinimler belirlenmiş, tasarım ve kodlama yapılmış, test ve uygulama süreçleri gerçekleştirilmiştir. Gereksinimlerin belirlenmesi sürecinde nicel araştırma yöntemi ve katılımcıların ihtiyaçlarını belirleyecek yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Ayrıca 157 katılımcı verisi ve benzer uygulamaların (Corinth Micro Anatomy AR, Daqri 4D Anatomy, AR 3D Application, AR Bone Puzzle) analizleri yapılmış ve geliştirilecek uygulamanın tasarım özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler doğrultusunda kullanıcı ve yönetici web ara yüzleri oluşturulmuş, kullanıcı yetkileri (yönetici ve kullanıcı) ve işaretçi türü belirlenmiştir. Kullanıcı ara yüzünde işaretçi indirme ve model gösterimi, yönetici ara yüzünde işaretçi ve model ekleme, silme ve güncelleme kısımları eklenmiştir. Uygulamanın kodlaması Actionscript 3.0 ve C# WFC, 3D nesnelerin modellenmesi Google Sketchup ve 3dsMax 2011, sanal modellerin gösterimi ve etkileşimi artoolkit tipi işaretçi (kare işaretçi) ile gerçekleştirilmiştir. AG ortamını sadece 3B model kullanımı ile gerçekleştiren bu çalışma, web tabanlı ulaşılabilmesi ve 3B model nesnelerini güncelleme fırsatı vermesi açısından önemli bir öğrenme işlevini yerine getirmektedir. Ancak 8 adetten fazla 3B model kullanımına izin vermemesi, video ve animasyon oynatamaması, metin ve resim görüntüleyememesi, üç boyutlu şekiller üzerinde not yazılamaması ve çevrimdışı çalıştırılmaması bu çalışmanın önemli eksiklikleri olarak

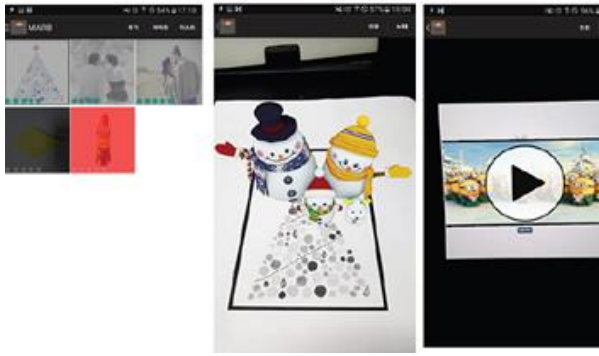
değerlendirilmektedir. Resim 2.6’da uygulamasının giriş sayfası ve kullanıcı arayüzü gösterilmektedir.



Resim 2.6. Uygulama kullanımı

Jeon ve diğerleri (2016) [100] tarafından işaretçi tabanlı mobil AG içerik oluşturucu geliştirilmiştir. Android Studio programı kullanılarak Android cihazlara yönelik geliştirilen ve MARB olarak isimlendirilen bu içerik oluşturucu, kullanıcıların fotoğraf ve sanal nesnelere kullanarak AG içeriği oluşturabilmelerine, işaretçiler ile sanal nesnelere ilişkilendirmelerine, sanal nesnelere işlemler ve çeşitli etkileşim olayları ekleyebilmelerine fırsat vermektedir. Geliştirilen MARB beş ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar şunlardır: (i) İşaretçi yöneticisi, (ii) Sanal nesne yöneticisi, (iii) AG aksesuar yöneticisi, (iv) AG içerik yöneticisi ve (v) AG görüntüleyicisidir. İşaretçi yöneticisi, sanal nesne yöneticisi ve AG aksesuar yöneticisi sırasıyla işaretçileri, çeşitli sanal nesnelere ve içerik aksesuarlarını kaydetmek ve yönetmek amaçlı kullanılmıştır. AG içerik yöneticisi işaretçi ile sanal nesne arasındaki bağlantıyı, sanal nesnenin çevrilmesi, döndürülmesi, ölçeklenmesi ve müzik çalınması gibi işlevleri etkinleştirmeyi tanımlamaktadır. AG görüntüleyici ise çeşitli sanal nesnelere (örn.: 2B görüntü, 3B model ve video) işaretçi üzerinde görüntülemektedir. MARB’ın en önemli özelliği olarak AG içeriği geliştirmek için bir PC ortamına ihtiyaç duymadan mobil aygıt üzerinden bu işlemleri yerine getirilebilecek uygulama (app) formatında geliştirilmiş olması ve deneyimsiz geliştiricilerin ve genel kullanıcıların bu uygulamayı kolaylıkla kullanabilmesi gösterilmektedir. Önerilen sistemde 3 tip veri tablosu kullanıldığı görülmektedir. Bu tablolar; işaretçi bilgilerinin depolandığı *işaretçi tablosu*, sanal nesnelere yol ve benzersiz anahtar bilgilerinin tutulduğu *sanal nesne tablosu* ve işaretçiler ile sanal nesnelere arasındaki bağlantıyı depolayan *AG içindekiler bilgi tablosudur*. Uygulamada yer alan işaretçi bilgisi hem cihazın işaretçi tablosunda hem de Vuforia bulut veri tabanında depolanmaktadır. Vuforia bulut tanıma hizmeti, bulut platformu üzerinde kurulan ve erişilen, geliştiricilerin görüntü hedeflerini çevrimiçi olarak barındırmasını ve yönetmesini

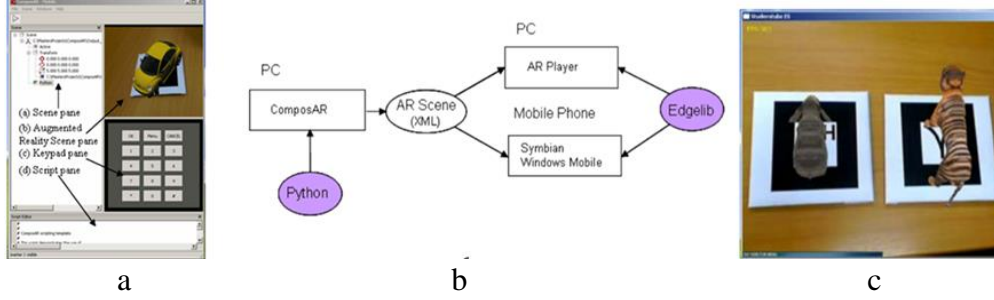
sağlayan ücretli bir görüntü tanıma hizmetidir. Bu anlamda bu uygulamayı kullanan cihazların internet bağlantısına sahip olması gerekmektedir. AG ortamını 2B görsel, 3B model ve video ile oluşturan bu çalışma, mobil cihazda çalışabilmesi, işaretçi verilerini bulut veri tabanında saklayabilmesi ve tanımlayabilmesi, sanal nesnelere yedi etkileşim türü ve eylemi ekleyebilmesi ve her bir işaretçinin farklı bir olay ile ilişkilendirilmesine izin vermesi açısından önemli bir uygulama olarak değerlendirilebilir. Ancak bu uygulamanın en önemli işlemini oluşturan işaretçi görüntülerinin ücretli Vuforia bulut tanıma hizmeti tarafından alınmasının, çözümlenmesinin ve depolanmasının bu uygulamayı kullanacak kullanıcıların ücretli bir lisans anahtarı almaları gerekliliğini ortaya koymaktadır. Resim 2.7’de MARB uygulamasının kullanım anından alınmış görsel yer almaktadır



Resim 2.7. MARB uygulamasının kullanımı

Wang, Langlotz, Billingham ve Bell (2009) [101] tarafından son kullanıcıların masaüstü bilgisayarda mobil AG uygulamaları oluşturabilmelerine yönelik ComposAR adlı bir PC geliştirme aracı ve bu araç ile oluşturulan uygulamanın cep telefonlarında çalışabilmesini sağlayacak mobil AG görüntüleyici geliştirilmiştir. Geliştirilen bu araç ve görüntüleyicinin temel amacı, az seviyede programlama bilgisine sahip son kullanıcıların basit düzeyde mobil AG uygulamaları geliştirebilmelerini sağlayacak bir platform ortaya koymaktadır. Bu platformun geliştirme işlemleri için masaüstü bilgisayar (PC), uygulama işlemleri için PC veya cep telefonu kullanılmıştır. Bu sebepten dolayı hem PC’de hem de cep telefonlarında çalışabilen çapraz platformlu, yüksek seviyeli bir programlama dili olan Studierstube ES kütüphanesi kullanılmıştır. Bu çalışmanın ortaya koyduğu temel yaklaşım, kullanıcının PC geliştirme aracı ile bir AG sahnesi oluşturmak ve devamında bu sahnenin mobil AG görüntüleyici (Studierstube ES destekli) aracılığı ile cep telefon ekranında görüntülenmesini sağlamaktır. Sistem iki temel bileşene sahiptir. Bu bileşenler; (i) PC

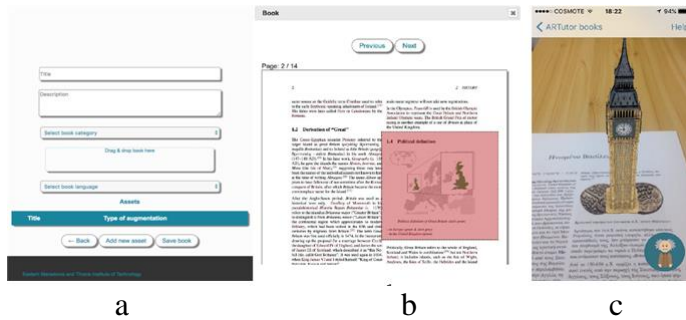
geliştirme aracı (ComposAR) ve (ii) PC veya cep telefonlarında kullanılacak AG görüntüleyicidir. Basitleştirilmiş grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) şeklinde geliştirilmiş ComposAR aracı dört kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; Sahne paneli, PC AG görüntüleyici (AG tarayıcı), Klavye ve Komut dosyasıdır. ComposAR, OsgART bilgisayarlı görme kütüphanesini kullanmakta ve cep telefonuna benzer bir arayüz ile kullanıcının cep telefonundaki AG deneyimini taklit etmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu aracın ara yüzünde tipik cep telefonu kamerasıyla aynı çözünürlükteki (320x240 piksel veya 640 x 480 piksel) sahnenin canlı video görüntüsü (sahne paneli) ve 3B modellere tuş etkileşimli görevler verebilmesini sağlayan sanal cep telefonu tuş takımı yer almaktadır. ComposAR kullanımının avantajları arasında, 3B model eklenebilmesi, kodlara tuş etkileşimi verilebilmesi, kod yazılabilmesi ve bu işlemlerin sonucunda oluşan içeriğin PC AG Sahne panelinde görüntülenebilmesi yer almaktadır. PC AG Sahne paneli, ARToolKit'in Studierstube ES görüntü oluşturma kütüphanesi içerisinde yer almasıyla oluşturulmuştur. Bu sebepten dolayı bu çalışmada Artoolkit tipi işaretçiler kullanılmaktadır. Şekil 2.8.a'da görüleceği gibi ComposAR ara yüzünde yer alan sahne bölümü sayesinde geliştirici, yerel sistemde depolanan işaretçileri ve 3B modelleri seçebilmekte, işaretçilerle 3B modeller arasında bağlantı oluşturabilmekte, işaretçilere atanan 3B modellerin AG sahnesindeki konumunu, dönüşümünü ve boyutunu değiştirebilmektedir. Genel ComposAR kullanımı ile geliştirilen (yazma) ve ortaya çıkan özelleştirilmiş ComposAR, AG sahne içeriğini XML dosyası ile erişilebilen AG sahnesinde oluşturulmaktadır. Böylece son kullanıcılar uygulamayı bir bilgisayarda kullanabilmekte veya bir cep telefonunda çalıştırabilmektedirler. Tüm bu işlemler cep telefonunda yerel olarak yapılmaktadır. Şekil 2.8.a, Şekil 2.8.b ve Şekil 2.8.c sırasıyla ComposAR aracının arayüzü, yapısı ve çalışmasıdır. AG görselliğini sadece 3B model ile oluşturan bu çalışma, mobil cihazda çalışabilme, geliştirme işlemlerini PC'de, uygulama işlemlerini PC ve cep telefonunda gerçekleştirebilme ve klavye tuşlarına etkileşim ekleyebilme açısından önemli bir AG geliştirme aracı olarak değerlendirilebilir. Ancak çalışmada 3B model dışında uygulamaya ve görselliğe değer katacak metin, video, animasyon ve resim gibi sanal nesnelere kullanılmadığı görülmektedir. Bu durum sebebiyle çalışmanın AG ortamının zayıf olduğu söylenebilir. Ayrıca uygulamada yer alan içerikler (işaretçi ve 3B model) üzerinde ekleme, silme ve değiştirme gibi güncelleme işlemleri olması durumunda uygulamanın tekrar derlenmesi ve cihaza yüklenmesi gerekmektedir. Kullanıcılar için bu durum zaman ve uğraşı anlamına gelebileceği söylenebilir.



Şekil 2.8. ComposAR aracının (a) arayüzü, (b) yapısı ve (c) çalışması

Lytridis, Tsinakos ve Kazanidis (2018) [102] tarafından öğretmenlerin mevcut ders kitaplarını kolayca AG içeriğini oluşturmalarını sağlamak, öğrencilerin kendi kendine çalışma ve öğrenme becerileri kazanmalarını teşvik etmek amacıyla ARTutor adında bir platformu geliştirilmiştir. Bu platform iki bölümden oluşmakta olup bu bölümler; (i) çeşitli öğrenme nesnelere ve materyallerini yüklemek için kullanılan web tabanlı bir geliştirme aracı ve (ii) yüklenmiş AG içeriğine erişmek, indirmek, görüntülemek ve içerikler arasında etkileşimi sağlamak için kullanılan mobil uygulamadır. Geliştirme aracı, kullanıcı arayüzünü ve tetiklenen olayları kontrol etmek için Javascript ve jQuery gibi kullanıcı tabanlı teknolojiler, veri tabanı ve web hizmeti oluşturmak için PHP gibi sunucu tabanlı teknolojiler kullanılarak geliştirilmiştir. Kullanıcıların bu aracı kullanabilmeleri için bir Google hesabı açmaları ve OAuth 2.0 kimlik doğrulama akışını tamamlamaları gerekmektedir. Çalışmada OAuth protokolü kullanıcılara güvenli yetkilendirme imkânı sunulması amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir. Ayrıca hem web tabanlı geliştirme aracının hem de mobil uygulamanın işaretçi ve sanal nesnelere erişebileceği web hizmeti oluşturulmuştur. Bu web hizmeti Apache sunucu ve MYSQL veri tabanı yapısını temel almaktadır. Çalışmada ders kitabı olarak PDF uzantılı dosyalar kullanılmakta ve bu dosyalar web hizmet alanına kullanıcı tarafından yüklenmektedir. Bu PDF dosyalarının içeriğinin oluşturulması ve gösterilmesi için açık kaynak kodlu PDF.js kütüphanesi kullanılmıştır. ARTutor platformunun diğer bölümü ARTutor mobil uygulamadır. ARTutor mobil uygulama, ARTutor web tabanlı geliştirme aracı ile oluşturulan içeriğe kullanıcıların mobil cihazlarıyla ulaşabilmelerini sağlamaktadır. Bu uygulama hem iOS hem de Android platformlarında çalışabilmesi için xCode ve Android Stüdyo kullanılarak geliştirilmiştir. Mobil ARTutor mobil uygulamasının temel görevi, işaretçileri tanımak ve web geliştirme aracıyla yüklenen sanal nesnelere işaretçi üzerinde göstermektir. Mobil ARTutor mobil uygulamasının AG yazılım yüzünü Kudan SDK oluşturmaktadır. Çalışmada Kudan SDK aracının tercih edilmesinin sebebi olarak; kullanıcı tarafından

oluşturulan işaretçi görüntülerin, doğrudan ortak görüntü dosyaları olarak kullanılabilmesine imkân vermesi ve akademik amaçlarla kullanımının ücretsiz olması gösterilmiştir. ARTutor platformu ile bir AG içeriği oluşturmak için “geliştirme aşaması” ve “uygulama aşaması” işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Geliştirme aşamasında; web geliştirme aracı ile kitap olarak belirlenen “pdf” uzantılı dosya sunucuya yüklenmekte ve bu dosya içerisinde işaretçi olarak alınacak resimler fare seçimi yardımıyla seçilmekte ve sunucuya yüklenmektedir. Kayıt işlemi sonucunda işaretçi ile bağlantılı olması istenen çoklu ortam nesnelere sunucuya yüklenmesi yapılmaktadır. Uygulama aşamasında ise; kullanıcı mobil cihazda yüklü olan ARTutor uygulamasını çalıştırılmakta ve cihaz kamerasının işaretçiyi görmesini sağlamaktadır. Kamera tarafından alınan işaretçi bilgisi AG uygulaması tarafından tanımlanmakta, ilişkili sanal model işaretçi üzerinde gösterilmektedir. Bu işlem akışı kullanıcının uygulamayı sonlandırana değin devam etmektedir. 3B model, resim, video ve ses gibi öğrenme materyallerinin kullanıldığı bu çalışma, AG geliştirme ortamını web platformunda, uygulamalarını mobil cihazda gerçekleştirilmesi bakımında değerli bir çalışma olarak ifade edilebilir. Ayrıca ARTutor platformunun mobil uygulama yapısında konuşma ve tanıma teknolojisinin kullanılması ve bu teknoloji sayesinde kullanıcıların işaretçi üzerindeki sanal nesnelere boyutlarını ses ile değiştirebilmeleri dikkat çekicidir. Ancak bu çalışmada AG teknolojisi için ticari bir paketin tercih edilmesi (Kudan SDK) çalışmanın gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Resim 2.8.a, Resim 2.8.b ve Resim 2.8.c’de sırasıyla ARTutor aracının ara yüzünü, işaretçi seçimini ve 3B model gösterimini ifade eden görseller yer almaktadır.



Resim 2.8. ARTutor aracının (a) arayüzü, (c) işaretçi görmesi ve (c) uygulama sonucu

Göttl, Gagel ve Grubert (2018) [103], standart web tarayıcıları için işaretçi tabanlı bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Geliştirilen uygulama nesne izleme yöntemine (NFT, Natural feature tracking) sahip olup, bu yapıyı RANSAC temelli bir algoritma ile gerçekleştirmektedir. Uygulamanın işaretçi izleme yapısı gerçek zamanlı bilgisayar görme

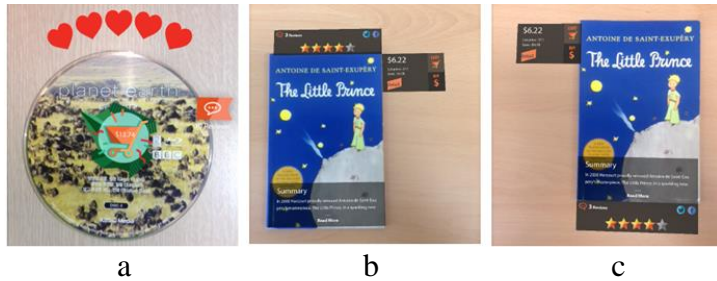
sağlayan OpenCV aracı ile geliştirilmiştir. Ayrıca uygulamanın geliştirilmesinde WebAssembly ve HTML5 gibi önemli teknoloji araçları kullanılmıştır. Bu kullanım uygulamanın tüm standart tarayıcılarında verimli, hızlı ve performanslı çalışmasını sağlamaktadır. Çalışmada OpenCV kütüphanesinin C++ kodlarının WebAssembly derlemesinde Emscripten, web tarayıcı kamera erişiminde HTML5 canvas ögesi, 3B sahnelerin gösteriminde WebGL teknolojileri kullanılmıştır. Bu teknolojiler, uygulamanın standart web tarayıcılarında kamera erişim sınırlamasını, 3B model gösterim engelini ve ek bir eklenti yükleme gerekliliğini ortadan kaldırmıştır. Bununla birlikte bu uygulamanın geliştirmesinde herhangi bir AG yönetim aracı kullanılmamıştır. Bu kullanımda temel alınan amaç geliştirilen uygulamanın standart web tarayıcılarında çalışabilmesi şeklindedir. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen uygulamanın performans değerlendirilmesi mobil cihazların ve masaüstü bilgisayarların web tarayıcılarında yapılmıştır. Yazarlar tarafından yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar, uygulamanın standart web tarayıcılarında başarılı ve verimli bir şekilde çalıştığı şeklindedir. Günümüzde web dünyası üzerinde söz sahibi olan firmalar birçok platformda çalışabilecek bir web tarayıcı yapısının WebAssembly (wasm) teknolojisi ile yakalanacağını düşünmektedir. Bu kapsamda bu çalışma değerlendirildiğinde, uygulamanın WebAssembly ve HTML5 gibi yeni teknolojiler kullanarak geliştirmesi önemlidir. Buna karşın uygulamanın web yönetim aracının bulunmaması ve içerik verilerinin güncellenmemesi gibi durumların uygulama etkinliğini zayıflattığı düşünülmektedir. Resim 2.9’da tablet ve mobil cihaz standart web tarayıcısında çalışan Web Assembly tabanlı izleme görseli yer almaktadır.



Resim 2.9. WebAssembly tabanlı doğal özellik izleme

Kim, Lee, Yoo, Ahn ve Ko (2014) [104] tarafından web AG mobil platformu için bir içerik yönetim sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem, (i) bir AG web tarayıcısında çalışan içerik yönetim yapısından ve (ii) bir webleştirilmiş (webized) mobil AG platformu ve bu platforma bağlı görünüm yönetim aracından oluşmaktadır. Bu sistem AG içeriklerinin

eklenebilmesi, ölçeklenebilmesi ve daha kolay bir yaklaşımla yeniden kullanılabilmesi amacıyla geliştirmiştir. Bu yapılardan, AG web tarayıcı, sanal nesnelere temsil etmek, onları oluşturmak, işlemek ve izlemek amaçlı kullanılmakta olup web ara yüzünde çalışmaktadır. Webleştirilmiş (webized) mobil AG platformu ise AG web tarayıcı arasındaki ayrımı sağlamaktadır. Bu ayrım sayesinde webleştirilmiş (webized) mobil AG platformu AG görüntü sistemine “İzleme Motoru (tracking engine)” ve “Sanal Nesne” bileşenlerini dâhil etmeden içerik verilerinin (3B model) yönetimini mümkün kılmaktadır. Webleştirilmiş mobil AG platform aracının içerik yapısı genel web sayfaları ile aynıdır. Ancak webleştirilmiş mobil AG platform aracı içerisinde yer alan görünüm yönetim aracı HTML5, CSS3 ve Javascript teknolojileri ile geliştirilmiştir. Bu yazılım teknolojilerinin kullanılmasının amacı; kameranın işaretçiyi görme açısı temel alınarak ekran üzerindeki AG içerik konumlarının dinamik değişimini sağlamaktır. Geliştirilen AG web uygulamasının örnek kitap çalışması şu şekilde özetlenebilir: AG web tarayıcı içerisine işaretçi olarak belirlenen kitap, cd gibi görsel işaretçi tanımlamaları uygulamanın web işaretçi veri tabanına yüklenir. Kameranın önceden tanımlanan işaretçiyi gördüğünde işaretçi tanımlayıcı tanımlama bilgisini web işaretçi veri tabanında arar ve eşleşen URI (Uniform Resource Identifier) tanımlayıcı verisinin alır. Alınan bu bilgi kitap web sayfasında (örn: Amazon) aranır, ilgili HTML sayfası bulunur ve işaretçiye gönderilecek semantik veriler oluşturulur. Son adım olarak gerçek zamanlı görüntü yöneticisi kameradan işaretçi izleme pozisyon verilerini alır, bu verilere göre AG nesnelere dinamik olarak uygun pozisyona yerleştirir ve alınmış semantik veriler AG nesnelere içerisine yüklenir. Resim 2.10.a’da yükleme sonucunda elde edilen örnek CD uygulamasından, Resim 2.10.b ve Resim 2.10.c örnek kitap çalışmasından alınmış görsellerdir.



Resim 2.10. Web uygulamanın (a) kalp, (c) sağ boşluk ve (c) sol boşluk algılama örnekleri

Sano (2011) [105] tarafından çoklu platform (OS) desteğine sahip web tabanlı AG içerik uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamanın amacı herhangi bir programlama bilgisi olmayan kullanıcıların kullanım ortamından ve nesne formatından bağımsız kolayca

AG içeriği oluşturabilmelerini sağlamaktır. Bu içerik geliştirme sistemde sadece 3B modeller kullanılmakta olup bu modeller için Collada veya Metasequoia şeklinde iki veri formatı tercih edilmiştir. Çalışmada 3B Collada (.dae) formatının tercih edilmesinin u temel nedeni olduğu belirtilmiş ve bu nedenler; bu formatın gelişmiş animasyon ifadelerini desteklemesi, 3B model nesnelerinin taşınma kolaylığı ve çeşitli geliştirme ve içerik işleme araçları ile kullanılabilmesine fırsat veren XML tabanlı bir yapıda olması şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca bu çalışma u temel bileşenden oluştuğu görülmektedir. Bu u bileşen ise (i) AG içeriğini oluşturabilen “AG modülü”, (ii) ekranın arttırılmasını sağlayan “3B nesne” ve (iii) AG içeriğinin görüntülenmesini sağlayacak “HTML dosyası” olarak adlandırılmaktadır. Sistemin alışması ise şu şekilde açıklanabilir. Uygulamanın ilk adımında AG modülü tarafından, gerçek zamanlı olarak PC’ye bağlı kameranın görüntüsü analiz edilir, işaretçi bilgisi algılanır, sınırları ve koordinatı hesaplanır ve devamında işaretçi üzerinde çift katmanlı bir nesne görüntülenir. Bu nesne görüntüsü işaretçinin uygulama tarafından algılandığı anlamına gelmektedir. AG modülü tarafından gerçekleştirilen bu işlemler Adobe Flash Pro CS4 yazılımı kullanılarak geliştirilmiştir. Yapılan bu işlemlerin içerisinde işaretçi konumunun algılanması ARAppBasc Kütüphanesinin kullanılması ile mümkün olabilmifitir. Işaretinin algılanması ile içerik geliştirici bir web tarayıcı kullanılarak 3B model nesnesini sunucuya yüklemektedir. Yükleme işlemleri PHP ile geliştirilmiş yükleme modülü ile gerçekleştirilmektedir. Yükleme tamamlandığında AG içeriğinin görüntülenmesini sağlayan bir HTML sayfası oluşmaktadır. Bu HTML içerisinde 3B modelin AG şekilde görüntülenmesini sağlayan URL ve gömülü etiket (iframe yapısı) bağlantısı yer almaktadır. AG içerik geliştirici, bu etiketi (iframe yapısını) başka sayfaların kod kısımlarına yapıştırarak o sayfalarda AG içeriğinin görüntülenmesini sağlamaktadır. Ieriği oluşturulan sayfaya kullanıcılar, web tarayıcı aracılığı ile ulaşabilmekte ve AG içeriğini görüntüleyebilmektedir. Kullanıcılar, geliştirilen bu çalışmayı Windows, Macintosh ve Linux gibi farklı platformların web tarayıcılarında alıştırabilmeleri için platformlarına Flash Player eklentisini yüklenmiş olması gerekmektedir. Farklı bir kurulumu ihtiyaç duymayan bu çalışmanın kullanıcı deneyimleri üniversitede okuyan öğrenciler ile yapılmıştır. Yapılan kullanıcı deneyimlerine göre çalışma yüzde 78,3 oranında başarılı bulunduğu ifade edilmektedir. Bu alışma değerlendirildiğinde; uygulamanın açık kaynak bir AG yazılım ile gerçekleştirilmesi ve web tarayıcıları ile ulaşılabilir olması önemlidir. Buna karşın AG sahnesinde sadece 3B model kullanımı ve bu modelin HTML sayfalarındaki kod yazım gerekliliği gibi durumların uygulamanın zayıf yönünü oluşturduğu düşünülmektedir.

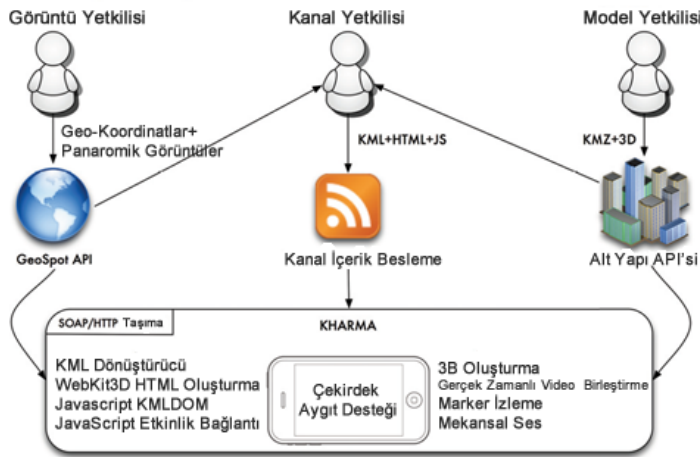
Resim 2.11'de oluşturulan HTML sayfasının web tarayıcı üzerindeki çalışmasından alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 2.11. Web tabanlı AG içerik HTML sayfası

Hill, MacIntyre, Gandy, Davidson ve Rouzati (2010) [106] tarafından kullanıcıların HTML, CSS ve Javascript gibi web geliştirme araçlarını kullanarak AG içeriği oluşturabilmelerini sağlayan yeni bir web tabanlı açık platform aracı geliştirilmiştir. Diğer patentli AG tarayıcı çözümlerinin aksine geliştirilen bu araç, AG içeriklerini standart web sunucularında barındırabilmekte, kullanıcılara web tabanlı bir ortamda AG içeriklerini gösterebilmekte, birden fazla servisten veri alabilmekte ve mobil tarayıcılarda kullanılabilir. Güçlü ve esnek bir AG geliştirme platformuna sahip bu araç için Google Earth tarafından kullanılan KML biçimlendirme dili ve Web 2.0 standardı kullanılmıştır. Çalışmanın mobil tarayıcı arayüzü için Cocoa UIWebView'den yararlanılmıştır. WebView, hem uzak sunuculardaki web sayfalarını hem de uygulama içerisine koyulan html sayfalarını görüntüleyebilen bir bileşendir [107]. UIWebView sınıfının WebKit 3B motorunu kullanması, web uygulamalarında yer alan herhangi bir HTML ögesi içindeki soyut bir 3B grafik dönüşümün daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır. KML / HTML AG Mobil Mimarisi olarak isimlendirilen ve KHARMA adı verilen bu platform, içerik geliştiricilerin Google Earth biçimlendirme dilinin genişletilmiş bir sürümünü kullanarak içerik oluşturmaya ve standart HTTP sunucularında KML dosyalarını barındırmasına olanak tanımaktadır. KML'de HTML gibi, internet tabanlı çalışabilen ve 2B/3B görselleri görüntü amaçlı kullanabilen bir yapıya sahiptir. KHARMA platformu kullanan herhangi bir mobil AG tarayıcısı, sadece binaları ve manzaraları görüntülemenin dışında sahne içindeki COLLADA modellerini ve zengin HTML içeriğini de telefon ekranında görüntüleyebilen bir Google Earth tarayıcısı olarak düşünülebilir. Mevcut mobil AG tarayıcıları kullanıcılarına sınırlı içerik sunmaktadır. Ancak bu tarayıcı birden fazla kaynak tarafından geliştirilmiş ve sunulmuş içerik verilerinin (bina, manzara

ve COLLADE) tek bir ekranda gösterebilme yeteneğine sahiptir. Bu durum çalışmanın geleneksel AG görüntüleyicileri ile mobil AG tarayıcıları arasındaki bir kullanımı ifade etmektedir. KHARMA platformuna dört yapıdan oluştuğu görülmektedir. Bu yapılar şu şekilde sıralanabilir; (1) Tek tek AG kanalı sunan sunucular, (2) Konum izleme bileşenlerine içerik sağlayan sunucuları izleme, (3) Fiziksel çevre hakkında bilgi sağlayan altyapı sunucuları ve (4) Mobil işlemciler. KHARMA platformunun etkinliği ve maliyetinin belirlenmesi için birkaç alanda uygulama yapılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir: Kullanıcılar AG kanallarına kolaylıkla ulaşmış ve özelleştirme yapabilmiş, bina ve konum merkezleri simge ile temsil edilmiş, ortama ses ve konum zeminine not ve yönlendirme verileri eklenmiştir. KHARMA adlı bu proje, devam eden bir projedir. Bu proje ilk durumda iPhone referans tarayıcıları için geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı; GeoSpot ve HTTP web servislerinin kurulması ve bu servislere eklenmiş resim, konum ve metin verilerin alınmasıdır. Bu servis hizmetleri bu çalışmanın AG ortamını zenginleştirmektedir. Bu çalışma değerlendirildiğinde; tüm avantajlara karşın bu çalışmanın 3B model kullanımını desteklememesi, ekran üzerinde işaretlemeler yapılamaması ve masaüstü geliştirme aracı olarak kullanılamaması bu çalışmanın en önemli eksikliği olarak ifade edilebilir. Şekil 2.9’da KHARMA mimarisi, KML ve HTML kombinasyonunu ve hem geliştirme hem de müşteri oluşturma için kullanılan izleme ve altyapı hizmetlerini ifade eden bir görsel yer almaktadır [106].

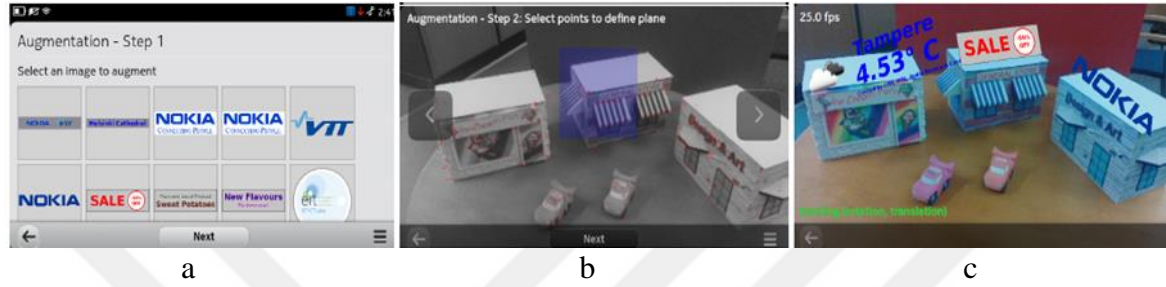


Şekil 2.9. KHARMA mimarisi

MacIntyre, Hill, Rouzati, Gandy ve Davidson (2011) [108] tarafından ARGON olarak isimlendirilen bir AG web tarayıcı geliştirilmiştir. ARGON web tarayıcısı sadece iOS cihazlarda çalışmaktadır. Açık web standardına dayanan ARGON’un AG içerik verilerine

You ve Mattila (2013) [109] tarafından programlama bilgisi olmayan kullanıcılar için hem iç hem de dış ortamda kullanabilecekleri işaret tabanlı AG teknolojisini temel alan mobil bir AG yaklaşımı sunulmuştur. Bu yaklaşım, Web 2.0 teknolojisini temel alan ve birbirinden bağımsız web servis sağlayıcılarından gelen metin, ses, görüntü, video ve 3B model gibi içerikleri yeni ve tek bir web ara yüzünde görüntüleyen “mashup” web uygulama mimarisini temel almaktadır. Kullanıcılar mevcut mashup verilerini web protokolleri ve teknolojilerini kullanan REST kaynağı olarak cihaz ekranında görüntüleyebilme ve AG ortamına ekleyebilmektedirler. Bu REST hizmeti çalışmanın AG ara yüzünü inşa etmektedir. Çalışmada içerik verileri standart web arayüzü ile sunucuya yüklenmekte ve yüklenen bu veriler kullanıcıya AG ara yüzü ile gösterilmektedir. Sistemin genel çalışması (i) görüntü tabanlı mobil 3B izleme hazırlığı ve (ii) mobil web birleştirmesi olarak iki bileşenden oluşmaktadır. Görüntü tabanlı mobil 3B izleme bileşenini çalışması şu şekilde özetlenebilir. Çalışmanın uygulamasında ilk olarak izleme için fiziksel bir bölgenin seçilmesi gerekmektedir. Bu bölge iç mekân veya dış mekân olabilmektedir. Kamera tarafından çekilen görüntü sahne olarak ifade edilmektedir. Kullanıcı yeni bir sahne oluşturması için mobil kamera tarafından yeni bir bölge belirlemekte ve daha sonra birkaç resim ve video çekmektedir. Resim ve video kayıtları tamamlandıktan sonra, mobil uygulama resim, video ve konum verilerini sunucuya yüklemektedir. Sunucu bu verileri işleyerek 2B görseller ve konumun 3B nokta algoritmalarını oluşturmakta ve KML izleme modelinde saklamaktadır. Çalışmanın ikinci bileşeni olan mobil web birleştirme şu şekilde özetlenebilir. Bu işlemin ilk adımı sunucuya yüklenen web kaynağındaki görselleri bir bölgeye bağlamaktır. Bu işlem için mobil kullanıcı AG servisinden yüklenen içerik verilerini talep etmektedir. Bu talep uzak sunucudaki 2B görsellerinin kullanıcı mobil uygulaması ekranında gösterilmesini şeklinde gerçekleşmektedir. Kullanıcı mobil ekranına yüklenen 2B görsellerden istediğini artırma amaçlı seçmektedir. Devamında kullanıcı mobil cihaz kamerası artırmak istediği sahneye doğru tutmaktadır. Uygulama tarafından sahne görüntüsü içinde tanımlama olarak alınan yüzeyler kırmızı noktalar şeklinde gösterilmektedir. Uygulama bu noktalar referans olarak kullanıcı tarafından daha önceden seçilmiş 2B görseli sahneye eklemektedir. Bu işlem sonucunda oluşan yeni içerik güncellemesi uzak sunucuya yüklenmektedir. Yeni artırılmış bölgenin izlenmesi test etmek için kullanıcının uygulamayı izleme modun da açması gerekmektedir. Daha sonra cihaz kamerası söz konusu sahneye yönlendirilir ve izleyici bilgileri AG ekranında görüntülenir. Kullanıcı coğrafi bir konumun anlık hava verisini servis sağlayıcısının web AP’sinden harici olarak verilen URI (Uniform Resource Identifier) aracılığı ile talep

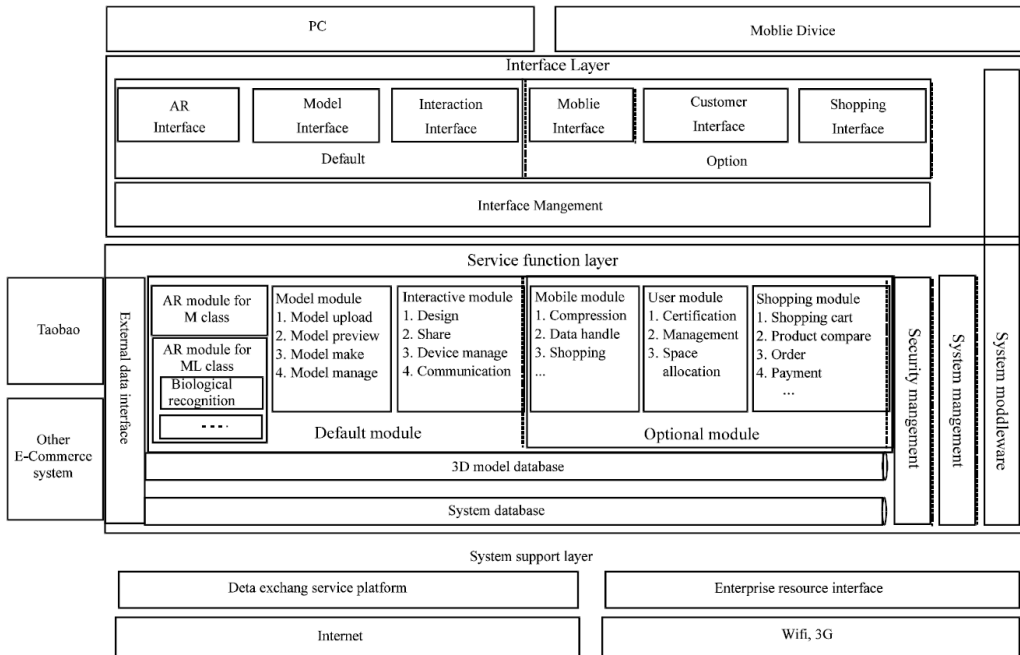
edilmekte ve devamında istenen içerik AG ara yüzüne dinamik olarak aktarılmaktadır. Kullanıcı AG ekranda yer alan konum bilgisi üzerindeki bağlantıları tıklayarak medya içeriğini artırma ekranına indirebilmektedir. Resim 2.12.a, Resim 2.12.b ve Resim 2.12.c sırasıyla masup görüntü seçimini, web karışımını ve bölge seçimini ve AG görüntüsünü ifade eden görsellerdir.



Resim 2.12. Çalışmanın (a) bileşen seçimi, (b) bölge seçimi ve (c) AG görüntüsü

Xiao-Jun, Bo ve Feng (2013) [110] tarafından AG temelli bir çevrimiçi ürün görüntüleme sistem aracı (framework) tasarlanmıştır. Çalışma öncesi yazarlar tarafından çevrimiçi satılan ürün türlerinin farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklı ürünler sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada “Ürünün giyilip giyilmediği” ve “Ürünün katı nesne olup olmadığı” ilkelere benimsenmiştir. Bu ilkelere göre çevrimiçi satılacak ürünler üç ayrı sınıfa ayrılmıştır. İlk sınıfı “işaretçisiz (marker less, ML)” olarak adlandırılmış ve iki ilkeye uyumlu olan ürünler oluşturmuştur. İkinci sınıfı ilk ilkeye uyumlu ancak ikinci ilkeye uyumlu olmayan “özel işaretçisiz (marker less special, MLS)” olarak adlandırılmış ürünler oluşturmuştur. Üçüncü sınıfı ise iki ilkenin hiçbirine uymayan ve “işaretçi (marker, M)” olarak adlandırılmış ürünler oluşturmuştur. Bu sınıflandırmaya göre giyim ve aksesuar MLS sınıfına; saat ve gözlük ML sınıfına; kitap, elektronik eşya, yiyecek ve ev aletleri M sınıfına aittir. Bu sınıflandırma daha sonra sistem aracı tasarlanırken dikkate alınmıştır. Sistem aracı dört katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar; erişim katmanı, arayüz katmanı, servis fonksiyonu katmanı ve sistem katmanıdır. Erişim katmanı; bilgisayar ve mobil cihaz aracılığı ile bağlanan kullanıcılar için uygulamanın web ara yüzüdür. Arayüz katmanı; mobil arayüzü, kullanıcı arayüzü, alışveriş arayüzü, model arayüzü, interaktif arayüzü ve AG arayüzü katmanlarını içermektedir. Servis fonksiyon katmanı çekirdek katmandır ve bu katmanda; sistem veri tabanı, 3B model veri tabanı, AG modülü, model modülü, etkileşim modülü gibi modüller yer almaktadır. En son katman olan sistem destek katmanında ise temel ağ ve veri alışverişi için gerekli kontroller yer almaktadır. Daha ayrıntılı açıklamak

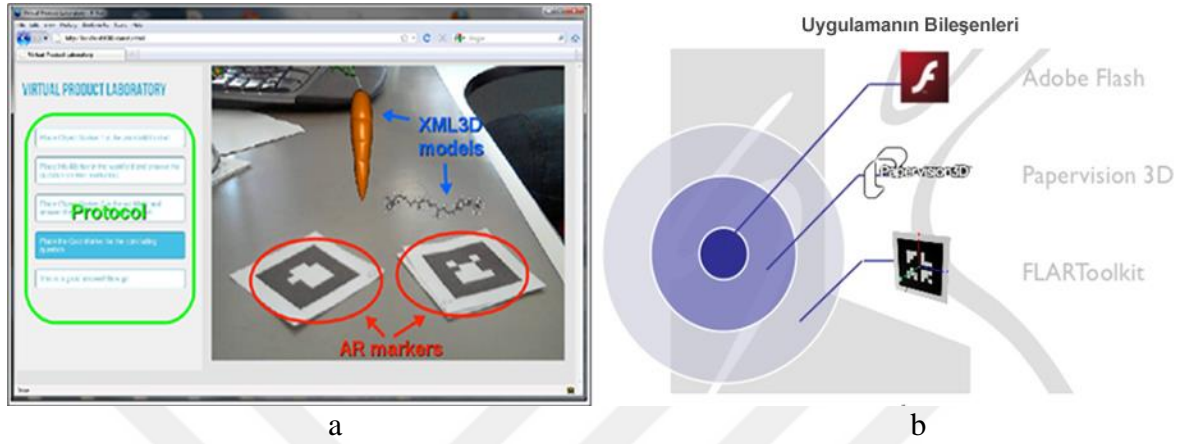
gerekirse model modülü 3B model yükleme, ön izleme ve silme gibi kontrolleri içermektedir. Ayrıca bu modül “.dae”, “.ase”, “.kmz”, “.3B” gibi 3B uzantılarını desteklemektedir. Bu destek modellerin 3dsMax ve SketchUp gibi harici modelleme yazılımları ile oluşturulması ve model modülünden yüklenmesi şeklindedir. Yükleme işlemi sistem yönetici tarafından yapılmaktadır. Kullanıcılar ise bu modelleri PC veya mobil cihaz kamerası aracılığı ile çevrimiçi bir ortamda deneyebilmektedir. AG modülü M ve ML şeklinde AG işaretçi tanımlaması içermektedir. M ürün işaretçi tanımlamasında AS3 kodlamasını temel alan FLARToolKit, oyun motoru kullanımında PV3D/Away3D teknolojisi kullanılmıştır. Sistem web kamerasını kullanarak AG sahnesini izlemekte ve FLARToolKit yazılımı ile işaretçiyi tespit etmektedir. ML ve MLS sistemlerinde ise bu işlem gerçek zamanlı yüz tanımlama algoritması, Camshift izleme algoritması ve Viola-Jones nesne algılamasını kullanan yüz tanıma ve insan vücut duruşu belirleme yazılımlarını kullanmaktadır. Çalışmanın geliştirme platformu olarak Flash Builder 4.5 ve Flex 4.5 SDK araçları kullanıldığı görülmektedir. Bu araçların kullanılması SWF dosyalarının web sayfasına gömülmesini ve sunucu cevaplarını bu sayfayı yenilemeden almasını sağlamaktadır. Sistemde verilerin ve 3B modelleri depolanması için SQL Server 2005 bir veri tabanı sunucusu kullanılmıştır. Şekil 2.11’de web ortamında çalışan AG çevrimiçi ürün görüntüleme sistem aracının yapısı görülmektedir.



Şekil 2.11. Çevrimiçi AG tabanlı ürün görüntüleme sistemi

Nickels ve diğeri (2012) [111] tarafından biomoleküler dersini alan lise seviyesindeki öğrencilere yönelik AG tabanlı bir web uygulaması geliştirilmiştir. Protein-ScanAR olarak adlandırılmış olan bu web uygulaması öğrencilerin ileri mikroskop altında bile çok zor göreceği protein yapılarını işaretçiler üzerinde 3B model olarak göstermeyi amaçlamaktadır. Bu amaç için moleküller yapıları temsil edecek öğrenme içerikleri belirlenmekte ve belirlenen içerikler BALLView aracı kullanılarak modellenmektedir. Bir sonraki aşamada bu modeller uygulamada kullanılmak amacıyla XML3D'e aktarılmaktadır. Bu sayede kullanıcılar uygulamanın çalıştırılmasıyla 3B modelleri web tarayıcısında görebilmektedir. Uygulamanın AG arayüzü için ARToolKit kütüphanesinden türetilmiş FLARToolKit aracı tercih edilmiştir. Bu tercih kullanıcıların işletim sisteminden bağımsız web kamerasına erişilebilmesini sağlamaktadır. Çalışmada çoklu işaretçi yapısının oluşturulması için FLARManager aracı kullanılmaktadır. Bu kullanım uygulamaya AG ekranında birden fazla moleküler yapıyı gösterebilme yeteneği kazandırmaktadır. Çalışmada kullanılan 3B modeller ve işaretçiler sunucu klasörlerinde saklanmaktadır. Bu 3B modeller ile işaretçiler aralarındaki bağlantılar ise XML ile yapılmaktadır. XML içerisinde her model veya modeller için bir işaretçi veya işaretçiler tanımlanmaktadır. Uygulamada kullanılan modellerin ve işaretçilerin değişimi için dinamik bir arayüz oluşturulmamıştır. Bu sebepten dolayı uygulamada bir içerik değişimi söz konusu olduğunda bu değişim yeni model veya işaretçilerin aynı isimle eskilerini üzerine yapılandırılması ile çözümlenmektedir. Protein-ScanAR kullanıcı arayüzü; içerik, görselleştirme ve etkileşim olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden en önemlisi web kamera görüntüsünü içeren "Flash Container" widget'dir. Flash Container widget aracı geliştiricilerin Flash SWF dosyalarını HTML sayfalarına eklemelerini ve web uygulaması olarak çalıştırabilmelerini sağlamaktadır. Protein-ScanAR uygulamasının çalışması şu şekildedir. İlk olarak web uygulama sayfasının (Resim 2.13) sol kısmında yer alan kullanıcı yönlendirme komutları dikkate alınmaktadır. Bu komutlar kullanıcıların işlem sırasında bir sonraki derse geçmesi ve kamera görüşüne ilgili AG işaretçisini yerleştirilmesi adımlarını içermektedir. Kullanıcılar bu uyarılara göre ilk adımda kamera açısı içerisine işaretçisini koymaktadır. Uygulama tarafından işaretçi tanımlanmakta ve mevcut ders ile ilişkilendirilmiş 3B model anlık video akışı içerisinde yer alan işaretçi üzerinde gösterilmektedir. Açıklanan bu çalışma değerlendirildiğinde; uygulamanın açık kaynak bir AG yazılımı ile gerçekleştirilmiş olması ve web tarayıcılarında çalıştırılabilmesi önemlidir. Buna karşın, uygulamadaki AG ortamında kullanılan 3B modellerin ve işaretçileri değişimi söz konusu olduğunda kopyala-yapıştır ile

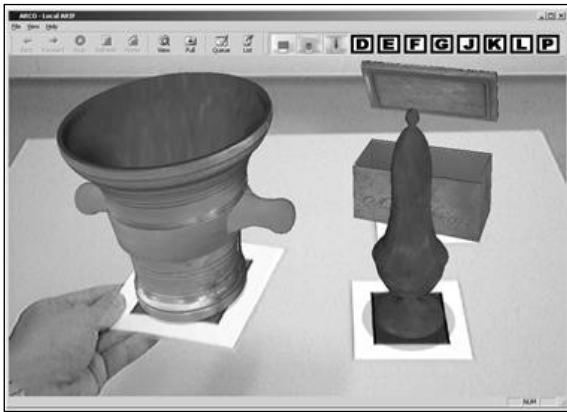
çözüm aranması uygulamanın web yönetim arayüzünün olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Resim 2.13’de oluşturulan ProteinScanAR web uygulamasının ara yüzü gösterilmektedir.



Resim 2.13. ProteinScanAR çalışmasının (a) web uygulaması ve (b) yazılım bileşenleri

Wojciechowski ve diğerleri (2004) [112] tarafından müze ihtiyaçlarının çözümü için oluşturulan, müze içinden ve dışından erişilen ve kullanılan, ARCO (Augmented Representation of Cultural Objects) olarak isimlendirilen bir proje çalışması sunulmuştur. Kültürel Nesnelerin Artırılmış Temsili olan ARCO, içerisinde sanal sergilere dijitalleştirilmiş kültürel nesne yaratma, manipüle etme, yönetme ve sunma gibi yardımcı geliştirme araçları barındırmaktadır. Bu araçlar sayesinde ARCO hem küçük müzelerin hem de büyük müzelerin ihtiyaçlarına yönelik kullanılabilen bir AG uygulama oluşturma aracı olmuştur. Bu aracın yetenekleri arasında miras eserlerinin dijitalleştirilmesi, yönetimi ve sunumu yer almaktadır. ARCO projesinin sistem mimarisi, içerik üretim süreci, içerik yönetim süreci ve içerik görselleştirme süreci olmak üzere üç ana bölüme ayrılmaktadır. Bunlardan içerik üretimi, kullanıcıların miras eserlerini daha kolay ve basit bir şekilde modellenmesi amacıyla kullanılmaktadır. İçerik üretimi sürecinde yer alan “Nesne Modelleyici” müze eserlerinin daha basit ve kolay bir şekilde modellenmesini, “Model Düzenleyici” bu modellerdeki eksik parçaların yapılandırılmasını ve onarılmasını sağlamaktadır. Bu araçlar ARCO içerisinde 3DS Max çerçevesine dayanan bir eklenti olarak yer almaktadır. İçerik üretim süreci içerisine nesne modellenmesinin dışında girdi olarak; metinler, resimler, 3B modeller, sesli veriler ve filmler gibi çoklu ortam nesneleri kullanılmaktadır. Bu nesneler kullanıcı tarafından AG ortamına dinamik olarak yüklenebilmektedir. ARCO mimarisinin ikinci kısmı içerik yönetim sürecidir. Çalışmada kullanılacak işaretçi ve sanal nesneler içerik yönetim içerisindeki veri tabanının da

saklanmakta, yönetilmekte ve daha sonra tasarımcıların sanal sergi aracı ile oluşturdukları sanal sergi ortamında kullanılmaktadır. ARCO projesinde SG ve AG olmak üzere iki sergi ara yüzü/tarayıcısı yer almaktadır. Tasarımcılar tarafından bir AG sergi ara yüzünde kullanılacak işaretçilerin ve sanal nesnelerin seçilmesi ve birbirleriyle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu gereklilik XML ile sağlanmaktadır. Kullanıcı istediğinde AG arayüzü aracılı ile bu ilişkilendirmeyi değiştirebilmektedir. ARCO mimarisinin son kısmı içerik görselleştirme sürecidir. Çalışmada bu görselleştirme için ARToolKit destekli VRML ve önceden tanımlanmış ARToolKit tipi işaretçiler kullanılmaktadır. Ayrıca çalışmanın AG uygulamasındaki kamera verilerini yakalamak için DirectShow Kütüphanesi, 3B sanal nesnelere göstermek için OpenVRML grafik kütüphanesi kullanılmaktadır. Genel olarak ARCO projesinin çalışması şu şekilde özetlenebilir: ilk olarak AG arayüzü gerçek bir ortama konulan ve kamera tarafından alınan fiziksel işaretçiyi çözümlenmektedir. Sonrasında AG ekranında işaretçi üzerinde sanal model gösterilmektedir. Bu gösterim sırasında kullanıcılar hem işaretçi ile hem de farklı girdi cihazları ile görüntülen nesnelere etkileşime girebilmektedirler. Son kullanıcılar bu AG gösterimine web üzerinden, müze kiosklarından veya basit bir monitör ekranından ulaşabilmektedir. Sonuç olarak ARCO sistemi kullanıcılarına kendi basit sanal nesnelere oluşturabilme, dışarıdan sanal nesne alabilme, işaretçi seçebilme, sistem veri tabanından bu verilere ulaşabilme ve bu nesnelere işaretçi ile ilişkilendirme özelliklerini sunmaktadır. ARCO projesinin AG arayüzü uygulama anından alınmış bir görsel Resim 2.14’de verilmektedir.

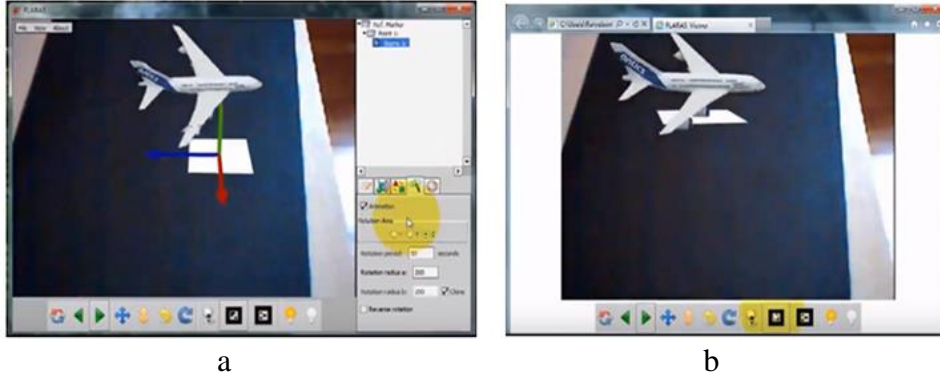


Resim 2.14. ARCO AG arayüzü uygulaması

Souza, Moreira ve Kirner (2012) [113] tarafından herhangi bir programlama bilgisine sahip olmayan kullanıcıların kendi AG ortamını oluşturabilmesini sağlayacak bir içerik yazma aracı geliştirilmiştir. Flash AG Yazma Sistemi (FLARAS, Flash Augmented Reality

Authoring System) olarak isimlendirilen bu araç görsel bir ara yüze sahiptir. Adobe Flash programı kullanılarak hazırlanana FLARAS aracının AG özelliği için optik bir izleme yapısına sahip olan ARToolKit kütüphanesinden türetilmiş FLARToolKit kullanılmıştır. Bu bağlamda uygulamada işaretçi olarak ARToolKit tipi işaretçiler kullanılmaktadır. Ayrıca çalışmanın kodlaması için AS3, SDK yapısı için Adobe Flex SDK, IDE için Flash Develop, oyun motoru için PaperVision3D ve grafik arayüz için ASWing kullanılmıştır. FLARAS, Windows, Linux ve Mac OS gibi platformlarda çalışabilmektedir. FLARAS, basit bir görsel ara yüze sahiptir ve bu arayüz sayesinde kullanıcılar geliştirme işlemlerini daha kolay ve hızlı yapabilmektedir. Ayrıca FLARAS aracı kullanıcılarına işaretçi ve fare kullanımı şeklinde iki tür etkileşim yönetim sunmaktadır. Bu sayede AG ekranında yer alan sanal nesnelere kullanıcı tepkilerine cevap vermekte ve kendi aralarında etkileşime girmektedir. FLARAS aracının en önemli özelliği 3B modelleme ve programlama bilgisine sahip olmayan kullanıcıların çoklu ortam nesnelere ile çalışabilmeleridir. Bunu yapmak için Free3D gibi depolardan hazır 3B modeller seçilmeli ve indirilmeli, FLARAS araç menüsü ile bu modeller sisteme yüklenmeli, 3B modelin işaretçi üzerindeki uygun gösterimi için 3B modele ait yönlendirme ve ölçeklendirme değerleri girilmelidir. Tüm bu işlemler FLARAS aracının sol kısmında yer alan basit grafik arayüzü menülerindeki görsel komutlar ile gerçekleştirilmektedir. FLARAS aracı 3B model ekleyebilme becerisi yanında video, animasyon, doku ve ses eklemeyi desteklemektedir. Bu işlemlerin tümü FLARAS aracındaki sanal nesne geliştirme menüsünden yapılmaktadır. FLARAS aracı FLV formatındaki videoları sorunsuz bir şekilde çalıştırmaktadır. Ancak bu araç MP4 biçimindeki videoları desteklememektedir. FLARAS aracı çevrimiçi ve çevrimdışı platformları desteklemektedir. FLARAS aracı kullanıcılarına sadece çevrimdışı kullanımda içerik yönetim desteği sunmaktadır. Bu destek çevrimiçi kullanımında yer almamaktadır. Yani AG uygulaması için yapılması gereken değişimler web sunucu üzerinden yapılamamaktadır. FLARAS aracı ile oluşturulmuş bir AG uygulamasının doğrudan çevrimiçi bir platformda kullanımı söz konusu değildir. Bu işlem için FLARAS aracının sol kısmında bulunan grafik arayüzü menüsünde bulunan "Publish" seçilmeli ve indirilmeli, sıkıştırılmış olarak indirilen dosya masaüstünde açılmalı ve açılan dosya web alanına yüklenmelidir. Daha sonra kullanıcının bu web sayfasına, web kamerasına ve mikrofonuna erişmesi için Adobe Flash Player'ı yetkilendirmesi yeterlidir. Devamında ise referans olarak belirlediği işaretçiyi web kamerasının görüş alanına yerleştirmeli ve sanal nesneyi işaretçi üzerinde görmelidir. FLARAS aracı Windows, Linux ve Mac OS gibi platformlarda çalıştırılabilmektedir. Resim 2.15.a ve Resim 2.15.b sırasıyla FLARAS

aracının çevrimdışı uygulama görüntüsünü ve çevrimiçi uygulama görüntüsünü yansıtmaktadır.



Resim 2.15. FLARAS aracının (a) çevrimdışı uygulaması ve (b) çevrimiçi uygulaması

2.8.2. Sektörde yapılan çalışmalar

Bu kısımda AG stüdyo/editör araçları hakkında kısa bir açıklama yapılmakla birlikte önerilen çalışmaya konu olacak benzer özel sektör uygulamaları yer almaktadır.

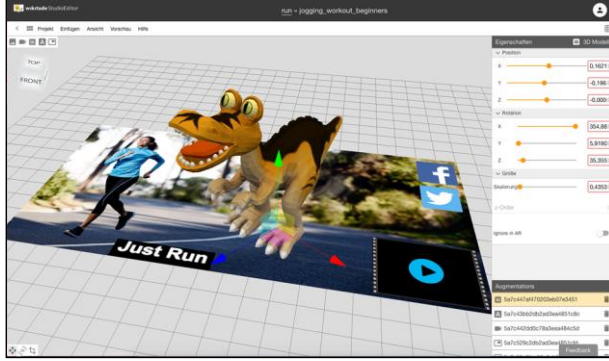
Alanyazında yapılan özel sektör uygulamaları incelendiğinde; AG stüdyo/editör araçlarının genellikle web tabanlı olarak çalıştığı ve “içerik geliştirme aracı”, “içerik yönetim sistemi” ve “yazılım geliştirme stüdyo aracı” gibi başlıklar altında ifade edildiği tespit edilmiştir.

AG Editörler, AG servis sağlayıcılar tarafından sunulan ve AG içeriği oluşturmak için kullanılan platformlardır. Her AG servis sağlayıcı kendi geliştirdiği AG stüdyo aracı ile geliştiricilerine hizmet vermektedir. Bu stüdyolar, geliştiricilerin kendi AG içeriklerini oluşturmalarını, yönetmelerini, test etmelerini ve yayınlamalarını sağlamaktadır. Bu işlemlerin tümü için geliştiricilerin ek bir program kullanmasına, herhangi bir programlama bilgisine veya kod yazmasına gerek yoktur. Bu stüdyo araçları ile geliştirilmiş uygulamalara kullanıcılar bazen mobil cihazlarına veya akıllı telefonlarına bir AG servis sağlayıcısının Apple Store/Google Store ortamındaki uygulamasını yüklenerek, bazen de herhangi bir yazılım yüklemeyen web tarayıcısı üzerinde ulaşmaktadır. Bu hizmet her AG servis sağlayıcısına göre farklılık göstermektedir. Geliştiricilerin AG stüdyo araçları ile oluşturdukları her bir AG uygulaması “AG kanalı” olarak ifade edilmektedir. Bu kanallar kullanıcı tarafından oluşturulmaktadır. Test edilme işlemi yine kendi üzerinde, AG stüdyo araçları ile anlık yapılmaktadır. Farklı servis sağlayıcıları tarafından

geliştirilmiş her stüdyo aracı kendine özel hedef referans türleri ile kullanılmaktadır. Bu türlere; işaretçi tabanlı AG (İTAG), işaretçi tabanlı olmayan AG (İTOAG), konum tabanlı AG (KTAG) ve SLAM örnek olarak verilebilir. AG Stüdyo araçlarının en önemli bileşeni çoklu ortam nesnelere ve bu nesnelere geliştiriciler tarafından kendi kanallarına eklenmektedir. Her stüdyo aracı bu nesnelere farklı yöntemler kullanarak kendi kanallarına yüklemektedir. Bu yükleme işlemi bazı stüdyolar tarafından simge butonları ile bazı stüdyolar tarafından sürük ve bırak tekniği ile yapılmaktadır. Yüklenen her bir sanal nesne istenildiğinde geliştirici tarafından değiştirilebilir, silinebilir veya yenisi eklenebilir.

Wikitude Studio Editor [114], Wikitude tarafından geliştirilmiş web tabanlı bir AG geliştirme aracıdır ve kullanımı ücretsizdir. Geliştiricilerin bu aracı kullanabilmeleri için Wikitude Studio web sitesine giriş yapmaları, üye olmaları ve bir kanal açmaları gerekmektedir. Wikitude Studio editörünün ilk açılış ekranında iki görünüm yer almaktadır. Bu görünümlerden ilki daha önce oluşturulmuş kanalların listesi, ikincisi yeni kanal oluşturma sayfasıdır. Üyelik işleminden sonra yapılacak ilk işlem bir “AG Kanalı” oluşturmaktır. Wikitude Studio bu kanalları “Project” olarak isimlendirilmektedir. Açılacak her proje için tetikleyici/işaretçi olarak sadece 2B görsel veya 3B gerçek nesne seçilmektedir. Yani, bir proje “Image (2B)” veya “Object (3B)” türünde işaretçi (tetikleyici) ile uygulanmaktadır. Bir projenin oluşturulması aşamasında yapılacak işlemler şunlardır: işaretçi türünün seçilmesi, proje isminin verilmeli ve seçilen işaretçi türüne göre dijital bir resmin (2B) veya 3B nesnenin projeye dâhil edilmesidir. Proje oluşturmak için kullanılan Wikitude Studio editörü görsel bir ara yüze sahiptir. Bu arayüz içerisinde Başlık (header), Proje araç çubuğu (project toolbar), 3B görünüm (3D view) ve özellik panelleri yer almaktadır. Geliştiriciler bu paneller sayesinde projelerine çoklu ortam nesnelere eklemektedir. Wikitude Studio editörü AG projelerinde resim, video, 3B model, metin ve buton gibi çoklu ortam nesnelere kullanımını desteklemektedir. Bu nesnelere projelere sürük ve bırak tekniği ile eklenmektedir. Çalışmaya eklenen nesnelere ölçeklendirilmesi, döndürülmesi ve işaretçi ile olan konumu paneller aracılığı ile yapılmaktadır. Wikitude Studio Editörü geliştiricilerine oluşturdukları projelerin paylaşımı ve kullanımı için üç farklı seçenek sunmaktadır. Bu seçeneklerden ilki, WTC sıkıştırılmış dosyasının Wikitude SDK aracında kullanımı, ikincisi uygulamanın Google Store’da yayınlanması, üçüncüsü ise mobil AG tarayıcı ile ulaşılmasıdır. Wikitude Studio, iOS ve Android ile uyumludur. Kullanıcıların genel AG projelerini kullanabilmeleri için tablet veya akıllı telefonlarına

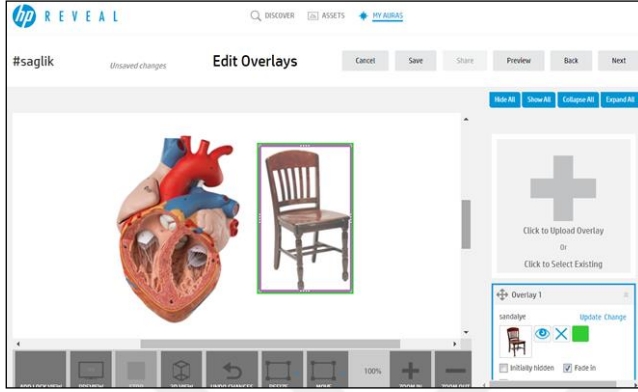
“Wikitude Stüdyo” uygulamasını indirmeleri ve kurmaları gerekmektedir. Resim 2.16’da Wikitude Stüdyo editör ara yüzünden alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 2.16. Wikitude Stüdyo editör arayüzü

HP Reveal Studio [115], HP tarafından sunulan, eski adı Aurasma olan web tabanlı bir AG geliştirme aracıdır. Geliştiricilerin bu aracı kullanabilmeleri için HP Reveal Studio web sitesine giriş yapmaları, üye olmaları ve bir kanal açmaları gerekmektedir. Geliştiricilere bu editörünün ilk açılış ekranında yeni oluşturma kanalı ve eğer varsa daha önceden hazırlamış olduğu kanallarının listesi gösterilmektedir. HP Reveal Studio tarafından açılan kanallar “Aura” olarak isimlendirilmektedir. Bu kanallarda tetikleyici/işaretçi olarak sadece 2B görsel kullanılmaktadır. Bu görseller istenildiğinde bilgisayar dosyasından veya dropbox depolama servisinden editöre yüklenilmektedir. Yeni bir aura oluşturmak için yapılacak işlemler şunlardır: oluşturulacak aura kanalına isim verilmesi, 2B işaretçinin yüklenmesi ve aura içerisine çoklu ortam nesnelerinin dâhil edilmesidir. HP Reveal editörü görsel bir ara yüze sahiptir. Bu arayüz içerisinde, başka kullanıcıların hazırlamış olduğu aura listesini gösteren varlıklar (discover) paneli, geliştiricinin daha önce yapmış olduğu aura listesini gösteren auralarım (my auras) paneli ve ek özellik panelleri yer almaktadır. Bu paneller sayesinde geliştiriciler auralarına çoklu ortam nesneleri ekleyebilmektedir. HP Reveal editörü aura kanallarına ses, resim, video ve 3B model gibi nesnelerinin eklenmesini desteklemektedir. Ayrıca bu nesnelerin her birine kullanıcı tepkilerine göre çalışan aksiyon komutları atanabilmektedir. Bu atamalara “tıklatıldığında tam ekran yap”, “tıklatıldığında URL’ye git” örnek olarak verilebilir. Auralar içerisinde yapılacak işlemler sürükle ve bırak tekniği ile yapılmaktadır. Eklenen bu nesnelerin ölçeklendirilmesi, döndürülmesi ve işaretçi ile olan konumu yine bu paneller aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. HP Reveal Editörü geliştiricisine aura paylaşımı için iki seçenek sunmaktadır. Bu seçeneklerden ilki, geliştirilen uygulamanın herkes tarafından kullanımı

için aktif edilmesi, ikincisi uygulamanın aktif edilmemesidir. Kullanıcıların aura içeriklerini görebilmeleri için tablet veya akıllı telefonlarına “HP Reveal Stüdyo” uygulamasını kurmaları ve izlemek istediği kullanıcıyı takip etmeleri gerekmektedir. Resim 2.17.’de HP Reveal Editör ara yüzünden alınmış bir görseldir.



Resim 2.17. HP Reveal Stüdyo editör arayüzü

Zapworks Designer [116], Zappar tarafından geliştirilmiş web tabanlı bir AG tasarım aracıdır. Bu araç sayesinde geliştiriciler çok sahneli AG ortamı oluşturabilirler. Zapworks Designer aracının 30 günlük ücretsiz deneme kullanımı mevcuttur. Ancak bu süre bitiminde araç ücretli hale gelmektedir. Geliştiricilerin bu aracı kullanabilmeleri için Zapworks Designer aracının bulunduğu web adresine gitmesi ve üye olması gerekmektedir. Üyelik işlemi sonrası yapılması gereken ilk işlem zapcode’u seçmektir. Zapcode, Zapworks Designer tarafından oluşturulan ve AG kanallarında kullanılan bir işaretçidir. Bu işaretçi siyah beyaz veya renklidir, kare veya daire şeklindedir. İşaretçi seçimi sonrası yapılması gereken diğer bir işlem “AG Kanalı” oluşturmaktır. Bu kanal Zapworks Designer tarafından “Scene” olarak isimlendirilmektedir. Geliştirici oluşturacağı AG sahnesine mevcut zapcode tetikleyicilerinden/işaretçilerden istediğini seçebilmekte veya editör aracılığı ile küçük değişiklikler sonucunda oluşturulacağı yeni zapcode şeklini tetikleyici/işaretçi olarak kullanabilmektedir. Bir sahnenin oluşturulması aşamasında yapılacak işlemler şu şekilde özetlenebilir: sahne isminin verilmesi, zapcode seçimi ve seçilen zapcode şeklinin sahneye işaretçi olarak dâhil edilmesidir. Zapworks aracının kullanımı oldukça kolay ve görsel bir yüze sahiptir. Bu arayüz içerisinde yeni bir zapcode editörü, önceden oluşturulmuş AG sahneleri ve AG geliştirme panelleri yer almaktadır. Zapworks tasarım aracı AG projelerinde 2B görsel (2B image), fotoğraf albümü (photo albüm), video (video), ses (sound), metin (text), buton (button) ve bağlantı (contact) gibi çoklu ortam nesnelerinin kullanımını desteklemektedir. Bu oluşturucu içerisindeki nesnelere

sahnelere sürükle ve bırak tekniği ile eklenmektedir. Yine aynı şekilde eklenen nesnelere ölçeklendirilmesi, döndürülmesi ve zapcode ile olan konumu paneller aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Zapworks Designer aracı ile geliştirilmiş uygulamaların kullanımı için Zappar uygulamasının iOS ve Android uyumlu mobil veya taşınabilir cihazlara kurulması gerekmektedir. Bu kurulum sayesinde kullanıcılar farklı AG sahne içeriğine sahip uygulamalara erişebilmektedirler. Tek yapılması gereken işlem uygulamanın çalıştırılması ve zapcode görüntüsünün kameraya gösterilmesidir. Resim 2.18'de Zapworks Designer aracının ara yüzünden alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 2.18. Zapworks Designer aracının arayüzü

Layar Creator [117], Layar firması tarafından sunulan ve geliştiricilerinin self-servis aracı olarak kullanabileceği web tabanlı bir AG geliştirme platformudur. Bu platform 5 temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; Layar Gerçeklik Tarayıcısı (Layar Reality Browser), Layar Sunucu (Layar Server), Layar Yayın Web Sitesi (Layar Publishing Website), Layar Servis Sağlayıcıları (Layar Service Providers) ve Katman İçerik Kaynakları (Layar Content Sources) olarak sınıflandırılmaktadır. Layar Gerçeklik Tarayıcısı, kullanıcının mobil cihazdaki istemcisidir. Bu istemci işaretçileri bilir ve uygulamayı görüntüler. Layar Sunucu, Layar servisinin en önemli bileşenidir. Bu bileşen Layar Yayın Web Sitesine, Layar Gerçeklik Tarayıcısını ve harici Layar Servis Sağlayıcısına arayüz sağlayan bileşendir. Sunucu istemci tarafından yüklenen her içeriği analiz eder ve bu içeriğe ulaşılması için benzersiz bir parmak izi oluşturur. Ayrıca, istemci tarafından gönderilecek işaretçilerin analizlerini yapar ve uygun parmak izi ilişkilendirilmiş nesnelere istemciye yükler. Layar Yayın Web Sitesi, geliştiricilerin yeni kanallar oluşturabileceği ve hesaplarını yönetebileceği bir web sitesidir. Layar Servis Sağlayıcılar, üçüncü parti geliştiriciler tarafından oluşturulan servis sağlayıcılardır. Bu servis sağlayıcılarına ücretsiz olarak fotoğraf ve video barındıran Flickr, Funda ve Hyves web servisleri örnek olarak

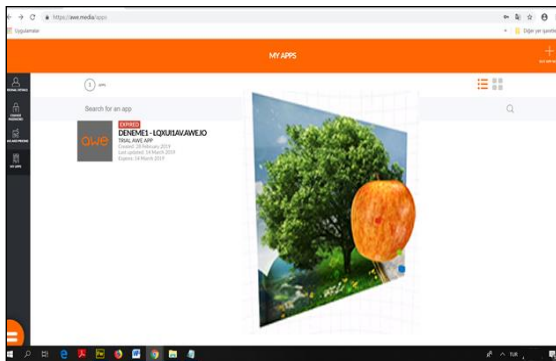
verilebilir. Katman İçerik Kaynakları ise Flickr web servisinden alınacak içeriği Layar Gerçeklik Tarayıcısında görüntüleyen bileşendir. Geliştiricilerin Layar Creator aracını kullanabilmeleri için Layar Creator web adresine gitmesi ve üye olması gerekmektedir. Üyelik işlemi sonrası yapılması gereken ilk işlem yeni bir AG kanalı oluşturmaktır. Layar Creator tarafından oluşturulan her AG kanalı “kampanya (campaign)” olarak isimlendirilmektedir. Kampanya oluşturulması sırasında geliştirici oluşturacağı kanalın ismini girmesi ve türünü seçmesi gerekmektedir. Bu tür; magazin, gazete, reklam, iş kartı, katalog, market, mektup ve poster içeriklerinden oluşmaktadır. Layar Creator aracı tetikleyici/işaretçi kullanımında 2B görsel ve konum tabanlı işaretçileri desteklemektedir. Layar Creator aracı ile oluşturulacak bir AG kanalında yapılacak işlemler şu şekilde özetlenebilir: kampanya isminin yazılması ve türünün seçilmesi, işaretçi görselinin yüklenmesi ve paneller aracılı ile işaretçi üzerine sanal nesnelerin eklenmesi işlemidir. Layar Creator aracının kullanımı kolaydır ve görsel bir yüze sahiptir. Bu oluşturucu arayüz içerisinde buton, 3B nesne, fotoğraf, telefon numarası, internet adresi gibi eklentiler yer almaktadır. Bu sanal eklentiler kampanya kanalına sürükle ve bırak tekniği ile eklenmektedir. Ayrıca bu eklentiler oluşturucu menüsünden kişiselleştirilmiş ve etkileşimli düğmelerle genişletilebilir. Kullanıcıların oluşturulan AG kampanyalarını kullanabilmeleri için tablet veya akıllı telefonlarına “Layar Reality Browser” uygulamasını indirmeleri gerekmektedir. Yüklenen istemci (mobil uygulama), Layar sunucusuna bir istek gönderir. Gelen isteğe bağlı olarak Layar sunucusu uygun içeriği yayın web sitesinden alır ve Layar istemcisinde gönderir. Layar istemci gelen içeriği AG sahnesinde görüntüler. Resim 2.19’da Layar Creator aracının ara yüzünden alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 2.19. Layar Creator aracının arayüzü

Awe.media [118], tamamen çevrimiçi ortamda web tabanlı çalışan bir AG tasarım ve uygulama aracıdır. Bu araç ile yapılması planlanan tüm AG geliştirme ve uygulama

işlemleri web tarayıcı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu sebepten dolayı, geliştiricilerin mobil cihazlarına herhangi bir uygulama yüklemelerine ve farklı cihaz platformları için farklı uygulamalar oluşturmalarına gerek yoktur. Awe.media aracı, içerik oluşturma sürecinde geliştiricilerinden herhangi bir kod bilgisi istememektedir. Ancak kod bilgisi olan geliştiricilerin kendi uygulamalarına Javascript ve CSS eklemelerine izin vermektedir. Awe.media aracın 15 günlük ücretsiz deneme kullanımı mevcuttur ve süre bitiminde ücretli hale gelmektedir. Geliştiricilerin bu aracı kullanabilmeleri için Awe.media web sitesine üye olmaları daha sonra oluşturulması planlanan AG uygulamasına isim vermeleri ve tetikleyici/işaretçi türünü seçmeleri gerekmektedir. Bu seçimde 3 tür işaretçi yer almaktadır. Bu işaretçiler; sanal turizm ve sergiler, benzetim ve eğitimler için kullanılan 360 derece/sanal gerçeklik, yönlendirme, tarihi turlar, kültürel zenginlikler ve lokasyon bazlı oyun ve bilgiler sunan *Lokasyon Tabanlı AG* ve fotoğraf, broşür, plan logo ve diğer yazılı ortamları canlandıran *Görüntü Tabanlı AG*'dir. İşaretçi seçimi sonrası yapılması gereken son işlem bilgisayar dosyasından veya dış depolama alanından çoklu ortam nesneleri yüklemek ve sahneye eklemektir. Bu işlemler Awe.media arayüzü üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu arayüz içerisinde menüler, önceden oluşturulmuş uygulamalar ve AG tasarım panelleri yer almaktadır. Bu paneller sayesinde uygulamalara görüntü (image), video, şekil (figüre), ses (sound) ve 3B nesne (3D model) gibi çoklu ortam nesneleri yüklenmekte, sahneye eklenmekte ve bu nesnelere “etkileşimli olaylar (interaction events)” atanmaktadır. Bu işlemlerin tümü sürükle ve bırak tekniği ile yapılmaktadır. Awe.media aracı AG geliştirme ve uygulama işlemlerinin tümünü herhangi bir cihazın web tarayıcı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu cihazın bilgisayar, akıllı telefon veya tablet olması önemli olmamakla birlikte seçilecek cihazın yeni web standartlara sahip bir tarayıcı olması önemlidir. Resim 2.20’de Awe.media aracının geliştirme ara yüzünden alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 2.20. Awe.media aracının arayüzü

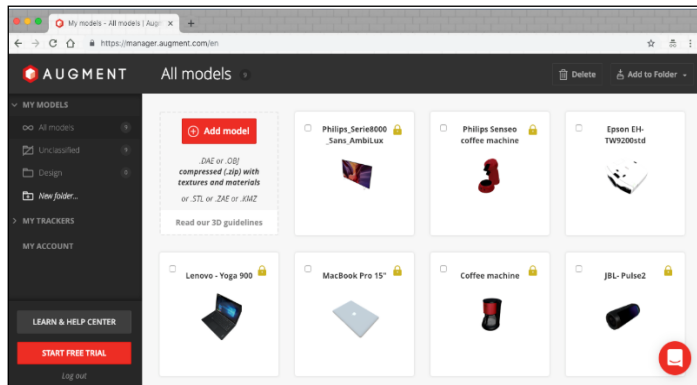
SMACAR Studio [119], SMARCAR tarafından geliştirilen ve çevrimiçi ortamda web tabanlı çalışan bir AG geliştirme aracıdır. Bu araç ile oluşturulan her kanal “Kampanya (Campaign)” adı altında isimlendirilmekte ve resim tabanlı AG teknolojisini kullanmaktadır. Geliştiricilerin SMACAR Studio aracını kullanabilmeleri için herhangi bir programlama bilgisine sahip olmasına gerek yoktur. Tek yapılması gereken SMACAR Studio web sitesini açılması, sayfaya üye olunması, uygulama oluşturulması ve yayınlanma düğmesine basılmasıdır. Bunlardan uygulama oluşturma süreci temel olarak 5 adımda gerçekleştirilmektedir. Birinci adımda yeni kampanya isminin verilmesi ve işaretçi tipinin (broşür, gazete) seçilmesi yer almaktadır. İkinci aşamada basılı içeriklerin veya fiziksel nesnelerin görüntülenmesini sağlayan işaretçi yüklenmektedir. Üçüncü aşamada işaretçinin mobil SMACAR uygulaması tarafından tarandığında görüntülenecek ses, video, 2B görsel, 3B model ve animasyon yüklemeleri yer almaktadır. Dördüncü adımda bulut tabanlı sunuculardaki uygulamanın ön izlenmesi ve yayınlanması vardır. Beşinci ve son adım ise SMACAR uygulaması mobil veya taşınabilir cihaza indirilmesi ve test edilmesidir. Bu adımlar sırasında işaretçinin seçilmesi ve çoklu ortam nesnelerinin eklenmesi en önemli işlemlerdendir. SMACAR Studio aracının geliştirme ara yüzünden alınmış bir görsel Resim 2.21’de verilmektedir.



Resim 2.21. SMACAR Studio aracının arayüzü

Augment Manager [120], Augment tarafından lisanslanmış ve geliştiricinin kendi 3B modellerini ve kullanıcılarını ekleyebileceği içerik yönetim platformudur. Bu platform geliştiricilerine 3B içeriklerini yapılandırmak, yönetmek ve görüntülemek için uçtan uca bir AG özelliği sunmaktadır. Augment Manager, Augment Desktop ve Augment App bileşenleri ile birlikte çalışmaktadır. Bunlardan Augment Desktop, AG içeriklerinin yayınlanmadan önce ön izlenmesi ve yapılandırılması, Augment App ise Augment

Manager tarafından oluşturulmuş AG kanallarının iOS ve Android cihazlarda kullanılması için gerekli uygulamadır. Augment Manager aracı ücretli bir programdır ancak 14 günlük ücretsiz bir deneme kullanımı mevcuttur. Ücretsiz deneme kullanımı içerisinde; özel 2B nesnelerin ve 3B modellerin güncellemesi, en fazla 15 özel izleyici güncellemesi, 3B modellerin 15 mobil cihazda senkronize edilmesi ve AG arayüz içerisinde şirket logosu güncellenmesi yer almaktadır. Geliştiricilerin bu aracı kullanabilmeleri için Augment Manager sayfasında hesap oluşturmaları, yükleme alanından 2B nesne veya 3B model yüklemeleri ve yayınlama düğmesine basmaları gerekmektedir. Yükleme alanı geliştiricinin daha önceden yüklemiş olduğu modellerin gösterildiği alanlardır. Tüm 3B model ve tetikleyici/işaretçi yüklemeleri bu alanda yapılmaktadır. Augment Manager aracı tetikleyici/işaretçi olarak resim tabanlı AG'yi temel almaktadır. Uygulama içerisinde 3B model gösteriminin iki yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan birinci yöntem, işaretçi tanımlaması ile ilişkilendirilmiş 3B modelin işaretçi üzerinde gösterimi, ikincisi yöntem ise uygulama anında kullanıcının liste içinden seçtiği 3B modeli ekrana sürüklemesi, bırakması ve ölçeklendirmesidir. Augment Manager aracını desteklediği 3B modelleme programlarına ve uzantılarına Sketchup (.dae), 3DS Max (.dae), Autodesk Maya (.dae) ve Cinema 4D(.dae) örnek olarak verilebilir. Augment'e yüklenen modeller zip dosyası şeklinde olmalı ve 100 MB'ı geçmemelidir. Desteklenen doku formatları arasında PNG, JPG (veya JPEG), BMP ve TGA yer almaktadır. Tüm dokuların toplam büyüklüğü ise 25 MB'ı geçmemelidir. Augment Manager aracı animasyon kullanımını da desteklemektedir. Ancak bu animasyonlar 3DS Max ile geliştirilmiş ve OBJ olarak çıkartılmış olması gerekmektedir. Augment Manager aracının geliştirme ara yüzünden alınmış bir görsel Resim 2.22'de verilmektedir.



Resim 2.22. Augment Manager aracının arayüzü



3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İÇERİK GELİŞTİRME VE TARAYICI PLATFORMU TASARIMI, UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ: AG3B-WEB PLATFORM

Bu bölümde, AG3B-Web Platform olarak isimlendirilen uygulamanın alt yapısı, gereksinimleri, bileşenleri, sistem mimarisi, akış şeması ve sistemin çalışması ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca uygulama geliştirilirken, akademik ve sektör alanındaki AG geliştirme araçları incelenerek, bunların avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurulmuştur.

3.1. Uygulamanın Temel Yapısı

Bu kısımda geliştirilen uygulamanın donanım ve yazılım alt yapısı açıklanmaktadır.

3.1.1. Donanım alt yapısı

AG3B-Web Platform uygulaması içerisinde resim, video, animasyon, metin, 3D model gibi sanal çoklu ortam nesneleri girdi olarak kullanılmaktadır. AG görüntüleme, kameranın işaretçiyi görmesi, işaretçinin çözümlemesi ve tanımlanması, sanal nesnelerin alınması ve anlık görüntü üzerinde gösterilmesi gibi adımlardan oluşmaktadır. Bazı durumlarda bu adımlara öğrencilerin ekran üzerindeki çizim işlemi, işaretçi üzerinde 3D model gösterimi ve döndürülmesi gibi işlemler de eklenebilir. Tüm bu işlemler uygulamaya ve üzerinde çalıştığı donanım cihazlarına ağır bir işlem yükü getirmektedir. Bu yük işaretçi üzerinde video veya animasyon oynatımı gibi durumlarda daha da artmaktadır. Bu durum uygulama geliştirme sürecinde kullanılacak bilgisayara ait genel sistem özelliklerinin performanslı olmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada önerilen uygulamanın geliştirme sürecinde kullanılan bilgisayarın donanım alt yapısı şu şekildedir;

- Bilgisayar: Dizüstü bilgisayar, Intel Core i7 CPU Serisi
- Ram: 16 GB Bellek (RAM)8 GB
- HDD: Kingston Technology SSD SATA 2.5" 240 GB
- Kamera: Logitech C310 Siyah HD Webcam
- Ekran Kartı: NVIDIA GeForce GTX 960M

3.1.2. Yazılım alt yapısı

Geliştirilen AG3B-Web Platform uygulaması *AG Stüdyo aracı* ve *AG Tarayıcı aracı* olmak üzere iki yazılım alt yapısından oluşmaktadır. Bunlardan AG Stüdyo, tamamen web ortamında kullanılması sebebiyle web programlama dilleri ve veri tabanı uygulama yazılımları, AG Tarayıcı ise hem web hem de masaüstü platformlarda kullanılması sebebiyle hem web hem masaüstü ortamlarını destekleyen yazılımlar tercih edilmiştir. Ayrıca AG Tarayıcı aracının geliştirilme sürecinde birçok AG Kütüphanesi incelenmiş, bu kütüphanelerden hem web hem de çevrimdışı masaüstü ortamda çalışan AG kütüphanesi tercih edilmiştir. Bu tercih içerisinde yer alan yazılımlar şu şekildedir;

- AG Kütüphanesi: FLARToolKit
- 3D Motor: Papervision3D
- Marker Aracı: ARToolKit Marker Generator
- Modelleme Aracı: 3DS Max (.dae)
- Web Programlama Dilleri: HTML, PHP, CSS, Javascript, Actionscript 3.0 (AS3), Adobe Flash CS6
- Veri tabanı: MySQL

Bunlardan HTML, PHP, CSS ve Javascript yazılımları AG Stüdyo aracı için kullanılmıştır. Bu aracın arayüzü PHP, veri tabanı bağlantıları MySQL veri tabanı yönetim sistemi ile yapılmıştır. FLARToolKit, Adobe Flash CS6 ve AS3 teknolojileri AG Tarayıcı aracının geliştirilme aşamasında tercih edilmiştir. Bu tercih bu yazılımlar ile geliştirilen AG Tarayıcı aracının hem web de hem de çevrimdışı masaüstünde çalıştırılabilir olmasından kaynaklanmaktadır. FLARToolKit, Web Platform uygulamasının AG görüntüsünü oluşturma görevini gerçekleştirmektedir. Bu gerçekleştirme şu adımları içermektedir; (i) görüntüyü web kamerasından alma, (ii) alınan görüntüyü ikili sayı sistemine dönüştürme, (iii) etiketleme, kareyi bulma, (iv) desenleri eşleştirme, (v) dönüşüm matrisini hesaplama ve (vi) 3B model nesnelere oluşturmaktır.

3.2. Uygulama Gereksinimleri

Uygulama gereksinimleri işlevsel ve işlevsel olmayan gereksinimler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [121]. İşlevsel gereksinimler uygulamanın içermesi gereken bilgiler veya

işlemlerle ilgilidir. İşlevsel olmayan gereksinimler ise genellikle performans, politik/kültürel, güvenlik ve operasyonel işlemlerle ilgilidir. Bir web tarayıcısı kullanarak sisteme erişebilme özelliği, işlevsel olmayan bir gereklilik olarak kabul edilir [121]. Bu anlamda bu çalışma içerik geliştirme işlemlerini (AG Stüdyo) sadece web ortamında, uygulama işlemlerini (AG Tarayıcı) hem web hem de masaüstü ortamda gerçekleştirilmesi sebebiyle işlevsel olmayan gereksinimler altında incelenmiştir. Bu doğrultuda uygulamada işlevsel olmayan gereksinim kıstasları göz önünde bulundurulmuş ve uygulamanın ihtiyaç duyduğu donanım ve yazılım gereksinimleri ortaya çıkmıştır.

AG3B-Web Platform, genel olarak farklı yetkilere sahip ara yüzden, geliştirme ve uygulama araçlarından oluşmaktadır. Bu bileşenlerin yazılım ve donanım gereksinimlerinin ortaya konulması AG3B-Web Platform uygulamasının genel gereksinimlerini ortaya konulması anlamına gelmektedir.

3.2.1. Donanım ve yazılım gereksinimleri

AG3B-Web Platform uygulamasından tatmin edici performans elde edilebilmesi için minimum ve önerilen sistem gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir. Hem AG Stüdyo aracının hem de AG Tarayıcı aracının sunucu üzerinde çalıştırılması durumunda oluşan gereksinimler şu şekildedir;

Yazılım gereksinimleri;

- Web sunucu için Linux işletim sistemi alt yapısı
- Web sunucu için MySQL veri tabanı desteği
- İstemci bilgisayar için Flash Player 10+ desteği
- İstemci bilgisayar web tarayıcısı olarak Mozilla Firefox 64.0 veya Windows Internet Explorer 11+ kurulumu

Donanım gereksinimleri;

- İstemci bilgisayar için HD kamera (1080p), işaretçi veya işaretçiler
- Sunucu ve istemci bilgisayar için minimum 2.0 Ghz işlemci, 4 GB RAM, 1GB HDD boşluk veri alanı

AG Tarayıcı aracının çevrimdışı masaüstü bilgisayarda çalıştırılması durumunda oluşan gereksinimler şu şekildedir;

Yazılım gereksinimleri;

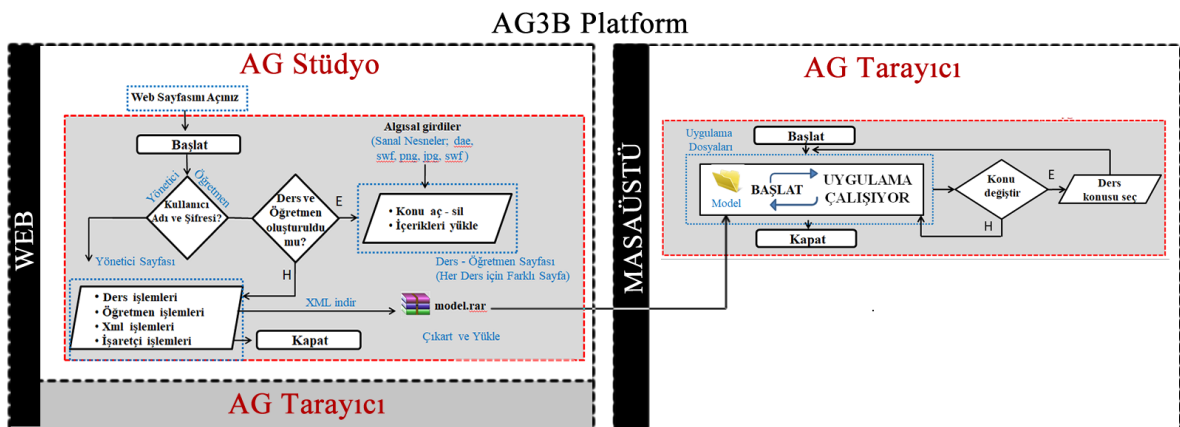
- Flash Player 10+ desteği
- İçerik yazma aracından alınan, model ve işaretçi verilerinin bulunduğu “Rar” dosyası

Donanım gereksinimleri;

- HD kamera (1080p)
- İşaretçi veya işaretçiler
- Minimum 2.0 Ghz işlemci, 8 GB RAM ve 1GB HDD boşluk alanı

3.3. Uygulama Mimarisi

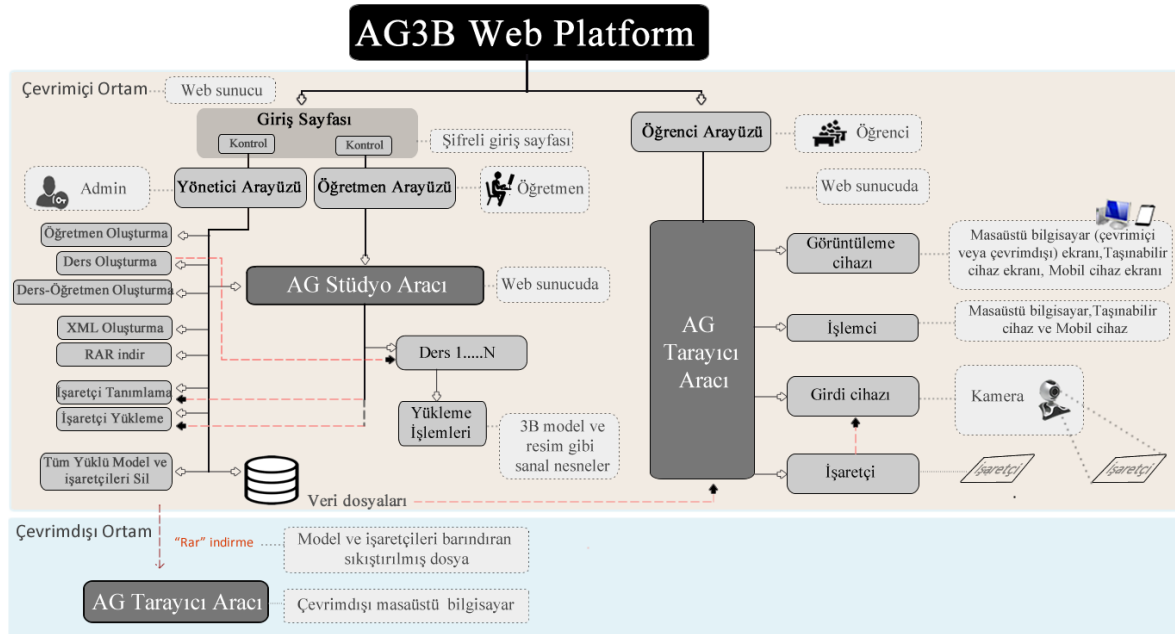
AG3B-Web Platform çalışmasını özetleyen akış şeması ve sistem mimarisi Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Şekil 3.1’de görüldüğü üzere AG3B Web Platform 2 temel uygulama aracından oluşmaktadır. Bunlardan birincisi; web tabanlı olarak kullanılan, yönetici ve öğretmen panellerinden ders konu girdilerinin (3D model için dae, video için mv4, logo için png, resim için jpg, animasyon için swf) yüklendiği, yönetim panelinden ders ve öğretmen işlemlerinin yapıldığı *AG Stüdyo*dur. İkincisi ise, web modülünden çevrimiçi için doğrudan, çevrimdışı için çıktı (model.rar) olarak alınan algısal girdileri AG teknolojisi ile kullanıcıya sunan *AG Tarayıcı*dır.



Şekil 3.1. AG3B Web Platform araçlarının sistem mimarisi ve akış şeması

3.4. Uygulama Bileşenleri

Bu kısımda AG3B Web Platform uygulamasının bileşenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bileşenler, aralarındaki ilişkiler ve etkileşimler Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. AG3B Web Platform bileşenleri

Şekil 3.2’de görüleceği gibi AG3B Web Platform uygulaması yönetici, öğretmen ve öğrenci olmak üzere 3 temel ara yüzden ve AG Stüdyo ve AG Tarayıcı olmak üzere 2 araçtan oluşmaktadır. Bu ara yüzler, kullanıcılara yetki tanımlamak, uygulama içerisinde yapabilecekleri işlemleri belirlemek ve kontrol etmek için geliştirilmiştir. Eksiksiz bir AG içeriği ile oluşturulmuş araçlardan AG Stüdyo; yöneticinin AG ortamında yer alacak dersleri açmaları, yönetici ve öğretmenlerin açılan derslerin konularını yazmaları ve bu konular ile ilişkilendirilmiş sanal ortam nesnelere yüklemeleri içindir. AG Tarayıcı aracı ise kullanıcıların AG Stüdyo aracı ile oluşturdukları AG ortam uygulamasını kullanılabilmeleri için geliştirilmiştir.

AG3B Web Platform uygulamasında yer alan ara yüzler ve araçlar şunlardır:

- Yönetici Arayüzü
- Öğretmen Arayüzü
- Öğrenci Arayüzü

- AG Stüdyo Aracı
- AG Tarayıcı Aracı

AG3B Web Platform uygulamasında üç tür kullanıcı mevcuttur. Bu kullanıcılar şunlardır:

- Yönetici
- Öğretmen
- Öğrenci

Bunlardan yönetici, uygulamanın en yetkili kullanıcısıdır ve uygulamada sadece tek bir yönetici bulunmaktadır. AG uygulama içerisinde yer alacak tüm işlemler yönetici tarafından kontrol edilmektedir. Öğretmenler, yönetici tarafından tanımlanan ve oluşturulan kullanıcılardır. Öğretmenin görevi, AG Stüdyo aracına ulaşmak, yönetici tarafından oluşturulmuş ve kendisine tanımlanmış ders konularını belirlemek ve bu konuların içeriğine sanal nesnelere yüklemektir. Gerektiğinde ise bu konu içeriklerini silmek veya değiştirmektir. Üçüncü ve son kullanıcılar ise öğrencilerdir. AG Tarayıcı aracını kullanan her birey bir öğrencidir. Öğrenciler herhangi bir yetkiye sahip değildir. Öğrenciler, yönetici veya yükleyici tarafından oluşturulmazlar ve öğrenciler için sisteme herhangi bir tanımlama ve şifre ataması yapılmaz. Üye olmadan AG Tarayıcı aracına giriş yapabilirler. Öğrencilerin görevi, yönetici veya öğretmenler tarafından oluşturulan AG Tarayıcı aracı içerisindeki dersleri kullanmaktır.

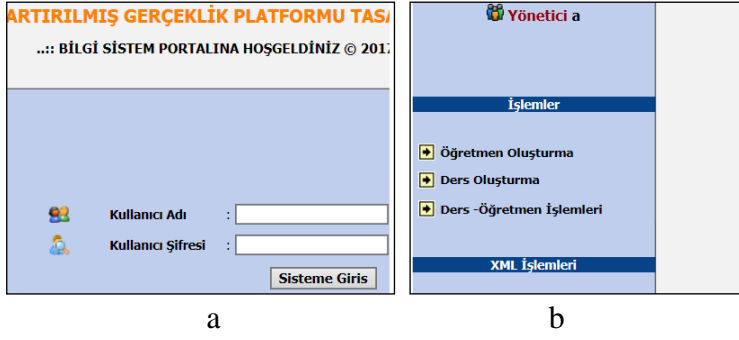
AG Stüdyo aracının çalışması şu şekilde özetlenebilir: Yönetici, şifreli giriş sayfasını açmakta ve başarılı giriş işlemi sonrasında yönetici ara yüzüne ulaşmaktadır. Giriş işlemi sonrası yöneticinin yapması gereken üç önemli işlem bulunmaktadır. Bu işlemler; öğretmen oluşturma, ders oluşturma ve derse öğretmen atamadır. Öğretmen oluşturma işlemi, AG Stüdyo aracına erişim sağlayarak yönetici tarafından oluşturulmuş derslerin konularını oluşturacak ve bu konulara sanal nesne yüklemelerini gerçekleştirecek öğretmenlerin tanımlanmasıdır. Her öğretmen yönetici tarafından oluşturulmaktadır. Oluşturulan öğretmenler sistem tarafından kullanıcı adına, şifresine, tanımlama ID'sine ve oturum şifresine göre ayırt edilmektedir. Yönetici, öğretmenlere ders ataması yapmaktadır ve bu derslerden sorumlu olmasını istemektedir. Bu sorumluluk; öğretmenlerin kendilerine atanmış derslere alt konu başlıkları eklemesi ve bu konulara sanal nesne içerikleri yüklemesi şeklindedir. Yapılması gereken ikinci işlem, AG Tarayıcı aracı içerisinde yer

alacak derslerin belirlenmesidir. Yönetici bir uygulama için bir veya daha fazla ders açabilir. Açılan her ders yönetici tarafından farklı öğretmenlere tanımlanabilir. Bu tanımlama işlemi ders ile öğretmen arasında olmaktadır. Sistem bir öğretmene bir veya birden fazla ders atanmasına izin vermekte ancak bir derse birden fazla öğretmen atmasına izin vermemektedir. Açılan ders veya derslerin bulunduğu her çevrimiçi uygulama bir AG kanalıdır. Bu AG kanalı, tüm kullanıcılar tarafından AG Tarayıcı aracı ile ulaşılabilir ve kullanılabilir.

3.4.1. Yönetici Arayüzü

Bu arayüzün amacı, AG3B Web Platformunda yer alacak ders başlıklarını belirlemek, öğretmenleri tanımlamak, derslere öğretmen atamak, öğretmenler tarafından yüklenecek sanal nesne içeriklerini (dae, swf, png, jpg, mp4 ve bunların xml yapıları) kontrol etmek ve yükleme işleminde eksiklik varsa tamamlamaktır. Ayrıca bu arayüz içerisinde AG3B web platform uygulamasının masaüstü kullanımı için gerekli olan sıkıştırılmış (.rar) dosya bağlantısı yer almaktadır.

Bu arayüzün çalışması şu şekildedir. İlk olarak yönetici web içerik yazma aracı olarak kullanılacak AG Stüdyo aracının bulunduğu web sayfasını açmalıdır. Web sayfasını açan yönetici, Resim 3.1.a’da gösterilen, yönetici ve öğretmenin ortak giriş için kullandığı sayfa ile karşılaşmaktadırlar. Yönetici tarafından kullanıcı adı ve şifre doğru olarak girildiğinde yönetim sayfası görüntülenmektedir. Yönetici sayfasından alınmış bir görsel Resim 3.1.b’de verilmektedir. Yönetici, ilk durumda ders isimlerini, öğretmen tanımlamalarını, ders-öğretmen eşleşmelerini yapmaktadır. Ders-öğretmen eşleşmesini tamamlayan yönetici, her ders öğretmenin kendisine tanımlanan şifre ile öğretmen sayfasına gitmesini, istediği konuları oluşturmasını, oluşturduğu konulara ait sanal nesne dokümanlarını sisteme yüklemesini istemektedir. Öğretmenler tarafında konuların ve bu konulara ait sanal nesne yüklemelerinin tamamlanması sonrasında ders ve konularını içeren AG içerik yapısı AG Tarayıcı aracı ile öğrencilerin kullanımına açılmaktadır. Eğer AG Tarayıcı aracı masaüstünde kullanılmak istenildiğinde yönetici kendi sayfasındaki “XML oluştur” linki ile “katagori.xml” dosyasını oluşturması, “sıkıştır (.rar) ve İndir” linki ile tüm dokümanların ve XML dosyasının bulunduğu “model.rar” dosyasını indirmesi gerekmektedir. Aynı zamanda bu indirme öğretmenler tarafından da yapılabilir.



Resim 3.1. AG Stüdyo aracının (a) web giriş sayfası, (b) yönetici sayfası

AG3B Web Platform uygulamasının yönetici arayüzüne ulaşabilen ve sistemde tanımlı sadece bir yönetici bulunmaktadır. Bu yönetici, yönetim ve öğretmen arayüzünde yapılabilecek tüm işlemler için yetkilidir. Yönetim sayfasında yapılabilecek işlemler şu şekilde açıklanabilir:

- Öğretmen oluşturma, silme ve güncelleme
- Yeni ders havuzu oluşturma, güncelleme ve dersin atandığı öğretmeni gösterme
- Öğretmen ve ders bağlantısını gösterme ve istenilen derse öğretmen atama
- Yeni işaretçi oluşturma
- AG3B Web Platform uygulamasında kullanılacak XML yapısı oluşturma
- Sunucuya XML yapısının “katagori.xml” olarak kaydetme
- Algısal girdilere ve XML dosyasına sahip sıkıştırılmış (.rar) dosya indirme

Yönetici arayüzü içerisinde yer alan menüler şunlardır:

- Öğretmen Oluşturma
- Ders Oluşturma
- Ders & Öğretmen Oluşturma
- XML Oluşturma
- Sıkıştır & İndir (model dosyası)
- İşaretçi Tanımlama
- İşaretçi Yükleme
- Şifre Değiştirme
- Tüm Yüklü İçeriği Silme
- Web AG Stüdyo Aracı (içerik yazma aracı)

Öğretmen Oluşturma: Öğretmenler, yönetici tarafından kendisine atanmış ve uygulama aracı içerisinde yer alacak derslerin konularını (isimlerini) belirleyen ve bu konulara sanal nesnelere yüklemekten sorumlu olan kullanıcılarıdır. Öğretmenler sadece yönetici tarafından oluşturulmaktadır. Öğretmen oluşturma menüsü içerisinde; öğretmen adı soyadı, kullanıcı adı, kullanıcı şifresi, öğretmene atanan ders/dersler ve öğretmen işlemleri linki yer almaktadır. Bunlardan öğretmen işlemleri linki içerisinde; güncelleme ve silme işlemleri bulunmaktadır. Güncelleme işlemleri linki öğretmenin adı soyadı, kullanıcı adı ve kullanıcı şifresini değiştirmek amacıyla, silme işlemleri linki kayıtlı öğretmeni silmek amacıyla kullanılmaktadır. Yönetici, açılan tüm derslere sadece bir öğretmen tanımlayabileceği gibi açılan her derse farklı öğretmenler tanımlayabilir. Bu tanımlamalarda her öğretmene bir kullanıcı adı ve şifre verilmektedir. Bu şifreler öğretmen kullanıcılarına özeldir, başka bir kişi tarafından kullanılamaz. Öğretmen tablosu içerisinde her öğretmene atanan ders bilgileri de gösterilmektedir. Bu gösterim, hangi öğretmenin hangi derslerden sorumlu olduğunu ifade etmektedir. Bir öğretmenin sistemden silinebilmesi için öğretmene atanmış bir dersin olmaması, var ise o dersin başka bir öğretmene atanması ve sonrasında silme işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Resim 3.2’de ders oluşturma sayfasından alınmış bir görsel yer almaktadır.

İşlemler

- ✚ Öğretmen Oluşturma
- ✚ Ders Oluşturma
- ✚ Ders -Öğretmen İşlemleri

XML İşlemleri

- 1 XML Oluştur
- 2 Sıkıştır(ZIP) ve İndir

İşaretçi İşlemleri

Öğretmen Oluşturma Ekranı

Ad Soyad

Kullanıcı Adı

Kullanıcı Şifre

Not: Üzerinde "Atanmış Ders" bulunan Öğretmenleri silmek için "Ders - Öğretmen İşlemleri" sayfasından dersten öğretmeni kaldırınız.

Sıra	Ad Soyad	Kullanıcı Adı	Kullanıcı Şifre	Atanmış Ders	Kullanıcı İşlemleri	
1	Güngör BAL	g	b	Fizik Matematik	-	GÜNCELLE
2	Erdal IRMAK	e	i		SİL	GÜNCELLE
3	Hakan TEKEDERE	h	t	Biyoloji	-	GÜNCELLE
4	Tank İÇTEN	t	i		SİL	GÜNCELLE

Resim 3.2. Öğretmen oluşturma sayfası

Ders oluşturma: Dersler, yönetici tarafından konu içeriği olmadan oluşturulan, öğretmen tarafından konularının belirlendiği ve bu konulara sanal nesnelere yüklendiği AG Tasarım aracı menü başlıklarıdır. Bu ders başlıkları ismen yönetici tarafından oluşturulur ve daha sonradan yönetici veya öğretmen tarafından dersin içeriği olan ve sanal nesnelere gösterimini sağlayan konu başlıkları ile geliştirilir. Ders oluşturma sayfasında yönetici tarafından yapılan işlemler; yeni ders oluşturma, silme, güncelleme ve derslerden sorumlu öğretmenin gösterilmesidir. Yönetici tarafından derslerin oluşturulmasının amacı,

öğrencilere AG Tasarım aracı menüsünde AG teknolojisi ile hangi derslerin ve ders konularının olduğu bilgisini göstermektedir. AG Tasarım aracı menüsünde bulunan bir ders konusunun seçilmesi durumunda o ders konusuna bağlı sanal nesnelere AG ekranında gösterilmektedir. Bir dersin başlığının oluşturulmasında sadece yönetici yetkili iken bir dersin AG içeriğine sahip konularının oluşturulmasında hem yönetici hem de o dersin öğretmeni yetkilidir. Ders tablosu içerisinde; ders isimleri, ders açıklamaları, dersin atandığı öğretmen bilgisi ve ders işlemleri linki yer almaktadır. Bunlardan ders işlemleri; ders silme ve ders güncelleme işlemlerinden oluşmaktadır. Ders silme, dersin silinmesi amacıyla ders güncelleme ise dersin adının ve açıklamasının değiştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Resim 3.3’de ders oluşturma sayfasından alınmış bir görsel yer almaktadır.

Sıra	Ders (Linkli)	Açıklama	Atanmış Öğretmen	Ders İşlemleri	
1	Geometri	Kazanım		SİL	GÜNCELLE
2	Fizik	Kazanım	Güngör BAL	-	GÜNCELLE
3	Matematik	Kazanım	Güngör BAL	-	GÜNCELLE
4	Biyoloji	Kazanım	Hakan TEKEDERE	-	GÜNCELLE

Resim 3.3. Ders oluşturma sayfası

Yönetici veya öğretmenler ders konularını ve bu konuların sanal nesne yüklemelerini web AG Stüdyo aracı ile gerçekleştirmektedir. Yöneticinin bu işlem için yönetici arayüzü ders oluşturma ekranını açması, ders ismini tıklaması, açılan ekrana konu başlıklarını yazması ve sanal nesnelere bu konulara yüklemesi gerekmektedir. Resim 3.4’de oluşturulan bir derse alt konu ve sanal nesne yükleme görseli yer almaktadır.

XML DERS KONUSU SIRA NO	XML DERS KONUSU NO	KONU	3D MODEL	SİMGE METİN	RESİM	SWF	MP4	Sil	İşareti	İncele
11	1	1	Açılar	Yükle +	Yükle +	Yükle +	Yükle +	×	Yükle +	🔍
12	1	2	Koni	Yükle +	Yükle +	Yükle +	Yükle +	×	Yükle +	🔍
13	1	3	DAIRE	Yükle +	Yükle -	Yükle -	Yükle -	×	Yükle -	🔍

Resim 3.4. Yöneticinin ders konusu oluşturma sayfası

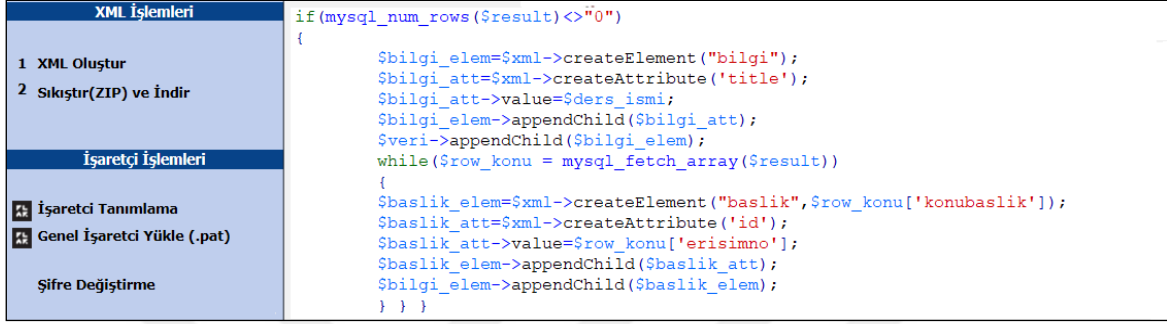
Ders & Öğretmen Oluşturma: AG3B Web Platform uygulamasında en yetkili kullanıcı yöneticidir. Yönetici hem ders hem de öğretmen oluşturabilir. Uyguma içerisinde bir veya daha fazla ders herhangi bir öğretmene atanmadan yönetici tarafından da kontrol edilebilir. Ancak yönetici tarafından ders konularının oluşturulması, bu konulara sanal nesne içeriklerinin yüklenmesi ve gerektiğinde güncellenmesi veya silinmesi oldukça zor ve zaman alıcıdır. Bu sebepten dolayı bu durum için en ideal yöntem her öğretmene en az bir ders atamaktır. Uygulamada bu atama işlemleri Ders & Öğretmen oluşturma sayfası tarafından yapılmaktadır. Bu doğrultuda bu sayfa içerisinde yönetici tarafından açılmış dersler ve bu derslere seçilebilecek öğretmen listesi yer almaktadır. Resim 3.5’de bir derse atanacak mevcut öğretmen listesinin yer aldığı açılır menü (dropdown menü) görseli yer almaktadır.

Not: Satır satır güncelleme yapınız.				
Ders	Bağ	Öğretmen	Yeni Öğretmen	
Geometri	<-->		Seçim	Güncelle
Fizik	<-->	Güngör BAL	Seçim	Güncelle
Matematik	<-->	Güngör BAL	Seçim	Güncelle
Biyoloji	<-->	Hakan TEKEDERE	Seçim Atamayı Kaldır Güngör BAL Erdal IRMAK Hakan TEKEDERE Tanık İÇTEN	Güncelle

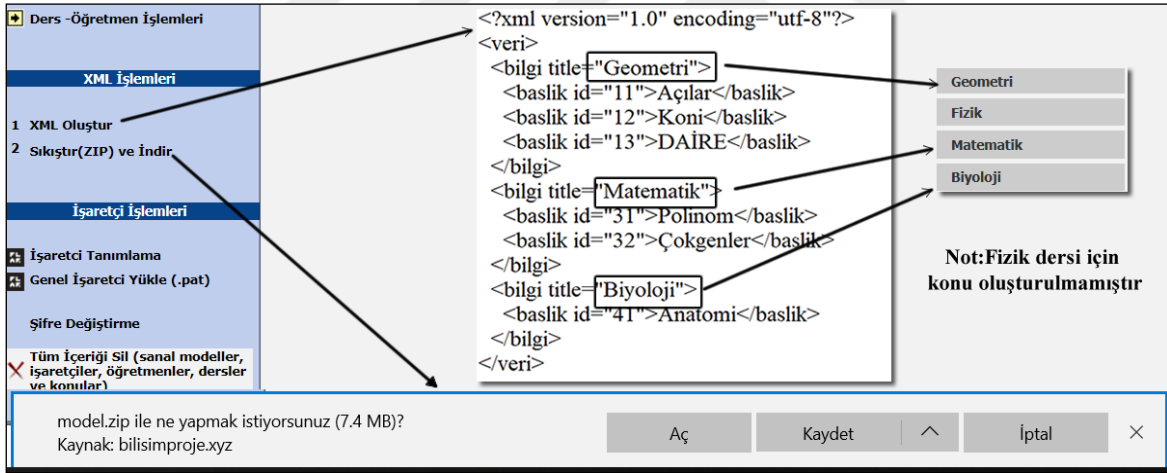
Resim 3.5. Ders-öğretmen işlemleri

XML Oluşturma: XML oluşturma işlemi, AG Tarayıcı menüsünün içerik verilerini bir dosyada saklamaktır. Bu dosya AG Tarayıcı aracının menü içeriğidir. Diğer bir ifadeyle menü bilgilerini barındıran dosyadır. Bu dosyada yer alacak veriler AG Stüdyo aracı ile oluşturulmakta, veri tabanındaki ders ve konu alanlarında saklanmakta ve AG Tarayıcı araç menüsüne çekilmektedir. Genellikle XML oluşturma işlemleri yeni bir ders veya konu eklenmesi, silinmesi veya güncellenmesi durumunda yönetici tarafından “XML Oluştur” linkinin tıklanması ile oluşturulmaktadır. Bu kullanım yeni ve güncel bir XML dosyası oluşturmayı ve AG Tarayıcı araç menüsünün güncellenmesini sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan XML dosyasının oluşturulması için şu işlemler yapılmıştır. İlk olarak sunucuda tutulan ve veri tabanından ders ve konu bilgilerini alan PHP tabanlı bir XML oluşturma dosyası yapılandırılmıştır. Bu dosyanı kodlamasında; oluşturulacak XML dosyasının sürümü ve tipi, HTML dizge gösterimi (domdocument), gerekli etiketler, veri tabanı bağlantıları ve oluşturulan dosyanın kaydedilmesi (savexml) gibi işlemleri gerçekleştirecek

komutlar yer almaktadır. Daha sonra yönetici tarafından “XML Oluştur” linkinin tıklanması ile sunucu üzerinde bu bilgileri içeren XML dosyası oluşturmakta ve saklanmaktadır. Resim 3.6’da “XML Oluştur” menüsünü ve kod yapısını gösteren bir görsel, Resim 3.7’de oluşturulmuş bir XML dosyasının içeriğini gösteren bir görsel yer almaktadır.



Resim 3.6. XML işleminin kod yapısı



Resim 3.7. XML işleminin bağlantıları

Sıkıştır & İndir (model dosyası): AG Tarayıcı aracı hem sunucu üzerinde hem de masaüstü platformlarda çalışabilmektedir. Bu araç ile sunucu üzerinde çalışmak istenildiğinde öğrencilerin sadece AG Tarayıcı web adresine gitmesi yeterlidir. Ancak öğrenciler bazı durumlarda internet bağlantısı olmayan bilgisayarlarda AG Tarayıcı aracını kullanmak isteyebilir. Bu durumda AG Tarayıcı aracının kullandığı sanal modelleri ve işaretçi tanımlamalarını içeren sıkıştırılmış dosyanın masaüstü bilgisayara indirilmesi ve AG Tarayıcı uygulaması içerisine (sıkıştırılmış dosya açılarak) yüklenmesi gerekmektedir. Bahsedilen sıkıştırılmış dosyanın indirilmesi ve masaüstü AG Tarayıcı uygulaması içine

yüklenmesi öğrenciler tarafından gerçekleştirilmektedir. Çalışmada kullanılan modelleri ve işaretçi verilerini içeren klasörün sıkıştırılmasını sağlayan kodlama yapısında şu işlemler yapılmaktadır. İlk olarak sunucuda tutulan klasör ve alt klasör dizinlerinin sıkıştırılması için ZipArchive Kütüphanesi kullanılmaktadır. Bu kütüphane kullanarak, yeni bir .zip dosyası ismi belirlenmekte, klasör içindeki dosyalar sırasıyla okunmakta, okunan her dosya arşive eklenmekte ve okuma bitiminde sıkıştırma işlemi sonlanmaktadır. Resim 3.8’de sıkıştırılmış dosya menüsü ve kod yapısına ait bir görsel yer almaktadır.

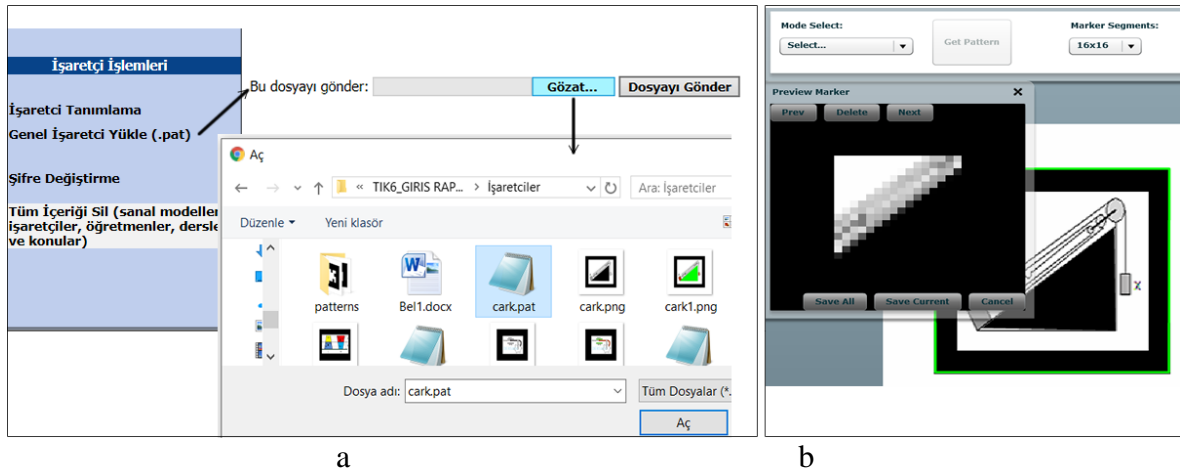
Ders Oluşturma	</head><body> <?php
Ders -Öğretmen İşlen	print_r("işlem başladı");
	\$the_folder = 'model';
	\$zip_file_name = 'model.zip';
XML İşlemleri	class FlxZipArchive extends ZipArchive {
	public function addDir(\$location, \$name) {
	\$this->addEmptyDir(\$name);\$this->addDirDo(\$location, \$name);} // EO addDi
XML Oluştur	private function addDirDo(\$location, \$name) {
Sıkıştır(ZIP) ve İndir	\$name .= '/'; \$location .= '/';echo "Bütün dosyalar okunuyor";
	\$dir = opendir (\$location);
	while (\$file = readdir(\$dir)) {
	if (\$file == '.' \$file == '..') continue;
İşaretçi İşlemleri	\$do = (filetype(\$location . \$file) == 'dir') ? 'addDir' : 'addFile';
	\$this->\$do(\$location . \$file, \$name . \$file);}}
İşaretçi Tanımlama	\$za = new FlxZipArchive;\$res = \$za->open(\$zip_file_name, ZipArchive::CREATE);
Genel İşaretçi Yükle (if(\$res === TRUE){
	\$za->addDir(\$the_folder, basename(\$the_folder)); \$za->close();}
Şifre Değiştirme	else { echo 'Bir zip arşivi oluşturulamadı.';
	echo "işlem bitti";
Tüm İçeriği Sil (sanal	header('Content-Type: application/zip');
işaretçiler, öğretmen	header("Content-Disposition: attachment; filename = \$download");
ve konular)	header('Content-Length: ' . filesize(\$download));
	header("Location: \$zip_file_name");
	?></body></html>

Resim 3.8. Sıkıştırılmış dosya menüsü ve kod yapısı

İşaretçi Tanımlama: İşaretçiler, AG Tarayıcı aracı içerisinde kullanılan sanal nesnelere gösterimini ve uygulama ekranındaki konumunu belirleyen tetikleyicilerdir. AG3B Web Platform uygulaması tetikleyici olarak ARToolkit tipi işaretçiler kullanılmaktadır. Bu işaretçiler AG Tarayıcı aracı tarafından algılanmakta ve ilgili sanal model AG ekranında gösterilmektedir. Bu gösterim kullanıcının isteğine göre tek bir işaretçi yüklemesi ile yapılabileceği gibi her bir konu ile ilişkilendirilmiş farklı işaretçilerle de yapılabilmektedir. Bu çerçevede geliştirilen bu çalışmada en az bir işaretçi tanımlaması yapılmalıdır. Bu tanımlama yönetici ve öğretmen tarafından AG Stüdyo aracında yer alan “ARToolkit Marker Generator” uygulaması (işaretçi tanımlama içerisinde) ile yapılmaktadır. ARToolkit Marker Generator, ARToolkit için orijinal işaretçiler üretmek için kullanılan bir araçtır. Resim 3.9’da gösterilen ARToolkit Marker Generator aracının kullanımı şu şekildedir: İlk olarak orijinal işaretçinin görsel tasarımı yapılmalı ve çıktı olarak alınmalıdır. Daha sonrasında İşaretçi Tanımlama menüsünden çevrimiçi ARToolkit

Marker Generator aracı açılmalıdır. Açılan ekrandan işaretçi deseni (8x8,16x16 gibi) ve işaretçi boyutu seçilmelidir. Web kamera basılı işaretçiye doğrultulmalı ve işaretçiye görmelidir. İşaretçi kenarları üzerinde kırmızı çizgiler çevrelendiğinde “Get Pattern” düğmesine basılmalı ve üretilen “.pat” dosyası bilgisayara indirilmelidir.

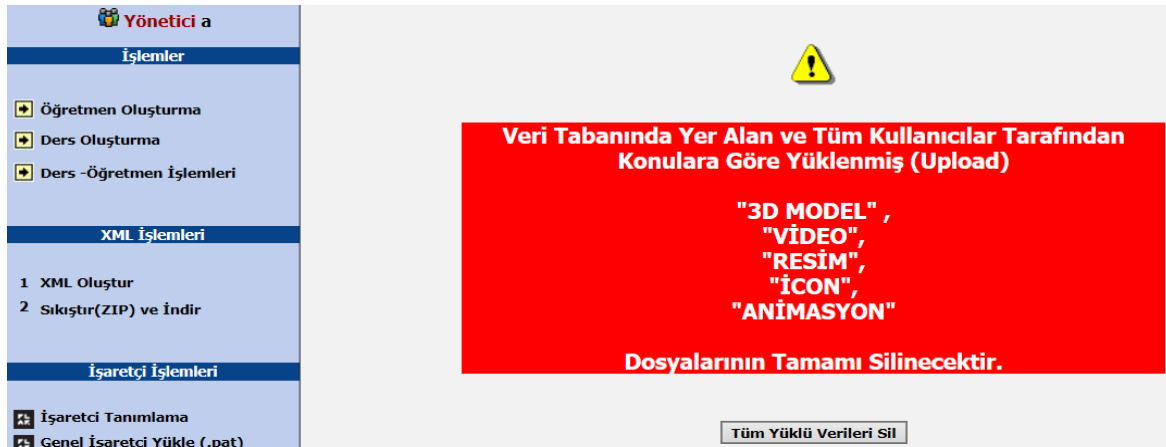
İşaretçi Yükleme: AG3B Web Platform uygulaması işaretçi teknolojisi kullanarak sanal modelleri işaretçi üzerinde göstermektedir. Bu gösterim için yönetici veya öğretmen tarafından işaretçi veya işaretçilerin daha önceden oluşturulmuş olması gerekmektedir. Oluşturulan bu dosyaların uzantıları “.pat” şeklindedir. AG3B Web Platform uygulamasında iki türlü işaretçi yüklemesi ve kullanımı yapılmaktadır. Bunlardan birincisi; AG Tarayıcı aracı için genel işaretçi kullanımı ve yüklemesi, ikincisi oluşturulan her bir ders konusu için bir işaretçi kullanımı ve yüklemesidir. İşaretçi yükleme menüsünden yapılan işlem AG Tarayıcı aracı için genel bir işaretçi yüklemesidir. Bu menü ile yüklenecek işaretçi yüklemesi, AG Tarayıcı aracı içerisinde yer alan tüm konuların sanal nesnelere AG ekranında göstermeyi sağlayacak işaretçi tanımlamasıdır. Bu tanımlama sayesinde öğrenciler AG Tarayıcı menüsünde yer alan tüm konuları ve bu konuların sanal nesnelere tek bir işaretçi ile görme fırsatı bulacaktır. Resim 3.9.a’da yönetim sayfası genel işaretçi yükleme anından, Resim 3.9.b’de işaretçi üretim aracı kullanım anında alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 3.9. Genel işaretçi (a) yükleme ekranı ve (b) ARToolKit marker generator aracı

Şifre Değiştirme: Yönetici ara yüzüne, yöneticilerin ulaşabilmeleri için gerekli olan yönetici şifrelerinin değiştirilmesi işlemidir.

Tüm İçeriği Sil: Bu menü yönetici tarafından oluşturulmuş öğretmen tanımlamalarını, ders başlıklarını, konu içeriklerini (sanal modeller ve işaretçiler) ve genel işaretçi yüklemelerini silmek için kullanılmaktadır. Farklı bir ifadeyle AG Tarayıcı aracının tüm içeriğinin sıfırlanmasıdır. Bu sıfırlama sadece yönetici tarafından yapılmaktadır. Yapılan sıfırlama işlemi sonrası yapılması gereken işlem yeni bir AG Tarayıcı içeriği oluşturmaktır. Eğer geliştirilen içerik masaüstü AG Tarayıcı aracında kullanılacaksa, sıkıştırılmış dosyanın indirilmesi ve masaüstü AG Tarayıcı aracına yüklenmesi gerekmektedir. İçerik sıfırlama işlemi istenilen sayıda yapılabilir. Yeni bir web için AG Web Platform uygulaması oluşturmak istenirse; yönetim sayfasından sıfırlama işlemi yapılmalı, yeni konu ve bu konulara sanal nesnelere yüklenmeli, otomatik XML oluşturulmalıdır. Bu oluşturma işlemi birçok farklı ders için ayrı ayrı yapılabilir ve oluşturulan sıkıştırılmış dosyalar saklanabilir. Sıkıştırılmış bu dosyalardan istenilenler öğrencilere verilebilir ve masaüstü AG Tarayıcı aracında kullanılmaları istenebilir. Her ders için sıkıştırılmış bir dosyanın olması öğrencilerin düşük boyutlu ve bilgisayarı zorlamayan masaüstü AG Tarayıcı araç içeriğine sahip olmaları anlamına gelmektedir. Resim 3.10'da AG3B Web Platform uygulamasında yer alan tüm içerik (ders, öğretmen, sanal nesne) verilerinin silinme anından alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 3.10. Tüm içeriği silme menü ekranı

3.4.2. Web tabanlı AG Stüdyo aracı (içerik yazma aracı)

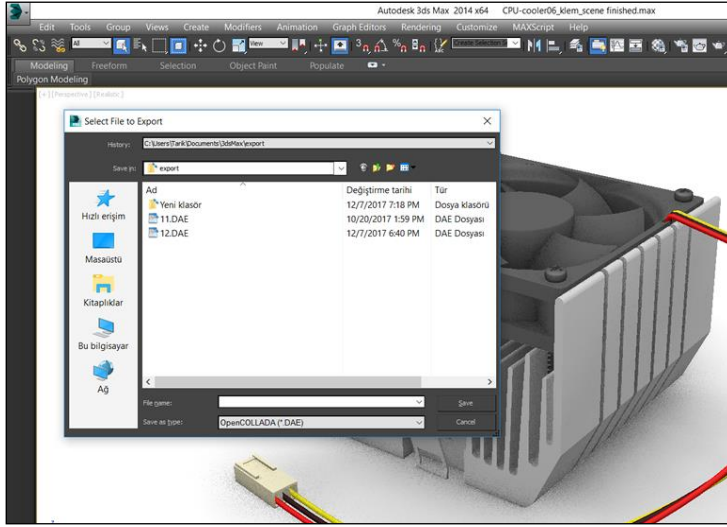
Web ortamında çalışan bu aracın temel amacı derslere konu eklemek ve eklenen konulara sanal nesnelere yüklemektir. Yüklenen bu sanal nesnelere web ve masaüstü platformda çalışabilen AG Tarayıcı aracının görsel eğitim içeriğini oluşturmaktadır. Bu görsel eğitim içeriklerinden istenen içerikler kullanıcılar tarafından güncellenebilir veya silinebilir. Bu

kullanıcılar yönetici ve öğretmenlerdir. Bu kullanıcılar işlemlerini kendi web platformlarında web AG Stüdyo aracı ile gerçekleştirmektedir. Web tabanlı AG Stüdyo aracı içerisinde konu oluşturma ve konu ile bağlantılı 3D model, simge, metin, resim, swf, mp4 ve işaretçi yüklemeleri yapılmaktadır. Konu oluşturma, mevcut derse yeni bir konunun eklenmesidir. Bu konunun başlığı bir kitabın sayfa numarası veya ünite ismi olabilir. Konu başlığı uygulama içinde aynı satırda yer alan 3D model, simge, resim, swf, mp4, işaretçi gibi sanal nesnelere ile otomatik bağlantılıdır. Resim 3.11’de konu ile bağlantılı sanal nesnelere aynı satırda gösterilmiştir. Resim 3.11’de görüleceği gibi bir konuya herhangi bir sanal nesne yüklemesi yapılmamış ise o nesne hücresi “-“, sanal nesne yüklemesi yapılmış ise o nesne hücresi “+” ile gösterilmektedir.

XML SIRA	DERS NO	KONU NO	KONU	3D MODEL	SİMGE	METİN	RESİM	SWF	MP4	SİL	İŞARETÇİ	İNCELE
21	2	1	Sayfa 1	<input type="text"/> <input type="button" value="Yükle"/>	Yükle +		Yükle +	Yükle +	Yükle +	<input type="button" value="X"/>	Yükle +	<input type="button" value="İncele"/>
22	2	2	Sayfa 2	<input type="text"/> <input type="button" value="Yükle"/>	Yükle -		Yükle -	Yükle -	Yükle -	<input type="button" value="X"/>	Yükle -	<input type="button" value="İncele"/>
23	2	3	Sayfa 3	<input type="text"/> <input type="button" value="Yükle"/>	Yükle -		Yükle -	Yükle -	Yükle -	<input type="button" value="X"/>	Yükle -	<input type="button" value="İncele"/>

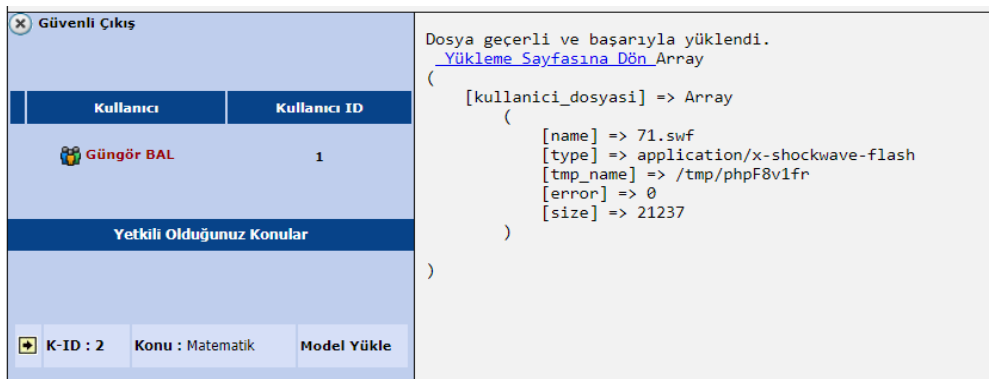
Resim 3.11. Web tabanlı çalışan AG Stüdyo aracı arayüzü

Web tabanlı AG Stüdyo aracı içerisinde yer alan bir konuya 3D model, simge, resim, swf, mp4 ve işaretçi olmak üzere 6 adet sanal nesne yüklenmektedir. Bunlardan 3D model; 3 boyutlu bir şeklin veya nesnenin görüntüsünün dijital olarak oluşturulmasını ifade eden sanal modeldir. Bu çalışmada sanal model olarak OpenCollada yazılımı tarafından üretilen DAE (Digital Asset Exchange) uzantılı format kullanılmıştır. Bu formatı destekleyen modelleme programlarına; Adobe Photoshop, SketchUp, Chief Architect, DAZ Studio, Cheetah3D, Cinema 4D, MODO, and Autodesk's AutoCAD, 3DS Max, and Maya örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada sanal 3D modellerin oluşturulması dört aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamayı OpenCollada eklentisinin 3DS Max 2014 programına yüklenmesi oluşturmaktadır. İkinci aşama 3DS Max 2014 programı ile sanal 3D modellerin tasarlanmasıdır. Üçüncü aşama tasarlanan modellerin Resim 3.12’de görüleceği gibi “.dae” uzantısı ile masaüstüne kaydedilmesidir. Son ve dördüncü aşama ise AG Stüdyo aracındaki ilgili yükleme butonları ile “.dae” uzantılı dosyanın sunucuya yüklenmesidir.



Resim 3.12. 3DS Max 2014 programı 3D model tasarımı

Bu çalışmada yer alan diğer sanal nesnelere swf nesnesi için Adobe Flash Professional CS6, işaret tanımlaması için ARToolKit Marker Generator aracı, resim ve simge nesnelere için Adobe Fireworks Professional CS6 programları kullanılmıştır. Bu programlar ile üretilen sanal nesnelere AG Stüdyo aracındaki “Yükle” butonları ile sunucuya yüklenmiştir. Bu yükleme sırasında yöneticinin ve öğretmenlerin dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, yüklenecek sanal nesnenin hangi konunun sanal nesne hücrelerine yükleneceğidir. Resim 3.13’de web tabanlı AG Stüdyo aracı ile bir animasyon nesnesinin (swf) sunucuya yüklenmesi ve yükleme bitiminde kullanıcıya verilen bilgi mesajı gösterilmektedir.



Resim 3.13. AG Stüdyo aracı ile bir animasyon nesnesinin yüklenmesi

Web Tabanlı AG Stüdyo aracı içerisinde bahsedilen işlemlerin dışında konu silme, inceleme ve işaretçi yüklemeleri yapılmaktadır. Bunlardan silme işlemi, bir konuyu tablodan ve ders içeriğinden silinmesidir. Bu silme işlemi sonucunda silinen konuya bağlı tüm sanal nesnelere sunucudan kaldırılmaktadır. İnceleme işlemi, konuya yüklenen tüm

sanal modellerin kullanıcıya gösterilmesidir. Bu gösterim bilgilendirme amaçlıdır. İşaretçi yüklemesi ise, AG Tarayıcı aracı ara yüzünde bulunan genel işaretçi kullanım kutusunun işaretli olmadığı durumlarda konu içeriklerinin (dae, swf, png, jpg, mp4) yüklenen işaretçi ile gösterilmesi durumudur.

3.4.3. Öğretmen arayüzü

Bu arayüzün amacı, yönetici tarafından girilen derslere konu başlıkları eklemek, bu konu başlıklarına sanal nesnelere (dae, swf, png, jpg, mp4) yüklemek, gerektiğinde yüklenen nesnelere kontrolü etmek, güncellemek veya silmektir. Çevrimiçi AG Tarayıcı aracı eklenen bu konu başlıklarını ve sanal içerikleri AG Stüdyo aracından almakta ve öğrencilerin kullanımına sunmaktadır.

Bu arayüzün çalışması şu şekildedir. Öğretmen, kullanıcısı olduğu web sayfasına ilk girdiğinde yönetici ve öğretmenlerin ortak kullandıkları şifre ekranı ile karşılaşmaktadır. Öğretmen kullanıcı, kullanıcı adı ve şifre verilerini doğru girdiğinde Resim 3.14.a’da verilen öğretmen sayfasına yönlendirilmektedir. Yönetici tarafından bir öğretmene birden fazla ders atanabilmektedir. Öğretmen bu derslerden istediğini seçebilmekte, o derse ait konuları oluşturulabilmekte ve görsel verileri yükleyebilmektedir. Öğretmen, konu başlıklarını girmek için Resim 3.14.b’de gösterilen “Model Yükle” linkini tıklamalıdır. Derse eklenecek konu Resim 3.14.b’de gösterilen ve “x” olarak simgelenen “Yeni Konu” bilgi girişi (textbox) alanına yazılıp onaylandıktan sonra, Resim 3.14.b’de gösterilen ve “y” olarak simgelenen gibi tablo içerisine yeni bir satır olarak eklenmektedir. Çalışma, öğretmen tarafından oluşturulan her konuya ait ilişkili sanal nesnelere sisteme yüklenmesi ile son bulmaktadır.



Resim 3.14. AG3B Web Platformun (a) öğretmen paneli ve (b) içerik yazma paneli

Öğretmen sayfasında yapılan işlemler şu şekilde sıralanabilir;

- Her derse birden fazla konu açma
- Her konuya ait algısal girdi dokümanları yükleme
- Algısal girdi yüklü ise “+” değilse “-“ olarak işaretlemeleri kontrol etme
- Algısal girdileri silme ve inceleme
- Oluşturulan konu içeriklerini inceleme

3.4.4. Öğrenci arayüzü

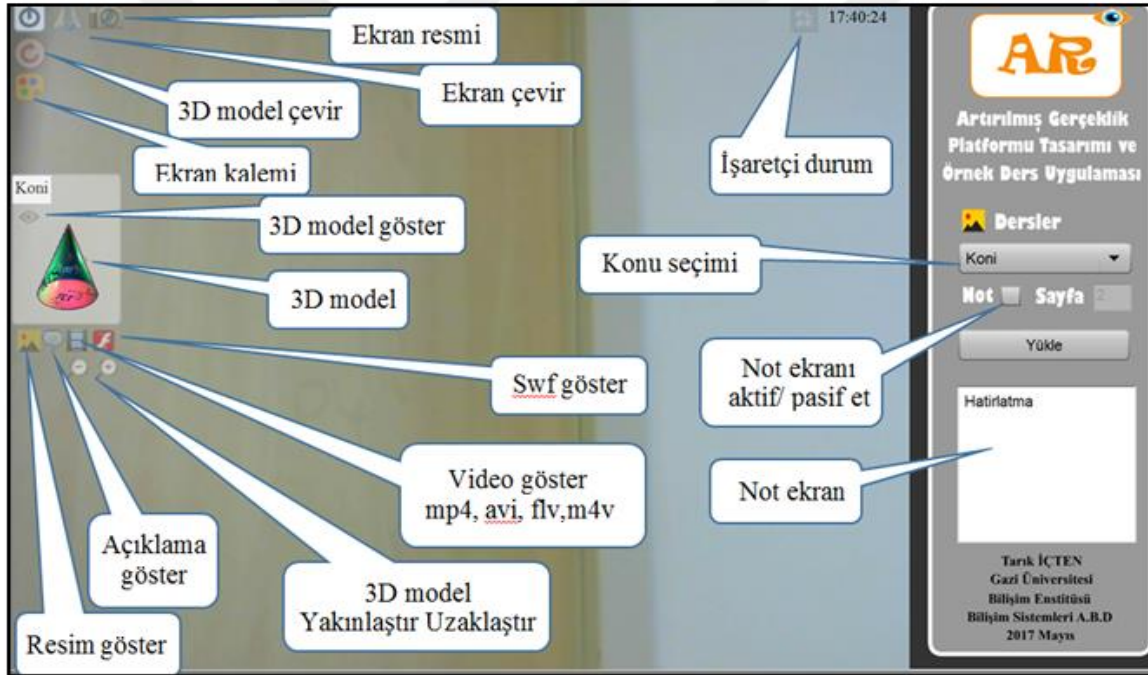
Öğrenci arayüzü AG Tarayıcı aracının kendisidir. Resim 3.15’de AG Tarayıcı aracı gösterilmektedir. Bu aracın kullanımı için öğrencilere herhangi bir arayüz, tanımlama veya şifre verilmemektedir. Öğrencilerin bu aracı kullanabilmeleri için çevrimiçi ve çevrimdışı olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi; çevrimiçi kullanımdır ve bu kullanım için AG Tarayıcı aracının web sayfasının açılması gerekmektedir. İkincisi; çevrimdışı kullanımdır ve bu kullanım için AG Tarayıcı aracının masaüstüne indirilmesi gerekmektedir. Masaüstüne indirilen AG Tarayıcı boyutu toplam 235 KB (Kilobyte)’dır.



Resim 3.15. AG Tarayıcı (uygulama) aracı

3.4.5. AG Tarayıcı aracı (uygulama aracı)

AG3B Web Platform XML (genişletilmiş işaretleme dili) bağlantısı, resim gösterimi, video gösterimi, metin gösterimi, animasyon, ekran kalemi, ekran resmi ve 3D model gösterimi gibi özelliklere sahip bir proje çalışmasıdır. Bu çalışmada, kamera görüş açısı içinde yer alan bir işaretçinin, uygulama tarafından deseninin tanımlanıp tanımlanmadığı Resim 3.16’da görüleceği gibi ekran üzerinde yer alan “İşaretçi durum” simgesinin aktif veya pasif olarak görüntülenmesinden anlaşılmaktadır. Bu simgenin aktif olması “Resim göster”, “Açıklama göster”, “Video göster”, “Swf göster”, “Uzaklaştır” ve “Yakınlaştır” gibi özelliklerin kullanıcı tarafından kullanılmasını sağlamakta, işaretçi simgesinin pasif olması işaretçinin tanımlanmadığı anlamına gelmektedir.



Resim 3.16. AG Tarayıcı (uygulama) aracı

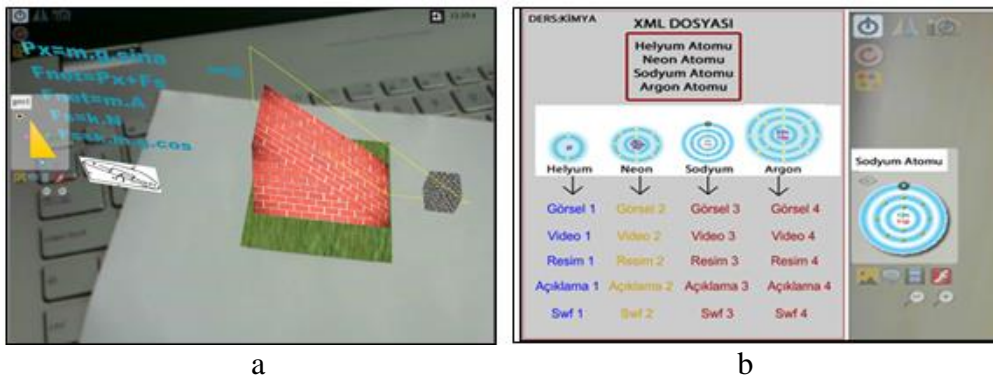
“İşaretçi durum” ve “3D model göster” simgelerinin aynı anda aktif yapılması durumunda, işaretçi üzerinde gösterilen 3D modelin “3D model çevir” simgesi içinde yer alan koordinat seçimi ile dönmesi, “Uzaklaştır” ve “Yakınlaştır” simgelerinin kullanımı ile uzaklaştırılması veya yakınlaştırılması sağlanmaktadır. Ayrıca “Video göster” simgesi ile yüklü videonun, “Resim göster” simgesi ile resmin işaretçi üzerinde gösterimi sağlanmaktadır. Çalışma sırasında, kullanıcının ekran üzerinde işaretleme ve çizimler yapılabilmesi “Ekran kalemi” simgesinin seçimi ile mümkün olmaktadır. Aynı zamanda

“Ekran resmi” simgesinin tıklanması ile ekran üzerinde gösterilmekte olan 3D model, resim ve bu nesnelere üzerinde yapılan işaretlemeler dâhil tüm ekranın görüntüsü yakalanıp saklanmaktadır.

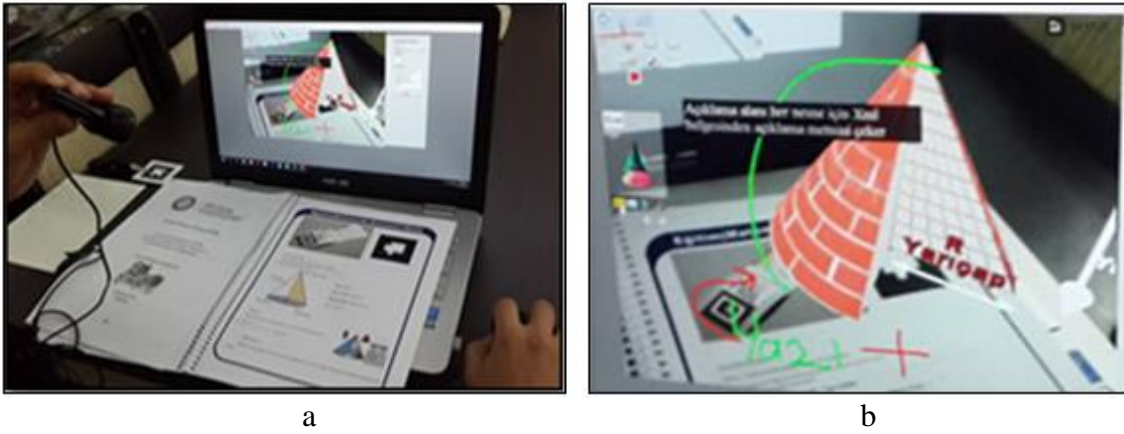
Çalışmada, mp4, avi, flv ve m4v uzantılı video dosyaları çalıştırılabilmektedir. Kullanıcının video kullanımı ile uygulamadan ayrılmadan bilmediği bir konuyu tekrar izleyerek ve dinleyerek çalışması mümkündür. Video ilk olarak işaretçi üzerinde oynatılmaktadır. Kullanıcı devamında işaretçi olmadan da videoyu oynatabilme, durdurabilme, devam ettirebilme ve kapatabilmektedir. Bazı durumlarda 3D model ile video dosyasının aynı anda ekranda gösterilmesi istenebilir. Bu durumlar için 3D model işaretçi üzerinde, video görüntüsü işaretçinin (aktif ise 3D modelin) yanında görüntülenmesi sağlanmıştır.

Çalışmada Adobe Flash programı tarafından üretilmiş swf uzantılı animasyon dosyaları kullanılmaktadır. Bilindiği gibi bu dosyalar hareketli ve işlem yapılabilir özellikte dosyalardır. Bu özellikler sayesinde bu dosyalardaki matematiksel veya hareketli işlemler kullanıcı tarafından ekran üzerinde kontrol edilmektedir. Geometri dersi konularından piramit alan hesabı veya hacim hesabı gibi örnek bir animasyon (swf) dosyasının çalışmaya eklenmesi örnek olarak verilebilir.

AG3B Web Platform çalışmasının animasyon (geometri) örneğini Resim 3.17.a, AG3B Web Platform uygulamasının kimya dersi örneğini Şekil 3.17.b yansıtmaktadır. AG3B Web Platform geometri kitap kullanımını Şekil 3.18.a, AG3B Web Platform geometri çizim örneğini Şekil 3.18.b yansıtmaktadır.



Resim 3.17. AG3B Web Platform (a) animasyon örneği ve (b) kimya dersi örneği



Resim 3.18. AG3B Web Platform (a) geometri uygulaması ve (b) çizim uygulaması

3.4.6. Uygulamanın kodlanması

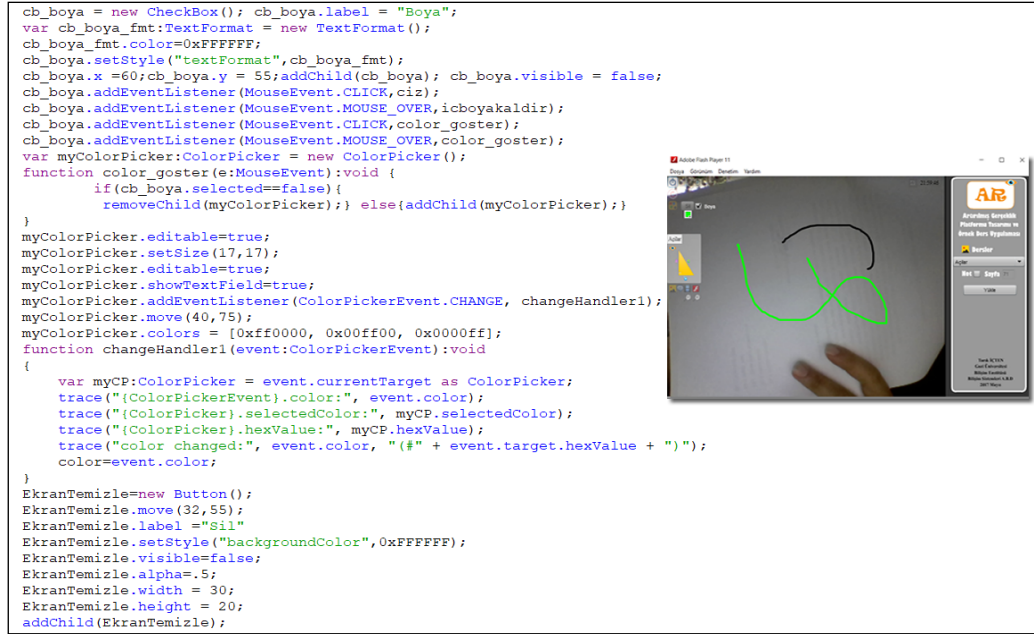
Bu kısımda AG3B Web Platform uygulamasını oluşturan araçlardan bazılarının kod yapısı sunulmaktadır.

Resim 3.19'da AG3B Web Platform uygulamasının menü içeriğini oluşturan actionscript 3.0 kodlamasından alınmış bir görsel yer almaktadır. Bu kodlama içeriğinde; “kategori.xml” uzantılı kod yapısından veri okuma, okunan veriyi uygulama menü içeriğine alma, “camera_para.dat” kamera dosyası ve “flarlogo.pat” işaretçi desen tanıma dosyası yükleme adımları yer almaktadır.



Resim 3.19. AG3B Web Platform menü içeriği kod yapısı

Resim 3.20’de AG3B Web Platform ekranı üzerinde fare ile işaretlemeler yapılmasını sağlayan kod yapısından alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 3.20. AG3B Web Platform ekran çizim kod yapısı

Resim 3.21’de AG3B Web Platform uygulamasının video gösterimini sağlayan kod yapısından alınmış bir görsel yer almaktadır.



Resim 3.21. AG3B Web Platform video gösterim kod yapısı

Resim 3.22’de AG3B Web Platform uygulamasının swf gösterimini sağlayan kod yapısından alınmış bir görsel yer almaktadır.

```
// SWF DOSYASINI MARKER RESİM OLARK YUKLUYOR TIKLAYINCA SWF AÇIYOR VE ÇALIŞIYOR-----
var swf_dosyal:Loader = new Loader();
var url:URLRequest = new URLRequest("model/"+name_txt.text+"/"+name_txt.text+".swf");
swf_dosyal.load(url);
_viewport.interactive=true;
var material:MovieMaterial = new MovieMaterial(swf_dosyal, true, true, false, new Rectangle(0,0, 600,600) );
material.allowAutoSize = true;
material.doubleSided = true;material.interactive = true;
var object:Plane = new Plane(material);
object.x=0; object.y=0; object.z=0;
object.rotationX=180;object.rotationY=0;object.rotationZ=0;
object.scale=0.3;
swf_yakalama= markerNode.visible;
// swf kontrol
cb_swf_kontrol = new CheckBox();//
cb_swf_kontrol.label = "SWF";//
var cb_swf_kontrol_fmt:TextFormat = new TextFormat();
cb_swf_kontrol_fmt.color=0xFFFFFFFF;
cb_swf_kontrol.setStyle("textFormat",cb_swf_kontrol_fmt);//
cb_swf_kontrol.x =80;cb_swf_kontrol.y = 237;//
cb_swf_kontrol.visible=false;
addChild(cb_swf_kontrol);
addEventListener(Event.ENTER_FRAME,swfkontrol);
cb_swf.visible=false;// swf marker için cb i gizledik
function swfkontrol(e:Event):void {
    if(cb_swf.selected){
        _markerNode.addChild(object);
        if(cb_swf_kontrol.selected){
            stage.addChild(swf_dosyal); _scene.addChild(object);
        }
        else
        {stage.removeChild(swf_dosyal); }
    }else{
        _markerNode.removeChild(object);
        stage.removeChild(swf_dosyal);
    }
}

```

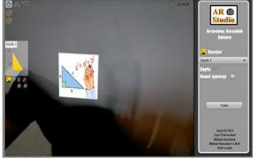


Resim 3.22. AG3B Web Platform yapısının swf gösterim kod yapısı

Resim 3.23’de AG3B Web Platform uygulamasının resim gösterimini sağlayan kod yapısından alınmış bir görsel yer almaktadır.

```
//Resim yükleme-----
//var resim1_material = new BitmapFileMaterial("kullanici/"+name_txt.text+".png"); // BU KISIM YÖNETİM PANELİ İÇİN
var resim1_material = new BitmapFileMaterial("model/"+name_txt.text+"/"+name_txt.text+".jpg");
resim1_material.interactive=true;
//resim1_material.oneSide=false;
var resim1_plane = new Plane(resim1_material, 100,100,1,1);
resim1_plane.rotationX=180;
resim1_plane.rotationY=00;
resim1_plane.rotationZ=0;
resim1_plane.x=-110;

```

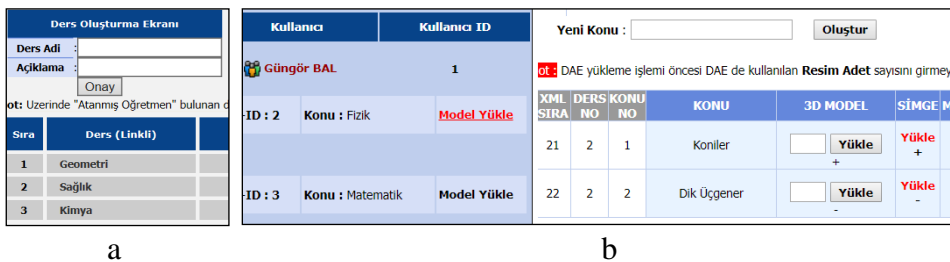


Resim 3.23. AG3B Web Platform resim gösterim kod yapısı

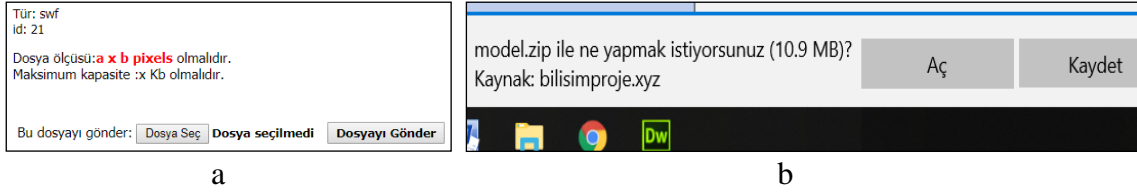
4. ÖRNEK UYGULAMA

Bu bölümde AG3B Web Platform uygulamasında kullanılmak için geometri, sağlık ve kimya ders konularını içeren bir uygulamanın oluşturulma aşamaları açıklanacaktır.

İlk olarak yönetim panelinden giriş yapan yönetici Resim 4.1.a'de görüleceği gibi geometri, sağlık ve kimya derslerinin isimlerini ve kullanıcı yetkilerini ders havuzuna kayıt eder. İkinci durumda dersleri belirlenmiş öğretmenler, panellerine şifreli giriş işlemi ile ulaşır. Panele giriş yapan öğretmen oluşturmak istediği ders konusunu, belirli sayı sınırı olmadan “Model Yükle” linkinden “Yeni Konu” alanına Resim 4.1.b’de gösterildiği gibi girerek belirler. Geometri dersi için “Koniler” ve “Dik Üçgenler”, sağlık dersi için “Kalp”; kimya dersi için “Atom” ve “Gazlar” örnek konu olarak açılır. Açılan her konuya ait 3D model, simge, resim, swf, mv4 algısal girdiler Resim 4.1.b.’de görüleceği üzere yükle butonu ile öğretmen tarafından yüklenir. Yükleme işlemi sırasında yüklenecek dosyanın tür özelliği program tarafından kontrol edilir. Örneğin; sistem tarafından swf yüklenmesi gereken alana mv4 yüklenmesine izin verilmez. Dosya yüklenen girdiler otomatik olarak “+” ile işaretlenir. Yükleme işlemi sürecinde öğretmen oluşturmuş olduğu herhangi bir konuyu sistemden sil butonu ile silebilir, incele butonu ile yüklenen dosyaları inceleyebilir. Öğretmenler tarafından konular ve bu konulara ait algısal girdiler yüklendikten sonra yönetici kendi sayfasına giriş yapar. Yönetici, sayfasında XML oluştur butonu ile XML dosyasını oluşturur, “Sıkıştır(rar) ve İndir” butonu ile yüklenen ve oluşturulan tüm dokümanları Resim 4.2.b’de görüleceği gibi tek bir dosya olan ”model.rar” ismi ile bilgisayara indirir. İndirilen model.rar isimli klasör Resim 4.3.a.’da görüleceği gibi AG3B Web Platform uygulamasının model dosyasına çıkartılarak uygulamanın çalışması sağlanır. Bu sürecin sonunda geometri dersi için “Koniler” ve “Dik Üçgenler”, sağlık dersi için “Kalp”; kimya dersi için “Atom” ve “Gazlar” konusunu içeren artırılmış gerçeklik özelliğine sahip bir uygulama hazır hale getirilmiş olur.

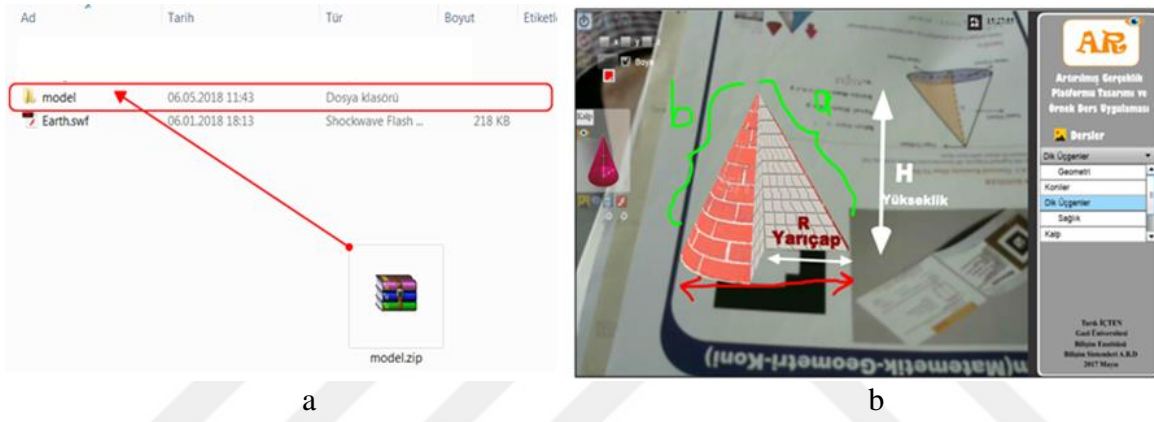


Resim 4.1. AG3B Web Platformu (a) konuya öğretmen atama ve (b) AG Stüdyo aracı



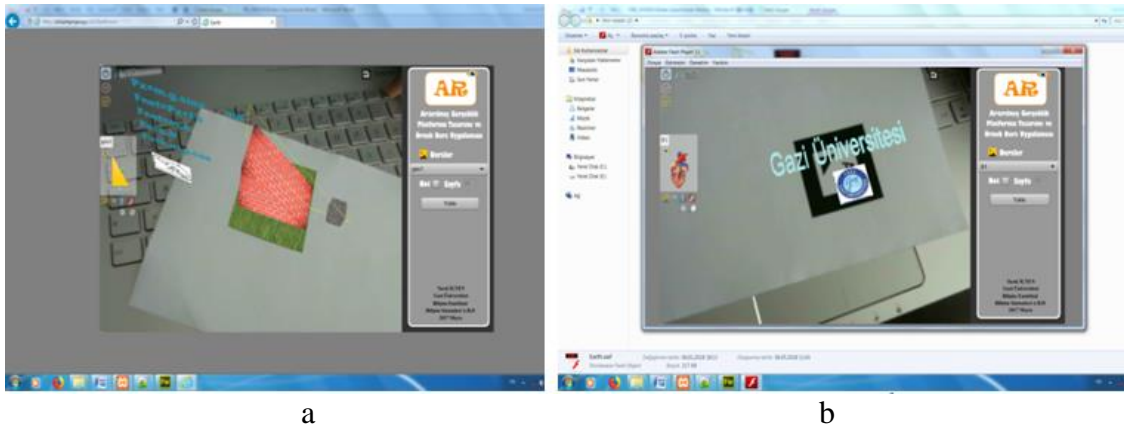
Resim 4.2. Uygulamanın (a) swf yükleme ekranı ve (b) rar dosyası indirilmesi

“Model.rar” dosyasının AG3B Web Platform dosyasına çıkartılması Resim 4.3.a’da, platform çalıştırıldıktan sonra XML dosyasının sisteme yüklenmiş ve çalıştırılmış hali Resim 4.3.b’de gösterilmiştir.



Resim 4.3. Çevrimdışı uygulamaya (a) sıkıştırılmış dosya alma ve (b) çalıştırma işlemi

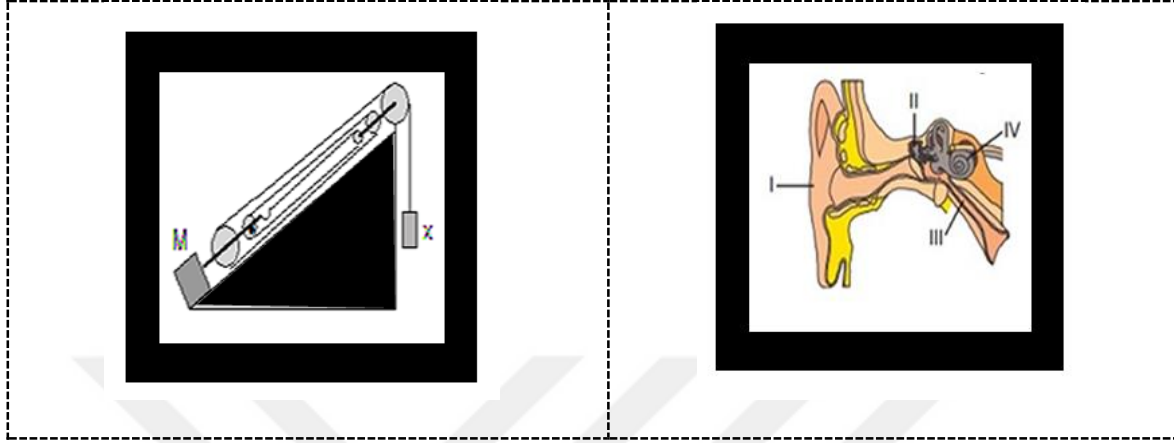
AG3B Web Platform uygulamasının web ortamındaki çalışması Resim 4.4.a’da, masaüstü ortamdaki çalışması Resim 4.4.b’de gösterilmiştir.



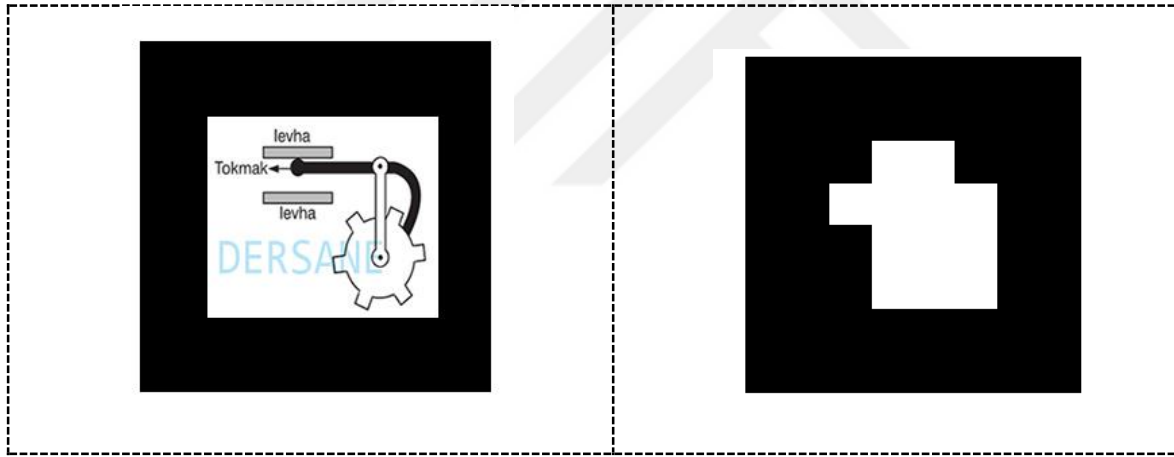
Resim 4.4. AG Tarayıcının (a) web kullanımı ve (b) masaüstü kullanımı

Uygulamada AG görselleri işaretçi üzerinde gösterilmektedir. Farklı işaretçiler sisteme yüklenmekte ve istenilen ders ile ilişkilendirilebilmektedir. Ayrıca istenildiği takdirde

genel bir işaretçinin seçilmesi ile tüm uygulamalar bu işaretçi ile gerçekleştirilebilmektedir. Resim 4.5’de ve Resim 4.6’da tasarımı yapılmış örnek işaretçi görselleri, Resim 4.7’de uygulama görselleri yer almaktadır;



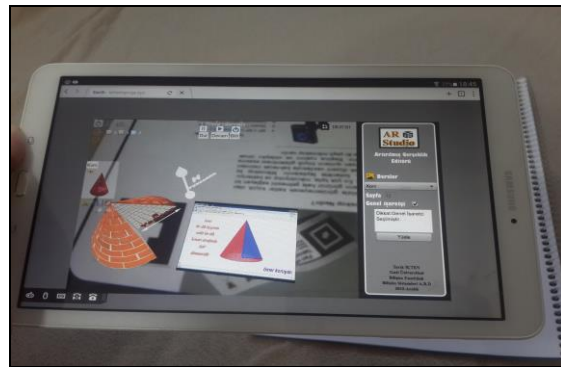
Resim 4.5. AG3B Web Platform uygulamasında kullanılan siyah/beyaz ve renkli işaretçiler



Resim 4.6. AG3B Web Platform uygulamasında kullanılan siyah/beyaz işaretçi örnekleri



a



b

Resim 4.7. Mobil ortamda AG3B Web Platform aracı ile (a) benzerlik ve (b) koni uygulaması



5. YÖNTEM

Bu kısımda araştırmanın modeli, evren ve örneklem yapısı, veri toplama amaçlı gerçekleştirilen araçlar ve bu araçların geçerlilik ve güvenilirlik analizlerine yer verilmiştir.

5.1. Araştırmanın Modeli

AG3B Web Platform uygulamasının geliştirildiği ve geliştirilen uygulamanın kullanımının öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, nicel araştırma yöntemlerinden öntest-sontest-kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desen, eğitim alanındaki araştırmalarda belirli sınıflarda eğitim gören öğrencilerin seçkisiz olarak yeni gruplara atanmaları mümkün olmadığı için hali hazırda var olan grupların deney ve kontrol gruplarına atanarak çalışmaların gerçekleştirilebildiği, değişkenler arasında neden sonuç ilişkisini keşfetmeyi amaçlayan deneysel bir yöntemdir [122]. Seçilen yöntem ile öğrenci grupları rastgele atanmamış, deney ve kontrol grubu rastgele atanmıştır. Araştırmanın öntest ve sontestini “Başarı Testi” oluşturmaktadır. Yapılan öğretim, deney grubunu temsil eden sınıfta, AG3B Web Platform uygulamasına erişebilen masaüstü cihazlar ile gerçekleştirilirken, kontrol grubunu temsil eden sınıfta ise MEB modül kitapçığı ile geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm çalışma 6 hafta sürmüştür, ilk hafta öntest sonraki dört hafta AG3B Web Platform uygulaması ve son hafta sontest uygulanmıştır.

5.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, bu çalışmada verilen koşullara uyan tüm gruplar oluşturmaktadır. Çalışmada örnekleme yöntemi olarak “Olasılığa Dayalı Olmayan Örneklem” yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacı örneklem için hangi birimlerin seçileceğine kendisi karar verir. Araştırmacının uygun gördüğü kümeler, gruplar, birimler araştırmanın amacına da uygun olarak belirlenir. Bu nedenle, bu tip örnekleme yargısal örnekleme de denilir [123]. Araştırmanın örneklemini ise, MEB’e bağlı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde okuyan 48 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem işlemi 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada sınıf ve ders koşuluna uyan dokuzuncu sınıflar belirlenmiştir. İkinci aşamada belirlenen sınıflar içerisinde öğrencilerin ders katılımları, sosyal etkinlik yoğunlukları, ders program saatleri ve akıllı telefon veya tablet kullanımları gibi durumlara bakılarak en

anamlı iki sınıf belirlenmiştir. Üçüncü aşamada belirlenen sınıflardan birinde bir öğrenci sağlık kaynaklı devamsızlık nedeniyle araştırma dışı bırakılmış, araştırmada yer alan gruplara öntest uygulanmış ve elde edilen puanlarına ilişkin aritmetik puanları arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu işlemler sonunda yansız atama yoluyla sınıflar deney grubu (24 öğrenci) ve kontrol grubu (24 öğrenci) olarak ayrılmıştır.

5.3. Veri Toplama Aracı

Çalışmanın nicel bölümünde veri toplama aracı olarak başarı testi ve görüş anketi, nitel bölümünde ise AG görüş formu kullanılmıştır. Bu test ve anketlerin geliştirme süreçleri, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır.

5.3.1. Başarı testi

Bu çalışmada öğrencilerin başarı düzeylerini ölçmek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi geliştirmeden önce konu ve ilgili konu kazanımları göz önünde bulundurularak belirtke tablosu hazırlanmış, eşit kazanım dağılımları dikkate alınarak 35 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir test havuzu oluşturulmuştur. Devamında test havuzu, yazarların görüşleri, geometri alanında bir uzman (öğretmen) ve bir ölçme değerlendirme uzmanı tarafından okunabilirlik, anlaşılabilirlik ve kapsam geçerliliği açısından incelenmiş, ekleme, çıkartma ve düzeltme işlemleri yapılarak taslak başarı testinin 5 seçenekli 30 madde ile devam edilmesine karar verilmiştir.

5.3.2. Öğrenci görüş anketi

Çalışmada yer verilen anket öğrencilerin AG3B Web Platform materyaline yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Anket olarak Küçük, Kapakin ve Göktaş (2015) [124] tarafından geliştirilen Mobil AG Uygulamalarının Eğitimde Kullanımına Yönelik Görüş Anketi kullanılmıştır. Bu anketin kullanılmasının sebebi; anket görüş sorularının ölçülecek uygulamanın mobil, masaüstü veya web platformlarındaki tüm çalışma türlerini kapsaması ve AG teknolojisini temel alarak hazırlanmış olmasıdır. Kullanılacak Görüş Anketi 5’li likert tipinden, 12 faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler; Yenilikçi, İlgi çekici, Gerçekliği artıran, Konuyu somutlaştıran, Öğrenmeyi kolaylaştıran, Kalıcılığı artıran, Etkileşimli, Etkili, Eğlenceli, Esnek, Dikkat dağıtıcı ve Gereksiz ’dir.

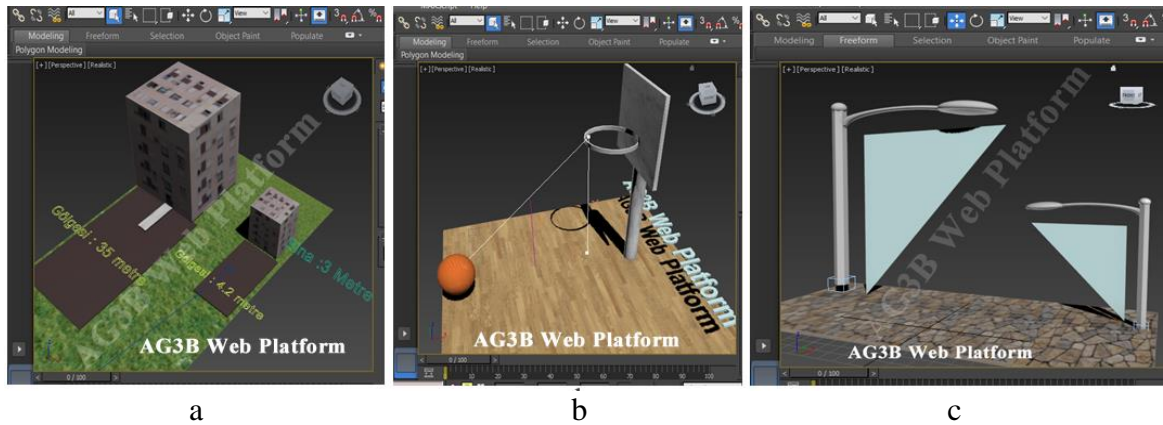
5.3.3. Öğrenci görüş formu

Bu form, deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası AG3B Web Platform uygulamasına yönelik görüşlerini toplamak amacıyla kullanılmıştır. İlk olarak geniş bir alanyazın taraması yapılmış ve elde edilen bilgiler doğrultusunda 3 açık uçlu temel sorudan oluşan görüşme soru havuzu oluşturulmuştur. Uzman incelemeleri ve pilot uygulama sonucunda 3 soruluk görüşme formu 15 dakika süre için deney grubu öğrencilerine verilmiş ve yanıtlarını yazmaları istenmiştir. Uygulama sonunda verilen yanıtların her biri okunarak anlamlı olan düşünceler bulgular bölümüne alınmıştır. Formda yer alan sorular temel olarak şu şekilde dir;

- Uygulamanın kullanımına yönelik soru örneği: “AG3B Web Platforma erişirken ve ders içeriklerini açarken zorluk yaşadınız mı?”.
- Uygulamanın eğitim amaçlı kullanımına yönelik soru örneği: ”AG3B Web Platform uygulamasıyla ders işlemek sizi nasıl etkiledi, neler hissettiniz? Soyut kavramları somutlaştırmada size yardımcı oldu mu?”,
- Uygulama ile ilgili genel görüşleriniz nelerdir?

5.4. Uygulama ve Verilerin Analizi

Yürütülen bu çalışmada “Sanal İçerik Geliştirilmesi” aşamasında öğrencilerin anlayabilmesine ve gerçek hayatla ilişkilendirebilmesine uygun durumların belirlenmesinin ardından “Benzerlik (Geometri)” konusu kazanımlarına uygun 3B modeller, resimler, videolar ve animasyonlar oluşturulmuştur (Resim 5.1).



Resim 5.1. Benzerlik çalışması için geliştirilen 3B modeller (a) bina, (b) pota ve (c) lamba

Çoktan seçmeli taslak başarı testi, daha önceden bu dersi almış bir üst sınıfta yer alan 24 öğrenci üzerinde pilot uygulaması yapılmıştır. Uygulamada soruların okunabilirliği, çizim ve şekillerin anlaşılabilirliği, uygulama süresi gibi durumlar incelenmiş, öğrencilerin her bir maddeye verdikleri cevaplar doğrultusunda madde analizleri hesaplanmıştır. Turgut (1992)'un [125] çalışmasında belirtilen ölçütler dikkate alınarak alt ve üst grup oluşturulmuş ve kapsam geçerliliğini de bozmayacak şekilde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}) 0,20'den küçük olan 5 madde (2, 11, 18, 20, 26) testten çıkarılmıştır. Ayrıca başarı testinin madde güçlük değerlerinin kabul edilebilir yeterlilikte ve güçlükte olduğuna, maddelerin doğru (1) ve yanlış (0) olarak iki değerli ölçümlenmesine, test süresinin 40 dakika olmasına karar verilmiştir [126]. Böylece 25 maddelik başarı testi uygulanmaya hazır hale getirilmiştir. Verilerin normallik varsayımı kontrolünde Shapiro-Wilks normallik değerlerine, basıklık (Kurtosis) ve çarpıklık (skewness) katsayılarına bakılmıştır. Öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanlar arasında İlişkili Örneklemeler t Testi, İlişkisiz Örneklemeler t Testi kullanılarak karşılaştırmaları yapılmıştır. Veriler analiz edilirken anlamlılık düzeyi (p) 0,05 baz alınmıştır.

5.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Uygulama geliştiriciler geçerlilik işlemlerinden sonra başarı test ölçümlerinin güvenilirliği SPSS analiz programı kullanılarak belirlemişlerdir. Elde edilen başarı testinin son halinin ortalama madde güçlük indeksi; 0,52, ortalama ayırt edicilik gücü indeksi; 0,40 ve KR-20 test güvenilirliği; 0,71 olarak bulunmuş ve bu sonuçlara göre başarı test ölçümlerinin geçerliliği ve güvenilirliği yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir [126]. Öğrenci görüş formu, geçerlilik ve güvenilirlik kapsamında AG3B Web Platform uygulamasını kullanmış 24 kişilik pilot gruba uygulanmıştır. Uygulamada sorular için verilen sürenin (40 dakika) yeterli olduğuna karar verilmiştir. Verilerin analizinde, betimsel analiz tekniği kullanılmıştır.

5.6. Normallik Analizleri

Normallik varsayımı için yapılan hipotez testleri içerisinde en sık kullanılan yöntem sırayla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleridir [127]. Bu testlerin belirlenmesinde grup büyüklüğü dikkate alınır. Buna göre grup büyüklüğü (N) 50'den küçük ise Shapiro-Wilk, 50'den büyük ise Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılır [128]. Bu araştırmada yer alan

gruplar 50'nin altında olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Araştırmada 0,05 anlamlılık düzeyi belirlenmiştir. Bu anlamda araştırmadaki anlamlılık düzeyi 0,05 den büyük ($P>0,05$) çıkması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

Ayrıca, Tabachnick ve Fidell [129]; McKillup [130]; Wilcox [131]; Howitt ve Cramer [132] çalışmalarında, elde edilen değerlere göre normallik varsayımlarının kabulünde çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayılarının ± 1 sınırları içinde 0'a yakın olması, çarpıklık ve basıklık katsayılarının kendi standart hatalarına bölünmesi ile hesaplanan çarpıklık ve basıklık indekslerinin ± 2 sınırları içinde 0'a yakın olması gibi durumların normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilmektedir [127].

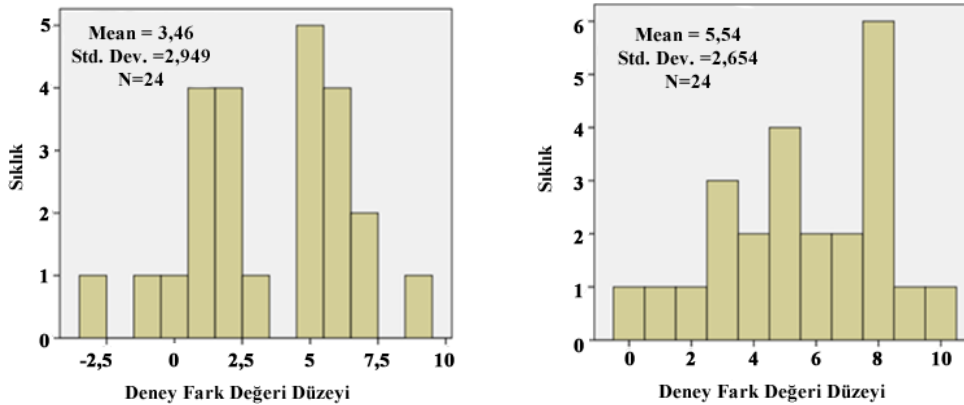
Bu çalışmada verilerin normal dağılım göstergesi olan anlamlılık düzeyi değerinin yanında çarpıklık ve basıklık değerleri de incelenmiştir. Çizelge 5.1'de deney ve kontrol gruplarına ait öntest, sontest ve fark değerlerinin normallik için uygulanan Shapiro-Wilk testi sonuçları görülmektedir.

Çizelge 5.1. Deney ve kontrol gruplarının başarı testine ilişkin öntest, sontest ve fark değerlerinin Shapiro-Wilk normallik değerleri

	Shapiro-Wilk	df	Sig.(p*)		Shapiro-Wilk	df	Sig.(p*)
Deney Öntest	0,945	24	0,215	Kontrol Öntest	0,951	24	0,279
Deney Sontest	0,918	24	0,052	Kontrol Sontest	0,970	24	0,655
Deney Fark Değeri	0,955	24	0,355	Kontrol Fark Değerleri	0,955	24	0,349

* $p>0,05$

Çizelge 5.1 incelendiğinde, her bir veri setinin anlamlılık düzeyinin 0,05 değerinden ($p>0,05$) büyük olduğu görülmektedir. Bu durum deney ve kontrol gruplarına ait veri setlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.



Resim 5.2. Deney ve kontrol grupları fark değerleri frekans dağılımları

Resim 5.2’de deney ve kontrol grupları fark değerlerinin dağılımı normal dağılıma uygun bir şekilde çıkmaktadır. Çizelge 5.2’de deney ve kontrol grubuna ait öntest, sontest ve fark değerlerinin istatistik basıklık ve çarpıklık ölçüleri görülmektedir.

Çizelge 5.2. Deney ve kontrol gruplarının başarı testine ilişkin öntest, sontest ve fark değerlerinin basıklık ve çarpıklık değerleri

		Stc	S.Err	Stc/S.Err.			Stc	S.Err	Stc/S.Err.
Deney Öntest	Skewness	-0,376	0,472	-0,796	Kontrol Öntest	Skewness	-0,338	0,472	-0,716
	Kurtosis	-0,717	0,918	-0,781		Kurtosis	-0,431	0,918	-0,690
Deney Sontest	Skewness	0,688	0,472	1,450	Kontrol Sontest	Skewness	0,023	0,472	0,048
	Kurtosis	-0,218	0,918	-0,237		Kurtosis	-0,278	0,918	-0,302
Deney Fark Değerleri	Skewness	-0,355	0,472	-0,752	Kontrol Fark Değerleri	Skewness	-0,237	0,472	-0,502
	Kurtosis	-0,669	0,918	-0,728		Kurtosis	-0,525	0,918	-0,571

Çizelge 5.2 incelendiğinde, tüm çarpıklık ve basıklık katsayılarının ± 1 sınırları içinde olduğu, çarpıklık katsayısının ve basıklık katsayısını sırasıyla çarpıklığın ve basıklığın standart hatasına bölünmesi ile bulunan değerlerin Z tablo değeri olan -1,96 ile +1,96 arasında (0,05 anlamlılık değerinde) yer aldığı görülmektedir. Elde edilen bu değerler sonucunda deney ve kontrol gruplarına ait veri setinin normalliği kabul edilebilir, veri setine parametrik test (t-testi) uygulanabileceği söylenebilir.

6. BULGULAR

Bu bölümde, verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular çalışmanın alt problemlerine göre üç alt başlık altında toplanmıştır.

6.1. “Deney grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Başarı testi deney grubu öğrencilerinin öntest ve sontest ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Deney grubu başarı testi öntest ve sontest ortalama puanlarının örneklem “t testi” sonuçları

	Test	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p
Deney	Öntest	24	13,46	2,637	-10,231	23	0,000*
	Sontest	24	19,00	2,414			

*p<0,05

Çizelge 6.1 incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin AG öğrenme materyalini kullanmadan önceki başarı testi öntest ortalama puanının \bar{X} öntest=13,46 olduğu, AG öğrenme materyalini kullandıktan sonraki başarı testi sontest ortalama puanının \bar{X} sontest=19,00 olduğu görülmektedir. Başarı testi öntest ortalamaları ile sontest ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir [$t(23)=-10,231$, $p<0,005$]. Deney gruplarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında bu farkın sontest lehine olduğu söylenebilir. Ortalamalar arasındaki farkın etki büyüklüğü ise büyük düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Cohen’s $d=2,19>,80$). Bu tespitlere göre AG teknolojisi ile geliştirilen materyalin öğrenci başarısına pozitif yönde katkı sağladığı söylenebilir.

6.2. “Kontrol grubu öğrencilerinin öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Başarı testi kontrol grubu öğrencilerinin öntest ve sontest ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Kontrol grubu başarı testi öntest ve sontest ortalama puanlarının örneklem “t testi” sonuçları

	Test	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p
Kontrol	Öntest	24	12,54	1,641	-5,746	23	0,000*
	Sontest	24	16,00	2,919			

*p<0,05

Çizelge 6.2 incelendiğinde, kontrol grubu sontest puan ortalamasının (\bar{X} sontest =16,00), öntest puan ortalamasına (\bar{X} öntest=12,54) göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve sontest puanlarının öntest puanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [t(23)=-5,746, p<0,005]. Kontrol gruplarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında bu farkın sontest lehine olduğu söylenebilir. Ortalamalar arasındaki farkın etki büyüklüğünün ise büyük düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Cohen’s d d=1,46>0,80). Bu tespitlere göre geleneksel öğretim yöntemi ile yapılan eğitimin öğrenci başarısına pozitif yönde katkı sağladığı söylenebilir.

6.3. “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest sontest fark ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Başarı testi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest sontest farkları alınarak elde edilen fark ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkisiz örneklem t-testi tekniği kullanarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Deney ve kontrol grubu başarı testi fark değerleri ortalama puanları ilişkisiz örneklem “t testi” sonuçları

	Test	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p
Deney	Fark Değerleri	24	5,54	2,654	2,573	46	0,013*
Kontrol	Fark Değerleri	24	3,46	2,949			

*p<0,05

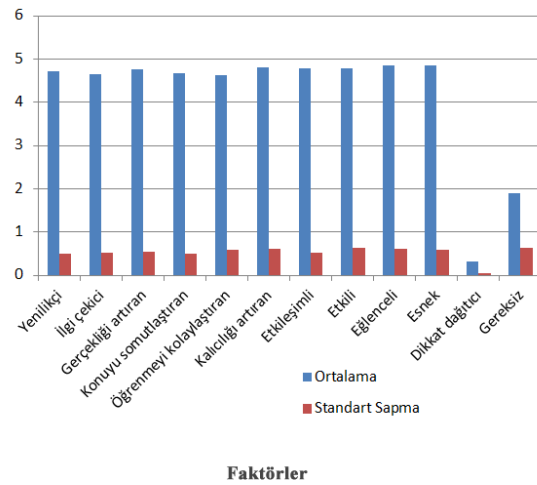
Çizelge 6.3 incelendiğinde, deney grubu fark değerleri puan ortalamasının (\bar{X} farkdeğerleri =5,54), kontrol grubu fark değerleri puan ortalamasına (\bar{X} farkdeğerleri=3,46) göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve deney grubu fark değerleri puanlarının kontrol grubu fark değerleri puanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [t(46)=2,573, p<0,005]. İki grubun ortalama fark değerleri karşılaştırıldığında bu farkın deney grubu lehine olduğu söylenebilir. Ortalamalar arasındaki farkın etki büyüklüğünün ise orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Cohen's d d=0,74>0,50). Analiz sonucunda erişilen bu bulgu, AG öğrenme materyalinin geleneksel öğretim yöntemi ile yapılan eğitime göre orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

6.4. “Deney grubu öğrencilerinin AG uygulaması hakkındaki memnuniyet düzeyi ne seviyededir?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin AG3B Web Platform uygulaması öğretiminde AG teknolojisinin kullanılmasına yönelik görüşlerini ortaya çıkartmak amacıyla alanyazında eğitimde AG uygulamasının sağladığı kazanımlar incelenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda 5’li likert tipinde ve 12 faktörden oluşan bir anket hazırlanmış ve rehber öğretmenler eşliğinde deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Öğrencilerin her bir faktöre ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 6.4’de verilmiştir.

Çizelge 6.4. Deney grubu öğrencilerinin AG uygulaması hakkındaki memnuniyet düzeyi seviyeleri

Faktör	\bar{X}	SS
Yenilikçi	4,71	0,504
İlgi çekici	4,64	0,514
Gerçekliği artıran	4,75	0,533
Konuyu somutlaştıran	4,66	0,507
Öğrenmeyi kolaylaştıran	4,63	0,588
Kalıcılığı artıran	4,81	0,601
Etkileşimli	4,79	0,509
Etkili	4,78	0,623
Eğlenceli	4,86	0,612
Esnek	4,84	0,577
Dikkat dağıtıcı	0,31	0,051
Gereksiz	1,89	0,628
Toplam (N=24)	4,13	0,520



Çizelge 6.4 incelendiğinde öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre anketin bütününe ait ortalama değer \bar{X} =4,13 olarak bulunmuştur. Bu değer ankette “Katılıyorum” ifadesine

denk gelmektedir. Bu ifadeye göre; uygulamanın yüksek düzeyde eğlenceli, esnek, yenilikçi ve etkili olduğu, konuyu somutlaştırdığı, kullanılmasının kalıcılığı artırdığı ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı şeklinde açıklanabilir. 12 faktör içerisinde en düşük ortalama değer “Dikkat Dağıtıcı” olarak bulunmuş ve bu sonuç öğrencilerin uygulamayı dikkat dağıtıcı olarak bulmadıkları şeklinde yorumlanmıştır.

6.5. “Öğrencilerinin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?” Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Bu bölümde deney grubu öğrencilerinden görüşme formu ile yazılı alınan görüşler yer almaktadır.

Deney grubu öğrencilerine AG3B Web Platform uygulamasına erişirken, ders içeriklerini açarken ve kullanırken zorluk yaşadığınız durum oldu mu diye sorulduğunda; mobil cihaz kamerasının çözünürlük ve performans düşüklüğü, mobil cihaz kamerasının ışık kaynaklı işaretçiyi tanımlayamaması gibi durumlarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Ancak PC kullanımında uygulamanın daha hızlı çalıştığı, uygulamanın mobil veya taşınabilir cihaza göre hızlı olması nedeniyle PC üzerinde gerçekleştirmenin daha etkili, eğlenceli ve daha net görsellere sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin büyük bir bölümü uygulamayı PC ile web ortamında kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

“...İlk AG uygulamasını kullandığımda telefonumu işaretçiye çok yatay tuttuğumdan 3D modeller gelmemişti. Ancak telefonumu işaretçiye nasıl tutacağımı öğrendim ve hiç sorun yaşamadım.” (Öğrenci 14)

“...Hem telefonumda hem de masaüstü bilgisayarımda uygulamayı denedim. Kendi telefonumda uygulamayı kullanırken şekillerin yavaş hareket ettiği oldu. Masaüstünde çalışırken hiç donmadı.” (Öğrenci 6)

Deney grubu öğrencilerine AG3B Web Platform uygulamasıyla ders işlemek sizi nasıl etkiledi, neler hissettiniz diye sorulduğunda; heyecanlı, istekli, cesaretli hissettiklerini, konuyu izlerken ve dinlerken eğlendiklerini, derse karşı ilgi ve tutumlarının olumlu yönde olduğunu, dikkatlerini rahatlıkla toplayabildiklerini belirtmişlerdir. Bununla beraber uygulamanın kolay olduğunu ve arkadaşları ile olan etkileşimi arttırdığını belirtmişlerdir.

“...Masaiüstü bilgisayardaki kamerayı işaretçiye tuttuğumda şekillerin çıkması beni çok heyecanlandırdı. Masaiüstü kamerasını hareket ettirmek de çok kolaydı. Telefonumu ise genellikle oyun için kullanıyordum.” (Öğrenci 9)

“...Ders sırasında telefonumdan uygulamayı kullanmak beni heyecanlandırdı. Kullanamayacağımdan endişe ediyordum ama çok kolay kullanımı varmış. Evdeki bilgisayarımın internet olmamasına rağmen evde de uygulamayı rahatlıkla kullanabildim.” (Öğrenci 16)

Deney grubu öğrencilerine AG3B Web Platform uygulaması ile ilgili genel görüşleriniz nelerdir diye sorulduğunda; yenilikçi, gerçekçi, gelişmiş olduğunu, karmaşık olmadığını, uygulamanın web ortamında çalışmasının avantajlara sahip olduğunu belirtmişlerdir.

“...Bilgisayardaki grafikler ve görüntü çok kaliteli. Gelişmiş bir uygulama olarak görüyorum. Kamerayı işaretçi kâğıtlarına yaklaştırdığımda hareketleri net görebildim, görüntü bozulmadı.” (Öğrenci 14)

“...İlk uygulamada işaretçi üzerinde animasyon ve video gördüğümde çok şaşırmıştım. Tek kelime ile mükemmel diyebilirim. İnternette olması çok güzel, her yerden ulaşabilirim ve çalışabilirim.” (Öğrenci 10)

6.6. Eğitmenin AG uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir? Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Bu bölümde eğitmenin görüşme formu ile yazılı alınan görüşleri yer almaktadır.

“...Öğrencilerin derse karşı istekli olduklarını, uygulamanın ders konusunu daha anlaşılır hale getirdiği, uygulamanın etkileşimli olması sayesinde öğrenci merkezli bir öğretimin gerçekleştiğini belirtmiştir.” (Eğitmen)



7. TARTIŞMA

Bu çalışmada AG teknolojisine sahip AG3B Web Platform tasarım ve uygulaması başarıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bileşenleri, mimarisi yapısı, akış şeması, uygulama gereksinimleri ayrıntılı bir şekilde sunulmuş ve uygulamanın öğrencilerin akademik başarısına etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmada, gerçeklik teknolojisi ile birlikte web teknolojisinin zamanla birçok değişime ve gelişime uğradığı, bu değişim içinde yer alan en önemli başlıkların gelişim sırasına göre; “iki boyutlu grafik gösterimine sahip Web 1.0 teknolojisi”, “karşılıklı yorum yazılabildiği ve içeriğin paylaşılabilirdiği Web 2.0 teknolojisi”, “metin ve görsellerin kişiye özel anlamlandırıldığı Web 3.0 teknolojisi” ve “Sanallaştırma, Yapay Zeka, Sanal ve Artırılmış Gerçeklik teknolojilerini temel alan Web 4.0 teknolojisi” olduğu belirlenmiştir. Web 1.0 ile başlayan bu teknolojinin Web 4.0 olarak ortaya çıkmış olması, son yıllarda geliştiricilerin web’i sadece bir veri deposu olarak kullanmaktan ziyade veriyi analiz edebilecek bir araç haline getirme isteğinden, verinin anlamlı bir şekilde iletilmesinden ve teknolojiye yazılım ve donanımsal gelişmelerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Web 4.0 teknolojisinin gelişimindeki en önemli faktörlerden biri AG teknolojisi ve bu teknoloji için geliştirilen AG cihazları olduğu söylenebilir. Günümüzde özel AG cihazlarının ortaya çıkması (örn. Google Glass, Microsoft Hololens ve Epson Moverio BT-300,1 ve Magic Leap) ve bu cihazlarda kullanılacak AG uygulama geliştirme paketlerinin (örn. ARCore, ARKit, Vuforia) geliştirilmesi Web 4.0 teknolojisini de geliştirmektedir. Ayrıca web tabanlı AG uygulamalarının ulaşılabilir ve maliyet gibi avantajları web’in gelişimindeki diğer önemli faktörlerdendir. Bu durum, AG cihazlarının ve servis işlemlerinin büyük bir çoğunluğunun web üzerinden gerçekleştirilmesi, AG servis sağlayıcılarının ürün ve yazılımlarını daha fazla kullanıcıya ulaşılabilirliği amacıyla web’i kullanması ve yatırımlarını bu alana yönlendirmeleri ile açıklanabilir. AG’nin web tabanlı bir hizmet olarak ön planda kullanılması ise Qiao’in (2019) [133] de ifade ettiği gibi web’in yerel çapraz platform kullanımından ve hizmet erişimini basitleştirerek sunmasından da kaynaklanabilir.

Bu çalışmada, AG görüntüleme sistemlerinin üzerinde çalıştığı cihaz teknolojisi video tabanlı sistemler ve optik tabanlı sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu sistemlerden ise en çok tercih edilenin video tabanlı sistemlerden uzamsal görüntüleme sistemi olduğu

görülmüştür. Nitekim alanyazında görüntüleme sistemlerinin en çok webcam cihazı üzerine kurulu AG teknolojilerin olduğu belirtilmektedir [30]. Bu durum, günümüzde AG teknolojisi kullanarak oluşturulan AG uygulamalarının masaüstü ve dizüstü bilgisayara yönelik olması ve bu cihazların uzun yıllar bilişim alanında kullanılması, araştırmacıların ve geliştiricilerin bu cihazlar üzerine ürün geliştirme isteği ile açıklanabilir.

Bu çalışma işaret tabanlı AG (İTAG) teknolojisini temel almaktadır. Bu anlamda yapılan alanyazın taramasında çoğunlukla İTAG teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Bu gözlem içerisinde İTAG teknolojisini sırasıyla işaret tabanlı olmayan AG teknolojisi (İTOAG) ve konum tabanlı AG (KTAG) teknolojileri takip etmektedir. İTAG teknolojilerinin AG ortamlarında çok fazla kullanılmasının sebebi; bu teknolojileri kullanan AG uygulamalarındaki sanal nesnelerin gösterimi için fiziksel bir işaretçinin kullanılmasıdır [30]. Diğer bir bakış açısı ise İTAG teknolojisini temel alan ARToolKit yazılım paketinin 1999 yılında açık kaynak olarak kullanıma sunulması ve farklı alanlara hitap edecek yazılım desteğini barındırmasıdır. Akbaş ve Güngör'ün (2017) [134] ifade ettiği gibi İTAG teknolojisi gerçek görüntü üzerinde gerçekleşen çakıştırma işlemlerini başarılı bir şekilde gerçekleştirmekte, düşük maliyet ve kolay kullanım sebebiyle çok tercih edilmektedir.

Bu çalışmada yer alan alanyazın taramasında AG uygulamaları için en zorlu yazılım geliştirme yaklaşımın yazılım geliştirme paketleri (SDK) ile AG uygulamaları geliştirmek olduğu belirlenmiştir. AG SDK paketlerinin görevi üç boyutlu yazılım programlarına dâhil olarak onlara AG özelliği kazandırmaktadır. Alanyazında kendi AG SDK paketlerini kullanıcıların hizmetine sunan birkaç AG servis sağlayıcı belirlenmiştir. Bu alanda en çok kullanılan AG servis sağlayıcı ve SDK paketleri; Wikitude, ARToolKit, PTC Vuforia, Kudan, ARKit, ARCore ve EasyAR olarak tespit edilmiştir. Bu paketlerin kullanımı ile AG uygulama geliştirmenin zorluğu, uygulamanın gelişim aşamasında başlanarak kodlanması ve oluşturulan uygulamanın mobil, tablet veya web ortamına aktararak koşturulmasıdır. Ayrıca diğer bir uğraşı; AG ortamında kullanılan çoklu ortam nesnelerinin geliştirilmesi, formatının ve boyutunun ayarlanması ve uygulamaya aktarılmasıdır. Bu yaklaşım ile geliştirilen bir AG uygulamasının sanal içeriği ve kodlama yapısı değiştirilememekte ve silinememektedir. Bunun sebebi oluşturulan uygulamanın kapalı bir kaynak şeklinde oluşturulmasına bağlı olarak uygulamada kullanılan veri nesnelerinin değişimine ve güncellenmesine izin vermemesi olarak açıklanabilir.

Bu çalışmada AG SDK yaklaşımına alternatif ve en başarılı yaklaşımın AG Tarayıcı kullanımını olduğu belirlenmiştir. Alanyazında benzer bir yaklaşımın olduğu görülmektedir [106, 108]. Oluşan durum AG tarayıcılarının kendi içinde kullanıcılarına standart kontrollerin ve bileşenlerin sunulmasından ve kolay bir şekilde içerik oluşturmaya imkân vermesinden kaynaklanabilir. Langlotz ve arkadaşları (2014) [135] da AG tarayıcılarının gerçek dünyadaki web tarayıcılarının yerine geçmekte olduğuna ve fiziksel dünyayı multimedya gibi içerikler ile oluşturmanın avantajlarına dikkat çekmektedir. AG tarayıcı olarak karşımıza çıkan bu avantajlı durum, herhangi bir kod bilgisine sahip olmayan bir kullanıcının kod yazabilmesinden ve çoklu ortam nesnelere sürükleyip bırak gibi kolay gerçekleştirebilmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca bazı AG tarayıcılarının kullanıcılarına bulut hizmeti vermesi ve uygulamaya birçok cihaz ile erişim imkânı sağlaması AG Tarayıcılarını en başarılı AG yaklaşımı olarak görülmesine yol açmıştır.

Akademik alanda yapılan çalışmalarda AG teknolojisi ile oluşturulan AG içerik yazma araç ara yüzlerinin HTML5, WebAssembly, CSS3, X3D ve Javascript gibi teknolojiler ile gerçekleştiği belirlenmiştir. Karşılaşılan bu durum içerisinde yer alan HTML5 teknolojisinin kullanılması, bu teknolojinin web tabanlı servisleri kullanabilmesi ve farklı mobil cihazların yazılımsal ve donanımsal olanaklarına doğrudan erişebilmesi ile açıklanabilir. Ayrıca WebAssembly teknolojisinin kullanılması; HTML5 ile geliştirilen uygulamanın “web mi ?” yoksa “desktop mu?” sorularını ortadan kaldırma, veri boyutunu küçültme, uygulamanın performanslı çalışma ve web programlama standardı sağlama gibi avantajlarından dolayı da tercih edilmektedir. Bu tercih aynı zamanda web’deki kodların verimliliği ve güvenliğini sağlayabildiği gibi uygulamayı yazılım dilinden ve uygulama platformundan bağımsız hale getirebilir [136].

Bu çalışmada, incelenen AG Stüdyo araçlarının çevrimiçi, AG Tarayıcı araçlarının mobil veya taşınabilir cihazlarda gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada ise AG3B Web Platform olarak isimlendirilen sistemin AG Stüdyo aracı çevrimiçi, AG Tarayıcı aracı hem çevrimiçi hem de çevrimdışı bir ortamda çalışabilecek şekilde geliştirilmiştir. Bu platformun ilk aşamasını AG Tarayıcı aracının geliştirilmesi oluşturmuştur. Bu geliştirme sürecinde AG teknolojisi için ARToolKit aracının FLARToolKit yazılımı tercih edilmiştir. Bu tercih; FLARToolKit yazılımının ücretsiz, web destekli ve Flash desteği sunmasından kaynaklanmıştır. Geliştirme sonrası bir domain ve bir windows hosting sunucusu kiralanmıştır. Kiralanan bu sunucu alanına AG Tarayıcı aracı yüklenmiş ancak

çalıştırılmamıştır. Bu durumun sebebi; sunucunun windows olmasından kaynaklandığı belirlenmiş ve sunucu türü Linux olarak değiştirilmiştir. Değişiklik sonrası AG Tarayıcı aracının web tarayıcısında çalışması sağlanmıştır. Bu platformun ikinci aşamasını AG Stüdyo aracı ve bu aracı kullanma yetkisi bulunan ara yüzlerin geliştirilmesi oluşturmuştur. Oluşturulan yönetici ara yüzü kullanılarak öğretmenler ve dersler başarılı bir şekilde oluşturulmuştur. Daha sonra öğretmenlere dersler atanmıştır. Öğretmenler kendi ara yüzleri üzerinden atanmış derslere konular ekleyebilmiş ancak bu konulara belirli boyuttan büyük AG sanal nesnelere (sunucuya) yükleyemedikleri belirlenmiştir. Sunucu kaynaklı bir sorun olarak ortaya çıkan bu FTP sınırlaması, hizmet sağlayıcı firma ile görüşülüp FTP dosya boyutunun arttırılması ile aşılmıştır. AG Stüdyo aracının çalıştırılması sırasında karşılaşılan diğer kısıtlamalar ise; Türkçe karakter göstermeme ve sunucu üzerinde dinamik izin oluşturulamamadır. Yine bu kısıtlamalardan Türkçe karakter sorunu sunucuya gerekli kod tanımlamaların yapılması ile izin oluşturma sorunu ise sunucudaki izin izinlerinin alınması ile aşılmıştır. Yapılan işlemler sonunda yönetici ve öğretmenlerin AG Stüdyo aracını başarı bir şekilde çalıştırabildiği ve çoklu ortam nesnelere sunucuya yükleyebildiği belirlenmiştir.

Uygulamanın kullanıcılar tarafından yapılan denemelerinde; işaretçilerin kamera tarafından sorunsuz tanımlandığı, tanımlanan işaretçilere 3D modellerin yüklendiği, işaretçiler ile video ve animasyon görsellerin gösteriminin gecikmeksizin gerçekleştiği görülmüştür. Uygulama menüsünden verilen tepkiler AG ekranı tarafından gecikme olmadan alınmıştır. Ayrıca uygulama sırasında kullanıcının işaretçi konumlarını değiştirmesine karşın işaretçi üzerinde yer alan resimlerin, videoların, modellerin ve animasyonların yeni duruma kendini otomatik uyarladığı görülmüştür. Bununla birlikte, AG teknolojisi ile çoklu ortam nesnelere gösteriminin birçok avantajı olmakla birlikte dezavantajı da bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan birincisi; uygulamanın çalışması sırasında işaretçilerin kamera tarafından tanımlanamaması halinde sanal nesnelere ekran üzerindeki konumunu bulup konumlanamamasıdır. İyi pozlanmış işaretçi bu dezavantajı ortadan kaldırmış, çalışmanın başarılı sonuçlanmasını sağlamıştır. İkincisi ise; uygulamanın akıllı telefon kullanımı sırasında yetersiz düzleştirme sebebiyle ekran üzerindeki nesnelere, cihaz sabitken bile azda olsa ileri ve geri hareket etmesidir. Bu durum Özcan ve diğerleri [137] tarafından yapılan çalışmada işlenmiş ve bir düzeltme yöntemi önerisi ile bu soruna çözüm aranmıştır.

Çalışmanın eğitim tarafındaki sonuçları değerlendirildiğinde; AG3B Web Platform uygulamasını kullanan öğrencilerin konuları daha iyi anladıkları, AG teknolojisine karşın olumlu yönde tutum gösterdikleri, başarılarının artırdığı ve bilgilerinin kalıcılık düzeyinin yükselttiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu tür görsel çalışmaların eğitim ortamını zenginleştirmesinin yanı sıra öğrencilerin derse olan ilgi ve dikkatini toplamasına katkı sağlamıştır. Bu katkı öğrencilerin görsel ders uygulamalarına daha fazla ilgi göstermesi, eğlenerek öğrenmeleri ve motivasyonlarının artmasıyla açıklanabilir. Ayrıca bu ortamlar, öğrenciler arasında yardımlaşarak öğrenmeyi sağlaması ve etkili bir öğrenme ortamı sunması açısından önemlidir. Alanyazında bu bulgulara paralel olarak; AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal zekâsına ve akademik başarısına etkili olduğu, kurgulama becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirdiği, 3 boyutlu düşünme becerilerini arttırdığı belirlenmiştir [138,139,20]. Ek olarak bu uygulamaların farklı bir görsel derinlikte olmalarından dolayı ders içeriğini farklı bir boyuta getirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır [140,141,142].

Web Platform uygulamasını öğrenciler sınıf ortamı dışında da kullandıklarını belirtmişleridir. Bu durum; uygulamanın masaüstü kullanımı dışında akıllı telefonlarda ve taşınabilir cihazlarda kullanılabilmesi ve öğrencinin bu uygulamaya web üzerinden kolay ulaşabilir olmasından kaynaklanmaktadır. Gelecekte bu çalışmaya benzer uygulamalar üzerinde çalışılması durumunda daha kullanışlı AG Tarayıcı ve Editör araçların geliştirileceği düşünülmekte olup AG öğretim uygulamalarının temelini AG teknolojisinin oluşturacağı, Hololens, Google Glass, Epson Moverio BT-200, Sony SmartEyeglass, Vuzix M100 gibi cihazların bu gelişimde önemli rol oynayacağı anlaşılmaktadır.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

AG ortamlarının geliştirilmesi üzerine özel sektör çalışması olan birkaç çevrimiçi AG stüdyo ve mobil AG Tarayıcı aracı bulunmaktadır. Ancak yapılan taramalarda sanal içeriğin çevrimiçi AG Stüdyo aracı ile oluşturulduğu ve oluşturulan bu içeriğin hem çevrimiçi hem de çevrimdışı olarak çalıştığı herhangi bir uygulamaya rastlanılmamıştır. Bunun sebebi, AG uygulamalarında kullanılan AG izleme teknolojisinin farklı bir hizmet olarak (web servis) dışardan alınmasından kaynaklıdır. Ayrıca bu durumun nedeni; işaretçi tanımlama ve izleme zorlukları, 3D model oluşturma ve sunucudaki ilgili konuya yükleme detayları, uygulama sırasında ağın anlık yenilenme ihtiyacına karşın uygulama kısıtlamaları ve AG ortamında meydana gelen tepkilerin alınma zorluklarıdır. Tüm bunlara karşın bu çalışma, kullanıcıların kendi AG içeriklerini ve başlıklarını oluşturabilecekleri özgür AG yapısına sahip bir örnek uygulama olması açısından önemlidir. Çalışmanın, benzer nitelikteki çalışmalardan en büyük farkı; sanal nesnelere kullanan uygulamanın (AG Tarayıcı) çevrimiçinin yanı sıra çevrimdışı bir ortam olan bağımsız bir masaüstü bilgisayarlarda çalıştırılabilmesi ve çalışmanın öğrenci akademik başarısına olumlu etkisinin tespit edilmesidir.

AG3B Web Platform uygulaması masaüstü ve dizüstü bilgisayarların Internet Explorer ve Mozilla Firefox web tarayıcılarında yüksek performanslı, android yüklü mobil cihazlarda Puffin web tarayıcısı ile orta performanslı çalışmaktadır. Önerilen bu tasarımı hem android hem de iOS platformlarında yüksek performansta çalıştırmak isteyen geliştiricilerin bu araştırmada verilen algoritmayı ve mimariyi temel almaları, uygulamalarını HTML5, CSS3 ve Javascript teknolojiler ile geliştirmeleri, AG teknolojisi olarak ARToolKit +/6 SDK paketlerini kullanmaları önerilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma geleceğin eğitim sistemine yön verecek bir teknolojiyi temel almıştır. Bu teknolojinin takip edilmesi ve bu uygulamanın daha önce benzer az bir alanda yapılması gelecekte daha etkin çalışmaların geliştirilmesini destekleyeceği ve bu alana girmeyi düşünen yazılımcıları cesaretlendireceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

1. Öztemel, E. (2018). Eğitimde Yeni Yönelimlerin Değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.
2. Güllüoınar, F., Kuzu, A., Dursun, Ö. Ö., Kurt, A. A. ve Gültekin, M. (2013). Milli Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Sonuçları: Velilerin Bakış Açısından Fatih Projesi'nin Pilot Uygulamasının Değerlendirilmesi. *Journal of Social Sciences*, 30, 195-216.
3. Acar, S., Uslu, D. (2014). Web Destekli Öğretimde "E-Öğrenme Sistemi Sanal Sınıfım" Uygulamasının Öğrencilerin Motivasyonlarına Etkisi. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 4(2),1-11.
4. Balta, Ö. Ç., Horzum, M. B. (2008). The Factors That Affect Internet Addiction of Students in A Web Based Learning Environment. *Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences*, 41(1), 187-205.
5. Kuzu, S., Balaman, F. (2014). Moodle Kullanılarak Gerçekleştirilen Web Destekli Eğitim Hakkındaki Öğrenci Görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 234-242.
6. Ünsal, H. (2004). Web Destekli Eğitim, Elektronik Öğrenme ve Web Destekli Öğretim Programlarındaki Çeşitli Ders Modelleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 375-388.
7. Karaman, S. (2007). Ders Web Sayfaları: Özellikleri, Hazırlanması, Kullanımı ve Öğretim Elemanlarının Tutumları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(13), 47-68.
8. Şenturan L., Alpar Ş. C. (2008). Hemşirelik Öğrencilerinde Eleştirel Düşünme. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 12(1), 22-30.
9. Eppler, M. J., Burkhard, R. A. (2008). Knowledge Visualization. In M. E. Jennex (Eds.), *Knowledge management: concepts, methodologies, tools, and applications*. IGI Global Snippet, 781-793.
10. Kibar, P. N., Akkoyunlu, B. (2015). Eğitimde Bilgi Görselleştirme: Kavram Haritalarından İnfografiklere, A. İşman, H. F. ve B. Akkoyunlu (Editörler). *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2015*. Birinci Baskı., The Turkish Online Journal of Educational Technology, 271-289, Ankara.
11. Deperlioğlu, Ö., Köse, U. (Şubat, 2010). *Web 2.0 Teknolojilerinin Eğitim Üzerindeki Etkileri ve Örnek Bir Öğrenme Yaşantısı*. XII. Akademik Bilişim Konferansı, Muğla.
12. Işık, İ., Işık, A. ve Güler, İ. (2008). Uzaktan Eğitimde 3 Boyutlu Web Teknolojilerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 75-78.
13. Bacaksız, G. (1986). *İki Boyutludan Üç Boyutlu Görüntüye*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

14. Ciobanu, O., Tornincasa, S. and Ciobanu, G. (2009). *Web Based Learning and Training in The Field of the Enterprise Product Lifecycle Using 3d Technologies*. 5th International Scientific Conference eLearning and Software for Education, Bucharest, Romania.
15. Minaslı, E. (2009). *Fen ve Teknoloji Dersi Maddenin Yapısı ve Özellikleri Ünitesinin Öğretilmesinde Simülasyon ve Model Kullanılmasının Başarıya, Kavram Öğrenmeye ve Hatırlamaya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, İstanbul.
16. Moos, S., Tornincasa, S., Vezzetti, E., Violante, M. G. and Zompi, A. (October, 2009). *The impact of WEB3D solutions for product development e-learning*. 13th International Research/Expert Conference, Hammamet, Tunisia.
17. Uğur, A. (Aralık, 2002). *İnternet Üzerinde Üç Boyut ve Web3D Teknolojileri*. VIII. Türkiye’de İnternet Konferansı, İstanbul.
18. Smelik, R. M., Tutenel, T., de Kraker, K. J. And Bidarra, R. (2011). A Declarative Approach to Procedural Modeling of Virtual Worlds. *Computers & Graphics*, 35(2), 352-363.
19. İçten, T., Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 111-136.
20. Somyürek, S. (2014). Öğrenme Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekmek: Artırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63- 80.
21. Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G. and Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119- 140.
22. Tülü, M., Yılmaz, M. (Ocak, 2013). *Iphone İle Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitim Alanında Kullanılması*. Akademik Bilişim Kongresi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
23. Cai, S., Chiang, F. K. Ve 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), 858-865
24. Chiang, T.H.C., Yang, S.J.H. and Hwang, G.J. (2014). An Augmented Reality-Based Mobile Learning System to Improve Students’ Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology & Society*, 17(4), 352–365.
25. Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. And Liang, J. C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
26. Freitas, R., Campos, P. (September, 2008). *SMART: A System of Augmented Reality for Teaching 2nd Grade Students*. 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction, Liverpool.

27. İbili, E., Şahin, S. (2013). Artırılmış Gerçeklik ile İnteraktif 3D Geometri Kitabı Yazılımın Tasarımı ve Geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-8.
28. Di Serio, A., Ibáñez, M. B. and Kloos, C. D. (2013). Impact of an Augmented Reality System on Students' Motivation for a Visual Art Course. *Computers & Education*, 68, 586-594.
29. Fuchs, H., J. Ackerman (1999). *Displays for Augmented Reality: Historical Remarks and Future Prospects*. 1st International Symposium on Mixed Reality, 31-40, Yokohama.
30. İçten, T., Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 401-415.
31. Esengün, M. (2016). *2 Boyutlu Harita ve Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Mobil Navigasyon Uygulamalarının Kıyaslamalı Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
32. Cheng, K. H., Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
33. Cherchi, G., Sorrentino, F. and Scateni, R. (2014). *AR Turn-by-turn Navigation in Small Urban Areas and Information Browsing*. Eurographics Italian Chapter Conference, 37-40, Cagliari, Italy
34. Uluyol, Ç. (2016). Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Geliştirilmesi ve Öğrenci Görüşleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3, 793-823.
35. Abdüsselam, M. S. (2016). Artırılmış Gerçeklik Tarayıcıları., A. İşman, H. F. ve B. Akkoyunlu (Editörler). *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016*. Birinci Baskı. Ankara, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 19-35.
36. İnternet: Augmented Reality App and AR Browser. Augmented Minds. URL:<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.augmented-minds.com%2Fen%2Faugmented-reality%2Far-app-and-ar-browser%2F%2C+&date=2019-05-23>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
37. Pérez-López, D., Contero, M. (2013). Delivering Educational Multimedia Contents Through an Augmented Reality Application: A Case Study on Its Impact on Knowledge Acquisition and Retention. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28.
38. Dünser, A., Walker, L., Horner, H. and Bentall, D. (November, 2012). *Creating Interactive Physics Education Books with Augmented Reality*. 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, 107-114.
39. Saygıner, Ş., Seferoğlu, S. S. (Ekim, 2017). *Eğitim Ortamlarında Kullanılan Artırılmış Gerçeklik Yazılımları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme*, 1. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

40. McPherson, R., Jana, S. and Shmatikov, V. (May, 2015). *No Escape from Reality: Security and Privacy of Augmented Reality Browsers*. 24th International Conference on World Wide Web, 743-753, Florence, Italy.
41. Al-Zoube, M. A. (October, 2017). *Web-Based Augmented Reality with Natural Feature Tracking and Advanced Rendering*. 2017 International Conference on New Trends in Computing Science on,320-326, IEEE.
42. Feiner, S., Macintyre, B., Hollerer, T. and Webster, A. (1997). *A Touring Machine: Prototyping 3d Mobile Augmented Reality Systems for Exploring The Urban Environment*. 1st IEEE International Symposium on Wearable Computers 97, 1(4), 208-217, Washington.
43. Hohl, F., Kubach, U., Leonhardi, A., Rothermel, K. and Schwehm, M. (August, 1999). *Next Century Challenges: Nexus An Open Global Infrastructure for Special Aware Applications*. 5th Annual Association for Computing Machinery/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, 249-255.
44. Kooper, R., Macintyre, B. (2003). Browsing the Real-World Wide Web: Maintaining Awareness of Virtual Information in an AR Information Space. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 16(3), 425-446.
45. Hollerer, T., S. Feiner. (2004). *Mobile Augmented Reality, Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. London: Taylor and Francis Books Limited.
46. Gill, L., Lange, E. (2015). Getting Virtual 3D Landscapes out of the Lab. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 356-362.
47. Haynes, P., Hehl-Lange, S. and Lange, E. (2018). Mobile Augmented Reality for Flood Visualization. *Environmental Modelling & Software*, 109, 380-389.
48. Layona, R., Yulianto, B. and Tunardi, Y. (2018). Web based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning. *Procedia Computer Science*, 135, 457-464.
49. Kiourexidou, M., Natsis, K., Bamidis, P., Antonopoulos, N., Papathanasiou, E., Sgantzios, M. and Veglis, A. (2015). Augmented Reality for the Study of Human Heart Anatomy. *International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering*, 6 (6), 658.
50. Feiner, S. K. (2002). Augmented Reality: A New Way of Seeing. *Scientific American*, 286(4), 48-55.
51. Seferoğlu, S. S. (2015). Okullarda Teknoloji Kullanımı ve Uygulamalar: Gözlemler, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Artı Eğitim*, 123, 90-91.
52. Özel, M. (2004). Başarılı Bir Fizik Eğitimi İçin Stratejiler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(16), 79-88.
53. Günbatar, S., Sarı, M. (2005). Elektrik ve Manyetizma Konularında Anlaşılması Zor Kavramlar için Model Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.

54. Aycan, Ş., Yumuşak, A. (2003). A Study on the Levels of Understanding of High School Physics Topics. *Journal of the National Education*, 159.
55. Köklü, N. (2015). *Genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin artırılmasına yönelik animasyon, simülasyon ve analogik modellerin geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
56. Pekdağ, B. (2010). Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
57. Gilbert, J. K., Justi, R., Van Driel, J. H., De Jong, O. and Treagust, D. F. (2004). Securing a Future for Chemical Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 5-14.
58. Slabin, U. K. (April, 2018). *Molecule modelers in 3D virtual laboratories*. Sviridov Readings 2018: 8th International Conference on Chemistry and Chemical Education, 187-188, Minsk, Belarus.
59. Sanger, M. J., Phelps, A. J. and Fienhold, J. (2000). Using a Computer Animation to Improve Students' Conceptual Understanding of a Can-Crushing Demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77(11), 1517-1520.
60. Own, Z., Wong, K. P. (2000). *The Application of Scaffolding Theory on The Elemental School Acid-Basic Chemistry Web*. The International Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction, Taipei, Taiwan.
61. Baki, A. (2001). Bilişim Teknolojisi Işığında Matematik Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149(1), 26-31.
62. Karaarslan, E., Boz, B. and Yıldırım, K. (Aralık, 2013). *Matematik ve Geometri Eğitiminde Teknoloji Tabanlı Yaklaşımlar*. XVIII. Türkiye'de İnternet Konferansı, 9-11, İstanbul.
63. Hoyles, C., Noss, R. (1994). Technology Tips: Dynamic Geometry Environments: What's the Point?. *Mathematics Teacher*, 87(9), 716.
64. Gökkurt, B., Deniz, D., Soylu, Y. Ve Akgün, L. (2012). Dinamik Geometri Yazılımı İle Hazırlanan Çalışma Yaprakları Hakkında Öğrenci Görüşleri: Prizmalarda Alan Örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 351-356.
65. Özyurt, Ö. (2013). *Uyarlanabilir Zeki Web Tabanlı Matematik Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
66. Milgram, P., Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
67. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

68. Zhu, W., Owen, C. B. (2008). *Design of The Promopad: An Automated Augmented-Reality Shopping Assistant*. *Journal of Organizational and End User Computing*, 20(3), 41-56.
69. Öze, N., Dikmen, S. (2018). The Control is at 'Augmented Reality. *Communication Media & Public Relations*, 9-19.
70. Bronack, S. C. (2011). The Role of Immersive Media In Online Education. *The Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117.
71. Zhu, W., Owen, C. B., Li, H. And Lee, J. H. (2004). Personalized In-store E-Commerce with the PromoPad: an Augmented Reality Shopping Assistant. *Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications*, 1(3), 1-19.
72. Rheingold, H., *Virtual reality*. New York: Summit Books (1991), New York, USA.
73. Heilig, M. L. (1962). U.S. Patent No. 3,050,870. *Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office*.
74. Sutherland, I. E. (1965). The Ultimate Display. *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*, 506-508.
75. Krueger, M. W., Gionfriddo, T. and Hinrichsen, K. (April, 1985). Videoplace-an Artificial Reality. *Association for Computing Machinery SIGCHI Bulletin*, 16(4), 35-40.
76. Mann, S., Fung, J., Aimone, C., Sehgal, A. and Chen, D. (April, 2005). *Designing Eyetap Digital Eyeglasses For Continuous Lifelong Capture And Sharing Of Personal Experiences*. International Conference for Human-Computer Interaction, Portland, Oregon USA.
77. Caudell, T. P., Mizell, D. W. (January, 1992). *Augmented Reality: An Application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes*. 25th Hawaii International Conference System Sciences IEEE, 2, 659-669, Kauai, HI, USA.
78. Rosenberg, L. B. (September, 1993). *Virtual Fixtures: Perceptual Tools for Telerobotic Manipulation*. IEEE Virtual Reality Annual International Symposium, 76-82, Seattle.
79. Feiner, S., Macintyre, B. and Seligmann, D. (1993). Knowledge-based Augmented Reality. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 36(7), 53-62.
80. Raskar, R., Welch, G. And Fuchs, H. (November, 1998). *Spatially Augmented Reality*. First IEEE International Workshop on Augmented Reality, 11-20, San Francisco.
81. Fiala, M. (2004). *ARTag, An Improved Marker System Based on ARToolkit*. National Research Council Canada, Publication Number: NRC, 47419, 8.
82. Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M. and Piekarski, W. (October, 2000). *ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality*

- First Person Application. 4th International Symposium on Wearable Computers, 139-146, Atlanta, USA.
83. Albanesius, C. (April, 2012). Google 'project Glass' Replaces the Smartphone with Glasses. *PC magazine*, 4.
 84. Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J. and Theis, B. (2014). *Augmented Reality in Logistics: Changing the way We see Logistics—a DHL Perspective. DHL Customer Solutions & Innovation*, 8.
 85. Koşan, L. (2014). Muhasebe Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 37-47.
 86. Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*, Elsevier 123-124, Waltham, USA.
 87. Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E. and Ivkovic, M. (2011). Augmented Reality Technologies, Systems and Applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341-377.
 88. Kipper, G., Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR (1 edition)*. Elsevier, 1-27, Waltham, USA.
 89. Bal, G., İçten, T. (2019). Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Sanal Giyinme Uygulamasının Tasarımı ve Test Edilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 7(2), 425-438.
 90. İnternet: Lamb, P.. Computer Vision Algorithm. Augmented Minds. [URL:http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hitl.washington.edu%2Fartoolkit%2Fdocumentation%2Fvision.htm%23principles&date=2019-05-23](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hitl.washington.edu%2Fartoolkit%2Fdocumentation%2Fvision.htm%23principles&date=2019-05-23), Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
 91. İnternet: Koyama, T.. Introduction to FLARToolKit. Katamari Inc. CTO / Flash Developer.URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fsaqoo.sh%2Fa%2Fflabs%2FFLARToolKit%2FIntroduction-to-FLARToolKit.pdf&date=2019-05-23>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
 92. Zhou, F., Duh, H. B. L. and Billinghurst, M. (September, 2008). Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of International Symposium on Mixed and Augmented Reality. 7th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2008, 193-202, Cambridge, England.
 93. Swaminathan, A., Mao, Y. and Wu, M. (2006). Robust and Secure Image Hashing. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 1(2), 215-230.
 94. İnternet: Wikitude. 2019 Wikitude GmbH. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.wikitude.com%2F&date=2019-05-24>, Son Erişim Tarihi: 24.04.2019.

95. Zhang, W., Han, B. and Hui, P. (August, 2017). On the Networking Challenges of Mobile Augmented Reality. The Proceedings of the Workshop on Virtual Reality and Augmented Reality Network, 24-29, Los Angeles.
96. Langlotz, T., Grubert, J. and Grasset, R. (2013). Augmented Reality Browsers: Essential Products or Only Gadgets?. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 56(11), 34-36.
97. Roesner, F., Kohno, T. and Molnar, D. (2014). Security and Privacy for Augmented Reality Systems. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 57(4), 88-96.
98. Tekerek, A., Bay, Ö. F. (2009). Web İçerik Yönetim Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 12(2), 85-91.
99. Plaza de Miguel, C. (2014). *ARLodge: Context-Aware Recommender System Based on Augmented Reality to Assist on The Accommodation Search Process* (Doctoral Dissertation Proposal, Universitat Oberta de Catalunya). *Dissertation Abstracts International*, 63.
100. Jeon, J., Hong, M., Yi, M., Chun, J., Kim, J. S. And Choi, Y. J. (2016). Interactive Authoring Tool for Mobile Augmented Reality Content. *Journal of Information Processing Systems*, 12(4), 612-630.
101. Wang, Y., Langlotz, T., Billingham, M. and Bell, T. (May, 2009). *An Authoring Tool for Mobile Phone AR Environments*. New Zealand Computer Science Research Student Conference, 9, 1-4, Auckland, New Zealand.
102. Lytridis, C., Tsinakos, A. and Kazanidis, I. (2018). ARTutor—An Augmented Reality Platform for Interactive Distance Learning. *Education Sciences*, 8(1), 1.
103. Göttl, F., Gagel, P. And Grubert, J. (2018). Efficient Pose Tracking from Natural Features in Standard Web Browsers. *arXiv preprint arXiv:1804.08424*.
104. Kim, J., Lee, J., Yoo, B., Ahn, S. and Ko, H. (September, 2014). *View Management for Webized Mobile AR Contents*. 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 271-272, Munich, Germany.
105. Sano, A. (2009). The Development of Multi-Platform Web-Based Ar Systems for Content Developers and Users. *Japan Society for Educational Technology*, 33, 165-168.
106. Hill, A., MacIntyre, B., Gandy, M., Davidson, B. and Rouzati, H. (October, 2010). *Kharma: An open kml/html Architecture for Mobile Augmented Reality Applications*. 2010 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 233-234, Seoul South, Korea.
107. Yu, J., Yamauchi, T. (2015). Access Control to Prevent Malicious Javascript Code Exploiting Vulnerabilities of Webview in Android OS. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 98(4), 807-811.

108. MacIntyre, B., Hill, A., Rouzati, H., Gandy, M. and Davidson, B. (October, 2011). *The Argon AR Web Browser and Standards-based AR Application Environment*. 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 65-74, Washington.
109. You, Y., Mattila, V. V. (September, 2013). *Visualizing Web Mash-Ups for In-Situ Vision-Based Mobile Ar Applications*. The Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication, 271-274, Zurich, Switzerland.
110. Xiao-Jun, L., Bo, X. and Feng, Y. (2013). Research and Application of Online Product Display Technology Based on Augmented Reality. *Information Technology Journal*, 12(6), 1134.
111. Nickels, S., Sminia, H., Mueller, S. C., Kools, B., Dehof, A. K., Lenhof, H. P. and Hildebrandt, A. (July, 2012). *ProteinScanAR-An augmented reality web application for high school education in biomolecular life sciences*. 16th International Conference on Information Visualization, 578-583, Montpellier, France.
112. Wojciechowski, R., Walczak, K., White, M. and Cellary, W., (April, 2004). *Building Virtual and Augmented Reality Museum Exhibitions*. 9th international conference on 3D Web technology, 135-144, Monterey, California.
113. İnternet : Souza, R. C.; Moreira, H. D. F.; Kirner, C.. FLARAS 1.0 – Flash Augmented Reality Authoring System. E-book. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ckirner.com%2Fflaras%2Fdownload%2Fdocumentacao%2Flivro-flaras.pdf&date=2019-05-23>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
114. İnternet: Wikitude. URL: <https://www.wikitude.com/products/studio/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
115. İnternet: HPStudio. URL: <https://studio.hpreveal.com/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
116. İnternet: Zapworks. URL: <https://my.zap.works/zapcodes/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
117. İnternet: Layar. URL: <https://www.layar.com/creator/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
118. İnternet: Awe.media. URL: <https://awe.media/apps>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
119. İnternet: Smacar. URL: <https://smacar.com/studio/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
120. İnternet: Augment. URL: <https://manager.augment.com/>, Son Erişim Tarihi: 23.05.2019.
121. Kızılcı, H., Yılmaz, A. E. (Ekim, 2008). *Doğal Dilde Yazılmış Gereksinimlerin Analiz Yöntemleri ve bu Yöntemlerin Türkçe için Uygulanabilirliği*. Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu, 69-77, İstanbul.

122. Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem, Ankara.
123. Karasar, N. (1998). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
124. Küçük, S., Kapakin, S. ve Gökteş, Y. (2015). Tıp Fakültesi Öğrencilerinin Mobil Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğrenimine Yönelik Görüşleri. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5(3).
125. Turgut, M.F. (1992). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Saydam Matbaacılık, 1992, Ankara.
126. Bademci, V. (2011). Kuder-Richardson 20, Cronbach'ın Alfasi, Hoyt'un Varyans Analizi, Genellenirlik Kuramı ve Ölçüm Güvenirliği Üzerine Bir Çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 173-193.
127. Demir, E., Saatçioğlu, Ö. ve İmrol, F. (2016). Uluslararası Dergilerde Yayımlanan Eğitim Araştırmalarının Normallik Varsayımları Açısından İncelenmesi. *Current Research in Education*, 2(3), 130-148.
128. Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum* (7. Baskı). Pegem A Yayıncılık, 40, Ankara.
129. Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (Sixth edition), United States: Pearson Education.
130. McKillup, S. (2012). *Statistics Explained: An Introductory Guide for Life Scientists* (Second edition). Cambridge University Press, England.
131. Wilcox, R. R. (2011). *Modern Statistics for the Social and Behavioral Sciences: A Practical Introduction*. Chapman & Hall/CRC Press, United States.
132. Howitt, D., Cramer, D. (2011). *Introduction to SPSS Statistics in Psychology: For version 19 and Earlier* (Fifth edition). Pearson Education Ltd, London, England.
133. Qiao, X., Ren, P., Dustdar, S., Liu, L., Ma, H. and Chen, J. (2019). Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality--State of the Art, Challenges, and Insights. *Journals & Magazines, IEEE*, 107(4), 651 - 666.
134. Akbaş, M. F., Güngör, C. (2017). Arttırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli. *Journal of Science and Engineering*, 19(56), 599-619.
135. Langlotz, T., Nguyen, T., Schmalstieg, D. and Grasset, R. (2014). Next-generation augmented reality browsers: rich, seamless, and adaptive. *Journals & Magazines, IEEE*, 102(2), 155-169.
136. Rossberg, A., Titzer, B. L., Haas, A., Schuff, D. L., Gohman, D., Wagner, L., Zakai, A., Bastien, JF. And Holman, M. (2018). *Bringing the web up to speed with WebAssembly*. Communications of the ACM, 61(12), 107-115.

137. Özcan, R., Orhan, F., Demirci, M. F. and Abul, O. (June, 2011). *An Adaptive Smoothing Method for Sensor Noise in Augmented Reality Applications on Smartphones*. The International Conference on Mobile Wireless Middleware, Operating Systems, and Applications, 209-218, Springer, London.
138. Salinas, P. (2017). Augmented Reality: Opportunity for Developing Spatial Visualization and Learning Calculus., G. Kurubacak, H. Altinpulluk (Eds.), In *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education*, IGI Global, 54-76.
139. Yılmaz, R. M. (2014). *Artırılmış Gerçeklik Teknolojisiyle 3 Boyutlu Hikâye Canlandırmanın Hikâye Kurgulama Becerisine ve Yaratıcılığa Etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
140. Uluyol, Ç., Eryılmaz, S. (2014). Examining Pre-Service Teachers' Opinions Regarding to Augmented Reality Learning. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 403-413.
141. Uluyol, Ç. (2019). Augmented Reality in Education. In Oxford Bibliographies in Education. Ed. Anne Hynds. *New York: Oxford University Press*.
142. Tekedere, H., Göker, H. (2016). Examining the Effectiveness of Augmented Reality Applications in Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(16), 9469-9481.





EKLER

EK-1. Görüş Anketi**GÖRÜŞ ANKETİ****Sevgili Öğrencilerimiz;**

Bu anket, sizlerin artırılmış gerçeklik uygulamasına yönelik görüşlerinizi öğrenmek için hazırlanmıştır.

Anket iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde sizlerle ilgili bilgiler ve mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde kullanımına yönelik görüşlerini içeren sorular yer almaktadır. İkinci bölümde mobil artırılmış gerçeklik ile öğrenmeye yönelik görüşlerini ortaya çıkaran sorular yer almaktadır. Bu bölümlerdeki (sizlerle ilgili bilgiler hariç) her bir madde de memnuniyet derecenizle ilgili ifadeler **5= Kesinlikle Katılıyorum, 4= Katılıyorum, 3= Kararsızım, 2= Katılmıyorum, 1= Kesinlikle Katılmıyorum** şeklinde sıralanmaktadır. Sizden beklenen, memnuniyet derecenizi hangi seçeneğin en iyi olarak belirttiğini düşünüyorsanız ilgili yere (X) işareti koyarak belirtmenizdir.

1.BÖLÜM

KİŞİSEL BİLGİLER					
1.Cinsiyetiniz	A. Kadın	()	B. Erkek	()	
2. Yaşınız	A. 12-13	()	B. 14-15		B. 14-15 ()

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde kullanımına yönelik görüş sorular	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Yenilikçi					
İlgi çekici					
Gerçekliği artıran					
Konuyu somutlaştıran					
Öğrenmeyi kolaylaştıran					
Kalıcılığı artıran					
Etkileşimli					
Etkili					
Eğlenceli					
Esnek(her an her yerde)					
Dikkat dağıtıcı					
Gereksiz					

EK-1.(devam) Görüş Anketi

2.BÖLÜM

Mobil artırılmış gerçeklik ile öğrenmeye yönelik görüş soruları	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Kullanma Niyet					
Gelecekte ders kitaplarının MAG ile desteklenmesini isterim					
Gelecekte derslerimizde MAG uygulamalarının kullanılmasını isterim.					
Gelecekte MAG uygulamalarını bireysel öğrenme aracı olarak kullanmak isterim					
Çoklu Ortam Öğretimi					
MAG’da seslerin kullanılması hoşuma git					
MAG’da resimlerin kullanılması hoşuma gitti.					
MAG’da üç boyutlu animasyon videolarının kullanılması hoşuma gitti.					
Algılanan Memnuniyet					
MAG’daki çoklu ortam (resim, ses, video) uygulamaları beni memnun etti.					
Ders saatleri içerisinde MAG materyallerinin kullanılması beni memnun et					
Ders saatleri dışında MAG ile oluşturan ders materyalleriyle çalışmak beni memnun etti.					
Algılanan Fayda					
MAG uygulamaları gerçeklik hissi oluşturdu.					
MAG uygulamaları konuyu somutlaştırdı.					
MAG uygulamaları bireysel çalışmalarında faydalı oldu					
MAG uygulamaları derse olan ilgimi artırdı.					
MAG uygulamaları esnek (her an her yerde erişim) bir öğrenme ortamı sağladı.					
Algılanan Özyeterlik					
MAG için gerekli özel yazılımları/uygulamaları rahatlıkla kullanabilirim.					
Ders çalışırken MAG teknolojisini kullanmak beni rahatsız etmez.					
MAG için gerekli olan teknik özellikleri (özel uygulamalar, internet bağlantısı vb.) yönetebilirim.					
Etkililik					
MAG’ın öğrenme performansımı artırdığına inanıyorum.					
MAG’ın etkili ve verimli bir öğrenme sağladığına inanıyorum.					
MAG’ın öğrenme motivasyonumu artırdığına inanıyorum.					
Sistem Kalitesi					
MAG yazılımlarının ders içeriğiyle etkileşim sağlaması beni memnun etti					
MAG için kullanılan özel yazılımların/uygulamaların özelliklerinden memnun kaldım.					
MAG’yi kullanırken internet bağlantısıyla ilgili problem yaşamadım.					

EK-2. Görüş Anketi kullanım izni

15.02.2019

Gmail - Mobil Artırılmış Gerçeklik (MAG) ile öğrenme görüş anketi kullanım izni



tarik içten <ictentarik@gmail.com>

Mobil Artırılmış Gerçeklik (MAG) ile öğrenme görüş anketi kullanım izni

Sevda Küçük <s.sevdakucuk@gmail.com>
Alıcı: tarik içten <ictentarik@gmail.com>

11 Şubat 2019 14:57

Merhaba,
Anketi çalışmanızda kullanabilirsiniz.
Kolaylıklar ve başarılar dilerim.

tarik içten <ictentarik@gmail.com>, 11 Şub 2019 Pzt, 14:19 tarihinde şunu yazdı:
[Ayrıntılanan metin gizlendi]

--
Doç. Dr. Sevda Küçük
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü

Associate Prof. Dr. Sevda Kucuk
Istanbul University-Cerrahpasa
Computer Education & Instructional Technology Department



EK-3. Öğretmen ve öğrenci görüşme soruları

Öğretmen Görüşme Soruları

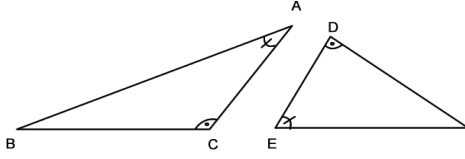
- a. AG3B-Web Platform uygulamasının kullanımına yönelik öğretmen görüşleri nelerdir?
 - a1.Uygulamaya kolaylıkla erişebildiniz mi?
 - a2.Uygulama arayüzü anlaşılabilir bir dile sahip midir?
 - a3.Uygulamada yer alan ders içeriklerine kolaylıkla erişebildiniz mi?
 - a4.Uygulama boyunca herhangi bir güçlük/sorunla karşılaştığınız mı? Varsa yazınız.
 - a5.Uygulamanın başka hangi branşlarda kullanımını sizce faydalı olacaktır?
- b. AG3B-Web Platform yönetim panel kullanımına yönelik öğretmen görüşleri nelerdir?
 - b1. Yönetim paneline kolaylıkla erişebildiniz mi?
 - b2. Yönetim paneline ders ve konu isimlerini kolaylıkla ekleyebildiniz mi?
 - b3. Yönetim panelinde yer alan konunuza çoklu ortam nesnelerini (video, resim, animasyon, model, yazı) kolaylıkla ekleyebildiniz mi?
- c. AG3B-Web Platform uygulamasının eğitim amaçlı kullanımına yönelik öğretmen görüşleri nelerdir?
 - c1. Uygulama öğrencilerin motivasyonlarına etkisi oldu mu?
 - c2. Uygulama öğrencilerin uzamsal becerilerini (görsel görüntüleri oluşturma, sürdürme, yeniden düzenleme ve dönüştürme becerisi) geliştirmeye etkisi oldu mu?
 - c3. Uygulama öğrencilerin derse katılımlarına ve başarılarına etkisi oldu mu?
 - c4. Uygulama öğrenci-öğretmen ilişkisine etkisi oldu mu?
- d. Uygulama ile ilgili genel görüşleriniz nelerdir?

Öğrenci Görüşme Soruları

- a. AG3B- Web Platform uygulamasının kullanımına yönelik öğrenci görüşleri nelerdir?
 - a1.AG3B-Web Platforma kolaylıkla erişebildiniz mi?
 - a2.AG3B-Web Platformda yer alan ders içeriklerini kolaylıkla açabildiniz mi?
 - a3.AG3B-Web Platformun kullanımını sırasında herhangi bir zorluklarla karşılaştınız mı?
 - a4.AG3B-Web Platformda yer alan görsellerin gösteriminde herhangi bir sorun ile karşılaştınız mı?
 - a5.AG3B-Web Platformu taşınabilir cihazla mı yoksa masaüstü bilgisayarla mı kullanmayı tercih edersiniz?
 - a6.AG3B-Web Platformu çevrimdışı mı yoksa web ortamında mı kullanmayı tercih edersiniz?
- b. AG3B-Web Platform uygulamasının eğitim amaçlı kullanımına yönelik öğrenci görüşleri nelerdir?
 - b1. AG3B-Web Platform uygulaması derse yönelik ilginizi arttırdı mı?
 - b2. AG3B-Web Platform uygulaması dersin daha kolay ve eğlenceli olmasını sağladı mı?
 - b3. AG3B-Web Platform uygulaması dersi daha iyi anlamanıza yardımcı oldu mu?
 - b4. AG3B-Web Platform uygulaması ders içerisinde yer alan soyut kavramları somutlaştırmada size yardımcı oldu mu?
 - b5. AG3B-Web Platform uygulaması öğrenci arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle olan etkileşimi arttırdı mı?
- c. AG3B-Web Platform uygulaması ile ilgili genel görüşleriniz nelerdir?

EK-4. Başarı Testi

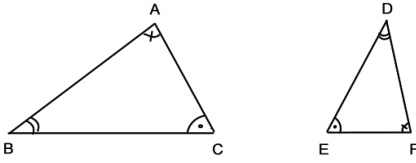
Sayfa 1.



$m(\widehat{BAC})=m(\widehat{DEF})$, $m(\widehat{ACB})=m(\widehat{ACB})=m(\widehat{EDF})$ olduğuna göre aşağıda verilen eşitliklerden hangisi doğrudur?

- A) $\frac{|AB|}{|AB|} = \frac{|AC|}{|EF|}$ B) $\frac{|BC|}{|AB|} = \frac{|DF|}{|DE|}$ C) $\frac{|BC|}{|EF|} = \frac{|AC|}{|DF|}$
 D) $\frac{|AB|}{|DF|} = \frac{|AC|}{|DE|}$ E) $\frac{|AC|}{|AB|} = \frac{|DE|}{|EF|}$

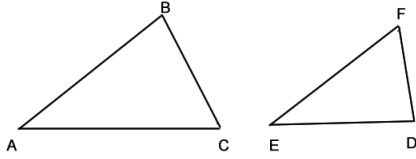
Sayfa 2.



Yukarıdaki şekilde açılı gösterilen benzer iki üçgen için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) $\widehat{ABC} - \widehat{DEF}$ B) $\widehat{ABC} - \widehat{EDF}$ C) $\widehat{ABC} - \widehat{FED}$
 D) $\widehat{BCA} - \widehat{DEF}$ E) $\widehat{BAC} - \widehat{EDF}$

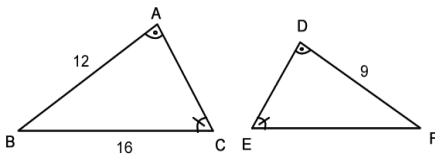
Sayfa 3.



ABC ve DEF üçgenleri için $\widehat{ACB} \sim \widehat{EDF}$ olduğuna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) $\frac{|AC|}{|ED|} = \frac{|BC|}{|DF|}$ B) $\frac{|AB|}{|EF|} = \frac{|BC|}{|FD|}$ C) $m(\widehat{A}) - m(\widehat{E})$
 D) $m(\widehat{B}) - m(\widehat{E})$ E) $\widehat{BCA} - \widehat{FDE}$

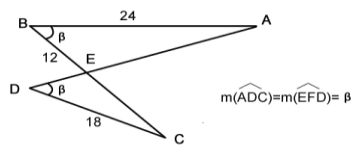
Sayfa 4.



$m(\widehat{ABC})=m(\widehat{EFD})$, $m(\widehat{BCA})=m(\widehat{DEF})$, $|AB|=12$ cm, $|BC|=16$ cm, $|DF|=9$ cm olduğuna göre, $|EF|$ kaç cm dir?

- A) 20 B) 18 C) 15 D) 13 E) 12

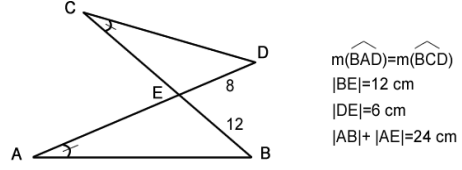
Sayfa 5.



$|AB|=24$ cm, $|DC|=18$ cm, $|BE|=12$ cm olduğuna göre, $|DE|$ kaç cm dir?

- A) 12 B) 11 C) 10 D) 9 E) 8

Sayfa 6.



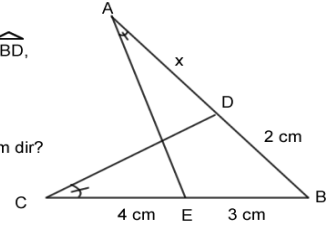
olduğuna göre, $|CE|+|CD|$ toplamı kaç cm dir?

- A) 17 B) 16 C) 15 D) 14 E) 13

Sayfa 7.

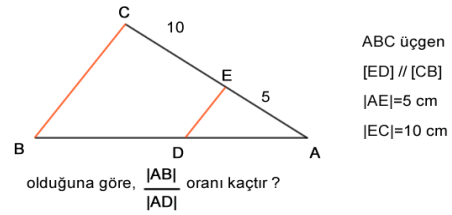
Yandaki şekilde $\widehat{ABE} \sim \widehat{CBD}$,

$|DB|=2$ cm
 $|CE|=4$ cm
 $|EB|=3$ cm
 olduğuna göre $|AD|$ kaç cm dir?



- A) 5,5 cm C) 10,5 cm B) 7,5 cm D) 8,5 cm E) 9,5 cm

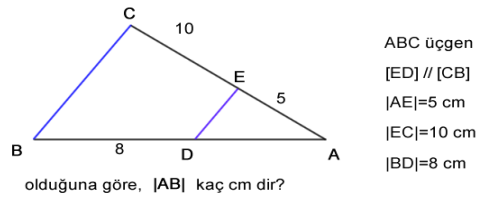
Sayfa 8.



olduğuna göre, $\frac{|AB|}{|AD|}$ oranı kaçtır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

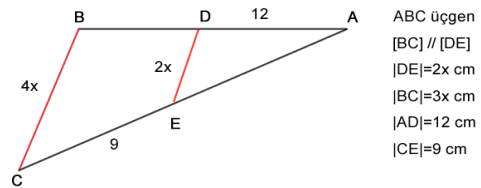
Sayfa 9.



olduğuna göre, $|AB|$ kaç cm dir?

- A) 11 B) 12 C) 13 D) 14 E) 15

Sayfa 10.

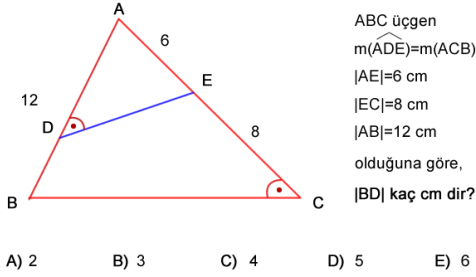


olduğuna göre, $|AB|+|AC|$ toplamının değeri kaçtır?

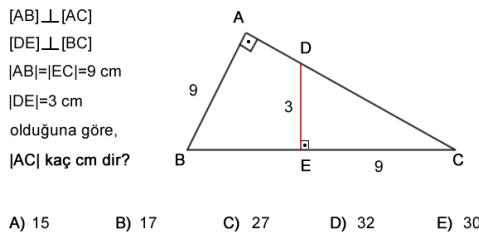
- A) 30 B) 32 C) 34 D) 36 E) 38

EK-4. (devam) Başarı Testi

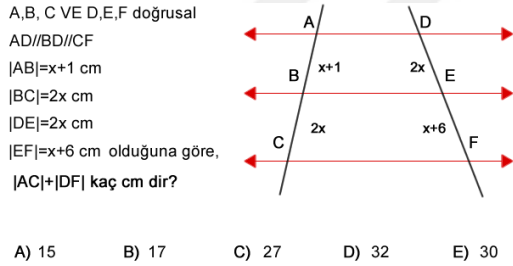
Sayfa 11.



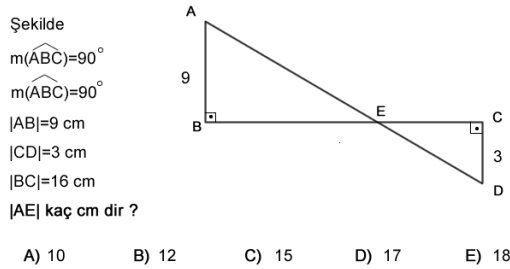
Sayfa 12.



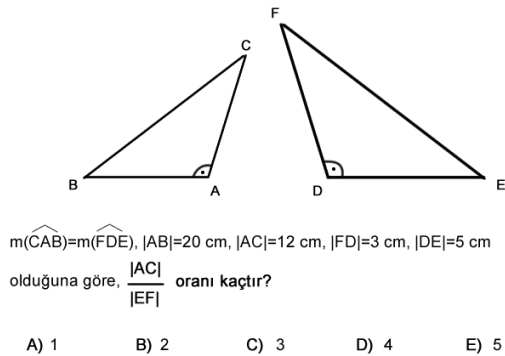
Sayfa 13.



Sayfa 14.

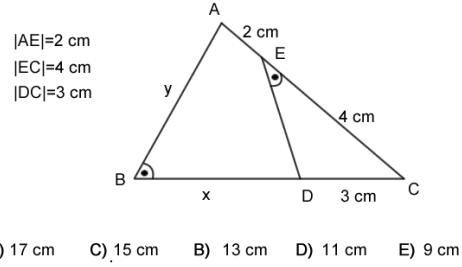


Sayfa 15.



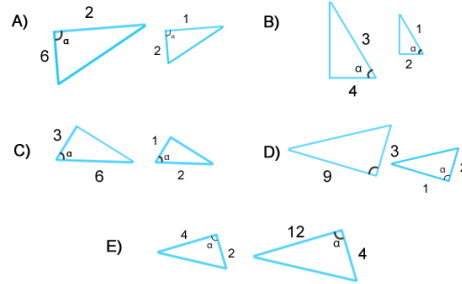
Sayfa 16.

Aşağıda verilen şekile göre $x+y$ kaç cm dir?

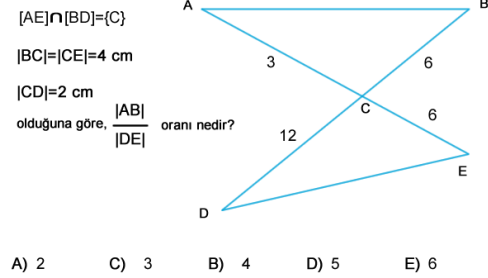


Sayfa 17.

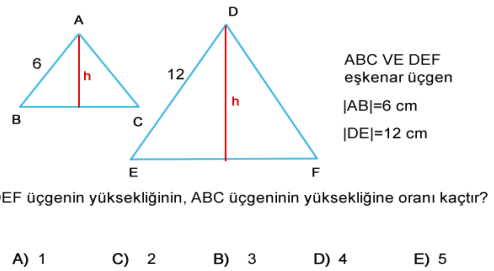
Aşağıda verilen üçgen çiftlerinden hangisi benzerdir?



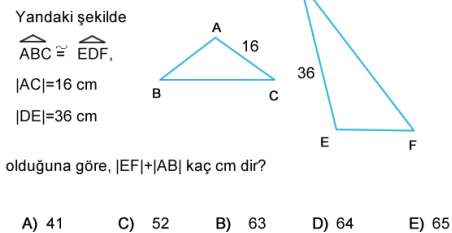
Sayfa 18.



Sayfa 19.



Sayfa 20.



EK-4. (devam) Başarı Testi

Sayfa 21.

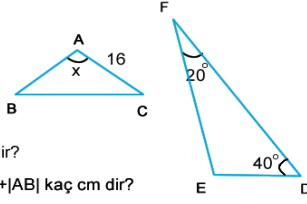
Yandaki şekilde

$$\widehat{ABC} \cong \widehat{EDF},$$

olduğuna göre,

$m(A)=x$ kaç derecedir?

olduğuna göre, $|EF|+|AB|$ kaç cm dir?



- A) 100 C) 110 B) 120 D) 130 E) 140

Sayfa 22.

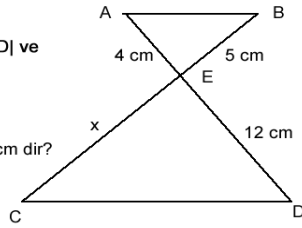
Yandaki şekilde $|AB| \parallel |CD|$ ve

$$|AE|=4 \text{ cm}$$

$$|BE|=5 \text{ cm}$$

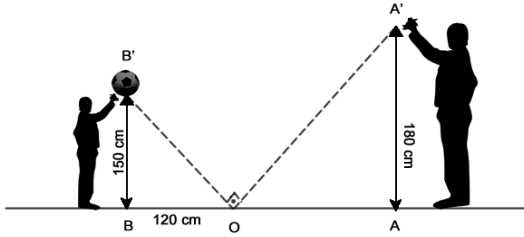
$$|ED|=12 \text{ cm}$$

olduğuna göre $|EC|$ kaç cm dir?



- A) 5 cm C) 10 cm B) 15 cm D) 20 cm E) 25 cm

Sayfa 23.

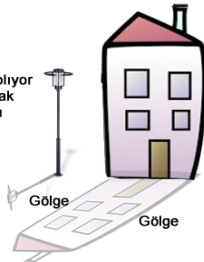


Hayri kardeşi Emir'e O noktasından 90° 'lik açı ile sektirmek sureti ile topu atıyor. $|AA'|=180 \text{ cm}$, $|BB'|=150 \text{ cm}$ ve $|OB|=120 \text{ cm}$ olduğuna göre $|OB|=x$ kaçtır?

- A) 150 C) 180 B) 225 D) 300 E) 425

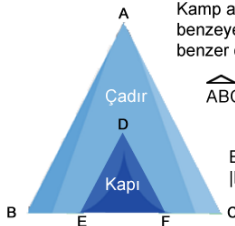
Sayfa 24.

Bir kişi bir binanın boyunu ölçmek için gölgelerden yararlanmak istiyor. Güneşin aynı açıyla geldiği anda 3 metrelik sokak lambasının gölgesini 4.2 metre olarak hesaplıyor. Daha sonra binanın gölgesini 35 metre olarak şekilde ölçüyor. Bu binanın gerçek uzunluğu kaç metredir?



- A) 25 C) 28 B) 30
D) 35 E) 42

Sayfa 25.



Kamp alanına çadır kuran Okan, çadırın üçgene benzeyen ön kısmı ile üçgen şeklindeki kapısının benzer olduğunu buluyor ve iki benzer üçgen olan $\widehat{ABC} \cong \widehat{DEF}$, formülü yazıyor.

Buna göre $|AB|=180 \text{ cm}$, $|BC|=320 \text{ cm}$ ve $|DF|=80 \text{ cm}$ olduğuna göre $|EF|$ kaç cm dir?

- A) 60 C) 40 B) 45 D) 50 E) 65

Sayfa 26.

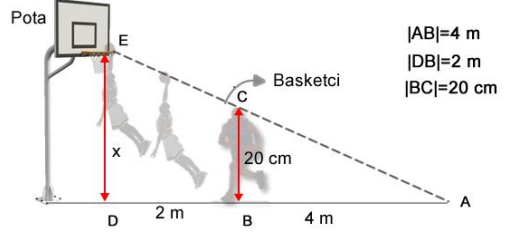
Ertuğrul ile Pelinsu birlikte pizza yemek için pizzacıya gitmişlerdir. Ertuğrul büyük pizza, Pelinsu ise küçük boy pizza siparişi vermişlerdir.

Gelen pizzaların benzerlik oranı $\frac{5}{3}$ ve Ertuğrulün pizzasının çevresi 25 cm olduğuna göre Pelinsu'nun sipariş ettiği pizzanın çevresi kaç cm dir?



- A) 10 C) 12 B) 13 D) 15 E) 20

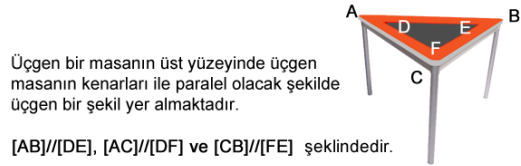
Sayfa 27.



Bir basketbolcu O' noktasından 4 metre top sürüyor. Potaya 2 metre kala smaç basmak için zıplayan basketbolcu, smaç bastığında yerden kaç cm yüksekte ($|DE|=x$) olur?

- A) 105 cm C) 100 cm B) 95 cm D) 90 cm E) 75 cm

Sayfa 28.



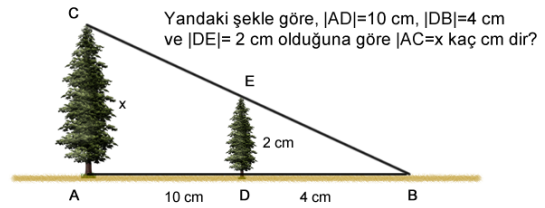
Üçgen bir masanın üst yüzeyinde üçgen masanın kenarları ile paralel olacak şekilde üçgen bir şekil yer almaktadır.

$|AB| \parallel |DE|$, $|AC| \parallel |DF|$ ve $|CB| \parallel |FE|$ şeklindedir.

$|DE|=5 \text{ cm}$, $|AB|=10 \text{ cm}$, $|FE|=6 \text{ cm}$ ve $|BC|=x$ kaç cm dir.

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

Sayfa 29.



- A) 5 cm C) 6 cm B) 7 cm D) 8 cm E) 9 cm

Sayfa 30.

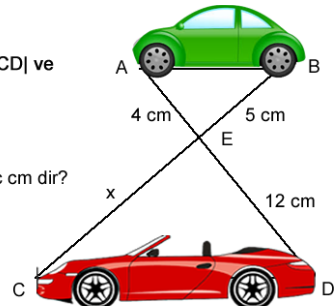
Yandaki şekilde $|AB| \parallel |CD|$ ve

$$|AE|=4 \text{ cm}$$

$$|BE|=5 \text{ cm}$$

$$|ED|=12 \text{ cm}$$

olduğuna göre $|EC|$ kaç cm dir?



- A) 5 cm C) 10 cm B) 15 cm D) 20 cm E) 25 cm

EK-5. Etik Kurul onay

Evrak Tarih ve Sayısı: 29/04/2019-E.54310



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Ölçme Değerlendirme Etik Alt Çalışma Grubu



Sayı : 91610558-302.08.01-
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 20/03/2019 tarih ve E.37084 sayılı yazı.

İlgi yazınız ile göndermiş olduğunuz, Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi Tarık İÇTEN'in, Prof.Dr.Güngör BAL'ın danışmanlığında yürüttüğü "*Çok Amaçlı Kullanıma Yönelik Artırılmış Gerçeklik Yazılımının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi*" adlı tez çalışması ile ilgili konu Kurulumuzun 24.04.2019 tarih ve 04 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-İmzalıdır
Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN
Kurul Başkanı

Araştırma Kod No: 2019-062

Ek: 1 Liste


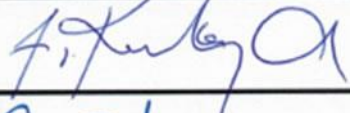
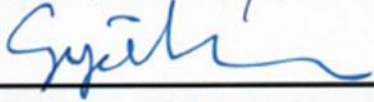






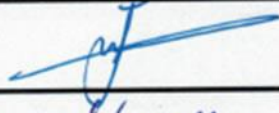



Ankara
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi : <http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>

Bilgi için :Ayfer Çekmez
Birim Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 18 07

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-5. (devam) Etik Kurul onay

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME ETİK ALT ÇALIŞMA GRUBU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 24/04/2019	TOPLANTI SAYISI : 04
ADI-SOYADI	İMZA
Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN Başkan	
Doç.Dr.İsmail KARAKAYA Başkan Yrd.	
Prof.Dr.Galip YÜKSEL	
Prof.Dr.İsmet YÜKSEL	
Prof.Dr.Seçil ÖZKAN	
Prof.Dr.Cevriye TEMEL GENCER	
Prof.Dr. C. Haluk BODUR	
Prof.Dr.İbrahim DOĞAN	KATILAMADI
Prof.Dr.Aymelek GÖNENÇ	
Doç.Dr.Zehra GÖÇMEN BAYKARA	
Doç.Dr.Nihan KAFA	KATILAMADI
Doç.Dr.İlyas OKUR	
Doç.Dr.Necdet KARASU	

EK-6. Uygulama İzni



T.C.
BULANCAK KAYMAKAMLIĞI
Bulancağ Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi
Müdürlüğü

Sayı : 71701509-20-E.8929583
Konu : Çalışma İzni

06.05.2019

BULANCAK MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ MÜDÜRLÜĞÜNE

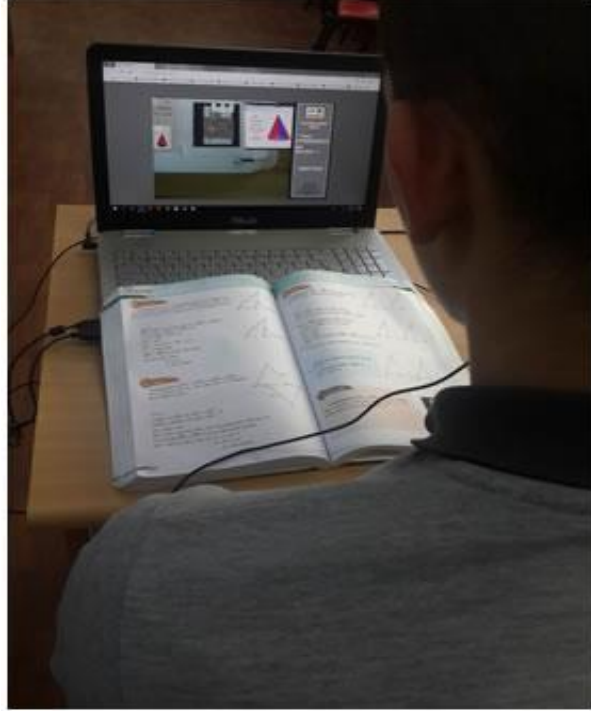
Okulumuz Bilişim Teknolojileri Alanı Öğretmeni olarak görev yapmakta olan Tank İÇTEN'in "Çok Amaçlı Kullanıma Yönelik Artırılmış Gerçeklik Yazılımının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi" başlıklı çalışmasının okulumuz öğrencilerine uygulanabilmesine dair verdiği dilekçe yazımız ekinde sunulmuştur.

Müdürlüğümüzce uygun görüldüğü takdirde öğrencilerimize uygulanması hususunu; Olurlarınıza arz ederim.

EK: Dosya (9 sayfa)

OLUR
06.05.2019
Yusuf COŞKUN
Okul Müdürü

EK-7. Uygulama fotoğrafları



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : İÇTEN, Tarık
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarih ve yeri : 28/04/1978 Samsun
 Medeni hali : Evli
 E-Posta : tarikicten@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Doktora	Gazi Üniversitesi/Bilişim Sistemleri	Devam ediyor
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Elektronik.-Bilgisayar E. Böl.	2006
Lisans	Kocaeli Üniversitesi/Bilgisayar Öğretmenliği	2002
İş Deneyimi	Çalıştığı Yer	Görev
2002- devam ediyor	Milli Eğitim Bakanlığı	Bilgisayar Öğrt.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Bal, G., İçten, T. (2019). Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Sanal Giyinme Uygulamasının Tasarımı ve Test Edilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C, 7 (2), 425-438. DOI: <https://doi.org/10.29109/gujsc.530684>.
- İçten, T., Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C, 5 (2), 111-136.
- İçten, T., Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10 (4), 401-415. DOI: <https://doi.org/10.17671/gazibtd.290253>.
- İçten, T., Asan, U. ve Bal, G. (2017, 21-23 Kasım). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisine Sahip Eğitim Amaçlı Basit Seviyede Bir Görev Simülatör Arabirimi Tasarımı. 7. Ulusal Savunma Uygulamaları Modelleme ve Simülasyon Konferansında sunuldu, ODTÜ,Ankara.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR