

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TEKNİK RESİM DERSLERİNDE KULLANILMAK ÜZERE ETKİLEŞİMLİ
3 BOYUTLU DERS İÇERİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ÖĞRENME
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Vehbi BALAK

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Murat KISA'nın danışmanlığında, Mehmet Vehbi Balak'ın hazırladığı “**Teknik Resim Derslerinde Kullanılmak Üzere Etkileşimli 3 Boyutlu Ders İçeriklerinin Geliştirilmesi ve Öğrenme Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması**” konulu bu çalışma, 25/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Murat KISA

Üye : Prof. Dr. Hamit AKBULUT

Üye : Prof. Dr. M.Arif GÜREL

Üye : Doç. Dr. Şener KARABULUT

Üye : Dr. Öğr. Üyesi: Mustafa ÖZEN

Bu Tezin Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İrfan ÖZBERK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 15071

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Genel Akış Şeması	1
1.2. Problemin Tanımı	2
1.3. Çalışmanın Amacı.....	3
1.4. Araştırma Soruları.....	3
1.4.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sorular:	3
1.4.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sorular:	4
1.4.3. Stereoskopik Etkileşimli Sanal Gerçeklik Teknolojisi Uygulaması İle İlgili Sorular:	5
1.5. Araştırmanın Hipotezleri	6
1.5.1. Sıfır Hipotezler	6
1.6. Çalışmanın Sınırlamaları	6
1.7. Varsayımlar	7
1.8. Çalışmanın Özgün Değeri	8
1.9. Çalışmanın Önemi	9
1.10. Sanal Gerçeklik Teknolojisi.....	10
1.11. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi	11
1.12. AGT'nin Makine Mühendisliğinde Uygulama Alanları	13
1.13. Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri Arasındaki Farklar	15
1.14. Mühendislik Eğitiminde Uzamsal Görselleştirme Becerisinin Önemi ve Geliştirilmesi	16
1.15. Uzamsal Becerilerin Geliştirilmesi	20
1.16. Uzamsal Becerilerin Ölçümü	21
1.17. Uzamsal Görselleştirme Becerisinin Mühendislik Öğrencileri İçin Önemi	24
1.18. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi – Döndürme	24
1.19. Mühendislik Eğitiminde Uzamsal Görselleştirme Becerilerini Artırmak	27
1.20. Teknik Çizim	28
1.21. Cronbach'ın Alfa Güvenirlilik Katsayısı	30
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	32
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	42
3.1. AGT Konusunda Yapılan Çalışmanın Akış Planı.....	42
3.1.1. Araştırma Soruları	43
3.1.2. Teknik Resim Eğitiminde Kullanılacak Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Araçlarının Belirlenmesi	43
3.1.3. İşaretçi Bağımlı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Uygulamasının Hazırlanması.....	44
3.1.4. Augment® Yazılım Geliştirme Firmasının Desteği İle Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Uygulamasının Hazırlanması.	49
3.1.5. Hazırlanan Uygulamanın Kullanımı	50
3.1.6. Çalışma Grubu, Çalışma Süresi ve Çalışmanın Uygulanması.....	52
3.1.7. Veri Toplama Yöntemleri.....	54
3.1.8. Araştırma Modeli.....	54
3.1.9. PUGT-D Ön Test-Son Test	55
3.1.10. Akademik Başarı Puanları	56
3.1.11. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı Konusunda Anket Uygulaması	59
3.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Hazırlanan Materyal ve Uygulanan Yöntem	60
3.2.1. Çalışma Akış Planı	60
3.2.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyallerin Hazırlanması	61
3.2.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyal Hazırlamak için Kullanılan Donanım	63

3.2.3.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Eğitim Materyali Hazırlamak İçin Kullanılan Bilgisayarın Özellikleri	65
3.2.3.2. Sanal Gerçeklik Uygulama Ortamının Hazırlanması	65
3.2.4. Deney ve Kontrol Grupları	67
3.2.5. Sanal Gerçeklik Materyallerinin Kullanılması	67
3.2.6. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Araştırmanın Modeli	71
3.2.7. Araştırma Gruplarının Evreni ve Örnekleme	71
3.2.7.1. Evren	71
3.2.7.2. Örneklem	72
3.2.8. Değişkenler	72
3.2.8.1. Bağımlı Değişken	72
3.2.8.2. Bağımsız Değişken	72
3.2.9. Deney ve Kontrol Grupları ile Yapılan Çalışmalar	73
3.2.9.1. Deney ve Kontrol Grup Testlerinin Karşılaştırılması	73
3.2.10. Veri Toplama Teknikleri	74
3.2.10.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Çalışmada (PUGT-D) Testi	74
3.2.10.2. Akademik Başarı Puanları	75
3.2.10.3. Teknik Çizim Dersinde Sanal Gerçeklik Uygulamaları Destekleme Tutum Ölçeği	75
3.3. Stereoskopik Etkileşimli Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyal Hazırlama	78
3.3.1. Yöntem	78
3.3.1.1. Sanal Gerçeklik Materyallerinin Hazırlanması	78
3.3.1.2. Çalışmada Kullanılan Donanım Elemanları	81
3.3.1.2.1. HD50 (Full HD 1920*1080) (Projektör) Projeksiyon Cihazı :	81
3.3.1.2.2. Aktif 3B Gözlük	82
3.3.1.2.3. Anaglif (Anaglyph) 3B Gözlük	83
3.3.1.2.4. Projeksiyon Perdesi	83
3.3.1.2.5. Blue Ray Disk Oynatıcısı	84
3.3.1.2.6. Sistemin Anfisi ve Hoparlörler	84
3.3.1.2.7. İş istasyonu ve 3B destekli Monitör	85
3.3.1.2.8. Teknik Resim Sınıfı	85
3.3.1.3. Çalışmada Materyal Hazırlamak İçin Kullanılan Yazılımlar	86
3.3.1.3.1. CAD Yazılımı (Autodesk Inventor)	86
3.3.1.3.2. Autodesk 3ds Max	89
3.3.1.3.4. Oyun Motoru (Unity 3D)	90
3.3.1.3.5. Yazılım Geliştirme Kiti (Vuforia)	91
3.3.1.3.6. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Geliştirme Platformu (Augment®)	92
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	95
4.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Çalışma Verilerinin Analizi	95
4.1.1. PUGT-D Test Verilerinin İstatistiksel Analizi	95
4.1.1.1. Uzamsal Görselleştirme Testleri Sonucu Elde Edilen Verilerin Normallik Testi	96
4.1.2. Akademik Başarı Puanlarının Veri Analizi	97
4.1.2.1. Akademik Başarı Puanlarının Normallik Testi	97
4.1.2.2. Varyansların Homojenliği Testi	97
4.1.2.3. Sınav Sonuçlarının ANOVA Testi ile Değerlendirilmesi	98
4.1.3. AGT Kullanımı Anketinin İstatistiksel Olarak Değerlendirmesi	100
4.1.3.1. Likert Tip Sorulara Verilen Cevapların Değerlendirilmesi	101
4.1.3.2. Korelasyon Analizi	103
4.1.3.3. Demografik Özellikler ve Anket Soruları Arasındaki İlişkiler: p-değerleri	105
4.1.3.4. Anket Sorularının Grafikselsel Olarak Değerlendirilmesi	106
4.2. Teknik Resim Dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile Çalışmalardan Elde Edilen Verilerin Analizi	115
4.2.1. Deney Grubundaki Öğrencilerin PUGT-D Test Sonuçları ve Akademik Puanları	115
4.2.2. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Test Sonuçları ve Akademik Puanları	117
4.2.3. PUGT-D Test Verilerinin Analizi	118
4.2.3.1. Hipotez 1	119
4.2.3.2. Hipotez 2	120
4.2.3.3. Hipotez 3	121
4.2.3.4. Hipotez 4	122

4.2.4. 2017-2018 Güz Döneminde SGT kullanan Öğrencilerin Dönemsel Akademik Puanlarının Analizi	123
4.2.4.1. Deney ve Kontrol Grubu Akademik Puanlarının Normallik Dağılımı.....	123
4.2.4.2. Hipotez 5.....	124
4.2.4.4. Hipotez 7.....	125
4.2.4.5. Hipotez 8.....	126
4.3 Teknik Resim Dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı ile Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı Sonucu Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması	127
4.3.1. Uzamsal Görselleştirme Test Sonuçları Bakımından SGK ve AGTK Verilerinin Karşılaştırılması	127
4.3.1.1. Verilerin Normal Dağılımının Kontrolü	127
4.3.1.2. Hipotez 9.....	128
4.3.1.3. Hipotez 10.....	128
4.3.1.4. Hipotez 11.....	129
4.3.1.5. Hipotez 12.....	130
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	131
5.1 Artırılmış gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sonuçlar	131
5.1.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin kullanımı ile sonuçlar.....	132
KAYNAKLAR	138
ÖZGEÇMİŞ	146
EKLER.....	149

ÖZET

Doktora Tezi

TEKNİK RESİM DERSLERİNDE KULLANILMAK ÜZERE ETKİLEŞİMLİ 3 BOYUTLU DERS İÇERİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ÖĞRENME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Vehbi BALAK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat KISA
Yıl: 2019, Sayfa: 179

Bu çalışmada mühendislik fakültesi akademik eğitim programlarında yer alan teknik çizim derslerinde kullanılmak üzere artırılmış gerçeklik (AG) ve sanal gerçeklik (SG) teknolojisine dayalı etkileşimli üç boyutlu (E3B) ders içerikleri geliştirilmiş, geliştirilen ve uyarlanan ölçme araçları ile bu içeriklerin öğrencilerin uzamsal canlandırma becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Augment® yazılım firmasının desteğiyle akıllı telefon ve tabletler ile kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirilmiş; artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanarak bir çalışma kitabı hazırlanmış ve 2015-2016 öğretim yılı yaz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılmıştır. Üniversite seviyesindeki öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini ölçmek için kullanılan Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT-D) uygulanmış, biçimlendirici çalışma tekniği ile artırılmış gerçeklik teknolojisinin teknik çizim dersi konularının öğretilmesinde ve öğrenilmesinde ne kadar etkili olduğunu belirlemek amacıyla likert tipi anket uygulanmıştır. Öğrencilerin yaz dönemindeki akademik başarıları, dönem başı ve sonundaki uzamsal becerileri ve anket sonuçları istatistiksel olarak incelenmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin uygulanmasında PUGT-D ilk ve son test sonuçlarının karşılaştırılması sonucu öğrencilerin ortalama uzamsal canlandırma becerileri puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.05$), geliştirilen ders içeriklerinin öğrencilerin bu becerilerinin gelişimine katkı sunduğu görülmüştür. Öğrencilerin 1. ara sınav (AGT başlangıç), 2. ara sınav (AGT yoğun kullanım) ve final sınavı (AGT kullanılmadan) puanları karşılaştırıldığında ortalama sınav puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın ikinci bölümünde, içerisinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanılabilceği iki adet sanal sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıflardan birine Teknik Resim kitabında yer alan parçaların dijital modelleri, diğerine ise kesit modelleri yerleştirilmiştir. Sanal sınıf duvarlarına ise modellerin kesit ve izdüşüm görüntüleri yerleştirilmiştir. Öğrenciler, sanal gerçeklik gözlüğü ve kontrol kolları yardımıyla sanal modellerle etkileşim kurmuş ve modelleri kavrayarak ait oldukları görüntülerin önüne yerleştirmişlerdir. Bu şekilde parçaların düzlemsel görüntülerinde algılayamadığı derinlikleri ve boşlukları sanal modeller vasıtasıyla tam anlamıyla algılayabilmişlerdir. Hazırlanan bu materyaller 2017-2018 güz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılmıştır. Güz döneminde öğrenci mevcudiyetinin uygun olmasından dolayı deney ($f=36$) ve kontrol grubu ($f=34$) oluşturulmuştur. Uygulamaya sadece deney grubu öğrencileri katılmıştır. Dönem başında ve sonunda PUGT-D (Purdue Uzamsal Canlandırma Testi – Döndürme) beceri testi uygulanmıştır. Sanal gerçeklik teknolojisinin Teknik Resim dersindeki etkisini ortaya koymak üzere bu doktora çalışmasında likert tipi TEÇİSGUD (Teknik Çizim Dersinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarını Destekleme) tutum ölçeği geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Dönem sonunda ölçeği doğrulamak ve güvenilirlik analizi yapmak için öğrencilerin 6

maddelik ölçeğe verdikleri cevapları içeren veriler toplanmıştır. Veriler, ölçeğin yüksek düzeyde geçerlilik ve güvenilirliğe sahip olduğunu; 6 maddenin birbiriyle ilişkili ve ölçek için gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Ölçek maddelerinin analizi sonucunda, çalışma katılımcılarının bir teknik çizim dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımına yönelik olumlu tutumları olduğu belirlenmiştir. Sanal Gerçeklik Teknolojisi (SGT) kapsamında değerlendirilen üç boyutlu interaktif stereoskopik tekniği kullanarak modeller hazırlanmış, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılmış ve bu uygulamanın öğrenciler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Oluşturulan modellerin; aktif 3B gözlüklerle izlenmesi sonucu, pop out etkisi (görüntünün ekrandan çıkarak izleyicilerin üzerine doğru gelmesi hissi) parçalardaki derinliklerin algılanmasına katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte, gözlüklerin baş ağrısı yapması ve parçaların paralel perspektif olarak gösterilememesi ve izdüşümlerinin dik olarak elde edilememesi nedeniyle bu tekniğin, Teknik Resim dersinde kullanımına önemli bir katkı sağlamadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik Teknolojisi, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi, Uzamsal Görselleştirme Becerisi, Etkileşimli Öğretim Yöntemleri, Teknik Çizim



ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DEVELOPING INTERACTIVE THREE DIMENSIONAL CONTENTS FOR USE IN TECHNICAL DRAWING COURSE AND INVESTIGATING THE EFFECT ON LEARNING PROCESS

Mehmet Vehbi BALAK

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Murat KISA
Year:2019, Page:179**

In this study, it was developed an interactive three-dimensional (i3D) course contents based on augmented reality (AR) and virtual reality (VR) in order to use in technical drawing courses in engineering faculty programs and the effects of the students on the spatial visualization skills and academic achievement were investigated. The results of the tests, questionnaires and academic studies were evaluated statistically. To this end, an augmented reality application has been developed with the support of the Augment® software company and used with smartphones and tablets; A workbook was prepared using augmented reality technology and was used in the technical drawing course in the summer term of 2015-2016 school year. Purdue Spatial Visualization Test (PSVT-R) was used to measure spatial visualization skills of university level students. Likert type questionnaire was used to determine how effective augmented reality technology was used in teaching and learning technical drawing lesson subjects by the formative study technique. Students' academic achievement, spatial skills at the beginning and end of the semester and survey results were analyzed statistically. The comparison of PSVT-R first and last test results in the application of augmented reality technology was found to be statistically significant ($p < 0.05$), and the augmented reality application developed by students developed these skills. The difference between the mean scores of the students was statistically significant ($p < 0.05$). In the second part of the study, two virtual classrooms were created by using virtual reality technology. One of these classes is the digital models of the parts in the technical drawing book and the other one is the cross-sectional models. Sections of the virtual classroom walls and the sections of the projection are placed. The students have been interacting with the models with the help of virtual reality glasses and control arms and have taken into consideration the models. In this way they were able to fully perceive the depths and voids that the parts could not perceive in their planar views by means of virtual models they had grasped with their hands. These materials were used in the technical drawing course in the fall semester of 2017-2018. Because of the availability of the student in the fall semester, the experiment ($f = 36$) and the control group ($f = 34$) were formed. Only experimental group students participated in the study. PSVT-R skill test was applied at the beginning and end of the term. In order to reveal the effect of virtual reality technology in technical drawing course, this attitude was developed and applied in Likert type TEÇİSGUD (Supporting Virtual Reality Applications in Technical Drawing Course). At the end of the period, data were collected to answer the scale and perform reliability analysis. Data indicate that the scale has a high level of validity and reliability; 6 showed that the items were related to each other and necessary for the scale. As a result of analysis of scale items, it was determined that the participants of the study have positive attitudes towards the use of virtual reality applications in a technical drawing course. Models were prepared by using the three-dimensional interactive stereoscopic technique evaluated within the context of Virtual Reality Technology (VRT) and used in the technical drawing course in the fall semester of 2016-2017 academic year and the effects of this practice on students were investigated. Created models; As a result of active 3D spectacle

monitoring, the pop out effect (the feeling of the image coming from the screen towards the audience) contributed to the perception of the depth in the parts. However, it has been found that this technique does not make a significant contribution to the use of the technique in technical drawing lessons because of the fact that the glasses make headaches and the parts cannot be shown as a parallel perspective.

Key Words: Virtual Reality Technology, Augmented Reality Technology, Spatial Visualization Ability, Interactive Teaching Methods, Technical Drawing



ÖNSÖZ

Teknolojinin bilimsel ve matematiksel ilkelerini tecrübe, karar ve ortak fikirler ışığında kullanarak, insanlığa faydalı ürünler ortaya koyma ve insanların karşılaştığı problemlere çözüm üretme sanatı olan mühendislik disiplininde, soyut nesne ve kavramların zihinlerde üç boyutlu olarak görselleştirilmesi çok önemlidir. Tüm mühendislik dallarında mühendislerin, literatürde uzamsal görselleştirme becerisi olarak isimlendirilen bu özelliğe sahip olması beklenir. Uzamsal görselleştirme becerisinin genetik olduğu belirtilse de yapılan çalışmalar sonucu uygun eğitim ile bu becerinin geliştirilebileceği ispatlanmıştır. Mühendislik eğitiminde öğrencilerin bu özelliği kazanması için birinci sınıfların müfredatında Teknik Resim ve tasarı geometri gibi dersler zorunlu olarak okutulmaktadır. Lisede teknik eğitim almamış veya genetik olarak düşük uzamsal canlandırma becerisine sahip öğrenciler, klasik yöntemlerle işlenen derslerde çok zorlanmakta, öz güven ve motivasyonlarını kaybetmektedirler. Mühendislik öğrencilerinin hem akademik hem de mesleki başarılarını etkileyen bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda; Web esaslı, CAD destekli ve masaüstü bilgisayarlar ile kullanılan AGT'nin, öğrencilerdeki uzamsal görselleştirme becerisine olan etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmada ise, diğer çalışmalardan farklı olarak hem SGT hem de AGT kullanılarak eğitim materyalleri hazırlanmış, bu materyallerin mühendislik öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Ayrıca teknik çizim derslerinde sanal gerçeklik uygulamalarına yönelik olumlu bakışı değerlendiren 6 maddeden oluşan bir tutum ölçeği geliştirilmiştir. Elde edilen veriler, ölçeğin faktörleşmeye uygun, yüksek derecede güvenilirliğe sahip, bütün soruların birbiriyle ilişkili ve ölçek için gerekli olduğunu göstermiştir. Tutum ölçeğinde kullanılan maddelerin analizleri, biçimlendirici ve keşfedici olan bu çalışmaya katılanların, genel olarak teknik çizim derslerinde sanal gerçeklik uygulamalarına olumlu baktıklarını göstermiştir. Bunun yanı sıra akıllı telefon ve tabletler ile etkileşimli olarak kullanılabilen AGT nin etkisi araştırılmış, AGT destekli bir Teknik Resim uygulama kitabı oluşturulmuş ve öğrencilerin kullanımına sunulmuştur. Bu kitap, masa üstü bilgisayara bağlı olmadan akıllı telefonlar ve tabletler ile kullanılmakta, kullanım sırasında istenildiğinde izlenicilerden (trackers-markers) bağımsız olarak modellerle etkileşim sağlanabilmektedir. Bu özellik kitabın özgün yanını oluşturmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında iki adet makale ve yedi adet uluslararası bildiri yayınlanmıştır. Mühendislik eğitiminde önemli bir farkındalık ve motivasyon kaynağı oluşturacak bu özgün çalışmanın, literatüre ve mühendislik eğitiminin kalitesine önemli katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, konunun belirlenmesinde ve çalışmanın her aşamasında, güler yüzünü ve engin desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Murat KISA'ya, çalışmam boyunca yönlendirici ve motive edici desteklerinden dolayı TİK üyeleri Prof. Dr. M. Arif GÜREL'e, Doç. Dr. Mustafa Özen'e, yönlendirici katkılarından dolayı Doç. Dr. Şener KARABULUT'a, çalışma verilerinin istatistiksel analizi konusundaki yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN'a, çalışma süresince zorluklukları aşmamda moral ve motivasyon desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA'ya, Doç. Dr. Bülent AKTAŞ'a, Doç. Dr. İsmail HİLALİ'ye, Prof. Dr. Hüsamettin BULUT'a, Öğr. Gör. Osman Avni SERVİ'ye, Öğr. Gör. Ş. Müslüm AÇIKER'e, Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BEŞLİ'ye, Prof. Dr. İrfan YEŞİLNACAR'a, Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA'ya ve her zaman çok değerli yardımlarını esirgemeyen Makine Mühendisliği Bölümündeki tüm öğretim elemanlarına, uygulamalarımıza katılan tüm öğrencilerimize, tez çalışmasına cihaz ve donanım desteklerinden dolayı HÜBAK ve GAPYENEV'e, ayrıca fedakâr eşim ve çocuklarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Çalışmanın genel akış şeması.....	1
Şekil 1.2. Tez çalışmasında oluşturulan sanal sınıf ve HTC Vive gözlüğü kullanan öğrenci	11
Şekil 1.3. Akıllı telefon ekranında işaretleyici üzerindeki kesit model ve uygulama yapan öğrenci ..	12
Şekil 1.4. Gerçeklik-sanallık süreci.....	12
Şekil 1.5. a. Isı dağılımının izlenmesi b. Otomobilin aktarma organlarının konumu.....	14
Şekil 1.6. Bakım sırasında bir aracın AGT yardımıyla montaj sıralarını takibi (BWM, 2009).....	14
Şekil 1.7. a. Montaj robotu işçi işbirliği b. Dizel motorun çalışması (Sholtes, 2018).....	14
Şekil 1.8. a. AGT ile sürtünme konusu b. AGT'nin teknik çizimde kullanımı	15
Şekil 1.9. Uzamsal becerilerin sınıflandırılması.....	19
Şekil 1.10. Görsel düşünmenin elemanları.....	19
Şekil.1.11. MCT (Zihinsel Kesme Testi) testinden bir örnek soru.....	21
Şekil 1.12. DAT:SR (Diferansiyel Yetenek Testi: Uzay İlişkileri) testinden bir örnek	22
Şekil 1.13. PUGT-D test kitapçığından bir örnek soru.....	23
Şekil 1.14. MRT (Zihinsel Döndürme Testi) bir örnek soru	23
Şekil 1.15. 3Boyutlu Küb (3BK) Testi.....	24
Şekil 1.16. Mühendislikte teknik çizim konu ve kavramları	29
Şekil 3.1. AGT ile ilgili çalışmanın akış planı.....	43
Şekil 3.2. CAD (Autodesk Inventor) programında oluşturulan parçanın modeli	44
Şekil 3.3. Autodesk 3DS Max grafik programında yüzey dokusu atanmış model	45
Şekil 3.4. Unity 3D oyun motoru sahnesinde modeller ile işaretçilerin düzenlenmesi	45
Şekil 3.5. Modellere ait işaretçiler.....	46
Şekil 3.6. Vuforia Developer portal girişi	46
Şekil 3.7. Vuforia Developer veri tabanına işaretçi yükleme sayfası.....	47
Şekil 3.8. Vuforia Developer veri tabanına işaretçilerin kullanımı için atanan lisans kodu.....	47
Şekil 3.9. Unity 3D oyun motorunda İşaretçilerin kullanımı için atanan lisans kodu eklenti bölümü	48
Şekil 3.10. AGT Uygulamasının hazırlık aşamaları.....	48
Şekil 3.11. AGT uygulamasının kullanım adımları.....	49
Şekil 3.12. Augment yazılım geliştirme platformuna yüklenen modeller	49
Şekil 3.13. Augment yazılım geliştirme platformuna yüklenen izleniciler (trakers).....	50
Şekil 3.14. Augment yazılım geliştirme platformunda hazırlanan uygulamanın akış şeması	50
Şekil 3.15. Augment uygulamasının kullanım aşamaları	52
Şekil 3.16. Taranan izlenici ile eşleşen model.	52
Şekil 3.17. AGT uygulamasında kullanıcının parmakları ile modeli kontrol etmesi.	52
Şekil 3.18. PUGT-D testinde kullanılan cevap kağıtları	56
Şekil 3.19. 2015-2016 öğretim yılı yaz dönemi PUGT-D testindeki öğrenciler	56
Şekil 3.20. Yaz dönemi ara sınav soruları.....	57
Şekil 3.21. Yaz dönemi ara sınavında AGT uygulamasının kullanımı	58
Şekil 3.22. SGT kullanarak yapılan çalışmanın akış planı	60
Şekil 3.23. Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanarak materyal hazırlamanın işlem adımları.....	61
Şekil 3.24. C Sharp ve Java dillerinde hazırlanmış bazı kodlar	63
Şekil 3.25. Sanal gerçeklik gözlüğü, kontrol kolları ve baz istasyonları.....	63
Şekil 3.26. HTC-Vive Sanal gerçeklik gözlüğünü meydana getiren parçalar.	64
Şekil 3.27. Baz istasyonları	65
Şekil 3.28. Kullanıcının hareket alanı ve baz istasyonlarının konumu.....	66
Şekil 3.29. Htc Vive Chaperone Mode.....	67
Şekil 3.31. Teknik Resim dersinde yapılan modeli kavrayan öğrenci ve izleyen öğrenciler	68
Şekil 3.32. İçerisinde modeller ve duvarlarda modellere ait görüşler bulunan iki adet sanal sınıf ..	69
Şekil 3.33. Sanal odadaki tezgah üzerindeki modeller ve izdüşüm görüşleri.....	69
Şekil 3.34. Sanal sınıftaki kesit modeller ve ait olduğu görüşler	70
Şekil 3.35. Sanal kesit odasında uygulama yapan öğrenci ve uygulamayı izleyen öğrenciler.	71
Şekil 3.36. Dönem başında yapılan PUGT-D testine katılan öğrenciler	75
Şekil 3.37. Sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yapılan çalışmanın akış şeması	78
Şekil 3.38. Proje kapsamında oluşturulan sistemin şematik görünüşü	79

Şekil 3.39. Bilgisayar ekranında ve perdeye yansıyan modellerin görüntüleri.	80
Şekil 3.40. Perdeye üst üste bindirilmiş olarak yansıyan görüntüler.....	80
Şekil 3.41. Aktif 3B gözlüklerle Teknik Resim modellerini izleyen öğrenciler.	81
Şekil 3.42. Stereoskopik 3 d görüntüleri perdeye yansıtan Projeksiyon Cihazı	81
Şekil 3.43. Aktif 3B Gözlük.....	82
Şekil 3.44. Aktif 3B Gözlüğün çalışma prensibi.....	82
Şekil 3.45. Anaglif 3B gözlük.....	83
Şekil 3.46. 3 × 2 m boyutlarında Motorlu Perde.	84
Şekil 3.47. Blue Ray Disk Oynatıcısı.....	84
Şekil 3.48. Sisteminin amfisi ve Hoparlörler	84
Şekil 3.49. Materyal hazırlamak için iş istasyonu ve biri 3B destekli Monitörler.....	85
Şekil 3.50. Proje nedeniyle yeniden düzenlenen Teknik Resim Sınıfı.....	86
Şekil 3.51. Autodesk Inventor CAD programı arayüzü	87
Şekil 3.52. CAD Programında hazırlanan modelin Görünüş ve Kesit resimleri	87
Şekil 3.53. CAD Programında detaylı olarak hazırlanan model	88
Şekil 3.54. C sharp dilinde hazırlanmış ve etkileşim sağlayan kodlar	88
Şekil 3.55. Unity 3D programına aktarılan modeller	89
Şekil 3.56. Autodesk 3DS Max programına gönderilen modelin görünüşleri.....	90
Şekil 3.57. AGT uygulaması için Unity 3D ortamında modeller ve işaretçiler.....	91
Şekil 3.58. Augment firması tarafından web sayfasında duyurulan çalışmalarımız.....	94
Şekil 3.59. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Destekli Teknik Resim Uygulama Kitabı	94
Şekil 4.1. PUGT-D ön ve son testlerdeki sınıf ortalaması.....	96
Şekil 4.2. AGT Kullanan öğrencilerin yaz dönemi akademik başarı grafiği.....	99
Şekil 4.3. Teknik Resim dersinin bir yetenek olup/olmadığı sorusuna verilen cevapların grafiği	107
Şekil 4.4. Artırılmış gerçeklik uygulamasını ödevlerde kullanma oranı	107
Şekil 4.5. AGT uygulamasının etkisi	108
Şekil 4.6. AGT'nin derse olan ilgiye etkisi	108
Şekil 4.7. AGT'nin modellerdeki derinliği algılamadaki etkisi	109
Şekil 4.8. AGT'nin perspektiften üç görünüş oluşturmaya etkisi	110
Şekil 4.9. AGT'nin üç görünüşten perspektif oluşturmaya etkisi	110
Şekil 4.10. AGT'nin parçaların kesitlerini oluşturmaya etkisi	111
Şekil 4.11. AGT'nin gelecek dönemlerde kullanımı konusundaki görüşler.....	112
Şekil 4.12. Öğrencilerin sanal gerçeklik teknolojisi konusundaki ön bilgileri.....	113
Şekil 4.13. Öğrencilerin sanal gerçeklik gözlükleri kullanma oranı	113
Şekil 4.14. SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik resim dersinde konuları öğrenmeye etkisi	114
Şekil 4.15. SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersine ilgiyi artırma oranı.....	114
Şekil 4.16. SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin modelleri üç boyutlu canlandırmaya etkisi.....	115

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin karşılaştırılması.....	16
Çizelge 1.2. Cronbach Alfa Güvenirlik katsayı değerlendirilmesi (George ve Mallery 2003).	30
Çizelge 3.1. 2015-2016 Yaz dönemi Teknik Resim dersi akademik başarı notları.....	58
Çizelge 3.2. AGT uygulamasıyla ilgili anket soruları.....	59
Çizelge 3.3. HTC Vive gözlüğü için bilgisayar özellikleri	65
Çizelge 3.4. Deney ve kontrol öğrenci gruplarının dağılımı	67
Çizelge 3.5. 2017-2018 güz dönemi Teknik Resim dersinde yapılan SGT uygulamaları.	73
Çizelge 3.6. Grupların karşılaştırılması.....	74
Çizelge 4.1. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı sonucu PUGT-D ön-son test sonuçları	95
Çizelge 4.2. PUGT-D İlk ve Son test verilerine ilişkin normallik test sonuçları.....	96
Çizelge 4.3. Uzamsal Görselleştirme Testine ilişkin Eşleştirilmiş T-Testi Sonuçları	97
Çizelge 4.4. Öğrencilerin akademik başarı puanlarının normallik dağılımının test sonuçları.....	97
Çizelge 4.5. Varyansların Homojenlik Testi	98
Çizelge 4.6. Sınav ortalamaları arasındaki ilişkiye ait ANOVA test sonuçları	98
Çizelge 4.7. Sınav Ortalamaları Arasındaki Farklılıklara İlişkin <i>Tukey</i> Test Sonuçları.....	99
Çizelge 4.8. Öğrencilerin demografik karakteristikleri	100
Çizelge 4.9. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili likert tipi sorular	101
Çizelge 4.10. Likert tip Ankette Soruların Analizi.....	102
Çizelge 4.11. Korelasyon Analizi.....	104
Çizelge 4.12. Demografik özellikler ve anket soruları arasındaki ilişkiler (p-değerleri)	105
Çizelge.4.13. AGT kullanım Sıklığı ile Soru 1, Soru5 ve Soru 6 Arasındaki İlişkiler.....	106
Çizelge 4.14. Öğrencilerin AGT ile ilgili görüşleri.....	112
Çizelge 4.15. Deney grubu test ve akademik puanları	116
Çizelge 4.16. Kontrol grubu PUGT:D testi sonuçları ve akademik puanları	117
Çizelge 4.17. Deney ve Kontrol Gruplarının İlk Test – Son Test Sonuçları Normallik Dağılımı.....	118
Çizelge 4.18. P Değerlerinin yorumlanması (Kul, 2014).....	119
Çizelge 4.19. Deney grubu PUGT-D Testine ilişkin Eşleştirilmiş T-Testi sonuçları.....	120
Çizelge 4.20. Kontrol grubu PUGT-D Eşleştirilmiş T-Testi sonuçları	120
Çizelge 4.21. Deney ve kontrol grupları ilk PUGT-D testlerine ilişkin T-Testi sonuçları	122
Çizelge 4.22. Deney ve kontrol grupları son PUGT-D testlerine ilişkin T-Testi sonuçları.....	122
Çizelge 4.23. Deney ve kontrol gruplarına ait akademik puanların normallik dağılımını.....	123
Çizelge 4.24. SGK ile alakalı başarı notlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi sonuçları.....	124
Çizelge 4.25. Deney ve kontrol gruplarının 2. ara sınavlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi	125
Çizelge 4.26. Deney ve Kontrol Gruplarının Final notlarına uygulanan Mann-Whitney U Testi.....	125
Çizelge 4.27. Deney ve Kontrol grupları başarı notlarına uygulanan Mann-Whitney U Testi	126
Çizelge 4.28. SGK ve SGK gruplarına ait verilerin Normal Dağılım test sonuçları.....	127
Çizelge 4.29. SGK ve SGK öğrencileri başarı notlarına ilişkin Mann-Whitney U testi	128
Çizelge 4.30. SGK ve SGK grubuna ait İlk PUGT-D ilişkin Bağımsız Örneklem T-Testi	129
Çizelge 4.31. SGK ve SGK grubuna ait son PUGT-D Bağımsız Örneklem T-Testi.....	129
Çizelge 4.32. SGK deney ve kontrol grubu akademik başarılarına ilişkin T-Testi sonuçları.....	130

KISALTMALAR DİZİNİ

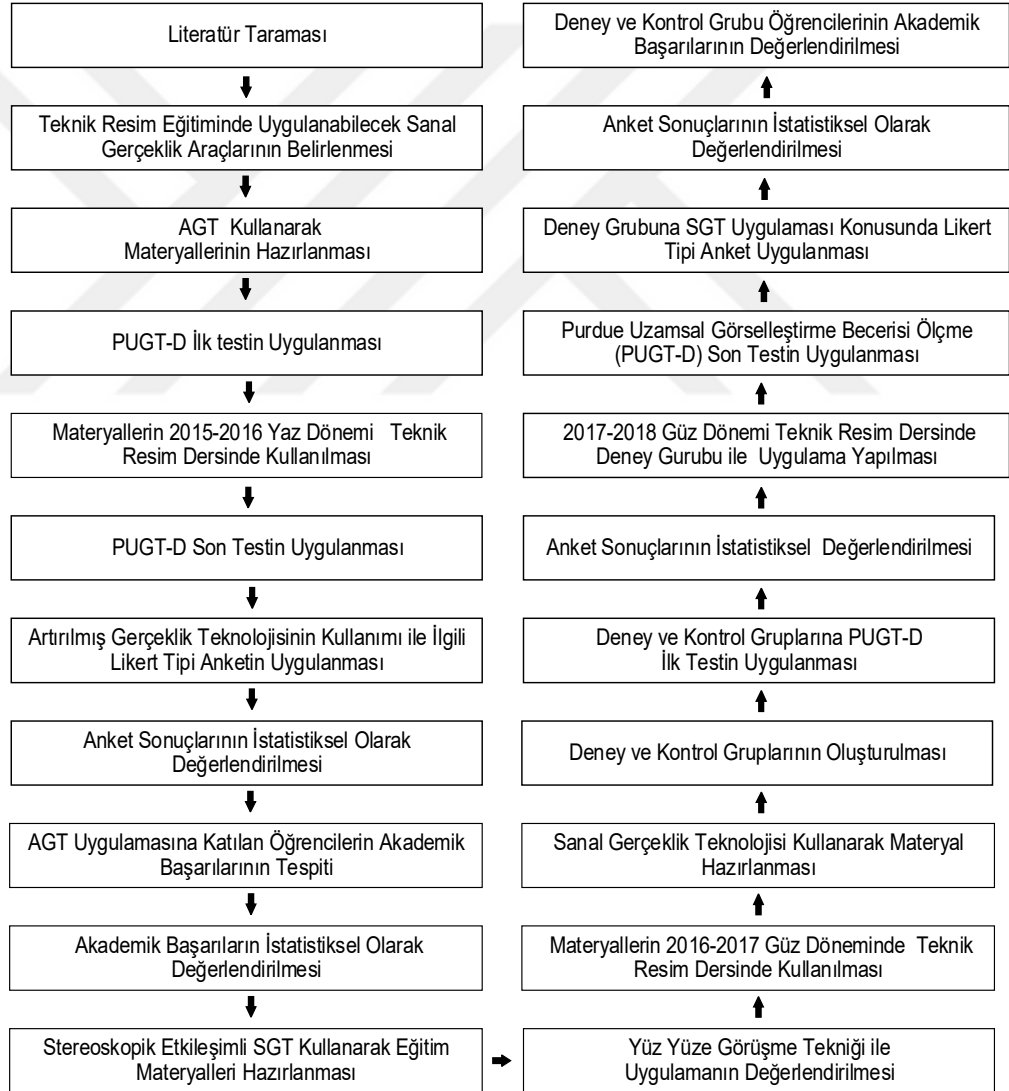
AG	Artırılmış Gerçeklik
AGT	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi
AGTK	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı
PUGT-R	Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi
SESGT	Stereoskopik Etkileşimli Sanal Gerçeklik Teknolojisi
SG	Sanal Gerçeklik
SGT	Sanal Gerçeklik Teknolojisi
SGTK	Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı
TEÇİSGUD	Teknik Çizim Dersinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarını Destekleme Ölçeği



1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Genel Akış Şeması

Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin teknik çizimlerde kullanımı ve makine mühendisliği öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerine ve akademik başarılarına etkilerinin araştırıldığı bu çalışmanın genel akış şeması Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Çalışmanın genel akış şeması

1.2. Problemin Tanımı

Tüm mühendislik dallarında olduğu gibi makine mühendisliği eğitiminde de birinci sınıf öğrencilerinin, temel fen bilimleri ve matematik alt yapısına sahip olmalarının yanı sıra, nesnelere ve kavramları zihinlerinde üç boyutlu olarak canlandırma veya uzamsal canlandırma olarak ifade edilen becerilere sahip olmaları beklenmektedir. Mühendislik başta olmak üzere, matematik, mimari, kartografya, fizik, kimya astronomi gibi mesleklerin büyük bir çoğunluğu sözel yetenekten çok uzamsal canlandırma becerisine bağlıdır (Bannatyne, 2003). Liselerde Teknik Resim dersi almamış veya genetik olarak bu becerisi düşük olan öğrenciler, birinci sınıflarda zorunlu ders olarak okutulan Teknik Resim dersinde, nesnelere iki boyutlu çizimlerini zihinlerinde üç boyutlu olarak canlandırmada; bunları kâğıda ve dijital ortamlara aktarmada büyük zorluklar yaşamakta, başaramadıkları için kendilerini yetersiz görmekte, dersten uzaklaşmakta ve öğrenme motivasyonlarını kaybetmektedirler.

Teknik Resim dersinde uzamsal canlandırma becerileri yeterli olmayan mühendis aday öğrenciler üst sınıflardaki mesleki ders konularını anlamada başarısız olmakta ve bu durum akademik ve iş hayatlarını olumsuz şekilde etkilemektedir.

Günümüzde teknolojinin eğitime entegrasyonu hızla artmakta ve bu durum birçok yenilikçi eğitim ortamlarının oluşmasını beraberinde getirmektedir (Davies ve West, 2014; Ertmer ve ark., 2012; Fu, 2013). Gelişen teknolojilerle birlikte, uzun yıllardır üzerinde çalışmalar yapılmakta olan sanal gerçeklik uygulamaları her geçen gün daha popüler hale gelmekte ve alana özgü çeşitli sanal gerçeklik uygulamaları ile simülasyonlar geliştirilmektedir (Jain ve Anderson, 2014). Sanal gerçeklik ve simülasyonların eğitimde sık kullanıldığı diğer bir alana örnek vermek gerekirse, en yaygın kullanımın pilot eğitiminde olduğu görülmektedir.

Öğretim sistemleri, adından da anlaşılacağı gibi “sistem” yaklaşımının temel bileşenlerini içerisinde barındırmaktadır. Dolayısıyla, öğretimin gerçekleşmesi için sunulan girdilerin işlenerek çıktıya dönüşmesi sağlanmalıdır. Romiszowski (2016)’e göre, eğitimde sistem kapsamında öğrenmenin gerçekleştiği alan, black-box (karanlık

kutu) olarak adlandırılmaktadır. Söz konusu görüşe göre öğrenme, bireylerin çevre ile etkileşime geçmesi sonucunda gerçekleşmekte ve buradan hareketle öğrenme ortamı karanlık kutu olarak tanımlanmaktadır. Karanlık kutunun işlevi, girdilerin çıktılara dönüşmesi sürecinde kullanılan araçları barındırmasından ileri gelmektedir. Bu sebeple her aracın, hedeflenen öğrenim kazanımları sağlaması için öğretim tasarımının doğru yapılması gerekmektedir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Mühendislik ve mesleki eğitim programlarında yer alan Teknik Resim derslerinde kullanılmak üzere, Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Teknolojilerine dayalı ders içerikleri geliştirmek, geliştirilen içerikleri öğrencilerin zamandan ve mekandan bağımsız kullanabilecekleri akıllı telefonlar, tabletler, sanal gerçeklik başlıkları ve gözlükler ile entegre hale getirerek derse olan ilgilerini artırmak, iki boyutlu çizimlerde algılanamayan derinliklerin bilgisayarda hazırlanmış üç boyutlu dijital modellerle algılanmasını sağlamak ve geliştirilen içeriklerin öğrencilerin uzamsal canlandırma becerileri ve akademik başarılarına olan etkisini incelemektir.

PUGT-D (Purdue Spatial Visualization Test-Rotation-Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi-Döndürme) ve 6 soruluk anketten oluşan ölçüm enstrümanları ile Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini, istatistiksel olarak değerlendirmek, çalışmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır.

1.4. Araştırma Soruları

Bu tez çalışmasında yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda aşağıdaki soruların cevapları araştırılmıştır (Thornton, 2014).

1.4.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sorular:

➤ Geliştirilen AGT uygulamasının Teknik Resim dersinde kullanımı PUGT-D ölçeğine göre öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi ?

- Geliştirilen AGT uygulamasının Teknik Resimde kullanımı SPSS programı ile kontrol edilecek geçerlilik ve güvenilirlik analizleri sonucu öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?
- Öğrencilerin, uygulamanın yapıldığı dönem başı ve sonundaki akademik başarıları, istatistiksel olarak geçerli ve güvenilir mi ? AGT uygulamasının akademik başarılarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı mı?
- AGT uygulamasının Teknik Resimde kullanımı hakkında öğrencilerin görüş ve önerileri nelerdir?
- AGT uygulamasının parçaların görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?
- Parçaların iki boyutlu görünüşlerinden üç boyutlu çizimlere dönüştürülmesinde AGT uygulamasının etkisi ne kadar olmuştur?
- AGT uygulamasının parçaların kesit görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?
- AGT uygulaması kullanımının öğrencilerin derse olan ilgisine etkisi ne kadar olmuştur?
- AGT uygulamasının gelecek yıllardaki derslerde de kullanımı konusunda öğrencilerin görüşleri nelerdir?

1.4.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sorular:

- Sanal Gerçeklik Teknolojisi SGT kullanarak yapılan uygulamanın Teknik Resimde kullanımı, PUGT-D ölçeğine göre öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?
- SGT uygulamasının öğrencilerin akademik başarılarına, istatistiksel geçerlilik ve güvenilirlik analizleri sonucuna göre etki etmiş midir?
- Sanal Gerçeklik Teknolojisi (SGT) kullanarak yapılan uygulamanın kullanımı hakkında öğrencilerin görüş ve önerileri nelerdir?
- Öğrenciler daha önce sanal gerçeklik uygulamaları deneyimi yaşamışlar mıdır?

- SGT uygulamasının parçaların görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?
- Parçaların iki boyutlu görünüşlerinden üç boyutlu çizimlere dönüştürülmesinde SGT uygulamasının etkisi ne kadar olmuştur?
- SGT uygulamasının parçaların kesit görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?
- SGT uygulaması kullanımının öğrencilerin derse ilgisine etkisi ne kadar olmuştur?
- SGT uygulamasının gelecek yıllardaki derslerde de kullanımı konusunda öğrencilerin görüşleri nelerdir?

1.4.3. Stereoskopik Etkileşimli Sanal Gerçeklik Teknolojisi (SESGT) Uygulaması İle İlgili Sorular:

- SESGT uygulamasının Teknik Resimde kullanımı PUGT-D ölçeğine göre öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?
- SESGT uygulamasının Teknik Resimde kullanımı SPSS programı ile kontrol edilecek geçerlilik ve güvenilirlik analizleri sonucu öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?
- Öğrencilerin uygulamanın yapıldığı dönem başı ve sonundaki akademik başarıları, istatistiksel olarak geçerli ve güvenilir mi?
- SESGT uygulamasının akademik başarılarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı mı?
- SESGT kullanarak yapılan uygulamanın kullanımı hakkında öğrencilerin görüş ve önerileri nelerdir?
- Öğrenciler daha önce sanal gerçeklik uygulamaları deneyimi yaşamışlar mıdır?
- SESGT uygulamasının parçaların görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?

- Parçaların iki boyutlu görünüşlerinden üç boyutlu çizimlere dönüştürülmesinde SESGT uygulamasının etkisi ne kadar olmuştur?
- SESGT uygulamasının parçaların kesit görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?
- SESGT uygulamasının kullanımının öğrencilerin derse ilgisine etkisi hangi oranda olmuştur?

1.5. Araştırmanın Hipotezleri

1.5.1. Sıfır Hipotezler

- AGT uygulamasının öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmayacaktır.
- AGT uygulamasının öğrencilerin akademik başarısına istatistiksel olarak önemli bir katkısı olmayacaktır.
- SGT uygulamasının öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmayacaktır.
- SGT uygulamasının öğrencilerin akademik başarısına istatistiksel olarak önemli bir katkısı olmayacaktır.
- SESGT uygulamasını öğrencilerde istatistiksel olarak önemli bir farkındalık oluşturmayacaktır.

1.6. Çalışmanın Sınırlamaları

- AGT uygulaması Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü 2015-2016 öğretim yılı yaz dönemi Teknik Resim dersinde uygulanmıştır.
- AGT uygulamasına geçmiş dönemlerde başarısız olan 14 öğrenci katılmıştır.
- Uygulamaya katılan öğrenci sayısından dolayı uygulama için kontrol grubu oluşturulmamıştır.

- Uygulama haftada iki gün her biri iki saat olmak üzere 4 hafta boyunca kullanılmıştır.
- AGT uygulaması için Augment® yazılım firmasının desteği ile Teknik Resim dersinde kullanılmak üzere bir uygulama geliştirilmiş ve öğrencilerin akıllı telefon ve cep telefonlarına yüklenmiştir.
- SGT uygulaması Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği 2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılmıştır.
- SGT uygulamasına Teknik Resim dersini ilk defa alan 36 öğrenci katılmıştır.
- SGT uygulaması için 34 kişilik bir kontrol grubu oluşturulmuştur.
- SGT uygulaması sadece deney grubuna, haftada bir saat olmak üzere 4 hafta gerçekleştirilmiştir.
- SGT uygulaması için bir tane HTC Vive sanal gerçeklik başlığı uygulama süresince sırayla kullanılmıştır.
- SGT kullanılan HTC Vive başlığı 5 m köşegen uzunluğundaki bir alanda serbestçe hareket edebilmektedir.
- HTC Vive başlığı ile uzun süreli yürüyüşlerde baş dönmesi ve mide bulantısı sorunları yaşanmaktadır.
- HTC Vive başlığı ve kontrollerin algılayıcıların menzili içinde kalmaları gerekmektedir.
- Kullanıcının Aktif shutter gözlüklere uyumu için belirli bir süre geçmesi gerekmektedir.
- 3B projektörün bulunduğu ortamdaki ışık ve aydınlık 3B görüntülerin algılanmasını etkilemektedir.

1.7. Varsayımlar

- Uygulamaya katılan öğrenciler tüm test ve anketlere samimi olarak cevap vermişlerdir.
- PUGT-D testi genellikle mühendislik düzeyindeki öğrencilerin uzamsal becerilerini ölçmek için geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracıdır.

1.8. Çalışmanın Özgün Değeri

Yapılan literatür çalışmaları sonucu mühendislik eğitiminde uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmek amacıyla teknik çizim derslerinde artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin beraber kullanıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Sadece artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı, masaüstü bilgisayarlar ve kamera ile sınıf ortamında uygulanması ile sınırlı kalmıştır. Akıllı telefon ve tabletlerin kullanıldığı uygulamalarda ise dijital modeller kâğıt üzerindeki markerlerin konumuna bağlı olarak zaman zaman kaybolmakta bu durum modellerdeki detayların algılanması ve kullanım sırasında zorluk oluşturmaktadır.

Son derece güncel bir teknoloji aracı olan sanal gerçeklik teknolojisini Teknik Resim dersinde kullanarak makine mühendisliği birinci sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerinin gelişimine ve akademik başarılarına olan etkilerini incelemek ve bu teknolojilerin Teknik Resim dersinde kullanımı konusunda öğrencilerin tutumlarını araştırma bu çalışmanın en özgün yanını oluşturmaktadır.

Sanal gerçeklik teknolojisi, yarı immersive olarak aktif shutter gözlük, 3B projektör ile stereoskopik ortamda, tam immersive olarak HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğü ve kontrol kolları ile uygulanmıştır. Bu uygulama da çalışmanın diğer bir özgün yönünü oluşturmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılan yazılım, bilgisayar ortamında oluşturulan digital modellerin kâğıt üzerindeki izleyici resimlerden (trackers) bağımsız olarak kullanılmasına imkân vermektedir. Bu sayede kullanıcı, akıllı telefonunda veya tablet ekranındaki sanal modelleri parmaklarını kullanarak çevirebilmekte, tüm yönlerdeki detayları rahatlıkla algılayabilmektedir. Yurtiçi literatür çalışmalarında incelenen diğer artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulamalarında bulunmayan bu özellik, çalışmamızın bir başka özgün yanını oluşturmakta ve bu çalışma ulusal bazda yenilik içermektedir.

Bu tez çalışmasında Teknik Resim dersinde kullanılmak üzere mevcut Teknik Resim kitaplarına (Türkdemir, 2010) paralel olarak kullanılmak üzere “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Destekli Teknik Resim Çalışma Kitabı” hazırlanmıştır.

1.9. Çalışmanın Önemi

Bu çalışma son yıllarda yaygın olarak kullanılan Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerini mühendislik eğitiminde kullanarak, genç kuşak üniversite öğrencilerinin derse ilgilerini çekmek, derslerin eğlenceli geçmesini, anlatılanların kalıcı olmasını ve öğrenme motivasyonlarının artırılmasını sağlamak amacıyla büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma Mühendislik öğrencilerinin uzamsal becerilerinin gelişmesini sağlayarak akademik ve mesleki başarılarına önemli katkıda bulunacaktır.

Bu çalışma sırasında HÜBAK ve GAPYENEV tarafından sağlanan destekle temin edilen cihaz ve teçhizat kullanılarak ders materyalleri hazırlanmış ve derslerin daha verimli geçmesi sağlanmıştır.

Makine mühendisliği derslerinde anlaşılması zor konu ve kavramların görselleştirilmesi için alt yapı oluşturulmuş ve hazırlanan görsel materyaller derslerde kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar kullanılarak disiplinler arası projeler hazırlanabilecektir.

Bulduğumuz GAP bölgesinde üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde farklı konularda görsel eğitim materyalleri hazırlanabilecektir.

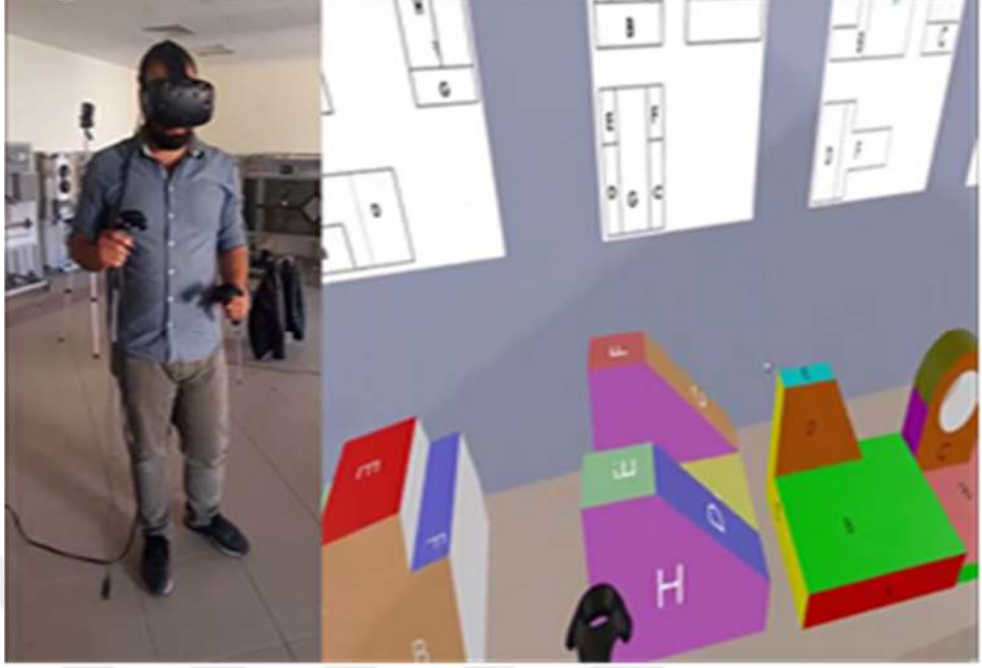
Geleneksel yöntemlerle işlenmekte olan Teknik Resim derslerinde, ahşap, plastik ve karton gibi malzemelerden yapılmış modeller ders materyali olarak kullanılmaktadır. Bu modellerin kalabalık sınıflarda çok sayıda ve farklı türlerde

yapılması gerekmektedir. Diğer yandan öğrenciler bu modelleri sadece ders saatlerinde kullanabilmektedir. AGT'nin yeni bir eğitim aracı olarak Teknik Resim derslerinde kullanılmasının bu modellere olan gereksinimi azaltmasının yanısıra; çeşitlilik, sayı ve ekonomik yönden büyük fayda sağlayacağı beklenmektedir. Ayrıca AGT ile oluşturulan sanal modellerin her zaman kullanılabilir olması öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişmesine önemli katkı sağlayabilecektir.

1.10. Sanal Gerçeklik Teknolojisi

Sanal terimi “ *Gerçekte yeri olmayıp zihinde tasarlanan, mevhum, farazi, tahminî* ” (TDK) olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla 'sanal gerçeklik' terimi ise gerçek olmayan olay ve kavramların gerçeğe yakın biçimde tasarlanması olarak ifade edilebilir. Bu imkânı sağlayan teknolojiye de sanal gerçeklik teknolojisi denmektedir. Sanal gerçeklik teknik olarak, bir kişi tarafından keşfedilebilen ve etkileşime girebilen üç boyutlu, bilgisayar tarafından oluşturulan bir ortamı tanımlamak için kullanılan terimdir. Kişi, sanal dünyanın bir parçası haline gelir veya bu çevreye daldırılır ve oradayken nesnelere iletişim kurabilir veya bir dizi eylem gerçekleştirebilir.

Sanal Gerçeklik (SG) yada Virtual Reality (VR) olarak adlandırılan bu teknoloji ile bilgisayarda oluşturulan bir ortamda kullanıcılar, farklı ve yeni bir dünyayla tam olarak etkileşimde bulunur. Gerçek dünyada meydana gelen olaylar gerçek dünyadan tamamen izole edilmiş olarak oluşturulan bu sanal ortamda canlandırılır. Bu sanal gerçeklik teknolojisi, özellikle insan ve çevre için tehlike oluşturabilecek bir çok alanda personel eğitimi için çok büyük ekonomi ve avantaj sağlamanın yanı sıra, eğitimin her kademesinde yeni bir motivasyon kaynağı oluşturarak anlaşılması zor konu ve kavramların daha ilgi çekici ve etkili olarak öğrenilmesini mümkün kılar. Bu teknolojinin teknik çizimlerde kullanımı ve öğrencilerdeki etkisinin araştırıldığı bu tez çalışması kapsamında, sanal gerçeklik gözlüğü (HTC Vive) ile uygulama yapan bir öğrenci Şekil 1.2'de görülmektedir.

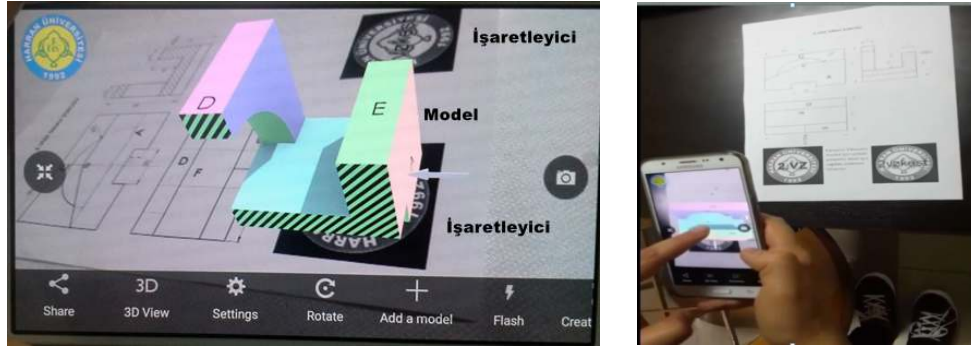


Şekil 1.2. Tez çalışmasında oluşturulan sanal sınıf ve HTC Vive gözlüğü kullanan öğrenci

1.11. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

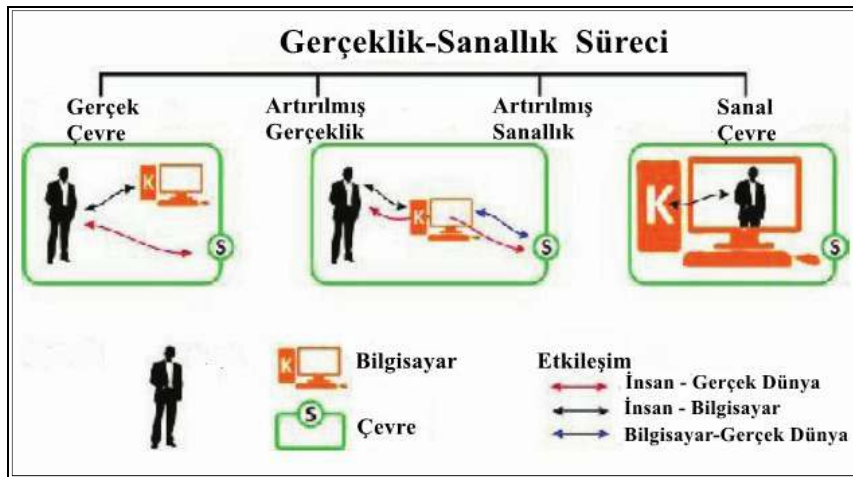
Sanal gerçeklik gibi, artırılmış gerçeklik de gelişmiş bir çevre ile bağlantı kurmanın bir yoludur. Bununla birlikte, sanal gerçekliğin dünyamızı tamamen değiştirmeye çalıştığı yerde, artırılmış gerçeklik yalnızca üzerine katmanlar eklemektedir. Bu şekilde insanlar, artırılmış gerçeklik cihazlarından veya uygulamalardan ek bilgi edinirken, fiziksel çevre ile de etkileşime geçebilmektedir.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi bir ortamdaki nesnelere, bilgisayar tarafından oluşturulan sanal nesnelere, ortamda bulunan kullanıcı tarafından bir arada bulunma algısını sağlayan bir bilgisayar teknolojisidir (Murru ve Empler, 2013). Gerçek nesnelere ile sanal nesnelere bir karışım oluşturur. Ortaya çıkan karışım, gerçeği değiştirmek yerine gerçeği tamamlar; onu yazılı ve görsel nesnelere zenginleştirerek artırılmış olarak kullanıcıya sunar (Milgram ve Kishino, 2014). Geçtiğimiz on yıl boyunca modern mikroişlemcilerin ve bilgisayarların gelişmesi; sanal 3B verilerin elde edilmesini, bunların kişisel bilgisayarların yanı sıra mobil cihazlarda parmaklar ile kolaylıkla kontrol edilmesini sağlamıştır (Pejic ve ark., 2014).



Şekil 1.3. Akıllı telefon ekranında işaretleyici üzerindeki kesit model ve uygulama yapan öğrenci

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitim, eğlence, tıp, mühendislik veya sanat gibi birçok farklı alanda büyük potansiyele sahip olduğu kanıtlanmıştır (Petar ve ark., 2014). AGT'nin üç temel unsuru: (1) gerçek ve sanal dünyanın birleşimi, (2) gerçek zamanlı etkileşim ve (3) ortamda 3B sanal nesnelerin bulunmasıdır (Azuma, 1997). AGT, bir kullanıcının gerçek dünyadaki nesnelerle etkileşim derecesini artırarak bunlar hakkında daha etkili bilgi edinilmesini sağlar. Sanal olarak oluşturulan nesneler, kullanıcıların kendi duyu organları ile tespit edemediği bilgilerin algılanmasını sağlar. Sanal nesneler tarafından aktarılan bilgiler, bir kullanıcının gerçek dünyadaki görevleri gerçekleştirmesine yardımcı olur (Azuma, 1997).



Şekil 1.4. Gerçeklik-sanallık süreci

Milgram ve Kishino (1994), Artırılmış Gerçeklik (AG) ve Sanal Gerçeklik (SG) sürekliliğini Şekil 1.4'te görüldüğü gibi tanımlamıştır. Artırılmış gerçeklik, Sanal

Ortam (SO) veya Sanal Gerçeklik (SG) deneyiminin bir varyasyonudur. AG, kullanıcının sanal ve gerçek dünya ortamlarını eşzamanlı olarak görebildiği ve deneyimlediği her iki ortamla ilgilenirken SG, gerçek dünyadaki gerçekliğe değinmeden kullanıcıları tamamen sanal dünyaya çeker (Maier, 1994).

1.12. AGT'nin Makine Mühendisliğinde Uygulama Alanları

Tüm mühendislik dallarında projelendirme aşamasında hazırlanmış olan 3B modellerin sunumunda kullanılmaktadır. Bununla birlikte başta makine olmak üzere mimarlık ve inşaat gibi mühendislik dalları ile mühendislik eğitiminde de kullanılmaktadır.

AGT, mekanik gerilme dağılımı, parçalara veya komple yapıya ilişkin ısı dağılımı ve ısıtma ile ilgili görsel 3B bilgilerinin görüntülenmesi için kullanılabilir. Şekil 1.5.'te görüldüğü gibi, mekanik bir parça boyunca ısı dağılımını tanımlamak için bir artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmıştır. Bu “sanal” bilgi, kullanıcının taşıdığı ekipman ve gözlüklerle görülebilmektedir (McGee, 1979).



Şekil 1.5. a. Isı dağılımının parça üzerinde izlenmesi
b. Otomobilin aktarma organlarının konumu

AGT'nin en önemli kullanım alanlarından birisi makine montajıdır. Montaj sırasında montaj kılavuzları, sanal ortamlar veya sabit ekranlar ile çalışmak yerine, bir tablet veya akıllı telefon aracılığıyla montaj aşamaları montaj yerinde izlenerek montaj gerçekleştirilir (Bannos, 2008). İyi bir AGT yazılımının endüstriyel pazar için yaptığı en önemli şey, optik, lazer tarama veya ölçüm gibi optik veya mekanik sensörleri bağlamak ve bir kullanıcının dijital CAD verilerini canlı görünümüne yerleştirmesine

izin vermek için bu konumlandırma verilerini almaktır. Alınan bu CAD verileri gerçek üretim ortamında ürünlerin üzerine bindirilir ve Şekil. 1.5b’de görüldüğü gibi onlar hakkında görsel bilgiler elde edilmesini sağlar (Tallyn ve ark. 2013) . Şekil 1.6’da ise AGT’nin bir otomobilin bakım işlemlerinde kullanımını gösterilmiştir. AGT gözlüğüne gelen yazılı ve görsel talimatlar gelen teknisyen, gerekli bakım işlemlerini kolaylıkla yapabilmektedir.



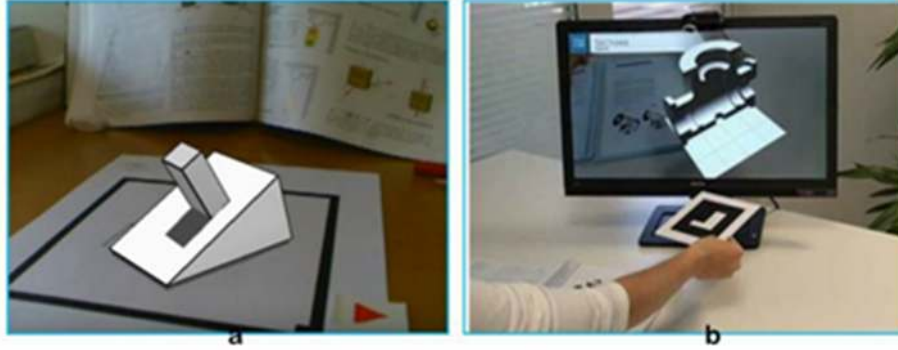
Şekil 1.6. Bakım sırasında bir aracın AGT yardımıyla montaj sıralarının takibi (BWM, 2009)



Şekil 1.7. a. Montaj robotu işçi işbirliği
b. Dizel motorun çalışması (Sholtes, 2018)

AGT ile, montaj sırasında işçinin yapacağı işlemler bir gözlük vasıtasıyla yansıtılır, bu yolla Şekil 1.7. a’da görüldüğü gibi işçi ile montaj robotu arasındaki iletişim sağlanarak montaj gerçekleştirilir. AGT kullanarak bir dizel motorun çalışma prensipleri Şekil 1.7. b’de görüldüğü gibi detaylı olarak öğretilmektedir.

AGT, makina mühendisliği eğitiminde de ders materyalleri hazırlamak için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Hirosuke ve Yohei, 2013). Şekil 1.8.a’da sürtünme konusunda, Şekil 18.b’de ise teknik çizimde kullanımını gösterilmiştir.



Şekil 1.8.a. AGT ile sürtünme (Bergig, 2009)
b. AGT'nin teknik çizimde kullanımı (SDK, 2013)

1.13. Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri Arasındaki Farklar

SGT kullanıcıda, tamamen gerçek hayattan soyutlanmış bir ortamda bulunma duygusu oluştururken; AGT, kullanıcının gerçek ortamdaki nesnelere üzerinde oluşturulan sanal nesnelere etkileşimi mümkün kılmaktadır.

Kullanıcı, artırılmış gerçeklikte gerçek dünya ile iletişim kurulabilirken; sanal gerçeklik ortamında, dış ortamdaki gerçek hayat ilgisini keserek kendisini tamamen sanal bir ortamda hissetmektedir.

Sanal gerçeklikte kullanıcının bulunduğu ortam, bilgisayar vasıtasıyla gerçeğine tamamen benzer ve yeniden oluşturulmuş yapay bir ortamdır. Artırılmış gerçeklikte ise; kullanıcının kamera vasıtasıyla baktığı ortamda, gerçek nesnelere üzerinde bilgisayarda oluşturulan nesnelere bulunmakta, bu nesnelere gerçek nesnelere yerini almamakta ancak onlarla bütünleşmektedir.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarında tablet veya akıllı telefonlar kullanılabilirken; sanal gerçeklik uygulamalarında, mutlaka kullanıcının tüm görüş alanını kaplayan ve işittiklerini kontrol eden bir gözlüğe gereksinim duyulur.

Artırılmış gerçeklikte, adından da anlaşılacağı gibi gerçek nesnelere yazılı ve görsel olarak ilave bilgilerle zenginleştirilerek sunulur ve kapsamı SG'den azdır.

SGT, sanal ortamları oluşturmak için güçlü bilgisayarlar ve çevre birimlerinin kullanımını gerektirirken, AGT mobil cihazlarda kullanılabilir. Sanal gerçeklik sistemi, artırılmış gerçeklik sistemine göre daha karmaşıktır.

AGT; sanal gerçeklik cihazlarının gereksinim duyduğu güçlü donanım, fiyat ve kullanıcı sayısının sınırlı olmasının aksine; her kullanıcıda bulunan telefon ve tabletler vasıtasıyla SGT 'den daha yaygın kullanım alanına sahiptir. Bu yüzden ürün pazarlamasında geniş kitlelere ulaşılabilir.

AGT uygulamaları, telefon ve tabletlerde kullanıcının konumuna bağlı olarak kullanılabilirken, SGT ortamında kullanıcı dijital olarak hazırlanmış tamamen sanal bir ortamda bulunmaktadır.

Çizelge 1.1. Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin karşılaştırılması

Özellikler	Sanal Gerçeklik	Arttırılmış Gerçeklik
Kulaklık	Var	
Uygulamalar	Var	
Tamamen Sürükleyici Olma	Evet	Hayır
Önceden Programlanabilme	Evet	
Anında Görüntü Oluşturma	Var	
Canlı Dünya İle Etkileşim	Yok	Var
Gerçek Dünya'yı Görme	Yok	Var

1.14. Mühendislik Eğitiminde Uzamsal Görselleştirme Becerisinin Önemi ve Geliştirilmesi

Üç boyutlu uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi veya iyileştirilmesi, genellikle mühendislik eğitiminin en önemli amaçlarından birisi olarak gösterilmektedir. Tarihsel olarak, mühendislik öğrencilerinin uzamsal becerileri, birkaç dönem süren klasik teknik çizim derslerinin bir yan ürünü olarak gelişme

göstermekteydi. Mühendislik müfredatı zamanla geliştikçe, geleneksel Teknik Resim derslerine CAD, tasarım ve yaratıcılık gibi ek konuları dahil edilmiştir. El ile çizim tekniğindeki cetvel, pergel, gönye gibi klasik çizim araçlarının kullanımı yerini, serbest el çizimi ve / veya bilgisayar uygulamalarına büyük ölçüde veya tamamen bırakmıştır. Bu süreçte, Teknik Resim eğitimindeki amaçlar değişmiştir. Bu derslerde 3-boyutlu uzamsal becerilerin geliştirilmesine daha fazla önem verilmiştir, ancak kendileri oldukça gelişmiş becerilere sahip olan birçok Teknik Resim eğitmeni, uzamsal becerileri anlamada yada etkin bir şekilde nasıl geliştirilebileceğine dair resmi bir eğitim almamıştır (Sorby, 1999). Sorby, uzamsal beceriler üzerine yapılan araştırmaları incelemiş ve bu konu ile ilgili çeşitli soruları yanıtlamıştır. Yazar ayrıca teknik çizim eğitimcilerinin, öğrencilerin bu becerilerini geliştirmek için uygulayabileceği yöntemleri açıklamıştır.

Turgut ve ark., (2014) araştırmalarında uzamsal yetenekleri, uzamsal görselleştirme, uzamsal konum belirleme ve üç boyutlu kavrama olarak tanımlamışlar ve bunların bazen birbirlerinin yerlerine kullanıldığını belirtmişlerdir.

Eğitim psikolojisinde uzamsal beceri ile uzamsal yetenek arasındaki fark; uzamsal yeteneğin doğuştan ve genetik olduğu, uzamsal becerinin ise eğitim ile geliştirilebileceği şeklinde ifade edilmektedir. Üniversite seviyesindeki öğrenciler için daha önce eğitim alıp almadıkları ve hangi öğrencinin doğuştan uzamsal görselleştirme yeteneğine sahip olduğu bilinmediği için birçok kaynakta uzamsal yetenek ile uzamsal beceri birbirinin yerine kullanılabilmektedir (Sorby, 1999).

Uzamsal becerilerin tanımı konusunda, 1920 ve 1930'lu yıllardan beri yapılan eğitim psikolojisi alanındaki çalışmalarda kesin uzlaşma sağlanamamıştır. Kahle (1983), uzamsal görselleştirmenin bir nesneyi ya da deseni hayal gücünde manipüle etme kabiliyeti olarak ifade etmiştir. Linn ve Petersen (1985) tarafından, uzamsal yeteneğin bilginin şekillerle oluşturulmasına, gösterilmesine, dönüştürülmesine ve hatırlanmasına karşılık gelen yetenek olduğu belirtilmiştir. Salthouse ve ark.(1990), uzamsal görselleştirmeyi, nesnelerin zihinde döndürülmesi, katlanması, yeniden

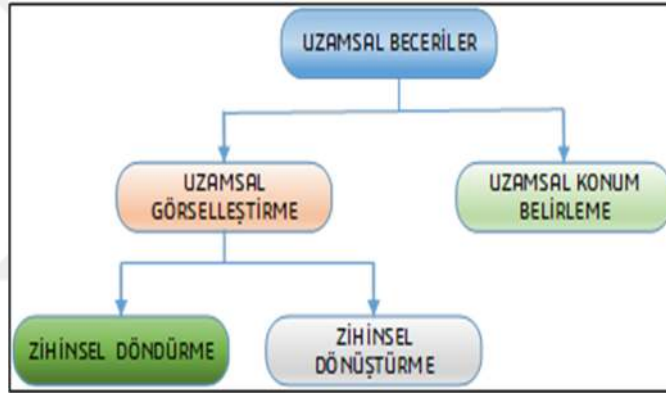
konumlandırılması veya başka bir şekle dönüştürülmesinin gerekli olması halinde yeni konumunun nasıl ortaya çıkacağını zihinde canlandırılması olarak ifade etmiştir. Clements (1999), uzamsal görselleştirme yeteneğini imge kavramı ile açıklamış ve imgenin sadece kişinin hayalinde oluşturduğu bir resim olmadığını, daha soyut bir mefhum olduğunu belirtmiştir. Uzamsal görselleştirmeyi, iki ve üç boyutlu nesnelere imgelerini oluşturabilme, bu imgeleri kullanabilme ve değiştirebilme yeteneği olarak tanımlamıştır. İmge; “*duyularla alınan, bir uyaran söz konusu olmaksızın, bilinçte beliren nesne ve olaylar, hayal, imaj*” olarak tanımlanmaktadır. (Bkz. T.D.K.).

Maier (1994), uzamsal becerilerin; uzamsal algılama, uzamsal canlandırma, zihinsel döndürme, uzamsal ilişkilendirme ve uzamsal konumlandırma olarak isimlendirilen beş elemandan oluştuğunu belirtmiştir. Tartre (1990), McGee'nin (1979) daha önceki çalışmalarını incelemiş ve uzamsal becerileri nesnelere zihinde üç boyutlu görselleştirmesi ve yönlendirilmesi şeklinde iki bileşenden oluştuğunu belirtmiştir. Uzamsal görselleştirme bileşeni, bir nesnenin zihinsel olarak hareket etmesini, uzamsal yönlendirme bileşeni ise nesne uzayda sabit kalırken, bakış açısını zihinsel olarak hareket ettirme olarak ifade edilmektedir. Uzamsal görselleştirme bileşeni, Şekil 1.9'da görüldüğü gibi daha sonra zihinsel döndürme ve zihinsel dönüştürme olarak iki bileşene ayrılmıştır. Zihinsel döndürme ile, nesnenin tümü uzayda döndürülerek farklı konuma getirilirken, zihinsel dönüştürme ile, nesnenin sadece bir kısmı döndürülerek farklı bir konuma getirilir. Uzamsal yetenekler üzerine yakın zamanda yapılan çalışmalarda araştırmacıların çoğu; uzamsal konumlandırmayı ölçmek için kullanılan araçların, zihinsel döndürmeyi ölçmek için kullanılanlara benzer olduğunu belirtmişlerdir (Hegarty ve Waller, 2004).

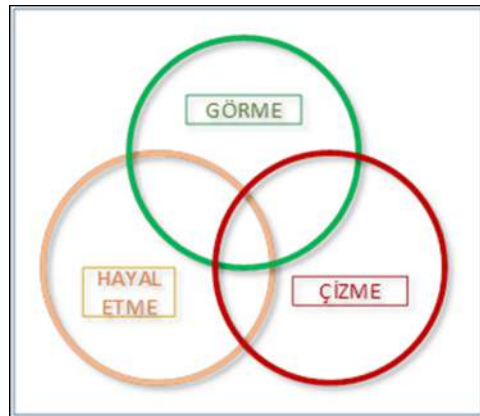
Gonzalez ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada, Carroll'un (1993) önerdiği iki faktöre (uzamsal dönme ve uzaysal görselleştirme) üçüncü bir bileşeni, uzamsal yönelimi eklemiştir.

Uzamsal beceriler ile yakından ilgili bir kavram ise görsel düşüncedir. McKim (1980), görsel düşüncenin üç tür imge tarafından yerine getirildiğini belirtmiş ve

bunları; görülenler, akıl gözüyle hayal edilenler ve çizilenler olarak ifade etmiştir. Uzmanlar, görsel düşünceyi meydana getiren üç bileşenin birbirleriyle etkileşim içinde olduğunu Şekil 1.10’da gösterilen şemaya benzetmektedir. Görme ve çizme arasındaki etkileşimi "görme çizimi kolaylaştırır, çizim ise görmeyi canlandırır" şeklinde ifade etmişlerdir. Şekildeki çizme ve hayal etme arasındaki etkileşim “çizim hayal gücünü uyarır ve ifade eder, hayal etme ise çizim için malzeme sağlar” olarak ifade edilebilir. Görme ile hayal etme arasındaki etkileşim “ hayal etme görmeyi yönlendirir ve filtrelerken, görme ise hayal etme için malzeme temin eder” şeklinde ifade edilebilir. Üç çemberin ara kesitinin olduğu bölge yani görme, hayal etme ve çizmenin bir araya geldiği anda en yoğun görsel düşünme eylemi yaşanmaktadır (Bennett, 1973).



Şekil 1.9. Uzamsal becerilerin sınıflandırılması



Şekil 1.10. Görsel düşünmenin elemanları

1.15. Uzamsal Becerilerin Geliştirilmesi

Piagetian teorisine göre, uzamsal beceriler üç aşamada gelişir. İlk aşamada topolojik beceriler kazanılır. Topolojik beceriler öncelikle iki boyutludur ve çoğu çocuk tarafından 3-5 yaşına kadar elde edilir. Bu becerilerle, çocuklar bir nesnenin başkalarına olan yakınlığını, bir gruptaki sırasını ve onun muhafaza edilmesini ya da daha geniş bir çevre tarafından korunmasını tanıyabilirler. Çocuklar bulmacaları bir araya getirerek bu beceriyi kazanırlar. Uzamsal becerilerin gelişiminin ikinci aşamasında çocuklar, 3B nesnelere görselleştirilmesini ve farklı bakış açılarından neye benzeyeceğini veya uzayda döndürüldüklerinde veya dönüştürüldüklerinde nasıl görüneceklerini algılar. Çocukların çoğu, tipik olarak, gündelik yaşam deneyimlerine aşina oldukları nesnelere için bu beceriyi ergenlik çağında kazanırlar. Bu beceriyi kazanmamış lise ve hatta üniversitedeki birçok öğrenci bu aşamada nesnelere görselleştirmede zorluk çeker. Üçüncü aşamada insanlar alan, hacim, mesafe, taşıma, döndürme ve yansıma gibi kavramları zihinlerinde canlandırabilirler. Bu aşamada kişi, duygularıyla algıladığı bu ölçüm kavramlarını birleştirebilir. Bazı kişilerin yüksek uzamsal beceriye sahip olması, bazılarında bu becerilerinin gelişmemiş olması konusunda bir çok teori bulunmaktadır.

Üç boyutlu nesnelere, bu becerilerin geliştirilmesinde önemli bir faktördür. (McKim, 1980; Sorby ve Baartmans, 1996; Sorby ve Leo, 1998; Field, 1994; Bowers ve Evans, 1990). Pek çok araştırmacı, iyi gelişmiş uzamsal becerilere sahip olan öğrencilerin okul öncesi etkinliklerini tespit etmek için çalışmalar yapmışlardır (Leopold ve ark., 1996; Medina ve ark., 1998; Deno, 1995). Her çalışma biraz farklı sonuçlar vermiş olsa da, göz-el koordinasyonu gerektiren etkinliklerin bu becerileri geliştirmeye yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Sorby (2014), tarafından uzamsal becerileri geliştirdiği tespit edilen faaliyetler aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

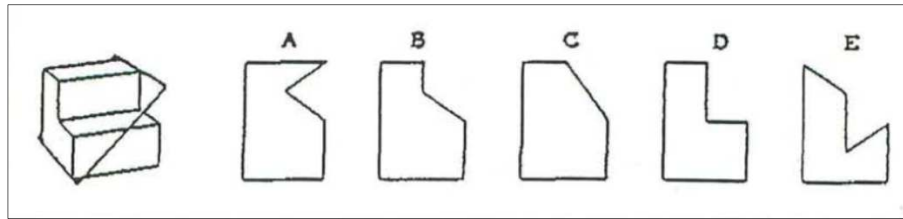
1. Çocuklukta legolar ile oynamak,
2. Ortaokul veya lisede çizim ve mekanik dersleri almak,
3. Üç boyutlu bilgisayar oyunları,

4. Bazı spor türlerine katılmak ve matematik derslerinde başarılı olmak.

1.16. Uzamsal Becerilerin Ölçümü

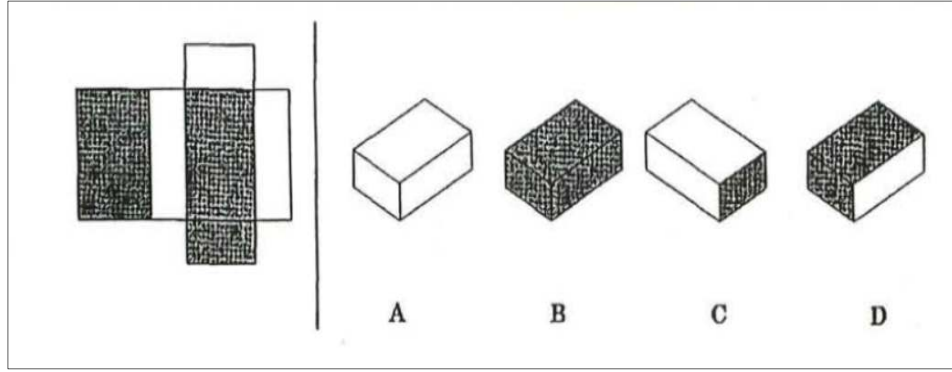
Birçok uzamsal beceri testi, kişinin gelişim düzeyinin ilk iki aşamasındaki beceri düzeylerini değerlendirmek için geliştirilmiştir (Likert, 1970). Bu testler, esas olarak 2 boyutlu testlerdir (Oltman ve ark., 1971) ve çoğu mühendislik eğitiminde kullanılmamaktadır (Sorby, 1998).

Gelişimin ikinci aşamasına ait, kişinin projektif beceri seviyelerini değerlendirmek için tasarlanmış çok sayıda test vardır. Bunlar 3 boyutlu testler olduğundan, bu araçları kullanarak mühendislik eğitiminde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Zihinsel Kesim Testi (MCT) (CEEB, 1939). ilk kez ABD'de bir üniversite giriş sınavı için geliştirilmiş ve 25 maddeden oluşmaktadır. Sınavdaki her problem için, öğrencilerden beş alternatif arasından doğru sonucu veren kesiti seçmeleri beklenir. MCT'den örnek bir problem Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



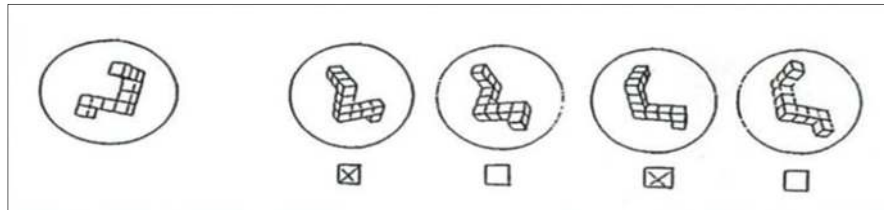
Şekil 1.11. MCT (Zihinsel Kesme Testi) testinden bir örnek soru

Diferansiyel Yetenek Testi: Uzay İlişkileri (DAT: SR) (Bennett ve ark., 1973), 50 maddeden oluşmaktadır. Öğrencilerden iki boyutlu verilen modelin katlanması sonucu dört alternatiften doğru olan nesneyi seçmeleri istenmektedir. Bir çalışmada (Medina ve ark., 1998), DAT: SR üzerinde bir öğrencinin elde ettiği puanın, mühendislikte çizim dersindeki başarısının en önemli belirleyicisi olduğu, diğer üç uzaysal görüntüleme testine (MCT dahil) kıyasla daha yüksek bulunmuştur. DAT: SR'den bir örnek, Şekil 1.12. 'de gösterilmiştir.



Şekil 1.12. DAT:SR (Diferansiyel Yetenek Testi: Uzay İlişkileri) testinden bir örnek

Zihinsel döndürmelerle ilgili olarak, kişinin beceri seviyelerine yönelik çeşitli testler geliştirilmiştir. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürme (PSVT: R), Guay tarafından geliştirilmiş ve 30 maddeden oluşmuştur (Guay, 1977). Bu testle, öğrenciler, bir nesnenin belirli bir kurala göre döndürülmesini kavradıktan sonra, aynı kuralı ikinci bir nesneye uygular ve bu nesnenin alacağı yeni konumu verilen seçeneklerden belirlemesi istenir. Michigan Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmaya göre mühendislik öğrencileri arasında uzamsal becerileri ölçmede en etkili testin Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi olduğu belirlenmiştir (Gimmestad, 1989). PUGT-D test kitapçığından bir örnek soru Şekil 1.13'te gösterilmiştir.



Şekil 1.14. MRT (Zihinsel Döndürme Testi) bir örnek soru

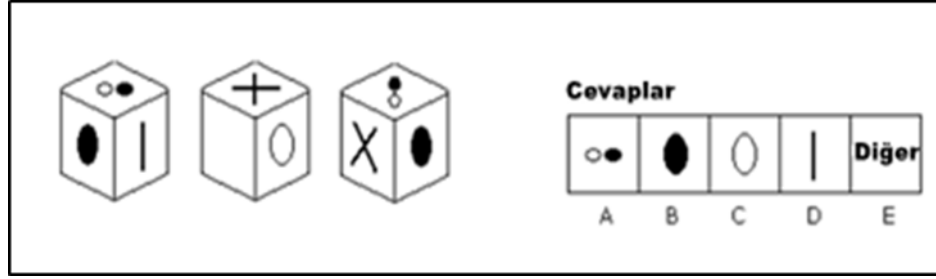
Zihinsel Döndürme Testi (MRT) (Vandenberg ve Kuse, 1978), bir kişinin görselleştirme becerisini ölçmek için kullanılan bir başka testtir. Vandenberg ve Kuse tarafından geliştirilmiştir ve 20 sorudan oluşmaktadır. Her sorunun, iki doğru cevabı vardır. Öğrencilerden, cevaplardan hangi ikisinin verilen modele ait döndürülmüş görüntüleri yansıttığını tanımlamaları istenir. MRT'den örnek soru Şekil 1.14'te gösterilmiştir.

Bir kişinin döndürülmüş katları görselleştirme yeteneğini değerlendirmek için tasarlanmış üçüncü bir test Gittler (1998) tarafından geliştirilen 3Bimensional Cube (3BC) testidir. Bu test, 18 sorudan oluşmaktadır. Her soruda, üç tarafta görünür kalıpları olan bir ölçüt küpü bulunur. Öğrencilere, ölçüt küpünün altı tarafının her birinde farklı desenleri olduğu söylenir. Öğrenciler, uzayda döndürülen küpün bir görünümünü temsil eden altı seçenek arasından seçim yapar. Bu testte iki de ilave seçenek vardır.



Şekil 1.13. PUGT-D test kitapçığından bir örnek soru

Bunlardan biri “cevabı bilmiyorum” diğeri ise “hiç biri doğru değildir” seçenekleridir. Bu test zaman-sınırlı bir test değildir, çünkü bu, uzamsal beceri düzeylerinin ölçülmesiyle hız ve güç arasında bir karışıklığa yol açabilir (normalde testin tamamlanması 15 ila 40 dakika arasında sürer). 3BK testinden bir örnek soru Şekil 1.15.’te gösterilmektedir.



Şekil 1.15. 3Boyutlu Küb (3BK) Testi

1.17. Uzamsal Görselleştirme Becerisinin Mühendislik Öğrencileri İçin Önemi

Yıllar boyunca uzamsal görselleştirmede çeşitli eğitim araştırmaları yapılmıştır. 1964 yılında, Smith (1964), uzamsal görselleştirme konusunda yaptığı araştırmada 84 farklı dalda uzamsal becerilerin önemli olduğunu belirtmektedir. Maier (1996), mühendislik gibi teknik mesleklerde uzamsal görselleştirme becerileri ve zihinsel döndürme yeteneklerinin özellikle önemli olduğu sonucuna varmıştır. McKim (1980), görsel olarak düşünme yeteneğinin sadece sanatçılar için değil, aynı zamanda bilimsel ve teknik kariyerlerde de önemli olduğuna işaret etmektedir. 1950'lerde, Grinter Raporu (1955) olarak bilinen mühendislik eğitimi reformu hazırlanmıştır. Bu raporda mühendislik eğitiminde teknik çizimin hem bir iletişim biçimi hem de analiz ve sentez için bir araç olduğu bu dersteki başarının mesleki başarı için bir ölçü olduğu belirtilmekte ve mühendislerin güçlü uzamsal becerilere sahip olması ve fikirlerini serbest el çizimleri ile aktarabilme özelliğine sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Bu rapor neredeyse yarım yüzyıl önce yazılmış olmasına rağmen, mühendislik eğitimiyle ilgili yorumları bugün hala doğruluğunu korumaktadır (Sorby, 1990; Ferguson, 1992). Raporda ayrıca; Francesco di Giorgio, Leonardo da Vinci, Georg Agricola ve Mariano Taccola gibi sanatçıların mühendis oldukları belirtilmektedir.

1.18. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi – Döndürme (PUGT-D)

Mühendislikte uzamsal becerileri ölçmek için birçok ölçüm aracı geliştirilmiştir. Bunlar; Lappan Testi, PUGT, Mental Rotasyon Testi (MRT) ve Metal Kesme Testi (MCT) gibi testlerdir. (Blasko ve Holliday-Darr, 2010; Blasko ve ark., 2009; Connolly ve ark., 2009; Medina ve ark., 1998; Sorby, 2009b). Bu araştırmacılar çalışmalarında

farklı uzamsal yetenek testleri kullanmışlardır. Bu çalışmaların ana hedefi, mühendislikte teknik çizim derslerinde öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin değerlendirilmesiydi. Bu çalışmaların hepsinde Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) ve özellikle Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi – Döndürme (PUGT-D) testleri kullanılmıştır.

Blasko ve ark. (2009), Koch ve Sanders (2011) çalışmalarında uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçmek için diğer ölçüm araçlarına göre uzamsal döndürme becerisi ile daha yüksek korelasyon sağladığı bu ölçüm aracını seçtiklerini belirtmişlerdir.

PUGT-D, uzamsal yetenekleri ölçmek için genellikle mühendislik ve teknoloji alanlarında kullanılmaktadır (Blasko ve ark., 2009; Fleisig ve Spence, 2011; Yue, 2006). Bu ölçüm aracı özellikle, Amerika Birleşik Devletleri'nde Zihinsel Döndürme Testi (MRT) ve Zihinsel Kesme Testi (MCT) ile karşılaştırıldığında PUGT-D daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Ault ve John, 2010). Yue (2006), mühendislik okullarındaki PUGT-D'nin tercih edilmesinin bir sebebinin, testin uzamsal görselleştirme için izometrik çizimler kullanmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

1993'ten beri Michigan Tech Üniversitesi'nde yeni başlayan mühendislik öğrencilerine dönem başında Sorby ve Ekibi tarafından PUGT-D testi uygulanmakta, testten %60 'ın altında başarı gösteren öğrencilere 10-14 saat uzamsal görselleştirme becerisini geliştirme eğitimi verilmekte ve eğitim sonucu test başarısı düşük olan öğrenciler Teknik Resim dersini alamamaktadır (Metz, 2013).

Bodner ve Guay tarafından Purdue Üniversitesi'nde 4.800 öğrenci üzerinde yapılan araştırma, PUGT-D 'nin “uzamsal yetenekler” başlığı altında en sık görülen bilişsel yeteneklerin geçerli bir ölçüsü olduğunu kanıtları ile ortaya koymuştur (Bodner ve Guay, 1997).

Çalışmalar, mühendislikte Teknik Resim dersindeki akademik başarıyı PUGT-D'deki başarıya bağlı olduğunu ortaya koymuştur (Gimmestad, 1990; Solby, 2010).

Sorby ve Veurink (2010), bir öğrencinin PUGT-D 'deki performansının, Teknik Resim ve birinci sınıftaki mühendislik derslerindeki başarısı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüş aynı zamanda PUGT-D 'yi çalışmalarında kullanan Gimmestead (1990) tarafından da paylaşılmıştır. Maeda ve Yoon (2011), PUGT-D 'nin bir öğrencinin STEM alanlarındaki akademik başarısı ve mühendislikte çizim derslerinde bir yerleştirme testi olarak çıkarsama yapmak için kullanıldığını bildirmiştir.

Bodner ve Guay (1997), PUGT-D testi için bir araştırma aracı olarak kullanılmak üzere iki farklı yöntem belirlemiştir.

PUGT-D testi, artırılmış ve sanal gerçeklik gibi gelişen teknolojilerin öğrenci performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılabilir (Bodner ve Guay, 1997). Literatür incelendiğinde daha önce belirtildiği gibi, sanal gerçeklik ile artırılmış gerçeklik arasında teknolojik ve uygulama açısından bir ilişki vardır. PUGT-D 'nin bir araştırma aracı olarak kullanılabilmesi ikinci yol, “öğrencilerin, öğrenmelerini gerektiren bilgisayar tabanlı öğrenme etkinlikleri algısını araştırmaktır (Thornton, 2014).

Bir kişinin uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçmek için Bertoline ve Miller (1990), PUGT-D 'nin ön test ve son test formatını uygulamayı tavsiye etmişlerdir. Bu yaklaşım araştırmacıların test öncesi ve sonrası karşılaştırmalar yapmasını ve analiz etmesini sağlar. Test öncesi ve son test formatı, test öncesi ve sonrası PUGT-D 'yi kullanan çok sayıda çalışma ile desteklenmiştir (Ault ve John, 2010; Blasko ve Holliday-Darr, 2010; Connolly ve ark., 2009; Fleisig ve ark., 2011; Gorska ve ark., 2009; Güven ve Kosa, 2008; Medina ve ark., 1998; Sorby, 2009b; Sorby ve ark., 2006; Veurink, ve ark., 2009). Scribner ve Anderson, 2005, Kuder-Richardson (KR-20) formülünü kullanarak elde ettikleri sonuca göre ($r=0.80$) , PUGT-D ölçüm aracı testininin güvenilirliğini belirtmişlerdir.

Branoff (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, PUGT-D 'nin hesaplanmış iç tutarlılık katsayısının 0.82 ve 0.80 olduğu görülmüştür. Sorby ve Baartmans (2000), PUGT-D ön testi için 0.83, KRVT-R testi için ise 0.71 olarak bulunmuştur.

Fleisig ve ark. (2011) PUGT-D ölçüm aracının güvenilirliğini K-R 20 ölçüsüne göre 0.89, 0.88, 0.86, 0.87 ve 0.89 olarak tespit etmiştir.

Kuder-Richardson 20 (K-R 20), PUGT-D cihazının güvenilirliğini sağlamak için kullanılmıştır. K-R 20, iç-madde tutarlılığının test güvenilirliğini, testteki maddeler arasında güçlü bir ilişki olduğunu gösteren daha yüksek bir değerle ölçen bir ölçüm aracıdır (Arizona State University, 2004). Ölçeğin sıfır ile bir arasında bir aralığı vardır (Thornton, 2014).

1.19. Mühendislik Eğitiminde Uzamsal Görselleştirme Becerilerini Artırmak

Bazı çalışmalar, uzamsal becerileri artırmak için hazırlanmış olan bilgisayarda hazırlanmış üç boyutlu modellerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişmesine katkı sağladığını göstermiştir. Ancak, Michigan Teknik Üniversitesinde (MTU) yapılan araştırmada bilgisayarda oluşturulan üç boyutlu modellerin uzamsal becerilerin gelişmesine katkısının, serbest el çizimi ile yapılan klasik derslerde kazanılan uzamsal becerilerden fazla olmadığı belirlenmiştir (Sorby ve Gorska, 1998). Sorby (1999) çalışmasında, MTU bilgisayar destekli çizim dersi alan öğrenciler ile el ile çizim yapan öğrenci gruplarına uzamsal görselleştirme testi uygulamış, sonuçları değerlendirdiğinde el ile çizim yapan öğrencilerin uzamsal becerilerinin CAD programı ile çizim yapanlardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Yazar, uzamsal becerileri geliştirmek için 3 boyutlu modellerin mutlaka serbest el ile kağıt üzerine çizilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Uzamsal becerilerin geliştirilmesi için öğrencilerin elle dokunacakları ve özellikle kesilmiş, ahşaptan veya plastikten yapılmış somut modellere ihtiyaç vardır McKim (1980). Ahşap veya tahtadan yapılmış modeller kalabalık sınıflar için sayı ve çeşitlilik bakımından yetersiz kalmakta ve tüm öğrencilerin bunları sırayla kullanması

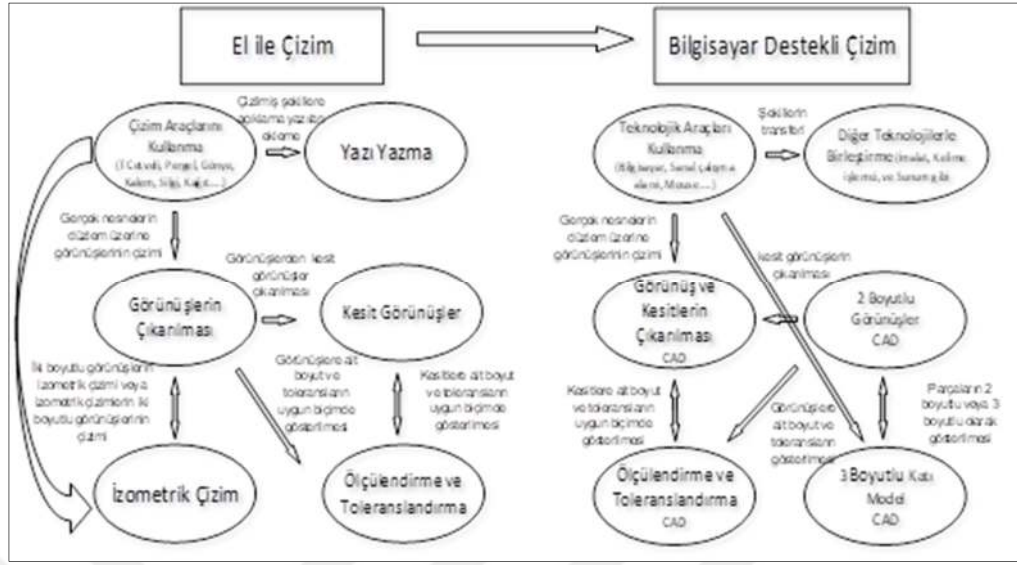
zaman almaktadır. Ayrıca bu modellerin kullanımını ders saatleri ile sınırlı kalmaktadır. Günümüzde sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanarak hazırlanan dijital modellere öğrenciler dokunabilmekte, parmakları ile hareket ettirebilmekte ve döndürerek tüm detaylarına bakabilmektedir. Öğrencilerin telefonlarına yüklenen bu dijital modeller ders saatleri dışında da kullanılabilir.

Uzamsal görselleştirme konusunda çok önemli çalışmalar yapmış olan Sorby (1999), bu becerilerin gelişmesinde teknik çizim dersinde dokunulabilir modellerin kullanılması gerektiğini, sonra bu modellerin izometrik görünüşlerinin çizilmesini daha sonra imalat görünüşlerinin çıkarılmasını en son aşamada ise görünüşlerden parçanın izometrik resminin çizilmesini önermektedir.

1993'ten beri Michigan Teknik Üniversitesi'nde yeni başlayan mühendislik öğrencilerine dönem başında Sorby ve Ekibi tarafından PUGT-D testi uygulanmakta, testten % 60 'ın altında başarı gösteren öğrencilere 10-14 saat uzamsal görselleştirme becerisini geliştirme eğitimi verilmekte ve eğitim sonucu test başarısı düşük olan öğrenciler Teknik Resim dersini alamamaktadır (Metz, 2013).

1.20. Teknik Çizim

Tüm üniversitelerin mühendislik fakültelerinde mecburi ders olarak yer alan teknik çizim dersinde öğrencilerin uzamsal düşünme becerisi kazanması, geliştirmesi ve kullanması amaçlanmaktadır. Bu ders Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde öğrencilere birinci sınıfta iki yarıyıl okutulmaktadır. Şekil 1.16'da görüldüğü gibi ilk yarı yıl temel çizim kavram ve kuralları öğretilmekte ve tasarladığı nesne ve kavramları serbest el ile çizebilme, teknik çizimleri okuma ve zihinde üç boyutlu olarak canlandırabilme becerileri kazandırılmaktadır.



Şekil 1.16. Mühendislikte teknik çizim konu ve kavramları

Öğrencilere ikinci yarıyıldan itibaren, iki ve üç boyutlu nesnelere bilgisayar ortamında çizim becerisi kazandırılmaktadır. İki yarıyıldaki Teknik Resim ve bilgisayar destekli çizim derslerinde kazanılan beceriler, öğrencilerin akademik mesleki başarılarında önemli bir temel teşkil etmektedir. Beceriler mühendislikte çok önemlidir ve uygun etkinliklerle geliştirilebilmektedir (Olkun, 2003). Teknik Resim dersinde geliştirilen en önemli uzamsal beceri, öğrencilerin nesnelere zihinlerinde üç boyutlu olarak canlandırabilmesidir (Alias ve ark., 2002; Miller, 1999; Sorby ve Baartmans, 2000). Uzamsal canlandırma becerisi kullanıcıya, nesnelere zihinde görselleştirme ve hareket ettirme yetisi kazanmasını sağlar. McGee (1979) uzamsal beceriyi, nesnelere zihinde canlandırma, döndürme, bükme veya resimsel olarak ifade edebilme becerisi olarak tanımlamaktadır.

Öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerinin gelişmesi için özel olarak hazırlanmış karmaşık soruların çözümüyle uğraşmaları gereklidir (Gorska ve ark., 2009; Bertoline ve ark., 2011). Teknik Resim dersinde zor ve karmaşık şekillerle karşılaşan ve anlamak için büyük bir çaba göstermeleri gereken öğrenciler, başlangıçta bu becerileri henüz gelişmediği için başarısızlığa uğramakta ve dersten uzaklaşma eğilimine girmektedir.

Görsel bir yardım aracı olarak artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı, öğrencilerin modelleri parmakları ile hareket etmelerini sağlayarak nesnelerin görsel olarak daha iyi algılanmasını sağlamaktadır (Thornton, 2014). Teknik Resim gibi mühendisliğin temel bir dersinde yeni öğrenmeye başlayan öğrencinin, öğretileni anlaması ve yapabilmesi motivasyonu açısından çok önemlidir (Clark ve ark., 2009).

1.21. Cronbach'ın Alfa Güvenirlik Katsayısı

İlgi, tutum ölçeği, kişilik testi, zekâ testi, likert tipi anketler gibi psikolojik testlerin güvenilirliğinin belirlenmesi için 1951 yılında geliştirilen Cronbach'ın alfa (α) katsayısı referans alınır. Bir testteki maddeler doğru-yanlış şeklinde değil de 1-3, 1-4, 1-5 gibi sıralı olarak puanlanmış ise soruların iç tutarlılığını belirlemek için kullanılmaktadır.

Çizelge 1.2. Cronbach Alfa Güvenirlik katsayı değerlendirilmesi (George ve Mallery 2003).

Güvenirlik Katsayısı (Cronbach Alfa)	Yorum
$\alpha \geq 0.90$	Mükemmel
$0.70 \leq \alpha < 0.90$	İyi
$0.60 \leq \alpha < 0.70$	Kabul edilebilir
$0.50 \leq \alpha < 0.60$	Zayıf
$\alpha < 0.50$	Kabul edilemez

Cronbach alfa katsayısı, testte yer alan maddelerin varyansları toplamının genel varyansa oranı ile belirlenen bir standart değişim ortalamasıdır (Cronbach, 1951; Davson, 2004).

Bu katsayı, testteki sorular arasında uyumluluğu gösterdiği için iç tutarlılığı dolayısıyla testin güvenilirliğini belirtmektedir. Cronbach'ın alfa (α) değeri bir testteki her bir madde için ayrı ayrı belirlenebileceği gibi, maddelerin ortalaması için de hesaplanır. Bu katsayının 0.7 ve üzerinde olması, ölçeğin güvenilir olduğunu; bu değerden düşük olması ölçekte yer alan madde sayısının az olduğunu; 0.90 'nın

üzerinde olması ölçekte gereksiz soruların bulunduğunu belirtir (Ercan, 2004). Cronbach alfa katsayısı ile alakalı literatürde farklı değerlendirmeler bulunmaktadır George ve Mallery (2003). Yaygın kabul edilen yaklaşıma ait sınıflama Çizelge 1.2.'de gösterilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu konuda yapılan çok sayıda çalışma arasından mühendislik ve eğitim ile ilgili olanlar dikkate alınmıştır.

Ayoğlu (2005), Sanal Gerçeklik Çevrelerinin gerçek New York Menkul Kıymetler Borsasına nasıl bir uzantı oluşturduğunu dört analiz gereci aracılığıyla görselleşme, yönlendirme, etkileşim ve veri entegrasyonu ile incelemiş ; mimarlık ile bilgi arasındaki ilişkiyi bir uzantı anlamında ele alınması gerektiğini önermiştir.

Bostan (2007), sanal gerçeklik teknolojisinin tasarım süreci içerisindeki donanımsal, yazılımsal ve sosyal bileşenlerini inceleyerek, bu bileşenler ile etkileşim seviyesi arasındaki teorik ilişkileri incelemiştir.

Zafer (2007), çalışmasında sanal gerçeklik teknolojileri ayrıntılı olarak sunulmuş ve mimari tasarım sürecine etkilerini irdelemiştir.

Girbacia (2009), başa takılan bir AGT sistemi geliştirmiştir. Bu sistem ile kullanıcılar, teknik çizim derslerinde 2B olan sunulan çizimlerin 3B modellerini görebilmekte, ayrıca bu modelleri döndürerek ve ölçeklendirerek etkileşim kurabilmektedir. Çalışmada sistemin genel mimarisi, etkileşim teknikleri ve kullanıcıya sunulan ana olanaklar için metodoloji sunulmuş, çözümün iyi ve zayıf noktaları belirtilmiştir.

Töre (2010), tez çalışmasında yeni olanaklar sayesinde bugüne kadar başka ortamlarda üretilmesi mümkün olmayan ürünler ve anlatım şekillerinden biri olan sanal gerçekliğin mimari korumaya sunum ve anlatım bağlamındaki etkisini incelemiştir

Çoruh (2011), çalışmasında, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakülteleri Sanat Tarihi derslerinde bir öğrenme modeli olarak sanal gerçeklik uygulamaları kullanımının, öğrenci başarısı ve kalıcılık puanları üzerindeki etkisini araştırmış, öğrencilerin büyük çoğunluğunun sanal gerçeklik uygulama ve teknolojilerinin gerek bir öğrenme modeli olarak gerekse de sanat tarihi derslerinde tamamlayıcı bir öğe olarak kullanılmasına taraf olduğunu belirtmiştir.

Kayapa (2011), çalışmasında, dijital , foto-gerçekçi olmayan (FGO) ve foto-gerçekçi (FG) olarak oluşturulan sanal gerçeklik ortamlarında, derinlik algısının nasıl değiştiği ve hangi görselleştirme şekliyle oluşturulan ortamdaki algının gerçek mekân algısı ile daha çok örtüştüğünü ortaya koymak için bir deney çalışması yapmıştır. Deney sonucunda, FG sanal gerçeklik ortamındaki algının, FGO sanal gerçeklik ortamına göre gerçek ortam algısı ile daha çok örtüştüğünü; sanal gerçeklik ortamlarında derinliğin genel olarak küçük algılandığını belirlemiştir.

Aydın (2012), yaptığı çalışmada, bir görsel temsil biçimi olarak üç boyutlu sanal gerçeklik ortamlarının uzamsal temsiliyet biçimi olarak geliştirilmesi için bir yöntem önermiştir. Öncelikle mekân algısına yönelik olarak bilişsel harita kavramını incelemiştir. Geleneksel temsiliyet biçimlerinin bu bilişsel haritayı ve dolayısıyla mekân algısını yönlendirerek, uzamsal anlatıya nasıl ulaştığını ortaya koymuştur. Üç boyutlu sanal gerçekliğin bir görsel temsil biçimi olduğunu göz önünde bulundurarak, kendisinden önce gelen ve mekânın temsiliyetine süreç kavramını da dahil eden sinemanın gösterge bilimi incelenmiş, uzamsal algıyı yönlendirme amacı taşıyan dinamik ışıklandırma gibi anlatım tekniklerinin üç boyutlu sanal gerçeklik ortamlarının özgün dilini oluşturabilecek potansiyeli taşıdığı görülmüştür. Üç boyutlu sanal gerçeklik ortamlarının uzamsal temsiliyet olarak geliştirilmesinin ve kendi göstergebilimine sahip olabilmesinin bu teknikler üzerinde yapılacak çalışmalarla mümkün olacağı ortaya konulmuştur.

Komşul (2012), yaptığı tez çalışmasında toplumun belli bir kısmını oluşturan zihinsel engelli bireylerin eğitiminde görev alan öğretmenlerin, web tabanlı Sanal Gerçeklik teknolojisini kullanarak öğretme süreçlerinin daha kolay ve kalıcı olabileceğini göstermiştir. Bu çalışmada, Zihinsel engelli öğrencilerin öğrenme süreçlerinin daha verimli hale gelmesi ile onların gerek sosyal, gerekse mesleki hayatlarında önlerine çıkabilecek olası problemlerin üstesinden kolayca gelmesi için gerekli olan bazı temel kavramların Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile öğretilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Arıcı (2013), tarafından yapılan çalışmada, sanal gerçeklik programlarının sunmuş olduğu üç boyutlu görsel malzemelerin, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki astronomi konusundaki başarılarına ve kalıcılıklarına etkisi araştırılmıştır. Oluşturulan deney ve kontrol gruplarında, sanal gerçeklik programları destekli yapılan uygulama ile ders işleme sürecine hiçbir etki yapılmadan yapılan öğretimin, öğrencilerin başarılarındaki kalıcılığa etkisini belirlemek amacı ile ilişkili örneklem için tek faktörlü anova analizi yapılmıştır. Uygulama sonucuna göre sanal gerçeklik programları kullanılarak yapılan öğretim sonucunda deney grubunun akademik başarısının kontrol grubuna göre daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Kia (2013), yaptığı çalışmada, inşaat projelerindeki kör noktalardan kaynaklanan sorunların üstesinden gelmek için bir sanal kör nokta tanımlama sistemi (VIBSIM) tasarlamıştır. VIBSIM, inşaat ve inşaat ile ilgili alanlarda kör noktalar belirlemek ve incelemek üzere tasarlanmış bilgisayar tabanlı sanal tanımlama sistemidir. VIBSIM modelinin analiz sonuçlarına göre ekipman operatörlerinin kazalara karşı farkındalık duygusunu geliştirdiklerini belirlemiştir. VIBSIM'in henüz başlangıç evresinde olduğu, gelecekte otomatik tam entegre çalışabilen ve tüm çalışma alanlarında kullanabilen bir program olması hedeflenmektedir.

Özonur (2013), yaptığı çalışmada sanal gerçeklik ortamı olarak ikincil yaşam içinde tasarlanan üç boyutlu öğretim uygulaması ile aynı konuda mevcut web tabanlı

uzaktan eğitim ile yapılan öğretimin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada veri toplamak amacıyla akademik başarı testi, web tabanlı öğretim tutum ölçeği, çevrimiçi öğrenme ortamında algılanan sosyalleşme ölçeği, güdülenme ve öğrenme stratejileri ölçeği ve açık uçlu anket kullanılmıştır. Nicel veriler SPSS 17.0 programında T Testi, Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Box's M, Mann-Whitney U ve Wilcoxon testleri ile çözümlenmiştir. Çalışmanın sonunda, sanal gerçeklik ortamı olarak İkincil Yaşam içinde tasarlanan üç boyutlu öğretim uygulaması ile aynı konuda mevcut web tabanlı uzaktan eğitim ile yapılan öğretimin öğrencilerin tutum, sosyal bulunuşluk, motivasyon ve öğrenme ortamlarında geçirdikleri süreler açısından deney grubu lehine bir fark olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak akademik başarı açısından herhangi bir fark olmadığı sonucu elde edilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilerden toplanan veriler, İkincil Yaşam sanal sınıf ortamı kullanılarak yapılan eğitim hakkında, bu ortamın gerçek sınıf ortamına benzer bir ortam sağlaması, ilgi çekici olması, motive edici olması, iletişimi arttırması, etkili öğrenme sağlaması nedenleriyle avantajlı yönlerinin olduğu belirlenmiştir.

Catterson (2013), yaptığı çalışmada, sanal gerçeklik teknolojisinin teknik eğitimdeki etkisini araştırmak amacıyla “İkinci yaşam” adını verdiği bir sanal gerçeklik teknolojisine dayalı bir öğretim programı hazırlamış ve yüksek öğretim öğrencilerine uygulamıştır. Uygulama neticesinde derslere katılım, akademik başarı ve memnuniyet bakımından çok olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır.

İbili (2013), AGT kullanarak ARGE3B yazılımını geliştirmiş ve uygulamıştır. Uygulama sonucunda, matematiğe yönelik olumsuz tutuma sahip olan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde daha etkili olduğu, korku ve endişelerin azaltılmasına destek sağladığı tespit edilmiştir

Güler (2014), yaptığı çalışmada, mesleki eğitimde etkileşimli 3 boyutlu (E3B) eğitim ve stereoskopik 3 boyutlu (S3B) görüntüleme teknolojilerinin kullanılmasının öğrencilerin derse olan ilgilerinin ve başarı oranlarının artmasındaki rolünü

incelemiştir. E3B eğitim ve S3B görüntüleme teknolojileri tüm yönleriyle araştırılmıştır. E3B eğitim teknolojisinin öğrenci başarısına etkisini ölçmek için Bilişim Teknolojilerinin Temelleri (BTT) dersi müfredatına uygun ders materyali geliştirmiştir. Geliştirilen E3B ders materyali ile S3B ortamda ders işlenerek öğrenci başarısını ölçmek için öntest, sontest ve kalıcılık testi uygulamıştır. Sonuçlar SPSS istatistik programında "t" testi ile analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. E3B öğretim yönteminin E2B öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin akademik başarılarını ve kalıcılık düzeylerini artırmakta daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Üstünel (2014), sanal gerçeklik (virtual reality) ve kuvvet geri beslemeli (force feedback) haptik teknolojiler kullanarak geliştirdiği uygulamaları, üstün yetenekli/zekâlı öğrencilerin kimya eğitiminde kullanmış ve etkilerini incelemiştir. Deney grubunu İstanbul Bilim ve Sanat Merkezine devam eden 52 üstün yetenekli/zekâlı 6. ve 7. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Kimyasal bağlar konusunun anlatımında, deney grubuna sanal gerçeklik ortamında geliştirilen kuvvet geri beslemeli haptik uygulamalı; kontrol grubuna ise geleneksel yöntemlerle eğitim verilmiştir. Veriler anketler yoluyla toplanmış ve istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Sanal gerçeklik ortamında geliştirilen kuvvet geri beslemeli haptik uygulamaların üstün yetenekli/zekâlı öğrencilerin eğitim sürecine karşı tutumlarını olumlu bir şekilde etkilediği saptanmıştır.

Civelek (2014), sanal gerçeklik ortamlarında duyuşsal tepki oluşturan haptik uygulamalar tasarlamıştır. Yazılım ve donanım araçlarını içeren sanal gerçeklik ortamında fizik eğitime yönelik kuvvet geri beslemeli (force feedback) haptik uygulamalar geliştirilmiştir. Oluşturulan yazılım araçları, bilgisayar, görüntü birimleri ve haptik cihaz birbirlerine katılımları sağlanarak yazılım ve donanım mühendisliği araçlarını içeren sanal gerçeklik laboratuvarı kurulmuştur. Çalışmada, tasarlanan sanal gerçeklik laboratuvarında ve geleneksel yöntemlerle sınıfta 15 gün boyunca aynı fizik konuları anlatılmıştır. Ders anlatımları sonunda gruplara ayrı ayrı 38 sorudan

oluşan iki anket uygulanmış ve 8 soruluk sınav yapılmıştır. Verilerin istatistiksel analizi sonucunda, sanal gerçeklik ortamında kuvvet geri beslemeli haptik uygulamalı ders anlatımının, geleneksel ders anlatımına göre daha verimli olduğu belirlenmiştir.

Thornton (2014), çalışmasında, bilgisayar destekli çizime giriş dersinde artırılmış gerçeklik teknolojisini uygulamış ve etkilerini araştırmıştır. Kuzey Karolayn Devlet Üniversitesi'nde (North Carolina State University) yapılan uygulama sonucunda öğrencilerin öğrenme motivasyonlarında, derse olan ilgilerinde ve öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerinde önemli artışlar olduğu saptanmıştır.

Figueiredo ve ark. (2014), Teknik Resim dersinde öğrencilerin 3B modelleri görselleştirmelerine yardımcı olmak için artırılmış gerçeklik teknolojisi ve etkileşimli hologramları kullanarak bazı eğitim araçları geliştirmişlerdir. Bu araçların arasında, hologramlarla görselleştirme ve etkileşimi sağlayan düşük maliyetli bir prototip olan EducHolo ismini verdikleri bir prototip ile öğrencilerin mekanik parçaların hologramını görselleştirebilme ve etkileşime girebilmelerine imkan sağlamışlardır. Bu şekilde öğrencilerin, teknik çizimlerdeki nesnelere 3B olarak daha iyi algılama ve zihinlerinde canlandırabilme becerilerinin daha farklı bir yöntemle gelişmesi amaçlanmıştır.

Sırakaya (2015) çalışmasında, artırılmış gerçeklik öğrenme materyali kullanımının öğrencilerin başarıları, kavram yanılgıları ve derse katılımları üzerindeki etkisini test etmek ve öğrencilerin artırılmış gerçeklik öğrenme materyali hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersi için Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinde kullanılmak üzere, UzayAR adı verilen bir artırılmış gerçeklik öğrenme materyali geliştirmiş ve uygulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre; artırılmış gerçeklik öğrenme materyalini kullanan öğrencilerin normal ders materyalleriyle öğretim yapılan kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu, daha az kavram yanılgısına sahip oldukları, öğrencilerin, artırılmış gerçeklik

öğrenme materyalinin soyut konuları somutlaştırdığı, konuların anlaşılmasına yardımcı olduğu ve derse daha aktif katılım sağladığı ortaya konmuştur. Ayrıca öğrenciler artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin derse karşı ilgi ve motivasyonlarını artırdığını, dersi daha ilginç ve eğlenceli hale getirdiğini ve derste arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle olan iletişimlerini artırdığını belirtmişlerdir. Bunların yanı sıra öğrencilerin artırılmış gerçeklik öğrenme materyalini kolaylıkla kullanabildikleri ve tekrar kullanmayı istedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Küçük (2015), mobil artırılmış gerçeklik (MAG) ile anatomi öğreniminin tıp öğrencilerinin akademik başarıları ile bilişsel yüklerine etkisini ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşlerini belirlemek, akademik başarı, bilişsel yük ve algı arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi 2. sınıfta öğrenim gören 70 (34 deney grubu, 36 kontrol grubu) öğrenciye uygulanan bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; anatomi eğitiminde MAG uygulamalarının kullanılmasının etkili ve verimli bir öğrenme sağladığı, MAG uygulamalarının anatomi eğitimiyle bütünleştirilmesinin faydalı olacağı belirtilmiştir.

Abdüsselam (2015), çalışmasında, lise fizik dersi manyetizma konusunda artırılmış gerçeklik ortamının öğrencilerin akademik başarılarına ve fizik tutumlarına etkilerini belirlemek amacıyla, manyetizma konusunun öğretmek için artırılmış gerçeklik ortamı ve artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanılmak üzere MagAR cihazı geliştirmiş ve 2010-2011 eğitim öğretim yılında Trabzon ilinde bir öğretmen lisesinde uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda, artırılmış gerçeklik ve laboratuvar ortamlarının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği, bunun yanı sıra bu ortamlara katılan öğrencilerin fizik tutumları açısından "fiziğe karşı bakış açısı" ve "fiziğe değer verme" durumlarında olumlu yönde etkilendikleri görülmüştür. Artırılmış gerçekliğin öğrencilerin sağ el kuralı gibi ilk defa deneyim edecekleri konuların öğreniminde kolaylık sağladığı, ayrıca uygulama boyunca öğrencilerin artırılmış gerçeklik ortamını olumlu karşıladığı ve merak duygularıyla hareket ettikleri tespit edilmiştir. Elde edilen

sonuçların paralelinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının, anlaşılması zor olan diğer konularda da kullanılması önerilmektedir.

Albayrak (2015), yabancı dilde kelime ediniminde klasik öğretim yöntemi ile Kinect kullanılan 3 boyutlu sanal gerçeklik uygulamaları arasında motivasyon açısından anlamlı bir fark olup olmadığını bir okulun 3. sınıf yabancı dil öğrencileri üzerinde araştırmıştır. Kinect özellikli 3 boyutlu sanal gerçeklik uygulamasının öğrencilerin dil becerileri ve kelime edinimlerine etkisi incelenmiştir. Bu araştırmada ön test, son test kontrol gruplu yarı deneysel desen (quasi-experimental) kullanılmış ve araştırmanın bağımsız ve bağımlı değişkenleri arasındaki farkı irdelenmiştir.

Özkan (2016), 1950'lerden bu yana araştırma ve geliştirme aşamasında sanal gerçeklik teknolojisinin ne kadar gerçekçi olduğuna dair araştırmaların ve araştırmalarda yapılan anketlerde sorulan soruların günümüzdeki sanal gerçeklik teknolojisi ile uyuşup uyuşmadığını araştırmıştır. Kullanıcıların kendini sanal ortamda hissetmesi adına yapılan araştırmalarda en çok atıfta bulunulan altı adet anket, günümüz sanal gerçeklik teknolojileri göz önüne alınarak incelemiştir.

Akkuş (2016), İnönü Üniversitesi (İÜ) Mühendislik Fakültesindeki Makine Mühendisliği Bölümü'nde okutulan Bilgisayar Destekli Teknik Resim dersinde kullanılacak AGT uygulamalarının, öğrencilerin bu derste yapmış oldukları teknik çizimlere yönelik uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına olan etkisini araştırmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda; AGT uygulamasının kullanıldığı deney grubu ile basılı kâğıdın kullanıldığı kontrol grubunun uzamsal başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiş fakat deney grubunun haftalık ölçümlerindeki uzamsal başarı puanlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bunun yanında deney grubu ile kontrol grubunun teknik başarı puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış ve grupların haftalık ölçümlerinde de yine anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Öğrencilerden alınan görüş, öneri ve

gözlemler sonucu AGT'nin bilgisayar destekli Teknik Resim dersi için faydalı bir uygulama olduğu da tespit edilmiştir.

Akçayır (2016), fen laboratuvarında AGT kullanımının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine ve laboratuvara karşı tutumlarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, AG teknolojisinin öğrencilerin laboratuvar becerilerine katkısının yanı sıra, onların fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum sergilemelerini de sağladığı belirlenmiştir.

Erbaş (2016), çalışmasında ülkemizde eğitim ortamlarında kullanılan tablet bilgisayarlarda mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımı ve etkilerinin ortaya konulması amacıyla dokuzuncu sınıf Biyoloji dersinde uygulama yapmış, öğrencilerin akademik başarı ve derse yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Öğretmen ve öğrencilerin mobil artırılmış gerçeklik uygulaması hakkındaki görüşleri değerlendirilmiş ve uygulama süresince sınıf içi gözlemler yapılmıştır. Deneysel uygulama sonunda öğrencilerin motivasyonlarının daha fazla arttığı, ancak deney ve kontrol grubunun akademik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Babur (2016), ön lisans öğrencilerinin öğrenme ortamlarında artırılmış gerçeklik, benzetim ve gerçek nesne kullanmalarının, öğrenme başarılarına, motivasyonlarına ve psikomotor performansları üzerine etkisini incelemiş, ayrıca gerçekleştirilen uygulamalar hakkında görüş almak amacıyla da öğrencilerle görüşmeler yapmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde artırılmış gerçeklik ve benzetim ortamlarının psikomotor performans, öğrenme başarısı ve motivasyon üzerinde en az gerçek nesne kullanılan ortamlar kadar etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şahin (2017), çalışmasında AGT uygulamasını kullanan öğrencilerin başarıları, derse karşı tutumları ve AGT uygulamalarına karşı tutumları arasındaki

ilişkileri araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda AGT'nin öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına olumlu yönde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Roca-González (2017) tarafından yapılan çalışmada, SGT'nin uzamsal konum bulma becerisine, AGT'nin ise uzamsal görselleştirme becerisine olumlu katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda ayrıca, kadınlar ile erkeklerin uzamsal görselleştirme becerileri arasında farklılık bulunmadığı ifade edilmiştir.

Bowen (2018) tarafından yapılan çalışma, biri geleneksel ders yöntemini , diğeri ise sanal gerçeklik sistemini kullanarak sosyal bilgiler öğretimine katılan iki orta okuldaki 76 yedinci sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Çalışmada akıllı telefon ile birlikte kullanılan Google sanal gerçeklik gözlüğü kullanılmıştır. Eğitimin verilmesinden önce ve sonra katılımcılar, Öğretim Materyalleri Motivasyon Araştırması (IMMS) ve öğretmen tasarımı sosyal bilgiler testi kullanılarak değerlendirilmiştir. İki yönlü ANCOVA'nın sonuçları, sanal gerçeklik teknolojisi kullanan öğrencilerin, hem akademik başarıları hem de motivasyonları konusunda geleneksel eğitime katılan öğrencilerden önemli ölçüde daha yüksek puan aldığını göstermiştir.

Che (2018) tarafından yapılan çalışmada, SGT'nin ikinci bir dil öğrenimine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Korece dil öğrenme modülü ve bir test, hiçbiri Korece ile önceden öğrenme deneyimi olmayan bir grup katılımcıya uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, SGT'nin lisan öğrenmede kolaylık ve etkililik sağladığı yeni dilleri öğrenmek için yeni bir yöntem olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır.

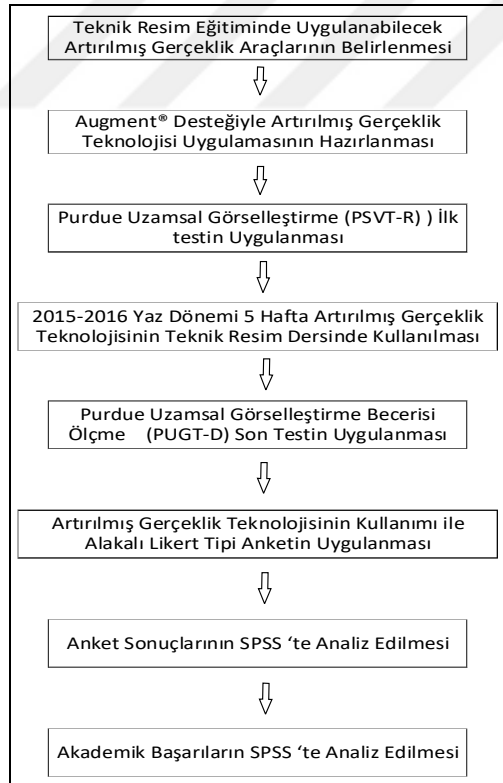
Yapılan literatür araştırması sonucu, sanal gerçeklik teknolojisinin makine mühendisliği Teknik Resim dersinde kullanımı ve birinci sınıf öğrencilerindeki uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi konusunda çalışmaların bulunmadığı belirlenmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin Teknik Resim dersinde kullanımı ve etkilerinin incelenmesi konusunda sadece sınıf ortamında , masaüstü bilgisayarlar ile ve mobil olarak tabletlerin kullanıldığı çalışmalar tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışmasında Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinden yararlanarak eğitim materyalleri hazırlanmış; bu materyallerin teknik çizimlerde kullanımı, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine ve akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı öğretim döneminde Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Teknik Resim derslerinde uygulama yapılmış Purdue Uzamsal Görselleştirme Beceri Testi (PUGT-D- PUGT) ve öğrenci memnuniyeti anketi düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ve bu dönemlerde öğrencilerin akademik başarıları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

3.1. AGT Konusunda Yapılan Çalışmanın Akış Planı

Bu bölümde yapılan çalışmalara ait akış planı Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.AGT ile ilgili çalışmanın akış planı

3.1.1. Araştırma Soruları

➤ Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (AGT) uygulamasının Teknik Resimde kullanımı PUGT-D ölçeğine göre öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?

➤ Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (AGT) uygulamasının Teknik Resimde kullanımı SPSS programı ile kontrol edilecek geçerlilik ve güvenilirlik analizleri sonucu öğrencilerin uzamsal canlandırma becerilerini geliştirecek mi?

➤ Öğrencilerin uygulamanın yapıldığı dönemdeki akademik başarıları, istatistiksel olarak geçerli ve güvenilir mi? Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (AGT) uygulamasının akademik başarılarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı mı?

➤ Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (AGT) uygulamasının Teknik Resimde kullanımı hakkında öğrencilerin görüş ve önerileri nelerdir?

➤ AGT uygulamasının parçaların görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?

➤ Parçaların iki boyutlu görünüşlerinden üç boyutlu çizimlere dönüştürülmesinde AGT uygulamasının etkisi ne kadar olmuştur?

➤ AGT uygulamasının parçaların kesit görünüşlerini oluşturmada etkisi ne kadar olmuştur?

➤ AGT uygulamasının kullanımının öğrencilerin derse ilgisine etkisi ne kadar olmuştur?

➤ AGT uygulamasının gelecek yıllardaki derslerde de kullanımı konusunda öğrencilerin görüşleri nelerdir?

3.1.2. Teknik Resim Eğitiminde Kullanılacak Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Araçlarının Belirlenmesi

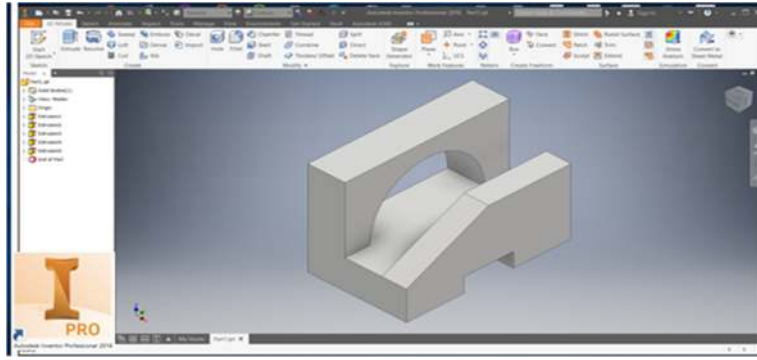
Bu çalışmada iki farklı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi uygulaması hazırlanmıştır. Bunlardan biri işaretçiye bağlı olarak dijital modelin görülmesini sağlayan ancak model ile etkileşim imkânı sağlamayan uygulamadır. Bu uygulamada

model, işaretçiye bağılı olarak hareket eder. Model ile etkileşim imkânı yoktur. Diğer uygulama ise; Augment yazılım firmasının desteğiyle hazırlanmış olan uygulamadır. Bu uygulamada model ile işaretçiden bağımsız olarak etkileşim kurulabilmekte; model, parmaklar kullanılarak döndürülmekte ve boyutları değiştirilebilmektedir.

3.1.3. İşaretçi Bağımlı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Uygulamasının Hazırlanması.

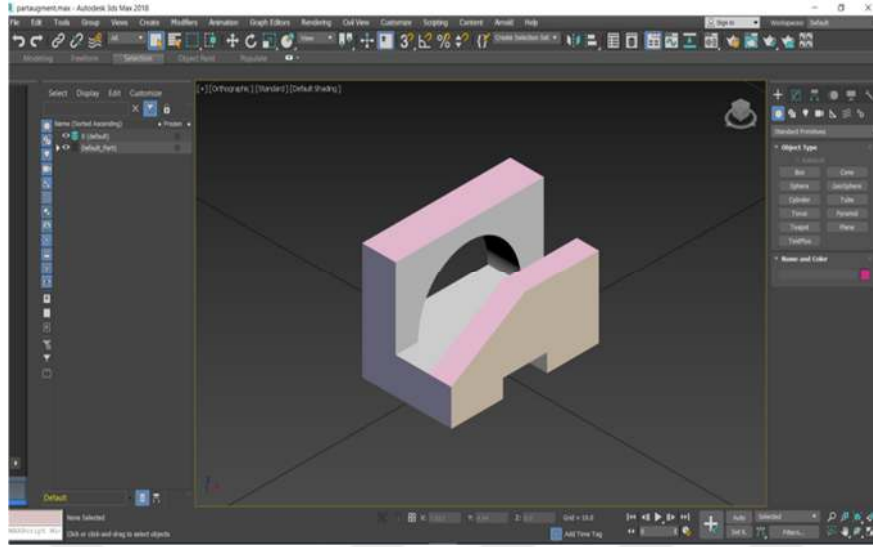
Bu uygulamanın hazırlanmasında, eğitim kurumları için ücretsiz CAD programı Autodesk Inventor, eğitim kurumları için ücretsiz grafik programı Autodesk 3ds Max, PTC firmasına ait ücretsiz olarak kullanıcıların hizmetine sunulan Vuforia SDK (Yazılım Geliştirme Kiti) ve kişisel kullanımı ücretsiz olan Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır.

Hazırlık aşamasında önce parçaların üç boyutlu modelleri ve kesit modelleri CAD (Autodesk inventor) programında oluşturulmuştur (Şekil 3.2.).



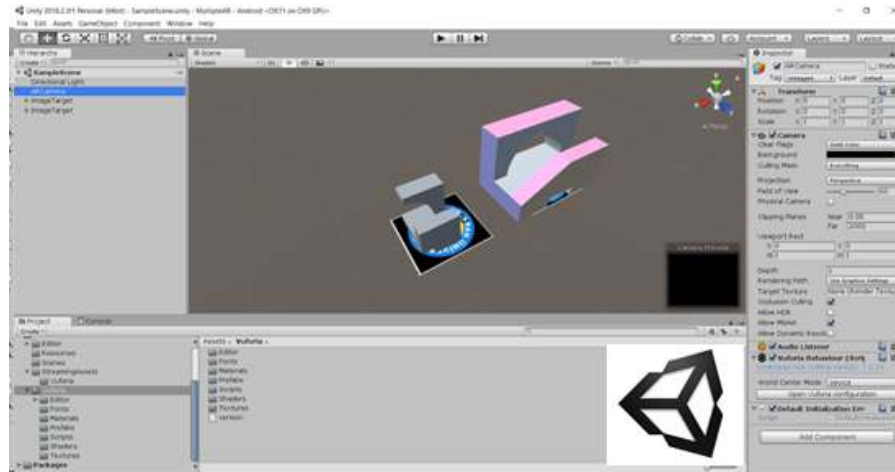
Şekil 3.2. CAD (Autodesk Inventor) programında oluşturulan parçanın modeli

Modellere Şekil 3.3'te görüldüğü gibi Autodesk 3ds Max grafik programında yüzey dokusu atanmış ve modeller FBX formatında kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Autodesk 3DS Max grafik programında yüzey dokusu atanmış model

Üç boyutlu olarak modellenen parçaya Autodesk 3ds Max grafik programında yüzey dokusu atanmış ve parça FBX formatında kaydedilmiştir. Unity 3D oyun motoru yazılımında Şekil 3.4'te görüldüğü gibi yeni bir Asset (Unity 3D unsuru) olarak kabul edilen FBX formatındaki model, program sahnesine yerleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Unity 3D oyun motoru sahnesinde modeller ile işaretçilerin düzenlenmesi

Kamera taradığı zaman modelle eşleşecek olan işaretçiler (marker, tracker) için Unity 3D oyun motoru ile etkileşimli çalışan Vuforia developer uygulaması

kullanılmıştır. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi biri parçanın üç boyutlu modeli ile, diğeri ise parçanın kesit modeli ile eşleştirilecek olan işaretçiler hazırlanmıştır.

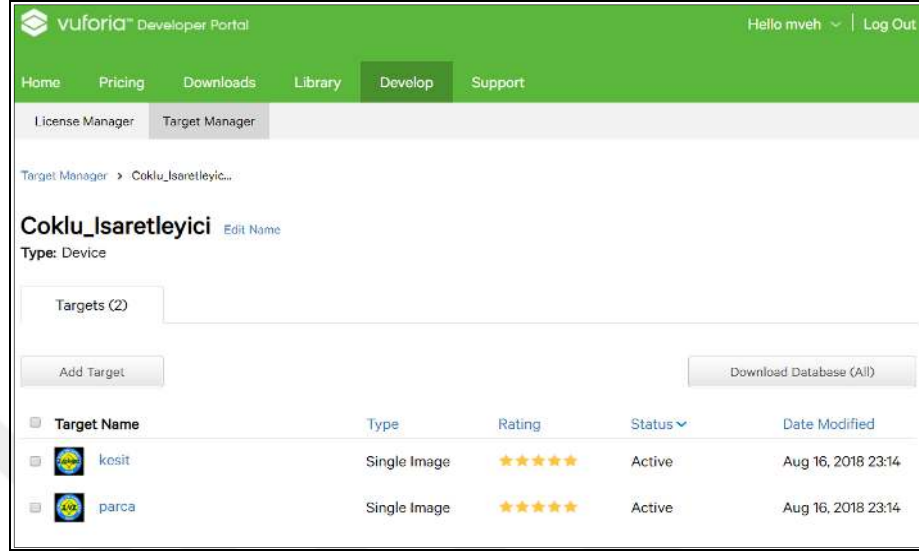


Şekil 3.5. Modellere ait işaretçiler

Bu işaretçilerin akıllı telefon veya tablet kameralarıyla tarandığında modellerle eşleşmesini sağlayan gerekli algoritmayı elde etmek amacıyla Vuforia Developer Portalına üye olunmuştur. Şekil 3.6' ve 3.7' de görüldüğü gibi işaretçiler veri tabanına yüklenmiş, kullanılabilirliği yıldız olarak değerlendirilmiş ve hazırlanan algoritma paketi (asset) indirilmiştir.

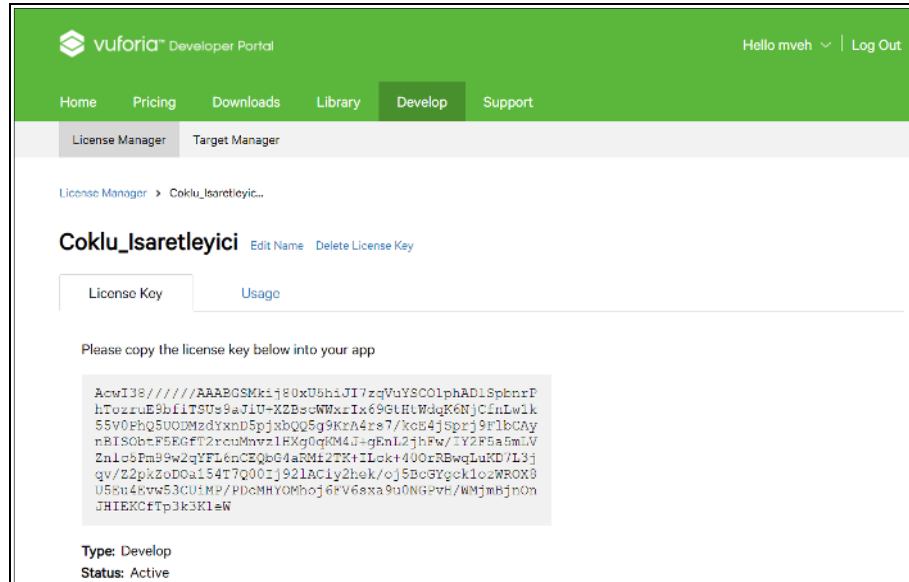
Şekil 3.6. Vuforia Developer portal girişi

Hazırlanan uygulamanın akıllı telefon veya tabletlere yüklenebilmesi Şekil 3.8'de görüldüğü gibi hazırlanan işaretçilere ait bir lisans kodu alınmıştır.

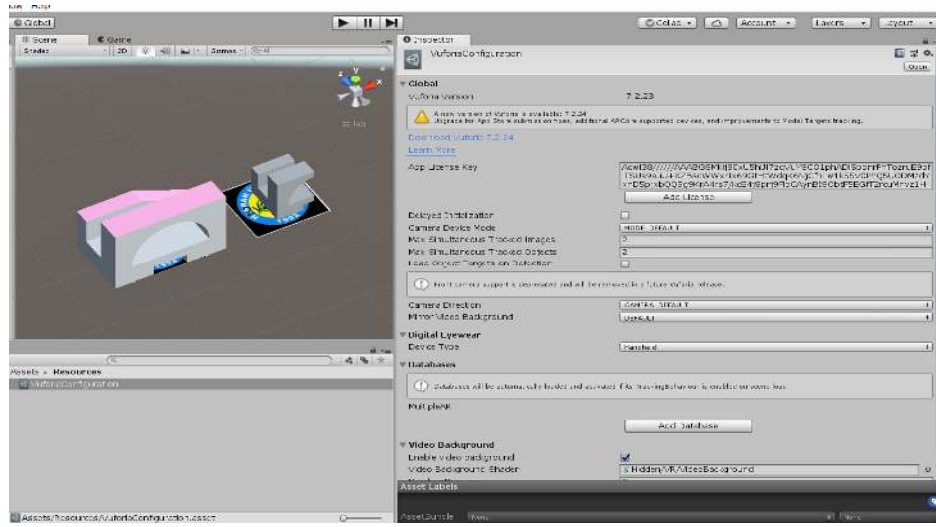


Şekil 3.7. Vuforia Developer veri tabanına işaretçi yükleme sayfası

Alınan lisans kodu Şekil 3.9'da görüldüğü gibi Unity 3D oyun motorunda Vuforia konfigürasyon bölümüne eklenmiştir.

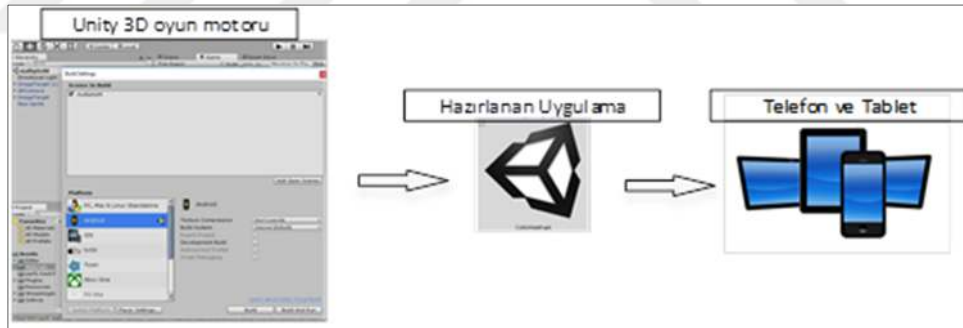


Şekil 3.8. Vuforia Developer veri tabanına işaretçilerin kullanımı için atanan lisans kodu



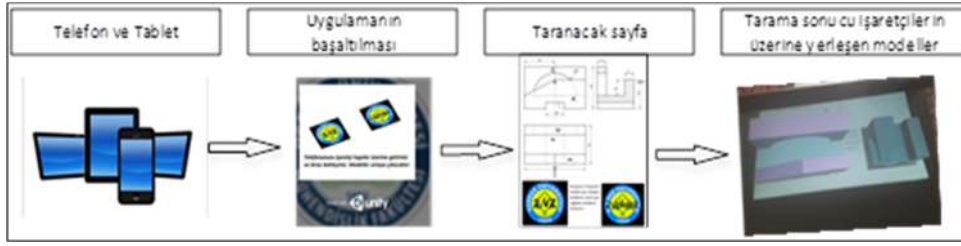
Şekil 3.9. Unity 3D oyun motorunda İşaretçilerin kullanımı için atanan lisans kodu eklenti bölümü

Unity 3D oyun motorunda düzenlenmiş olan uygulama, Şekil 3.10’da görüldüğü gibi Android telefon ve tabletlerde kullanılmak üzere hazırlanmış ve telefon ve tabletlere yüklenmiştir.



Şekil 3.10. AGT Uygulamasının hazırlık aşamaları.

Hazırlanan android uygulaması telefonda başlatıldıktan sonra sayfa üzerindeki model ve kesite ait işaretçiler taranmıştır. Tarama sonucunda model ve kesit model ait oldukları işaretçiler üzerinde belirmiştir. Bu modeller işaretçilere bağlı olarak hareket eder. İşaretçilerden bağımsız olarak etkileşim kurulamaz. Diğer bir ifadeyle parmaklar ile döndürülemez. Unity 3D oyun motorunda hazırlandıktan sonra akıllı telefon ve tabletlere yüklenen programın kullanım adımları Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



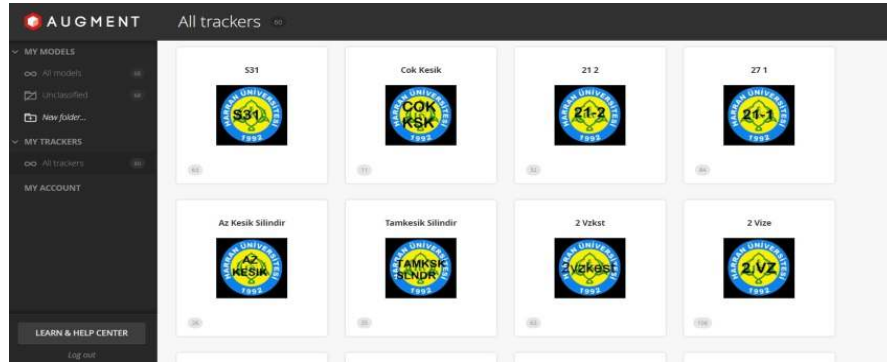
Şekil 3.11. AGT uygulamasının kullanım adımları

3.1.4. Augment® Yazılım Geliştirme Firmasının Desteği İle Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Uygulamasının Hazırlanması.

Augment'in açık platform yazılımı, 3B modellerin gerçek dünyada ve gerçek zamanlı olarak ölçeklendirilmesi, paylaşılması ve görselleştirilmesini mümkün kılmaktadır. En çok kullanılan Augmented Reality uygulamasından biri olan Augment eğitim kurumlarına ücretsiz destek sağlamaktadır. Firmanın üniversitemize sağlamış olduğu ücretsiz destek yardımıyla artırılmış gerçeklik uygulaması hazırlanmıştır. Hazırlanan uygulama işlemleri aşağıdaki satırlarda belirtilmiştir. Öncelikle Augment®.dev. yazılım geliştirme platformuna okul mail adresi ile üye olunmuş ve ücretsiz kullanma lisansı alınmıştır. İmalat resimleri verilen parça CAD programında (Autodesk Inventer) üç boyutlu olarak modellenmiştir. Grafik programı Autodesk Inventor'da yüzey dokusu atanmış konumlandırılmış ve OBJ formatında kaydedilmiş ve daha sonra hazırlanan modeller ve bunlara atanacak işaretçiler-izleniciler (Trackers) platforma yüklenmiştir. Şekil 3.12'de yüklenmiş modeller ve Şekil 3.13'te yüklenmiş izleniciler gösterilmiştir.

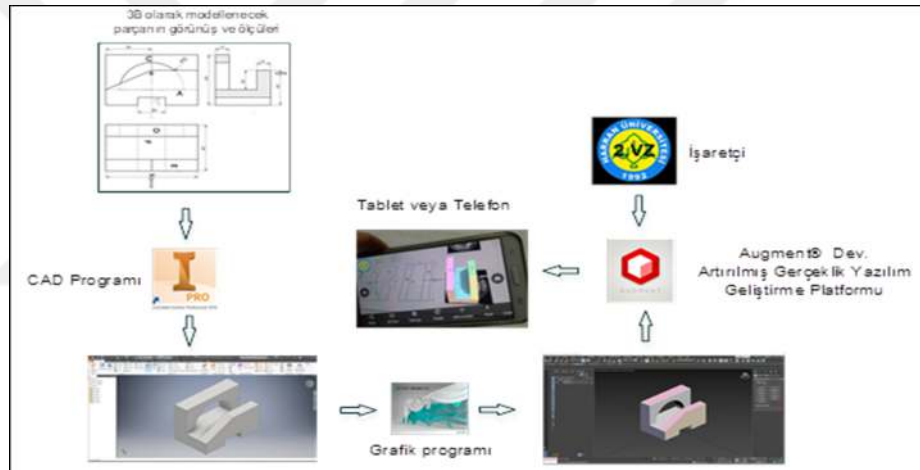


Şekil 3.12. Augment yazılım geliştirme platformuna yüklenen modeller



Şekil 3.13 Augment yazılım geliştirme platformuna yüklenen izleniciler (trackers)

Augment yazılım firmasının desteğiyle hazırlanan uygulamanın hazırlama aşamaları şematik olarak Şekil 3.14'te gösterilmiştir.

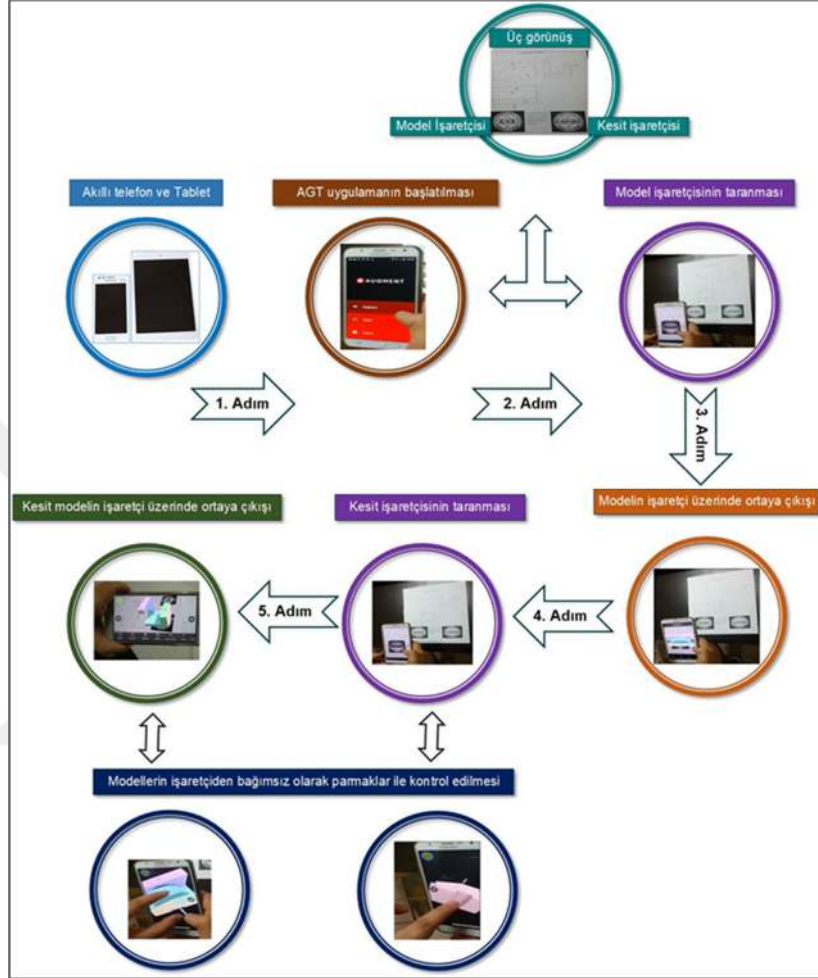


Şekil 3.14. Augment yazılım geliştirme platformunda hazırlanan uygulamanın akış şeması

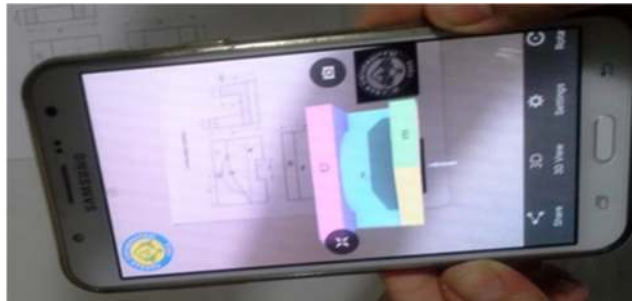
3.1.5. Hazırlanan Uygulamanın Kullanımı

İşlemin akış şeması Şekil 3.15'te gösterilmiştir. Önce akıllı telefon veya tabletlerde augment *dev* ifadesi aratılır. Çıkan listede Augment 3D, artırılmış gerçeklik uygulaması yüklenir. Uygulama çalıştırıldıktan sonra *Scan* butonuna basılır ve bir defada bir izlenici taranır. Tarama işlemi ekranda hareket eden çizgi ile gözlenir. Çizginin yukarı aşağı hareketi durduğu anda taranan izleniciye atanan model, izlenicinin üstünde belirir. Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'deki model gibi izleniciden

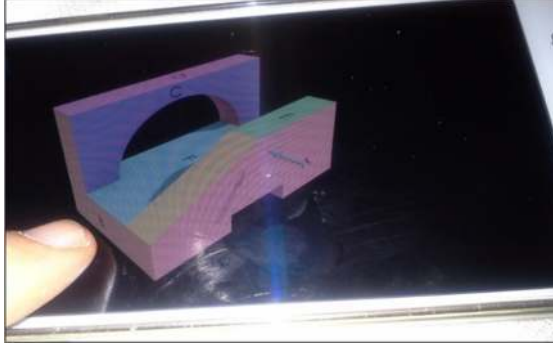
bağımsız olarak döndürülmek ve kontrol etmek istenirse uygulama ekranındaki 3D butonuna basılır.



Şekil 3.15. Augment uygulamasının akış şeması



Şekil 3.16. Taranan izlenici ile eşleşen model



Şekil 3.17. AGT uygulamasında kullanıcının parmakları ile modeli kontrol etmesi.

3.1.6. Çalışma Grubu, Çalışma Süresi ve Çalışmanın Uygulanması

2015-2016 Yaz dönemi açılan Teknik Resim dersine toplam 17 öğrenci kayıt yaptırmış ancak üç öğrenci derslere devam etmemiş ve uygulamalara katılmamışlardır. Çalışma grubu Teknik Resim dersini daha önceki dönemlerde almış ve başarısız olmuş olan 4 kız, 10 erkek olmak üzere toplam 14 öğrenciden oluşmuştur. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ile hazırlanmış materyaller, 2015-2016 öğretim yılı yaz döneminde açılan Teknik Resim dersinde kullanılmıştır. Toplam 5 hafta süren yaz dönemi boyunca 4 hafta uygulama yapılmıştır.

Çalışma süresi konusunda yapılan literatür incelemesinde bir haftadan on altı haftaya kadar değişen uygulamalar yapıldığı tespit edilmiştir. Thorthon (2014) çalışmasını her biri bir buçuk saat süren dokuz haftalık bir süre boyunca gerçekleştirmiştir. Alias ve ark. (2002) 'nın yaptığı çalışma toplamda bir hafta sürmüştür ve kısa sürenin çalışmalarının etkililiğini kısıtladığını belirtmiştir. Cobos-Moyanove ark. (2009), iki haftalık bir süreçte araştırmalarını yürütmüştür. Rafi ve ark. (2008) dört hafta boyunca çalışmalarını sürdürmüştür. Ferguson ve ark. (2008) 'nın çalışmaları beş hafta sürmüştür. Geleneksel yöntemlerle yapılan uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirme çalışmalarında beş hafta yeterli değildir (Ferguson ve ark., 2008). Gueven ve Kosa (2008) uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmek için bir 3-D yazılımı sekiz hafta kullanmıştır. Samsudin ve ark. (2011), sekiz haftalık bir eğitimin, uzamsal düşünerek problem çözmek için öğrencilerin hızını

arttırmaya yeterli olmadığını düşünmüş; çalışmanın etkili olabilmesi için eğitimin daha uzun sürmesi ve ek oturumlar içermesi gerektiğini belirtmişlerdir Medina ve ark. (1995)'nin yapmış oldukları çalışma on haftadan oluşmaktadır. Fleisig ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışma 12 hafta sürmüştür. Connolly (2009) tarafından yürütülen bir çalışma 16 haftayı kapsamıştır. Bazı yazarlar çalışmalarının süresini değil, uygulanan oturumların sayısını belirtmişlerdir. Bu çalışmalar üç ile beş seans arasında değişmektedir. Blasko ve Holliday-Darr, (2010); Turos ve Ervin, (2000) tarafından yapılan çalışmalar, dört seans olarak ifade edilmektedir. Turos ve Ervin (2000), öğrencilerin dört seansta düzelmeye devam ettikleri ve en uygun performansa ulaşmak amacıyla gereken oturum sayısını belirlemek için ilave araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu bu yüzden eğitim seanslarının kesin sayısının belirlenemediğini belirtmiştir. Bazı çalışmalarda süreler saat olarak belirtilmiştir. Hem Blasko ve ark. (2010); Contero ve ark. (2007) toplam altı saatlik bir çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir. Cobos-Moyano ve ark. (2009) toplam sekiz saatlik uygulama yapmıştır. Dorta ve ark. (2008) da sekiz saatten oluşan bir çalışma yaptığını, çalışmanın aynı zamanda dört saatlik ödev içerdiğini, ayrıca altı ila on iki saat arasında oluşan hızlı düzeltici derslerin uzamsal yetenekleri önemli ölçüde etkileyebileceğini belirtmiştir. Martín-Gutiérrez ve ark. (2010) dört saatlik iki seans ve bir saatlik bir seanstan oluşan 9 saat süren uygulama yapmışlardır. AGT'nin mühendislik eğitiminde teknik çizim dersinde kullanımı konusunda yurt içinde yapılan çok sınırlı sayıdaki çalışmalardan birinde Akkuş (2016), İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde üç hafta süren artırılmış gerçeklik uygulaması yapmış ve araştırma süresini saat olarak belirtmemiştir.

2015-2016 Öğretim yılı yaz döneminde gerçekleştirilen çalışmada, her seans iki saat olmak üzere her hafta 2 seans, 4 haftada toplam 16 saat sınıf içi uygulama yapılmıştır. Ayrıca öğrenciler ev ödevlerini yapmak için uygulamayı sınıf dışında da kullanmışlardır.

3.1.7. Veri Toplama Yöntemleri

Dönemin ilk ve son haftalarında öğrencilere PUGT-D uzamsal görselleştirme becerisi testi uygulanmıştır. Dersi tekrar alan öğrencilerin daha önceki dönemlerde Teknik Resim dersinde almış oldukları puanlar belirlenmiştir. Öğrenciler akıllı telefonlarına yükledikleri AGT uygulamasını, sınıf içinde ve ev ödevlerini yaparken kullanmıştır. Dönem içinde iki ara sınav notu, dönem sonunda ise bir final sınavı notu verilmiştir. Birinci sınav notu, sınıfta yapılan sınavdan alınan not, ikinci sınav notu ise her hafta verilen ev ödevlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Öğrenciler hem birinci sınavda hem de ev ödevlerinde AGT uygulamasını kullanmışlardır. Vize sınav soru örneği Şekil 3.20’de verilmiştir. Bu sorularda izlenici olarak görünüşler kullanılmıştır. Dönem içinde verilen ev ödevleri, bu çalışma kapsamında hazırlanmış olan ekler bölümündeki uygulama kitabında yer almaktadır. Öğrencilerdeki akademik başarı durumundaki gelişmeyi belirlemek amacıyla final sınavında, telefonlarına yüklemiş oldukları AGT uygulamasının kullanılmasına izin verilmemiştir.

3.1.8. Araştırma Modeli

Yaz dönemi Teknik Resim dersinde yapılan uygulamaya, dersi alan toplam 14 öğrenci katılmıştır. Bu öğrenciler, önceki dönemlerde klasik yöntemlerle yapılan Teknik Resim derslerini almış ve başarısız durumda olan öğrencilerdir. Uygulanacak yeni yöntemin klasik yöntemle karşılaştırması bakımından bu öğrencilerin uygulama konusundaki izlenimleri, akademik başarıları ve uzamsal canlandırma becerileri daha somut olarak değerlendirilebilecektir. Bu çalışmada tek grup ilk test-son test araştırma modeli kullanılmıştır.

Literatür araştırmasında Thornton (2014), yaptığı doktora çalışmasında Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesinde (North Carolina State University) mühendislikte çizim dersinde AGT’nin etkilerini araştırmış, 50 kişilik tek grup ön-son test modelini kullanmıştır.

3.1.9. PUGT-D Ön Test-Son Test

PUGT-D ölçüm aracı 30 çoktan seçmeli soru içermekte ve 30 soru aynı formatı takip etmektedir. Testte her sorunun belirli bir zorluk düzeyi bulunmaktadır. Test, doğru yanıtların yüzdesi alınarak puanlanır. Örneğin, 30 sorudan 24'ünü doğru olarak cevaplayan bir öğrencinin başarı puanı yüzde 80 olarak değerlendirilmektedir (Thorten, 2014). Ault ve John (2010) tarafından yapılan araştırmaya göre, PUGT-D 'deki ortalama puan yüzde 75'tir. Ayrıca, Sorby ve Veurink (2010) tarafından yapılan çalışmalarda yüzde 60'ın altında bir puanın başarısız olduğu düşünülmüştür.

Adınız Soyadınız:					
Numaranız:					
PSVT-R (PURDUE UZAMSAL CANLANDIRMA TESTİ) İLK TEST CEVAP KAĞIDI					
Cevap	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Adınız Soyadınız:					
Numaranız:					
PSVT-R (PURDUE UZAMSAL CANLANDIRMA TESTİ) SON TEST CEVAP KAĞIDI					
Cevap	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Şekil 3.18. PUGT-D testinde kullanılan cevap kağıtları (Meada ve ark., 2013)

Öğrencilere, test başlamadan önce PUGT-D testini nasıl cevaplandıracaklarına dair bilgiler verilmiştir. Testte örnek olarak verilen iki soru, 30 sorunun nasıl çözüleceğine dair ipucu vermektedir.

Öğrencilerin analitik işlemlerini kısıtlamak için zaman kısıtlaması getirilmiştir PUGT-D testini cevaplamak için 20 dakikalık bir zaman sınırı konmuştur (Bodner ve

Guay, 1997). 20 dakikalık süreden sonra öğrencilerden kalemlerini bırakmaları istenmiş ve cevap kağıtları ve kitapçıklar toplanmıştır. Şekil 3.18’de ilk ve son test cevap kağıtları gösterilmiştir.

Yaz dönemi ilk hafta uygulanan PUGT-D testine 10’u erkek 4’ü kız 14 öğrenci katılmıştır. Test, öğrencilerin tamamının katılımını sağlamak için 20 dakikalık süreler halinde iki farklı seansta yapılmıştır. Şekil 3.19’da teste katılan öğrenciler görülmektedir. PUGT-D testi 4. hafta son test olarak tekrar uygulanmıştır. Bu iki testten elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



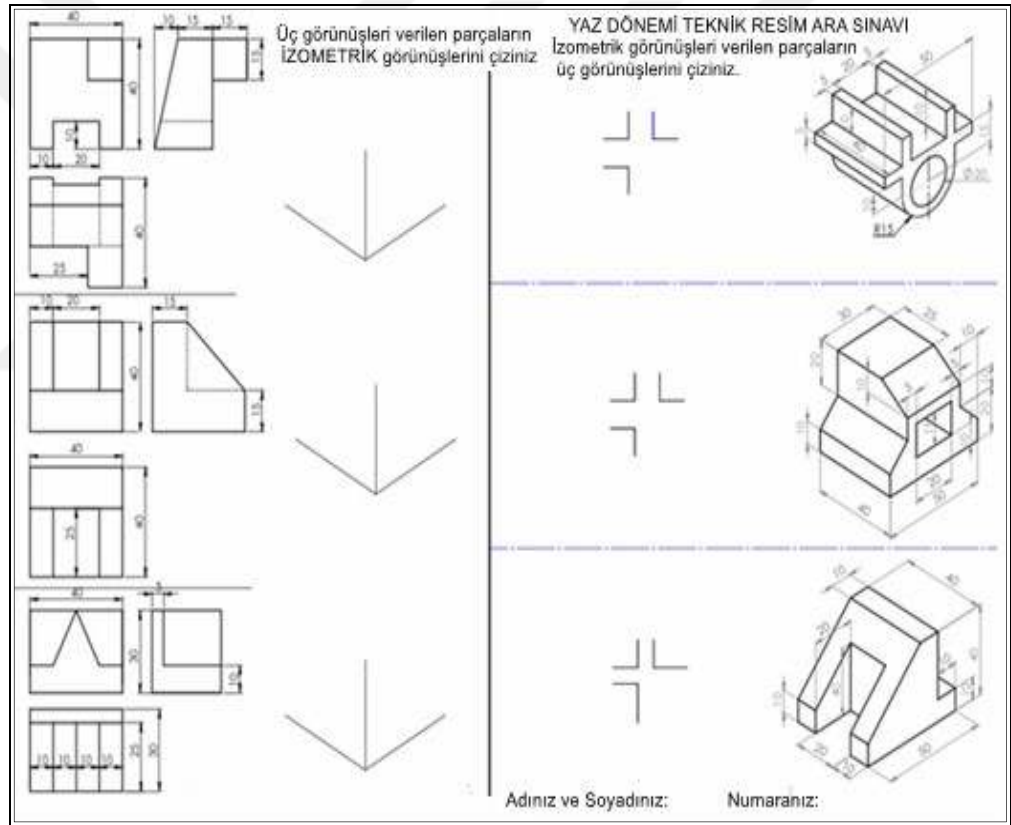
Şekil 3.19. 2015-2016 öğretim yılı yaz dönemi PUGT-D testindeki öğrenciler

3.1.10. Akademik Başarı Puanları

Yaz dönemi Teknik Resim dersini alan tüm öğrenciler, daha önceki dönemlerde bu dersi almış ve başarısız olmuşlardır. Bundan dolayı bu uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisi daha somut biçimde değerlendirilebilecektir. Öğrenci sayılarının Yaz dönemi Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi uygulamasının öğrencilerin akademik başarısına etkisini araştırmak amacıyla öğrencilerin yıl içinde yapılan 1.vize notları, verilen ödevlerin ortalaması, ki bu not 2. vize notu olarak öğrenci otomasyonuna girilmiştir ve final notları istatistiksel olarak

değerlendirilmiştir. Şekil 3.20’de 1. Ara sınavda sorulan sorular gösterilmektedir. Dönem içi verilen ödevler çalışmanın ekler bölümündeki “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Destekli Teknik Resim Uygulama Kitabı”nda gösterilmiştir. Öğrenciler ara sınavlarda Şekil 3.21’de görüldüğü gibi telefonlarına yüklenmiş olan AGT uygulamasını kullanmışlardır.

Öğrenciler dönem içinde verilen ev ödevlerini yaparken ve ara sınavda AGT uygulamasından yararlanmışlar, final sınavında ise telefonlarındaki uygulamayı kullanmalarına izin verilmemiştir.



Şekil 3.20. Yaz dönemi ara sınav soruları



Şekil 3.21. Yaz dönemi ara sınavında AGT uygulamasının kullanımı

Öğrencilerin önceki dönemde ve dönem içinde almış oldukları başarı notları Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. 2015-2016 Yaz dönemi Teknik Resim dersi akademik başarı notları

2015-2016 YAZ DÖNEMİ TEKNİK RESİM DERSİ						
AKADEMİK BAŞARI NOTLARI						
Önceki Dönem Harf Notu	1. Vize	2.Vize	Final	Başarı Notu	Harf Notu	
1	FZ	83	90	84	85	BA
2	FF	35	65	46	47.6	FF
3	FF	54	75	55	58.8	DC
4	FF	52	85	72	70.6	CB
5	FZ	50	90	61	64.6	CC
6	FF	74	90	70	74.8	BB
7	FF	50	90	72	71.2	CB
8	FF	60	45	69	62.4	DC
9	FF	77	90	78	80.2	BB
10	DD	55	70	66	64.6	CC
11	FZ	45	66	57	56.4	DD
12	DD	75	82	89	84.8	BA
13	FF	45	60	48	49.8	FD
14	FF	48	65	56	56.2	DD

3.1.11. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı Konusunda Anket Uygulaması

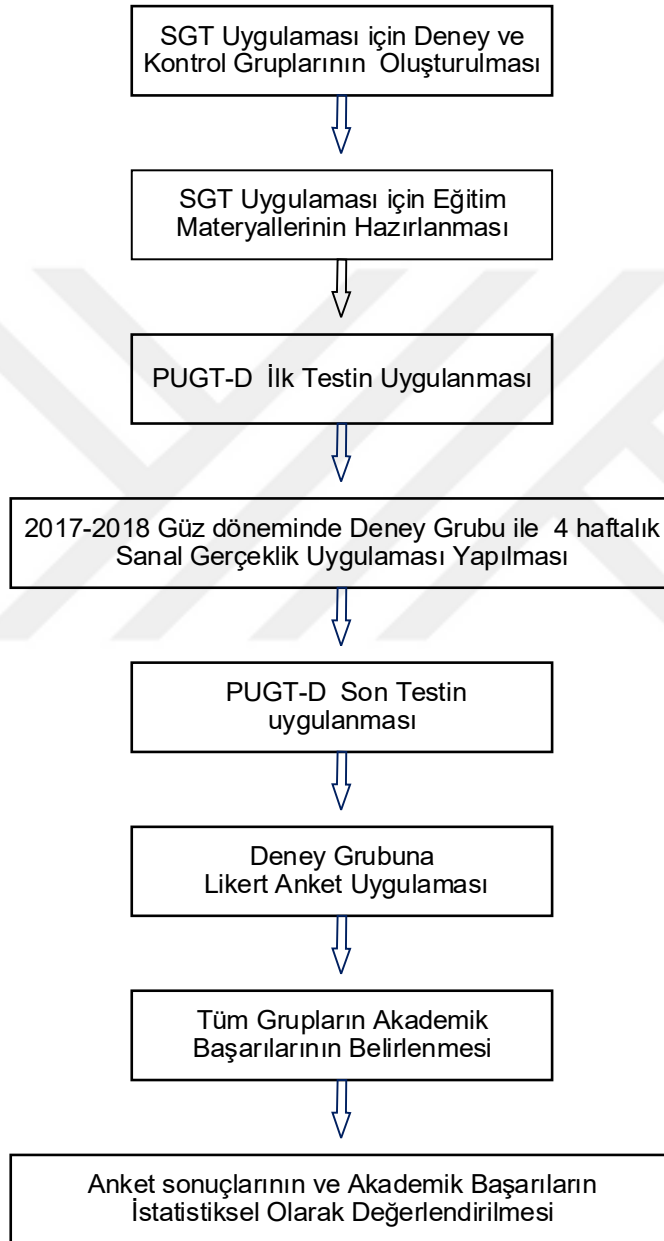
2015-2016 Yaz dönemi sonunda öğrencilerin Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanımı konusunda görüş, izlenim ve önerilerini belirlemek amacıyla yapılan anket çalışmasında öğrencilere Çizelge 3.2’de gösterilen sorular sorulmuştur.

Çizelge 3.2. AGT uygulamasıyla ilgili anket soruları

1-Teknik Resim dersini kaçınıcı defa alıyorsunuz?
2-Teknik Resim dersinden normal dönemdeki harf notunuz nedir?
3. Teknik Resim dersinde önceki dönem veya dönemlerdeki başarısızlığınızın nedeni veya nedenleri nelerdir?
4. Teknik Resim dersinde anlamakta zorlandığınız konu ve konular nelerdir?
5. Teknik Resim dersinde başarılı olmanın bir yetenek olmadığı, eğitim ve çalışma ile geliştirilebilecek bir beceri olduğu fikrine katılıyor musunuz?
6. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin taşınabilir cihazlarda uygulanmasını sağlayan Augment yazılımını Teknik Resim ödevlerinizi yaparken hangi sıklıkta kullandınız?
7. Uygulanan Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi Teknik Resim dersinde konuları öğrenmenizi olumlu etkiledi mi?
8. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi derse ilginizi arttırdı mı?
9. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin modellerdeki derinlikleri algılamada katkısı nasıl oldu?
10. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi üç görünüşü verilen parçaların perspektif görünüşlerini anlamada faydalı oldu mu?
11. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi parçaların kesit görünüşlerini anlamada faydalı oldu mu?
12. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin gelecek yıllarda da Teknik Resim dersinde kullanılmasını ister misiniz?
13. Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi konusundaki deneyimlerinizle ilgili düşünceleriniz:

3.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Hazırlanan Materyal ve Uygulanan Yöntem

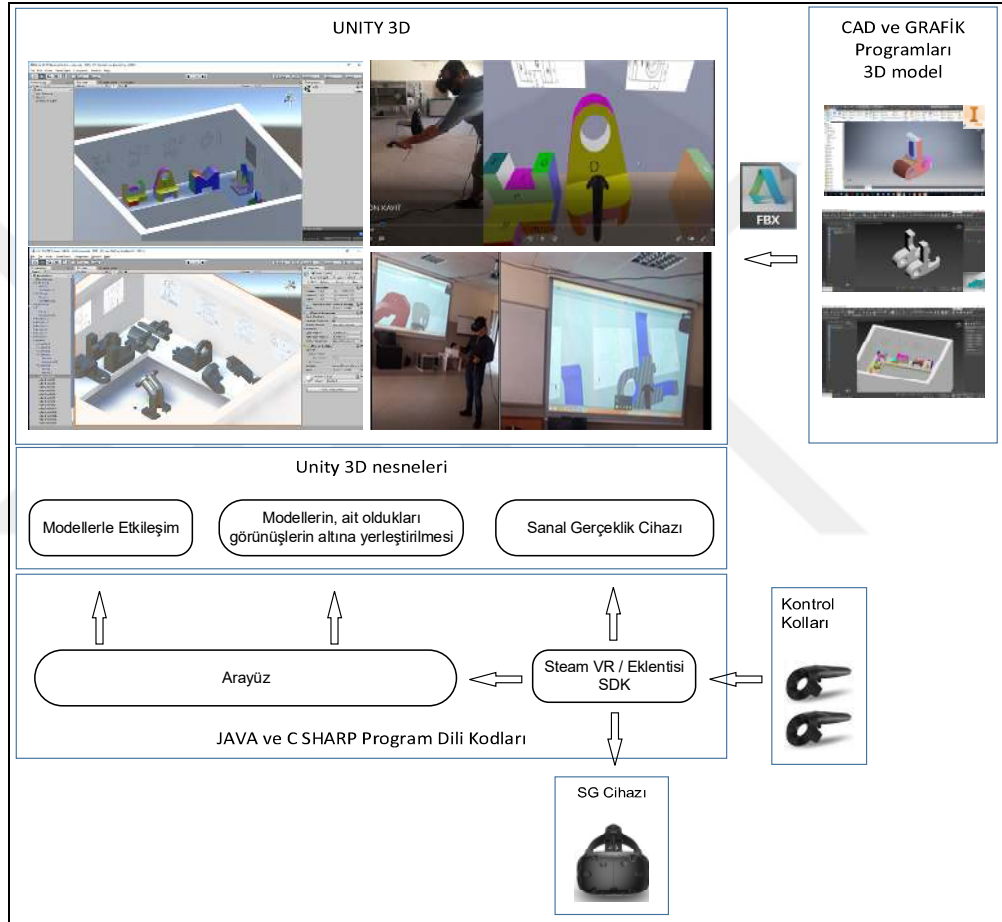
3.2.1. Çalışmanın Akış Planı



Şekil 3.22. SGT kullanarak yapılan çalışmanın akış planı

3.2.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyallerin Hazırlanması

Dijital oyunların hazırlanmasında kullanılan platformlara oyun motoru denmektedir. Unity 3D en çok kullanılan oyun motorlarından biridir. CAD ve grafik programlarında hazırlanmış olan modeller genellikle FBX dosya formatında Unity 3D oyun motoruna aktarılır.



Şekil 3.23. Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanarak materyal hazırlamanın işlem adımları

Bu format türünde kaydedilen dosyalar, dosyanın hazırlandığı ortamlarda modellere atanmış olan ışık, yüzey dokusu, animasyon vs. gibi tüm özelliklerin başka ortamlara taşınmasına imkân vermektedir. Unity 3D oyun motorunun sahne olarak isimlendirilen bölümüne yerleştirilen bu modeller ve modellerin bulunacağı ortamlara

gerçek hayatta sahip olmaları istenen fiziksel özellikler atanır. Hız, ivme, yerçekimi, esneklik, çarpışma, düşme, aydınlık, yağmur, sis, vs. gibi gerçekte sahip olması gereken fiziksel özellikler kazandırılır. Modellerin birbirleriyle ve çevreyle iletişim kurması sağlanır, Kullanıcıların modeller ile iletişim kurmaları ve ortamı kontrol etmeleri C Sharp, Java ve Boo programlama dilleri ile hazırlanmış kodlar ile sağlanmaktadır. Unity 3D oyun motorunda çok çeşitli ortamlar için uygulamalar (asset) hazırlanabilmektedir. Bunlar arasında Android ve IOS işletim sistemlerinin kullanıldığı akıllı telefonlar, tabletler, oyun konsolları, Google cardboard, Oculus Rift, HTC Vive sanal gerçeklik cihazları, Windows, Mac, Web, ...vs ortamlardır.

Şekil 3.23'te görüldüğü gibi eğitim lisansı ile kullanılan Autodesk Inventor programında hazırlanmış olan 3 boyutlu modellere, eğitim lisansı ile kullanılan Autodesk 3ds Max grafik programında yüzey dokusu atandıktan sonra FBX formatında kaydedilmiş ve kişisel kullanımı ücretsiz olan Unity 3D oyun motoruna aktarılmıştır. Oyun motoru sahnesine oda modeli ve 20 adet parça modeli yerleştirilmiştir. Bu modeller sanal odadaki tezgâhın üzerine karışık şekilde konumlandırılmıştır, odanın duvarlarına modellerin iki boyutlu izdüşüm görüntüleri yerleştirilmiştir. Sahneye sanal gerçeklik cihazının elemanları (kamera, platform ve kontroller) eklenmiştir. HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğünün Unity 3D eklentisi olan Steam SG SDK ortama aktarılmıştır. Kullanıcının ortamdaki nesnelere iletişimini sağlamak için Şekil 3.24'te görüldüğü gibi C Sharp ve Java dillerinde hazırlanmış kodlar nesnelere atanmıştır. Bu kodların detayları çalışmanın Ekler bölümünde verilmiştir .

Hazırlanan uygulama, bilgisayara bağlanan HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğünde test edilmiş ve exe dosyası olarak kaydedilmiştir. Hazırlanan dosya, grafik özellikleri yüksek ekran kartına ve donanım özelliklerine sahip bilgisayara yüklenmiştir.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class ViveControllerInputTest : MonoBehaviour {
    private SteamVR_TrackedObject trackedObj;
    private SteamVR_Controller.Device Controller
    {
        get { return SteamVR_Controller.Input((int)trackedObj.index); }
    }
    void Awake()
    {
        trackedObj = GetComponent<SteamVR_TrackedObject>();
    }
}
```

Şekil 3.24. Nesnelere etkileşim için C Sharp ve Java dillerinde hazırlanmış bazı kodlar

3.2.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyal Hazırlamak için Kullanılan Donanım

3.2.3.1. HTC Vive Sanal Gerçeklik Gözlüğü ve Kontrol Kolları

Dünyada ilk olarak 2015 Mobil Dünya Kongresi'nde tanıtılmış ve 5 Nisan 2016 tarihinde satışa sunulan sanal gerçeklik gözlüğüdür. HTC ve Valve şirketleri tarafından geliştirilen sanal gerçeklik gözlüğün en büyük özelliği vücut hareketlerini takip ederek sanal ortama aktarmasıdır. 5 metrelik köşegen uzunluğuna sahip bir sanal alan oluşturup bu alan içerisinde serbestçe hareket edilebilmekte, köşegenin iki ucuna yerleştirilen hareket izleme baz istasyonları vasıtasıyla kullanıcının hareketleri izlenebilmektedir.



Şekil 3.25. Sanal gerçeklik gözlüğü, kontrol kolları ve baz istasyonları

Çözünürlüğü her bir göz için 1080×1200 olan toplam 2160×1200 çözünürlükteki ön yüz kamerası, 1adet HDMI 1.4 veya DisplayPort 1.2 ve 1 adet USB 2.0 bağlantılara sahiptir. 550 gr ağırlığındadır.

Baz istasyonları ve algılanan sensörler vasıtasıyla oda ölçeğinde kullanmak üzere tasarlanmıştır. Bu gözlük kullanıcıya, sanal dünya ile doğal olarak gitmek, çevresinde dolaşma yeteneği, canlı nesnelere hareket ettirmek için hareket; el kontrolörleri kullanarak sanal nesnelere ile, hassas etkileşim ve iletişim için izin verir. Uygulama sırasında kullanıcının yapmış olduğu, eğilme, çömelme, yürüme vb hareketler sanal ortama da aynı anda yansımaktadır. HTC Vive bu takibi oda köşelerine yerleştirilen baz istasyonları ile gerçekleştirmektedir. HTC Vive satın alındığında kutu içeriğinde Şekil 3.26'da görüldüğü gibi baz istasyonları, gözlük ve iki adet kontrol kolu bulunmaktadır. Gözlük üzerinde ve yanlarında bulunan yapışkan cırtlı bantlar ile kafayı üstten ve yandan sarmaktadır. Çalışmada kullanılan gözlük piyasada bulunan sanal gerçeklik gözlükleri ile karşılaştırıldığı zaman, ağırlık olarak Oculus Rift ve Playstation SG'dan ağırdır. Ancak gözlüğe adapte olunduğunda bu ağırlık hissedilmemektedir. Google Cardboard ve Samsung Gear SG 'dan çok daha üstün, Playstation SG'dan az üstün ve Oculus Rift'e göre en önemli avantajı 15 m² lik bir alanda hareket imkânı sağlamasıdır.



Şekil 3.26. HTC-Vive Sanal gerçeklik gözlüğünü meydana getiren parçalar.

3.2.3.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Eğitim Materyali Hazırlamak İçin Kullanılan Bilgisayarın Özellikleri

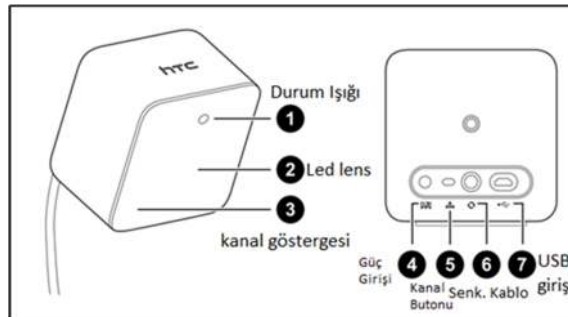
HTC Vive gözlüğünün kullanılabilmesi için bilgisayarın en az Çizelge 3.3'te verilen özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Çizelge 3.3. HTC Vive gözlüğü için bilgisayar özellikleri

Donanım Elemanı	Özellikleri
Ekran Kartı	Minimum: NVIDIA GeForce GTX 970 – GTX1050M (Dizüstü bilgisayarlar için) / AMD Radeon R9 290 veya üstü
İşlemci	Minimum Intel i5-4590 / AMD FX 8350 yada daha üst modeller
RAM	4GB ve üzeri
Video Çıkışı	HDMI 1.4
USB Çıkışı	1 adet USB 2.0 ya da USB 3.0
İşletim Sistemi	Windows 7 SP1 ya da daha üst bir Windows Sürümü

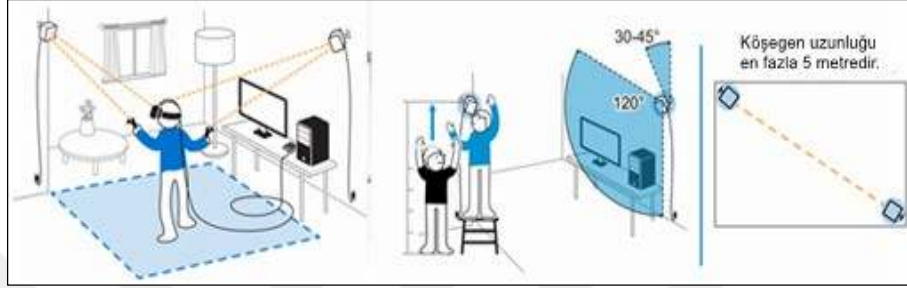
3.2.3.3. Sanal Gerçeklik Uygulama Ortamının Hazırlanması

HTC Vive'ı kullanmak için öncelikle gözlüğün kullanılacağı odanın köşelerine baz istasyonları yerleştirmek gerekir. Gözlük bilgisayara bağladıktan sonra oldukça kolay bir kurulum ile gerekli yazılımlar kurulmaktadır.



Şekil 3.27. Baz istasyonları

HTC Vive sanal gözlüğü, kontrol kolları bilgisayara bağlandıktan sonra, köşegen uzunluğu 5 metre olan bir alanın iki çapraz köşesine, kontrol kollarını ve sanal gözlüğü algılayan iki adet baz istasyonu boş bir alana yerleştirilmiştir. Baz istasyonları, Şekil 3.28’de görüldüğü gibi yerden kolların rahatça hareket edebileceği bir yüksekliğe yatayla 120° açı ile yerleştirilir .



Şekil. 3.28. Kullanıcının hareket alanı ve baz istasyonlarının konumu.

Baz istasyonları enerji için güç kablosu kullanmakta ancak ortamdaki HTC Vive gözlüğü ve kontrol kollarını algılayıp veri transferini kablosuz olarak gerçekleştirmektedir. Htc Vive baz istasyonları yaklaşık 15 m^2 lik bir alan içerisinde hareket eden kullanıcının hareketlerini algılayabilmektedir. Tanımlanan hareket alanında dolaşırken, HTC Vive gözlüğünün ve kontrol kollarının baz istasyonlarının görüş alanı dışına çıkmamasına ve başlık kablolarına dikkat edilmesi gerektiği öğrencilere hatırlatılmıştır.

Gözlüğü kullanırken hareket edilmesi durumunda, kendini sanal ortamda hisseden kullanıcı ortamdaki nesnelere veya duvara çarpabilmektedir. Bunun önlenmesi için HTC Vive Chaperone Mode adı verilen bir özellik ile hareket alanı belirlenmektedir.

HTC Vive gözlüğü ile kullanılan baz istasyonlarının, boş bir alanın iki köşesine yerleştirilmesi gerekmektedir. Şekil 3.29’da kullanıcı hareket alanının dışına doğru hareket ettiğinde bir alanı çevreleyen bir sınır bandı ortaya çıkar ve kullanıcının ortamdaki duvara çarpması engellenmiş olur.



Şekil 3.29. Htc Vive Chaperone Mode

3.2.4. Deney ve Kontrol Grupları

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersini alan öğrencilerden tarafsız atama yöntemiyle deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney grubu, 3 kız ve 33 erkek öğrenciden; kontrol grubu ise 4 kız ve 30 erkek olmak üzere toplam 34 öğrenciden oluşmuştur.

SGT kullanarak hazırlanan materyallerin Teknik Resim dersinde kullanımı ve etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada öğrenciler, Çizelge 3.4'te gösterildiği gibi deney(f=36) ve kontrol (f=34) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Çizelge 3.4. Deney ve kontrol öğrenci gruplarının dağılımı

	Kız Öğrenci	Erkek Öğrenci	Toplam
Deney Grubu	3	33	36
Kontrol Grubu	6	28	34
Toplam	9	61	70

3.2.5. Sanal Gerçeklik Materyallerinin Kullanılması

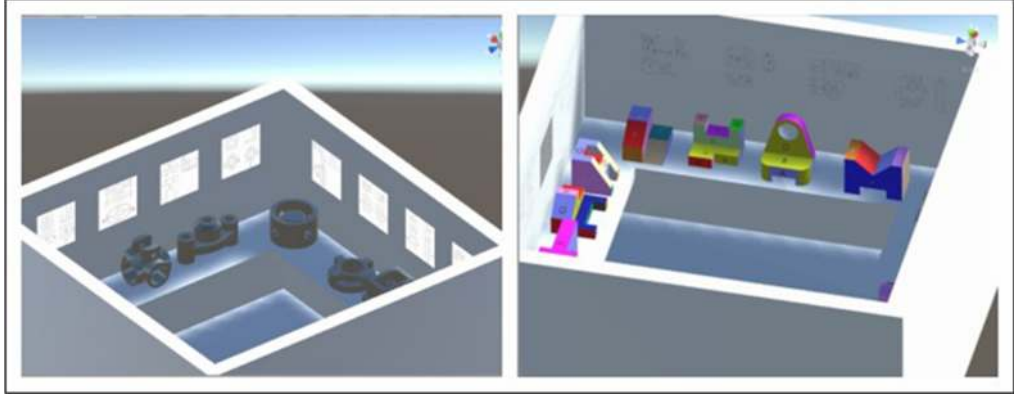
Deney grubuna Teknik Resim dersinde perspektif görünüşten izdüşüm görünüşleri oluşturma, izdüşüm görünüşlerden perspektif oluşturma ve kesit oluşturma

konularının ele alındığı haftalarda haftada ikişer saat olmak üzere uygulama yaptırılmıştır. Kontrol grubu bu uygulamaya katılmamıştır.

Öğrenciler serbestçe hareket edebilecekleri bir sınıfta toplanmış ve HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğünü ve kontrol kollarını sırayla kullanmışlardır. Bir öğrenci kullanırken diğer öğrencilere, sandalyede bilgisayardan projektörle perdeye yansıtılan öğrencinin sanal ortamdaki hareketlerini izlettirilmiştir. Modeller sanal ortamdaki tezgâhın üstüne rastgele yerleştirilmiştir. Öğrencilerden kontrol kollarını kullanarak modelleri kavramaları, ortam içinde dolaşarak duvarlarda modele ait izdüşüm görüntülerini bulmaları ve modeli görünüşün altındaki tezgahın üzerine yerleştirmeleri istenmiştir. Bir öğrenci tüm modelleri ait oldukları görünüşlerin altına yerleştirdikten sonra HTC Vive gözlük ve kontrol kolları bir sonraki arkadaşı tarafından kullanılmıştır. Bu esnada bilgisayardaki uygulama yeniden başlatılmış modellerin başlangıçtaki dağınık hallerine dönmeleri sağlanmıştır. Şekil 3.31’de uygulama esnasında modelleri kavrayan öğrenci ve hareketlerini perdede izleyen öğrenciler görülmektedir. Şekil 3.32’de görüldüğü gibi içerisinde üç boyutlu modellerin ve duvarlarında bu modellere ait üç görünüş ve kesit görünüşlerin bulunduğu dijital ortamda iki adet sanal sınıf oluşturulmuştur. Model yüzeyleri renklendirilmiş ve harflendirilmiştir.

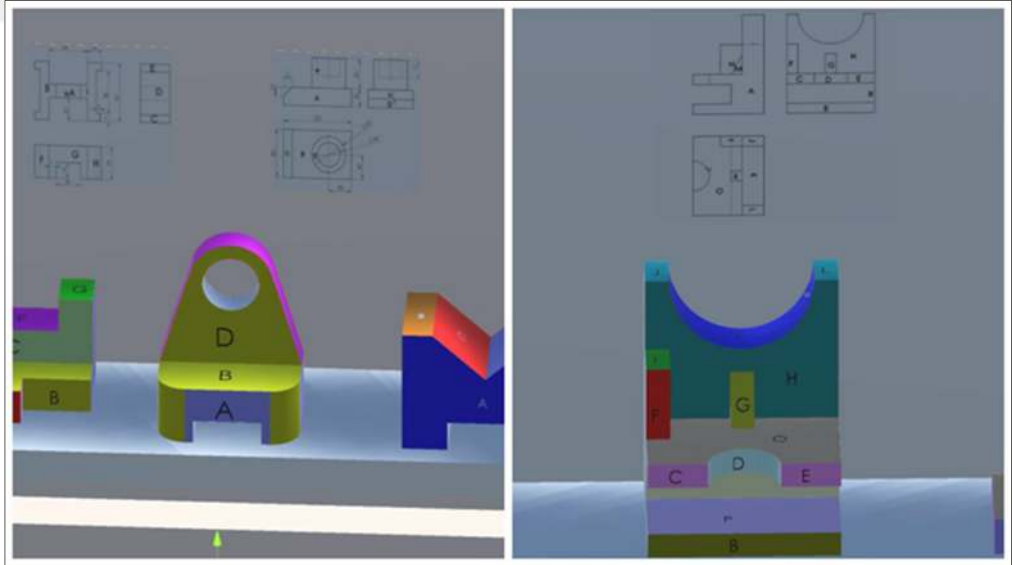


Şekil 3.31. Teknik Resim dersinde yapılan modeli kavrayan öğrenci ve izleyen öğrenciler



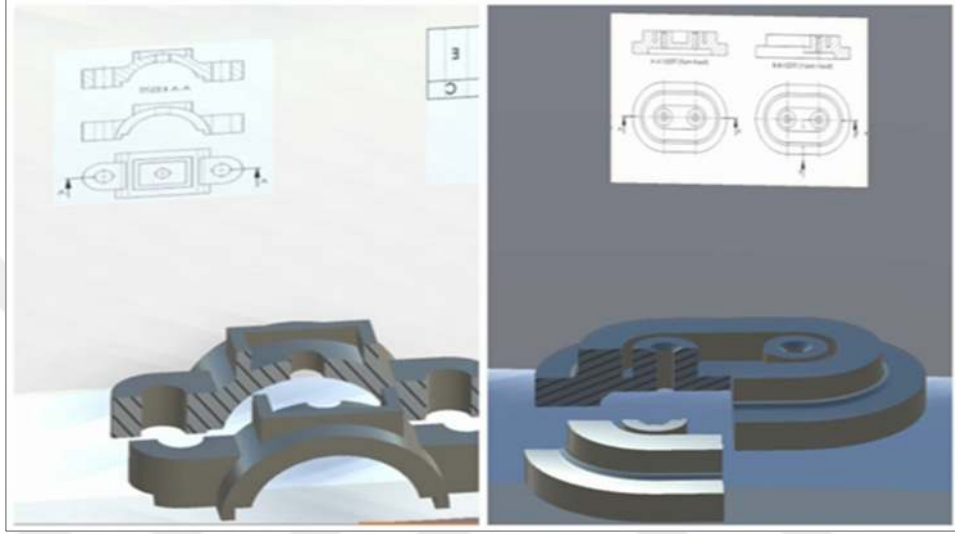
Şekil 3.32. İçerisinde modeller ve duvarlarda görünüşler bulunan iki adet sanal sınıf

Öğrenciler sınıf içindeki boş alanda hareket ederken kendilerini içerisinde modeller ve duvarlarında bu modellere ait görünüşler bulunan ortam içinde hissetmektedir. Kontrol kolları ile kavradığı modellere fiziksel özellikler atandığı için bunlar gerçekmiş gibi algılanacaktır. Öğrenciler bunları döndürerek tüm yönlerden görünüşlerini ve yüzeyler arasındaki derinlikleri kavrayacak ve bu yüzeyler ile Şekil 3.33'te gösterildiği gibi duvardaki izdüşümleri arasında iletişim kurabilecektir.



Şekil 3.33. Sanal odadaki tezgah üzerindeki modeller ve izdüşüm görüntüleri

İkinci uygulamada ise; öğrencilerden sanal odadaki tezgah üzerinde bulunan tam ve yarım kesitlerine ayrılabilen modelleri kavramaları, tam ve yarım kesitlerine ayırmaları, bu kesit parçalarını Şekil 3.34'te gösterildiği gibi sanal odanın duvarlarındaki kesit görünüş çizimlerinden hangisine ait ise onun altına yerleştirmeleri istenmiştir.



Şekil 3.34. Sanal sınıftaki kesit modeller ve ait olduğu görünüşler

Uygulamalar esnasında sırasını bekleyen öğrenciler, Şekil 3.35'te görüldüğü gibi HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğü ve kontrol kolları kullanan arkadaşlarının yaptıklarını perdede izleyerek, model ve görünüşleri arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışmakta ve uygun eşleştirme konusunda fikir sahibi olabilmektedir. Ancak modelde yüzeyler arasındaki derinliklerin kavranabilmesi ve izdüşümleri ile ilişki kurulabilmesi için öğrencilerin HTC Vive gözlük ve kontrol kollarını kullanarak nesneyi kavraması gerekmektedir.



Şekil 3.35. Sanal kesit odasında uygulama yapan öğrenci ve uygulamayı izleyen öğrenciler.

3.2.6. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Araştırmanın Modeli

Tez çalışmasının bu bölümünde nicel ve nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Nicel araştırma yönteminde, “ön test -son test kontrol gruplu model” kullanılmıştır (Karasar, 2004). Değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirlemeyi amaçlayan desenlere deneysel desen denir (Büyüköztürk, 2001). Deney ve kontrol gruplu desenlere “yarı deneysel desen” denmektedir. Yarı deneysel desenli araştırmalarda örneklem grubunun seçimi rastgele yapılmaktadır (Creswell, 1994). Yarı deneysel testlerde deney ve kontrol grupların aynı seviyede olduklarını belirlemek amacıyla ön test uygulanmalıdır (Ross ve ark., 2005). Bir nicel araştırmada bir hipotezi test etmek amacıyla kullanılan sontest, yapılan uygulama sonunda, deney ve kontrol gruplarının puan ortalamaları arasındaki farkı belirtir (Fraenkel ve Wallen, 2003).

3.2.7. Araştırma Gruplarının Evreni ve Örneklemi

3.2.7.1. Evren

Araştırmanın çalışma evrenini Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde. 2017- 2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersini alan öğrenciler oluşturmuştur.

3.2.7.2. Örneklem

Örneklem olarak 2017- 2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersini alan öğrencilerden, sanal gerçeklik teknolojisi uygulamasına katılacak olanlardan 36 kişilik deney grubu, katılmayacak olanlardan 34 kişilik kontrol grubu oluşturulmuştur. Yalnız deney grubunu oluşturan öğrenciler dört hafta süren Sanal Gerçeklik Teknolojisi uygulamasına katılmışlardır. Kontrol grubu öğrencilerine Sanal Gerçeklik Teknolojisi uygulaması yaptırılmamıştır.

3.2.8. Değişkenler

3.2.8.1. Bağımlı Değişken

Bu araştırmanın bağımlı değişkenleri aşağıda verilmiştir:

➤ Öğrencilerin Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımının Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT-D) ile ölçülebilen uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi,

➤ Öğrencilerin Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımının, dönem içindeki sınav ve ödev puanları ile ölçülebilen akademik başarılarına etkisi,

➤ Öğrencilerin Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımı ile ilgili tutum anketi ile ölçülen öğrenci tutum anketi,

3.2.8.2. Bağımsız Değişken

➤ Teknik Resim dersinde sadece deney grubuna Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanarak yapılan uygulamalar bağımsız değişkenleri oluşturmuştur.

3.2.9. Deney ve Kontrol Grupları ile Yapılan Çalışmalar

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersinde oluşturulan deney ve kontrol gruplarından sadece deney grubu, SGT kullanarak hazırlanmış ders materyallerini haftada iki saat olmak üzere 4 hafta kullanmış, kontrol grubu ise kullanmamıştır. Hem deney grubuna, hem de kontrol grubuna uzamsal görselleştirme becerilerindeki gelişmeyi belirlemek amacıyla PUGT-D, dönem başında ve sonunda uygulanmıştır. Her iki grubun da dönem içindeki ara sınavlardan ve dönem sonundaki final sınavından elde ettikleri puanlar hesaplanarak akademik başarıları belirlenmiştir. Bu çalışmalar Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. 2017-2018 güz dönemi Teknik Resim dersinde yapılan SGT uygulamaları.

Yapılan Uygulamalar	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT-D)	Ön test - Son Test	Ön test - Son Test
Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımı	Haftada iki saatten 4 hafta uygulanmıştır.	-
Akademik Başarı Puanlarının Belirlenmesi	Dönem içi sınavlar, dönem sonu sınavı ve başarı notunun hesaplanması	Dönem içi sınavlar, dönem sonu sınavı ve başarı notunun hesaplanması
Öğrencilerin Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımına karşı Tutum Anketi	Dönem sonunda yapılmıştır.	-

3.2.9.1. Deney ve Kontrol Grup Testlerinin Karşılaştırılması

2017-2018 öğretim yılı güz dönemi yapılan Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanımı çalışmasına katılan deney ve kontrol grupları ile yapılan çalışmalar Çizelge 3.6’da gösterilmiştir.

Bu çalışmada deney ve kontrol gruplarına PUGT-D ön – son test olarak dönem başında ve sonunda uygulanmıştır. Bu testin verilerinin değerlendirilmesinde deney ve kontrol grupları eşleştirilmiştir.

Çizelge 3.6. Grupların karşılaştırılması

Gruplar ile yapılan çalışma	Karşılaştırma
Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT-D)	Deney Grubu Ön Test- Deney Grubu Son Test
	Kontrol Grubu Ön test – Kontrol Grubu Son Test
	Deney Grubu Ön Test- Kontrol Grubu Ön Test
	Deney Grubu Son Test- Kontrol Grubu Son Test
Akademik Başarı Puanlarının Belirlenmesi	Deney Grubu 1.ara sınavı- Kontrol Grubu 1. Ara sınavı
	Kontrol Grubu Ön test – Kontrol Grubu Son Test
	Deney Grubu Ön Test - Kontrol Grubu Ön Test
	Deney Grubu Son Test - Kontrol Grubu Son Test
Öğrencilerin Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanımına Karşı Tutum Anketi	Deney Grubu Son Anket

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin akademik başarılarını karşılaştırmak için, deney grubunun 1. sınav, 2.sınav, final sınavı ve başarı puanları kontrol grubunun sınavları ve başarı puanlarıyla eşleştirilmiştir. Son olarak öğrencilerin sanal gerçeklik teknolojisinin Teknik Resim dersinde kullanımına karşı tutumlarını belirlemek amacıyla 5’li likert tip sanal gerçeklik tutum ölçeği anketi geliştirilmiş ve dönem sonunda sadece deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır.

3.2.10. Veri Toplama Teknikleri

3.2.10.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Çalışmada (PUGT-D) Testi

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde deney ve kontrol gruplarına bir dönem başında diğer ise dönem sonunda olmak üzere PUGT-D ön ve son testleri uygulanmıştır. Anket, güz döneminde Teknik Resim dersini alan deney (f=36) ve kontrol (f=34) grubundaki öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerden bazıları yatay

geçiş, geç kayıt ve sağlık gibi nedenlerden dolayı ilk veya son teste katılamamışlardır. Şekil 3.36'da dönem başında yapılan PUGT-D testine katılan öğrenciler görülmektedir.



Şekil 3.36. Dönem başında yapılan PUGT-D testine katılan öğrenciler

3.2.10.2. Akademik Başarı Puanları

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersini alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin dönem içindeki sınav notları, verilen ödevlerin ortalaması ve yıl sonu puanları hesaplanarak öğrencilerin akademik başarı puanları belirlenmiştir.

3.2.10.3. Teknik Çizim Derslerinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarını Destekleme Tutum Ölçeği (TEÇİSGUD)

Bu tez çalışması kapsamında öğrencilerin teknik çizim eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarını tercih etme derecelerini değerlendirmek üzerine 6 maddeden oluşan 5-li Likert tipi ölçek, "Teknik Çizim Derslerinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarını Destekleme Tutum Ölçeği" anketi (TEÇİSGUD) geliştirilmiş ve sadece deney grubundaki öğrencilere uygulanmıştır.

Bir derse veya konuya karşı olumlu tutum, karşılık verme isteği gösterme, karşılık vermekten tatmin olma, olumlu bir yönü, bir değeri olduğunu kabullenme ve bir değer olarak kabulüne taraftar olma şeklindeki davranışları içerir (Özçelik, 1992).

Çalışmada birden fazla teknik sentezlenerek kullanılmıştır. Çalışmanın temeli bir tasarım kuramı olan ve öğretimsel uygulamaları tasarlamak ve iyileştirmek için temel noktaları ortaya koymayı amaçlayan aynı zamanda var olan öğretim tasarım kuramlarının geliştirilmesinde de kullanılabilen biçimlendirici araştırma tekniğine dayanmaktadır (Reigeluth, 1999). Çalışmayla oluşturulan ölçek, teknik çizim dersinde sanal gerçeklik uygulamalarıyla hangi iyileştirmelerin yapılabileceğini ortaya koymaya yönelik neyin ne derece işe yaradığı yönünde biçimlendirici araştırma tekniğine dayalı soruları da içermektedir. Ölçek geliştirme anlamında geçerlik analizi keşfedici faktör analizi ile ortaya konmuştur. İlk olarak örneklem uygunluğu Kaiser-Meyer Olkin (KMO) ve Barlett testi ile incelenmiştir. KMO katsayısı 0,70 in üzerinde değer veren veri kümeleri faktörleşme için uygun bulunmaktadır (Pett ve ark., 2003). Barlett testi sonunda elde edilen değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu durumda verilerin faktör analizi için uygun olduğu kabul edilir (Munro, 2005). Geliştirilen ölçeğin güvenirlik analizleri Cronbach's Alpha ile ölçülmüştür. Geçerlilik ve güvenirlik analizlerinden sonra öğrencilerin teknik çizim dersinde SGT uygulamalarına karşı olumlu tutumları ilişkisel tarama modeli ile (Karasar, 2015) araştırılmıştır.

Çalışmada 2017-2018 güz döneminde Teknik Resim dersini alan Makine Mühendisliği öğrencilerinden rastgele seçilen 28 öğrenci yer almıştır. Bu öğrencilerin SG teknolojilerine olan farkındalık (SG Ön Bilgi Seviyesi, HTC Vive SG gözlük kullanımı, diğer SG gözlük kullanımı) ile SGT'nin Teknik Çizim derslerinde kullanım desteğine olan tutumda en fazla etkili ve en az etkili maddelere olan derecelendirmeler arasındaki ilişkiler Ki-Kare testi ile incelenmiştir. Gerçekleştirilen Ki-Kare testlerinde ilişkileri ifade eden çapraz çizelgelerde her bir gözdeki beklenen değer 5 'ten büyükse Pearson ki-kare testi; herhangi bir gruptaki beklenen değer 5'ten küçükse Fisher kesin Ki-Kare testi kullanılmıştır (Boyacıoğlu ve Güneri, 2006). Öğrencilerin teknik çizim derslerinde sanal gerçeklik uygulamalarını destekleme tutumlarına onların SGT konusundaki farkındalıklarının etkisini araştırmak için normallik testi yapılmıştır. 50'den az gruplar için Shapiro-Wilk normallik analizi sonuçları dikkate alınmıştır.

SG ön bilgi seviyesine göre tutum puanı normal dağılım gösterdiğinden bunun etkisi tek yönlü varyans analizi, ANOVA, ile incelenirken HTC Vive SG gözlük kullanımına ve diğer SG gözlük kullanımına göre tutum puanlarının normal dağılıma sahip olmadığı görüldüğünden bunların etkisini araştırmak üzere sırasıyla Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

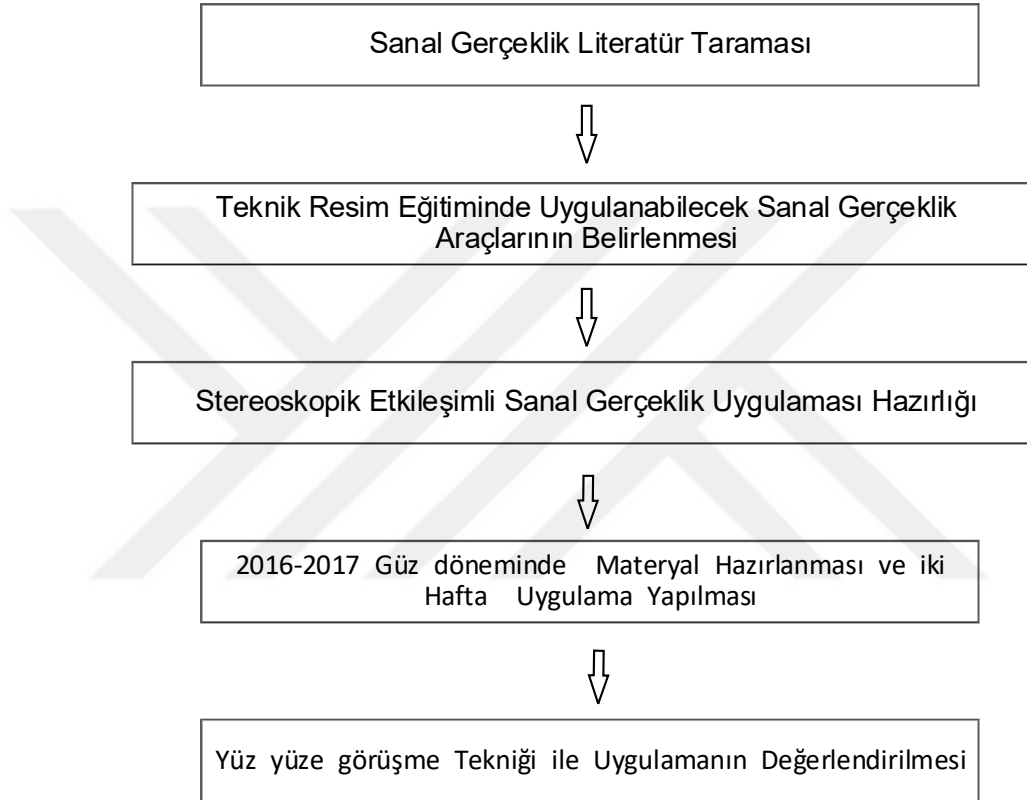
Yapılan bütün testlerde anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS v22.0 ile yapılmıştır.

Tez çalışmasının bu bölümünde, Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanarak teknik çizim eğitim materyallerinin hazırlanması, 2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılması, PUGT-D testinin ön ve son test olarak uygulanması, öğrencilerin dönem içinde yapılan ara sınav, ödevler ve final sınavından almış oldukları puanlara göre akademik başarılarının belirlenmesi ve SGT kullanarak oluşturulan sanal sınıflarda yapılan uygulamalar hakkındaki görüşlerini belirten anket uygulanmıştır. Tüm yapılan işlemlerden elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Sanal Gerçeklik Teknolojisi yardımıyla iki adet sanal sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıflardan birinde Teknik Resim kitabında yer alan parçaların dijital modelleri, diğerinde ise kesit modelleri yerleştirilmiştir. Sanal sınıf duvarlarına ise modellerin kesit ve izdüşüm görünüşleri yerleştirilmiştir. Öğrenciler, sanal gerçeklik gözlüğü ve kontroller yardımıyla modellerle etkileşim kurmakta ve modelleri kavrayarak ait oldukları görünüş önüne yerleştirmektedir. Bu şekilde parçaların düzlemsel görünüşlerinde algılayamadığı derinlikleri ve boşlukları elleriyle kavramış oldukları sanal modeller vasıtasıyla tam anlamıyla algılayabilmişlerdir. Hazırlanan bu materyaller 2017-2018 güz döneminde Teknik Resim dersinde kullanılmıştır. Bu yarıyıl öğrenci mevcudiyetinin fazla olmasından dolayı deney ($f=36$) ve kontrol grubu ($f=34$) oluşturulmuştur. Uygulamaya sadece deney grubu öğrencileri katılmış ve uygulama 4 hafta sürmüştür.

3.3. Stereoskopik Etkileşimli Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Materyal Hazırlama

Stereoskopik etkileşimli sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak materyal hazırlama çalışmalarına ait akış şeması Şekil 3.37.'de gösterilmiştir.



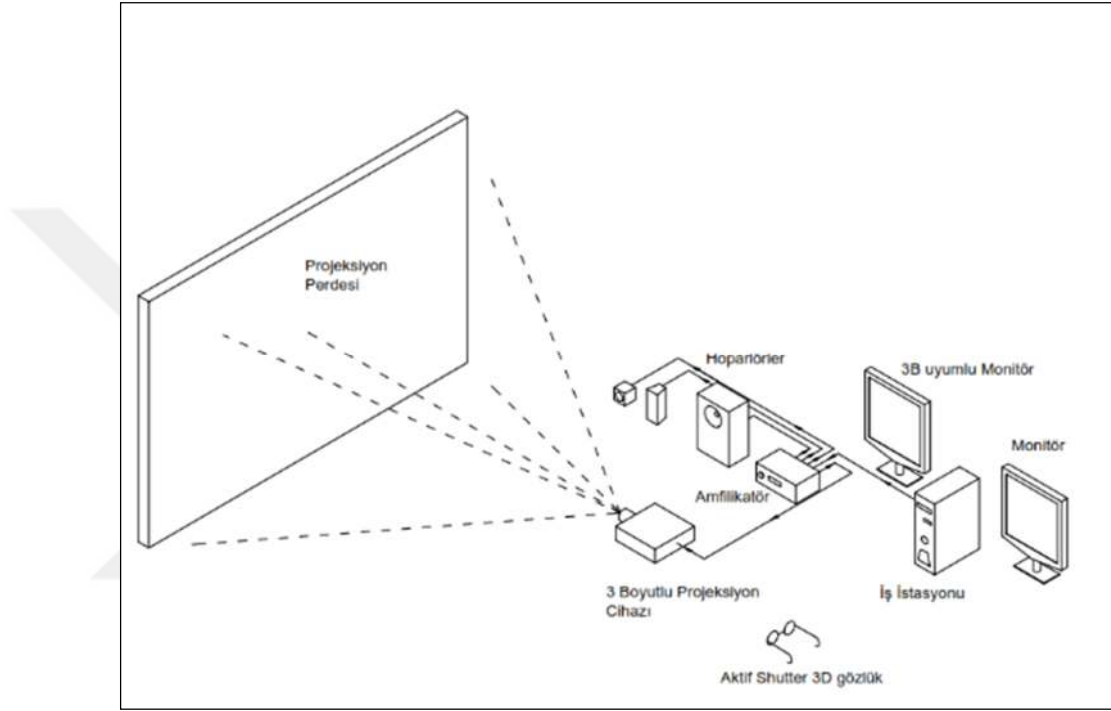
Şekil 3.37. Sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yapılan çalışmanın akış şeması

3.3.1. Yöntem

3.3.1.1. Sanal Gerçeklik Materyallerinin Hazırlanması

Bilgisayarda hazırlanan 3Boyutlu stereoskopik dijital dökümanlar, görüntü ve ses sinyallerini güçlendirmek amacıyla amfikatöre gönderilir. Güçlendirilen sinyaller amfikatörden HDMI kablo vasıtasıyla 3B uyumlu projeksiyon cihazına iletilir. Yan

yana (Side by Side) halinde hazırlanmış görüntüler üst üste bindirilerek yüksek kontrastlı perdeye yansıtılır. Normal gözle bulanık halde görülen bu görüntülerin izlenmesi için projektörden gönderilen sinyallere uyumlu Aktif shutter 3B gözlükler kullanılır. Oluşturulan Sanal Gerçeklik sisteminin şematik görünüşü Şekil.3.38.'de gösterilmiştir.



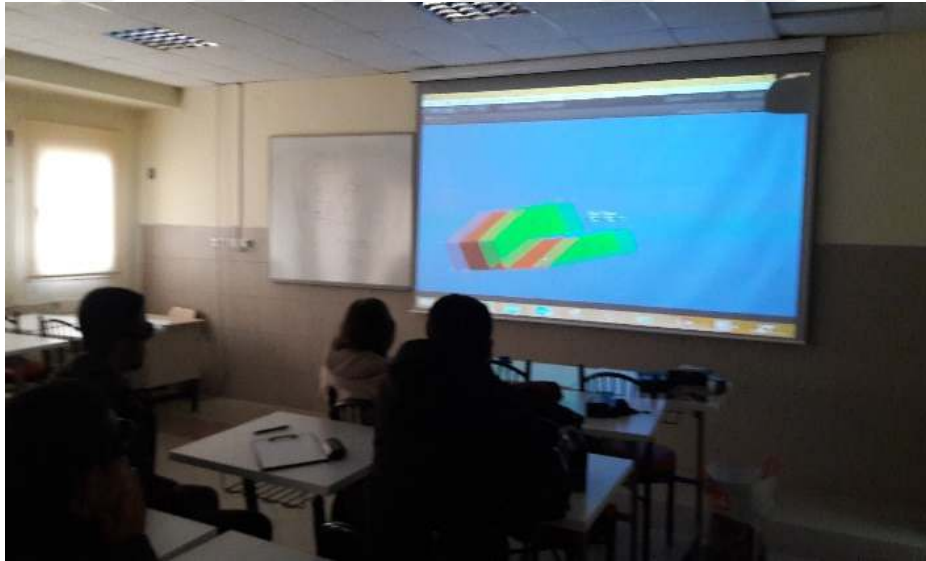
Şekil. 3.38. Proje kapsamında oluşturulan sistemin şematik görünüşü

Unity 3D oyun motorunda hazırlanmış materyal dosyası 3B projektör ile perdeye yansıtılır. Bilgisayar ortamında yan yana olan görüntü projektör vasıtasıyla perdede üst üste görülür. Şekil 3.39'da görüldüğü gibi perdedeki bu görüntü çıplak gözle net olarak algılanamaz.



Şekil 3.39. Bilgisayar ekranında ve perdeye yansıyan modellerin görüntüleri.

Perdedeki görüntünün net izlenebilmesi için izleyicilerin aktif 3B gözlükleri takması gereklidir. Şekil 3.39 ve 3.40'ta perdedeki görüntüleri gözlükle izleyen öğrenciler görülmektedir.



Şekil 3.40. Perdeye üst üste bindirilmiş olarak yansıyan görüntüler

Görüntülerdeki derinliğin algılanması için aktif 3B gözlüklerin kullanılması gerekmektedir. Şekil 3.41.'de Teknik Resim dersinde ders materyallerini izleyen öğrenciler görülmektedir.



Şekil 3.41. Aktif 3B gözlüklerle Teknik Resim modellerini izleyen öğrenciler.

3.3.1.2. Çalışmada Kullanılan Donanım Elemanları

3.3.1.2.1. HD50 (Full HD 1920*1080) (Projektör) Projeksiyon Cihazı :

Sistemin en önemli elemanıdır. Normal projektörlerden farklı olarak , anfi den gelen stereoskopik görüntü ve seslerin 120 Hz frekansında perdeye 3 boyutlu olarak yansıtılmasını sağlar. 1:500000 Kontrastta 2200 lümen parlaklığında olup 3000-5000 saat lamba ömrüne sahiptir. Full HD özelliği sayesinde görüntüleri yüksek çözünürlükte yansıtır. Side by Side, Top Bottom formatında hazırlanan stereoskopik görüntüleri perdeye yansıtır.



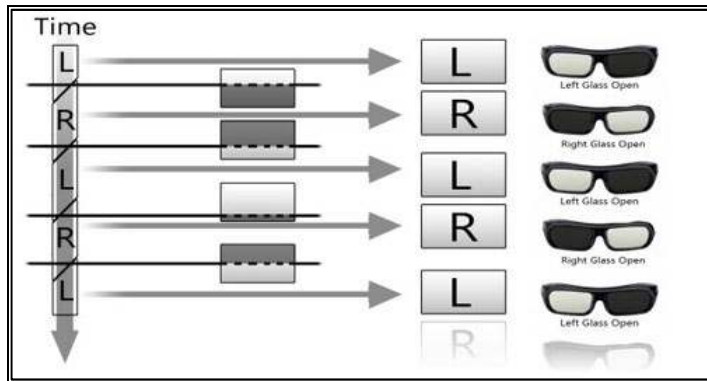
Şekil 3.42 . Stereoskopik 3d projeksiyon cihazı

3.3.1.2.2. Aktif 3B Gözlük

Bir 3B Gösterici (3B Projeksiyon Cihazı, 3B Monitör veya 3B Televizyon) vasıtasıyla stereoskopik bir resmin veya videonun, her karesinde bulunan, bir özneye iki farklı açıdan (sol ve sağ olmak üzere) odaklanmış iki resmin, birleştirilmesi sonucu, ekrandan göze ulaşan sol ve sağ görüntülerin sadece belirlenmiş göze ulaşmasını sağlayan elektronik yapılı, kırpışmalı bir resim süzgecidir. Her bir lens sıvı kristal tabakası ile sırayla saniyede 60 Hz hızla kapanır açılır. Bu işlem o kadar hızlı gerçekleşir ki beyindeki görme sinirleri, farklı açılardan çekilmiş iki görüntüyü birleştirirerek gerçek dünyadaki derinlik algısının oluşmasını sağlar.



Şekil 3.43. Aktif 3B Gözlük



Şekil 3.44. Aktif 3B Gözlüğün çalışma prensibi

3.3.1.2.3. Anaglif (Anaglyph) 3B Gözlük

Üzerinde farklı renkte hazırlanmış iki cam bulunan bu özelliği sayesinde resim ve videoların 3 boyutlu olarak algılanmasını sağlayan bir 3B gözlük türüdür. kırmızı (red) - cam göbeği (cyan), eflatun(magenta)-yeşil (green), ve amber-mavi (blue) renkli camları bulunan gözlükler ile bu gözlüklerde izlenebilecek biçimde hazırlanmış film, fotoğraf ve videolar izlenebilir. Bu gözlükler hiç bir donanıma ihtiyaç duymadan kullanılmaktadır. Ancak izlenen içeriğin kullanılacak gözlükle uyumlu olması gerekmektedir. Aksi takdirde 3 boyutlu etki algılanamaz. Bundan dolayı film ve videoların hangi anaglif gözlükle izleneceği belirtilmektedir.



Şekil 3.45. Anaglif 3B gözlük

3.3.1.2.4. Projeksiyon Perdesi

3 × 2 m boyutlarında olan motorlu projeksiyon perdesi, aktif 3B projektörlere ve 16:9 boyut oranına uyumludur. Gri yüzeyi sayesinde projeksiyon cihazından elde edilebilecek kontrast değerini koruyarak normal perdelere göre Şekil 3.46'da görüldüğü gibi daha kaliteli bir görüntü elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.46. 3 × 2 m boyutlarında Motorlu Perde.

3.3.1.2.5. Blue Ray Disk Oynatıcısı

Yüksek çözünürlük ve boyuttaki 3B Blue Ray Disc, Divx, Dvd, MKV, Mpeg4 formatındaki video ve ses dosyalarını okur. 5+1 ses sisteminin anfisine gönderir. USB girişi vasıtasıyla harici hard diskteki içerikleri de okuyabilmektedir. Şekil 3.47’de gösterilmiştir.



Şekil 3.47. Blue Ray Disk Oynatıcısı

3.3.1.2.6. Sistemin Anfisi ve Hoparlörler

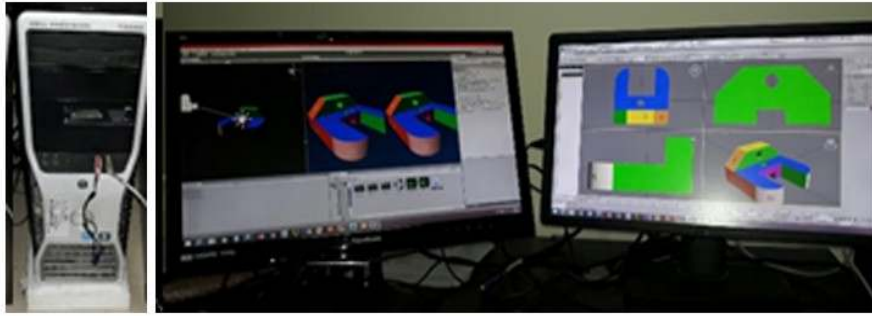
Bilgisayar, Blue Ray Oynatıcı, TV gibi kaynaklardan gelen video ve ses sinyallerini güçlendirerek projeksiyon cihazına ve hoparlörlere iletir. 600 watt gücündeki anfi sayesinde stereoskopik 3 boyutlu görüntülerin sinyal kaybı olmadan ve kesintiye uğramadan izlenmesini sağlar. Şekil 3.48’de gösterilmiştir



Şekil 3.48. Sisteminin anfisi ve Hoparlörler

3.3.1.2.7. İş istasyonu ve 3B destekli Monitör

Stereoskopik 3B (3 Boyutlu) eğitim materyalleri hazırlamak için öncelikle görüntü işlemcisi güçlü olan ekran kartlarına ve bu kartları destekleyecek bilgisayar ve monitörlere ihtiyaç vardır. Bu amaçla Nvidia PNY Quadro 4200 model ekran kartı mevcut iş istasyonuna monte edilmiştir. Intel(R) Xeon(R)_CPU W3565 3.20GHz 12 GB RAM özelliklerine sahip iş istasyonunda oluşturulan 3B stereoskopik içeriklerin görüntülenebilmesi için mevcut 22" monitöre ilave olarak Şekil 3.49'da gösterildiği gibi stereoskopik 3B görüntülere uyumlu 120 Hz frekansta çalışabilen 24 " lik ikinci bir monitör kullanılmıştır. Bu şekilde programlar arasında geçiş ve dönüşümün hızlı olması sağlanmıştır.



Şekil 3.49. Materyal hazırlamak için iş istasyonu ve biri 3B destekli Monitörler

3.3.1.2.8. Teknik Resim Sınıfı

Hazırlanan eğitim materyallerinin hem yarı sürükleyici (immersive) 3B stereoskopik ortamda aktif sanal gerçeklik gözlükleri ile sunulması, hem de tam sürükleyici ortamda sanal başlık ve kontroller ile 25 m² lik alanda ders materyalleri ile etkileşim kurulabilmesi için mevcut Teknik Resim sınıfı Şekil 3.50'de görüldüğü gibi yeniden düzenlenmiştir.

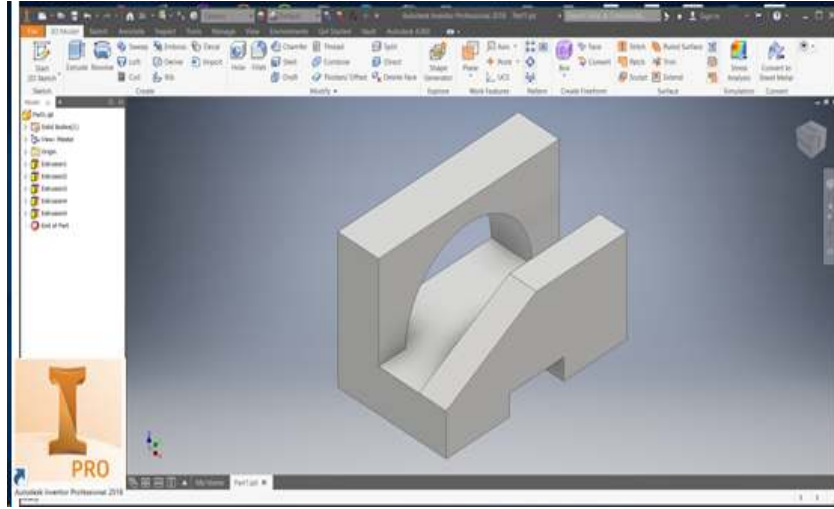


Şekil 3.50. Proje nedeniyle yeniden düzenlenen Teknik Resim Sınıfı

3.3.1.3. Çalışmada Materyal Hazırlamak İçin Kullanılan Yazılımlar.

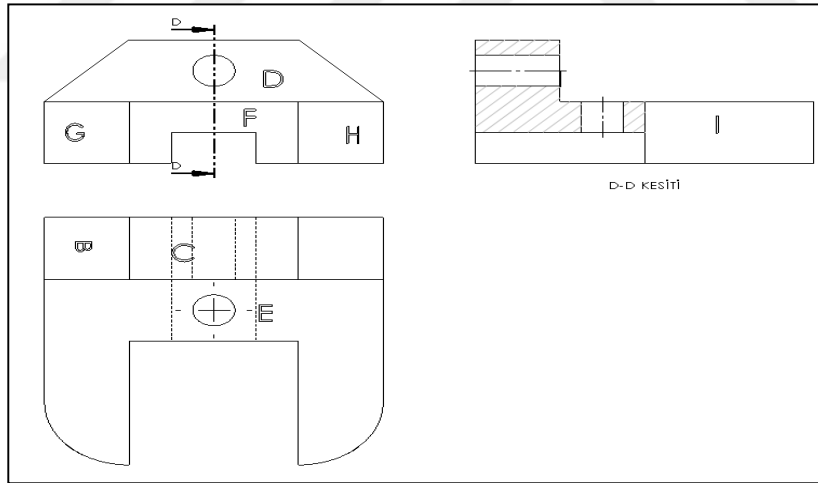
3.3.1.3.1. CAD Yazılımı (Autodesk Inventor)

Autodesk firması tarafından 1999 yılında piyasaya sürülen bir CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımıdır. 2 ve 3 boyutlu nesnelere oluşturmak amacıyla mekanik tasarımlarda kullanılır. Her türlü makine parçalarının sanal ortamda parametrik olarak tasarımı, boyutlarda değişim imkanı sağlaması ve bunu tüm tasarımın aşamalarına yansıtması, montajı, parçalara malzeme atama, fiziksel özellikler kazandırma, mekanik testlerin yapılması, gerçekçi animasyonların yapılmasına imkan sağlaması standart makine elemanlarının kullanımı, başka CAD programlarına uyumluluğu, imalat resimlerinin hızlı ve hassas bir şekilde hazırlanması nedeniyle prototip maliyetinde büyük tasarruf sağlaması, yazılımın en büyük özelliklerindedir. Ayrıca dünyada tüm eğitim kurumlarına mevcut en yeni sürümlerinin üç yıl ücretsiz olarak sunulması, yazılımın eğitim kurumlarında yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Şekil 3.51’ de Autodesk Inventor programının ara yüzü görülmektedir.

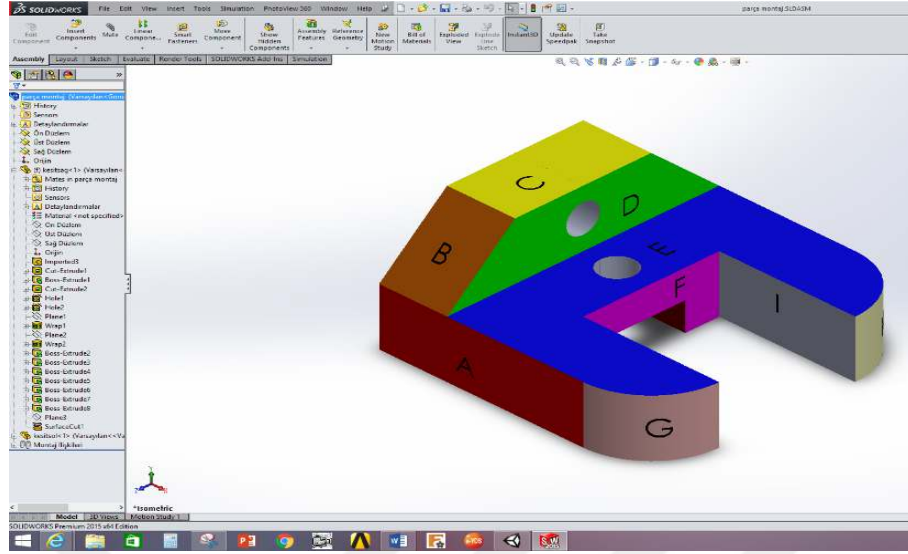


Şekil 3.51. Autodesk Inventor CAD programı arayüzü

Geliştirilen içerikler Autodesk Inventor CAD yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Şekil 3.51 ve Şekil 3.52’de örnek bir parçanın teknik çizimleri ve modellenmiş hali gösterilmiştir.

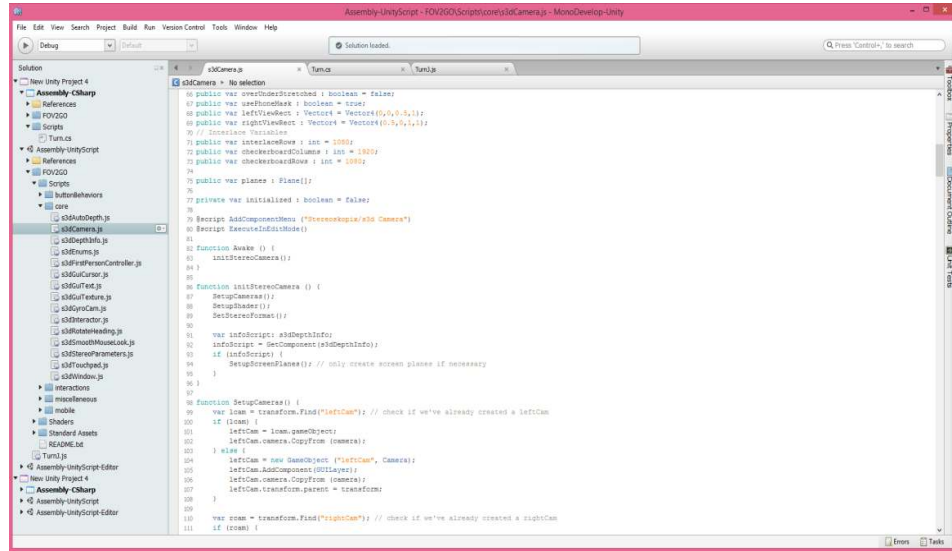


Şekil 3.52. CAD Programında hazırlanan modelin Görünüş ve Kesit resimleri



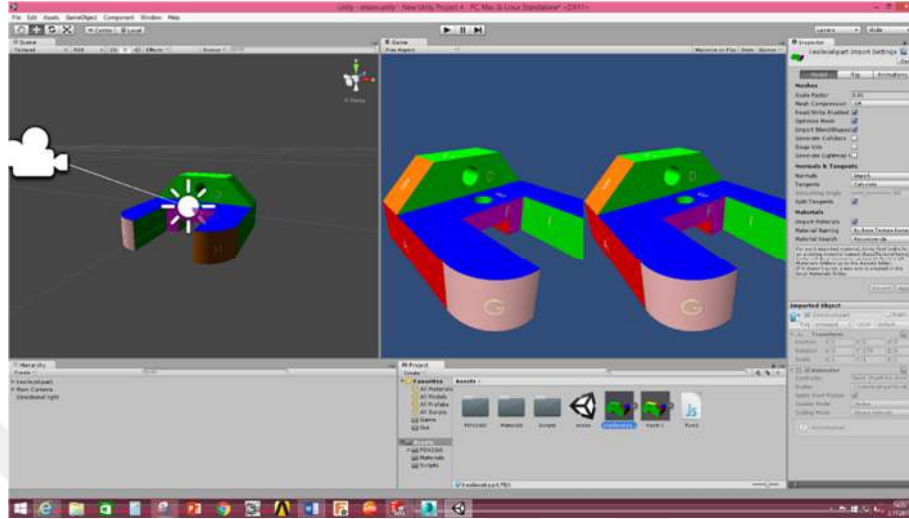
Şekil 3.53. CAD Programında detaylı olarak hazırlanan model

Ders materyali olarak kullanılacak parçalar CAD programında modellenir. Şekil 3.53'te kesiti alınacak modelin CAD ekranındaki görüntüsü verilmiştir. CAD programında hazırlanan modeller 3ds Max grafik programında oyun motorunun kabul edeceği fbx formatına dönüştürülür.



Şekil 3.54. C sharp dilinde hazırlanmış ve etkileşim sağlayan kodlar

Fbx formatında hazırlanan modeller Unity 3D oyun motorunda sanal gerçeklik ortamında gösterilmek üzere program kodları ile etkileşimli hale getirilmiştir.



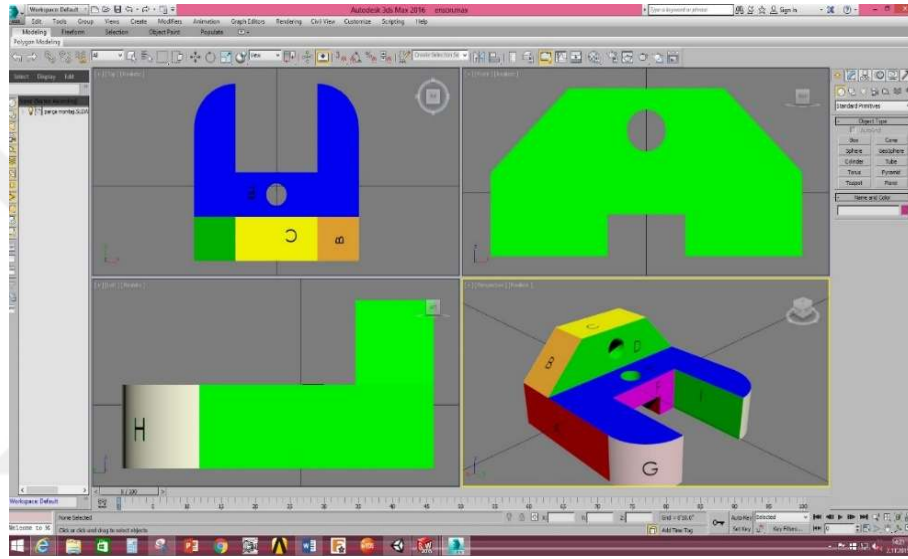
Şekil 3.55. Unity 3D programına aktarılan modeller

Unity 3D oyun motoruna aktarılan içerikler C# ve Java dilleri kullanılarak yazılan komutlar ile etkileşimli hale getirilmekte, kullanıcının modelleri istediği gibi kontrol etmesi sağlanmaktadır. Şekil 3.53'te geliştirilen içerikler için C# dilinde hazırlanmış kodlar gösterilmiştir.

3.3.1.3.2. Autodesk 3ds Max

Daha önce 3D Studio ve 3D Studio Max olan Autodesk 3ds Max, 3B animasyonlar, modeller, oyunlar ve görüntüler için profesyonel bir 3B bilgisayar grafik programıdır. Autodesk medya ve eğlence tarafından geliştirilmiş ve üretilmiştir. Modelleme yetenekleri ve esnek bir eklenti mimarisine sahiptir ve Microsoft Windows platformunda kullanılabilir. Video oyun geliştiricileri, birçok TV reklam stüdyosu ve mimari görselleştirme stüdyoları tarafından sıklıkla kullanılır. Film efektleri ve film görselleştirme için de kullanılır. Modelleme ve animasyon araçları için, 3ds Max'in en son sürümü, ayrıca gölgelendiriciler (ortam tıkanıklığı ve yeraltı saçılması gibi), dinamik simülasyon, parçacık sistemleri, radyoaktiflik, normal harita oluşturma ve

genel aydınlatma, özelleştirilebilir bir kullanıcı arayüz içermektedir. Orijinal 3D Studio ürünü, Gary Yost ve Yost Group tarafından DOS platformu için oluşturulmuş ve Autodesk tarafından yayınlanmıştır. 3D Studio'nun piyasaya sürülmesi Autodesk'in önceki 3B render paketi AutoShade'ı eski haline getirilmiştir. 3B Studio DOS Release 4'ten sonra, ürün Windows NT platformu için yeniden yazılmış ve "3B Studio MAX" olarak yeniden adlandırılmıştır. Bu çalışmada hazırlanmış olan modellerden biri Şekil 3.56'da Autodesk grafik ortamında gösterilmiştir.



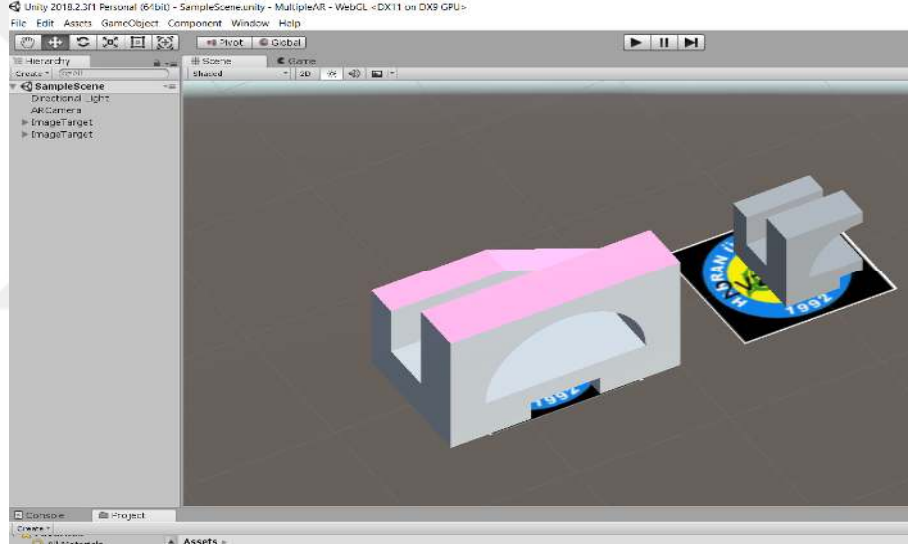
Şekil 3.56 . Autodesk 3DS Max programına gönderilen modelin görünüşleri

3.3.1.3.4. Oyun Motoru (Unity 3D)

2012 yılında Rusya'da geliştirilen akıllı telefonlar, bilgisayarlar, oyun konsolları, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi birçok platform için oyun yapmak için geliştirilmiş olan bir oyun motorudur. Oyun motorları CAD programlarından transfer edilen nesnelere; ışık ve kaplama, zemin, hareket ve canlandırma mekanizmaları, fiziksel özellikler ve C#, Boo ve Java program dilleriyle kodlarıyla etkileşim kazandırılarak farklı platformlarda kullanma imkânı sağlamaktadır. Ücretli ve ücretsiz olan, Unity3B, Unreal Engine, Cry Engine, Game Studio, Torque Game Engine gibi oyun motorları arasında en yaygın olarak ücretsiz Unity 3D

kullanılmaktadır. Oyun motorlarında, içerik bir kez hazırlandıktan sonra kolaylıkla tüm ana mobil, SG, masaüstü, konsol, TV ve web platformlarına yüklenebilmektedir.

Bu çalışmada Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır. CAD ortamında hazırlanan modellere, Autodesk 3D studio Max yazılımında yüzey dokusu ve ışık atanmış ve model FBX formatına dönüştürülmüştür. Unity 3D yazılımı vasıtasıyla etkileşim kazandırılarak kullanılacak platforma uygun olarak bir uygulama (asset) hazırlandıktan sonra ilgili cihaza aktarılmıştır. Şekil 3.57’de Unity 3D programında AGT uygulaması için hazırlanmış modeller ve bu modellerle eşleştirilmiş olan tracker, target ve marker olarak isimlendirilen işaretçiler görülmektedir.



Şekil 3.57. AGT uygulaması için Unity 3D ortamında modeller ve işaretçiler

3.3.1.3.5. Yazılım Geliştirme Kiti (Vuforia)

Vuforia, artırılmış gerçeklik uygulamalarının oluşturulmasını sağlayan mobil cihazlar için geliştirilmiş bir gerçeklik yazılımı geliştirme kiti (SDK) dir. Gerçek zamanlı olarak düzlemsel görüntüleri (targets) ve kutu gibi basit 3B nesnelere tanımak ve izlemek için bilgisayarlı görüntü teknolojisini kullanır. Bu görüntü kayıt özelliği, geliştiricilerin, bir mobil aygıtın kamerasıyla görüntülendiğinde gerçek dünya

görüntüleri ile bağlantılı olarak 3B modeller ve diğer ortamlar gibi sanal nesnelere konumlandırmasını ve yönlendirmesini sağlar. Sanal nesne daha sonra görüntünün pozisyonunu ve yönünü gerçek zamanlı olarak izler, böylece izleyicinin nesneye bakış açısı, görüntü hedefi perspektifine karşılık gelir. Dolayısıyla sanal nesnenin gerçek dünya sahnesinin bir parçası olduğu anlaşılır.

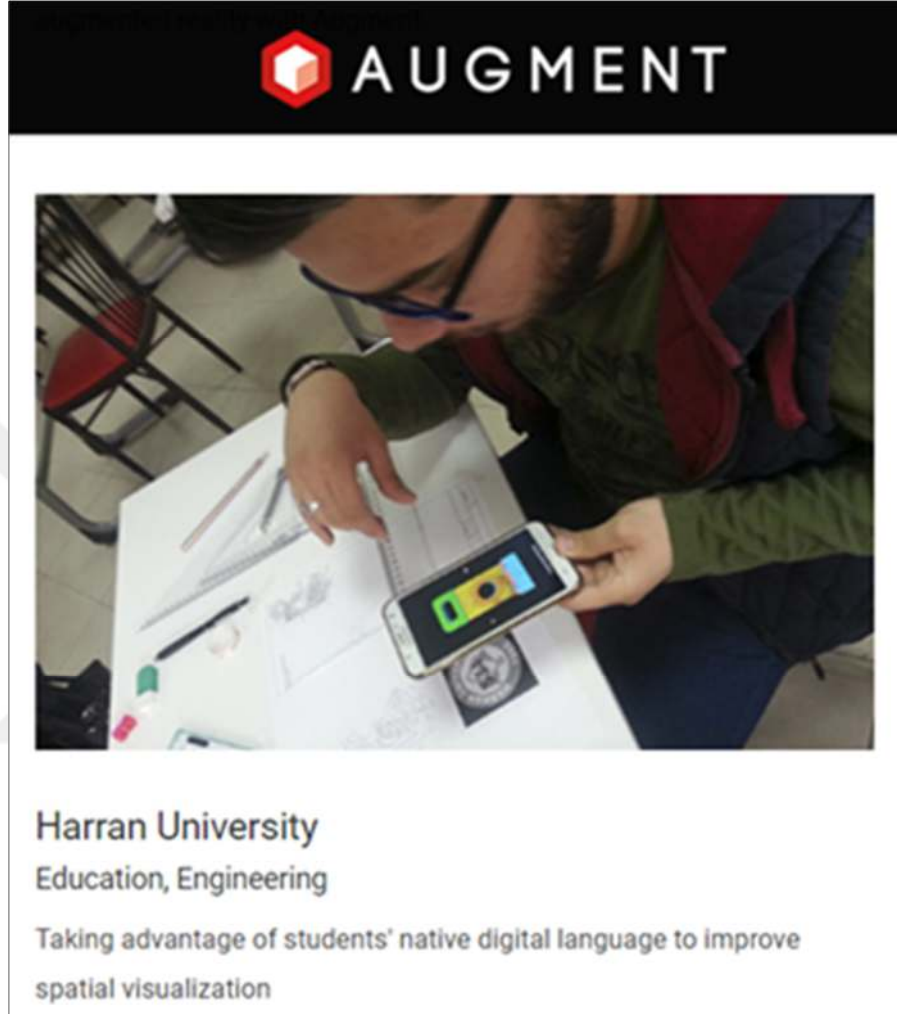
C ++, Java, Objective-C ++ (C ++ ve Objective-C söz diziminin birleşimini kullanan bir dil) ve .NET dillerini Unity oyun motorunun bir uzantısı aracılığıyla Uygulama Programlama Arabirimleri (API) sağlar. Bu sayede SDK, iOS ve Android için hem yerel gelişmeyi desteklerken hem de her iki platformda da kolayca taşınabilir olan AR uygulamalarının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Vuforia kullanılarak geliştirilen AR uygulamaları, iPhone, iPad ve Android telefonlar ve Android OS sürüm 2.2 veya daha üstünü çalıştıran tabletler ve FPU (Kayan Nokta Birimi) işleme yeteneklerine sahip bir ARMv6 veya 7 işlemci de dahil olmak üzere geniş bir mobil cihaz yelpazesine uyumludur. Vuforia, Kasım 2015'te ünlü CAD/CAM yazılım firması olan PTC Inc. tarafından satın alınmıştır.

3.3.1.3.6. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Geliştirme Platformu (Augment®)

Augment, kullanıcıların basit bir mobil uygulama aracılığıyla gerçek dünyadaki herhangi bir nesneyi hayal etmelerini sağlayan artırılmış bir gerçeklik platformudur. Augment'in açık platform yazılımı, 3B modellerin gerçek dünyada ve gerçek zamanlı olarak ölçeklendirilmesi, paylaşılması ve görselleştirilmesini mümkün kılmaktadır. En çok kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarından biri olan Augment eğitim kurumlarına ücretsiz destek sağlamaktadır.

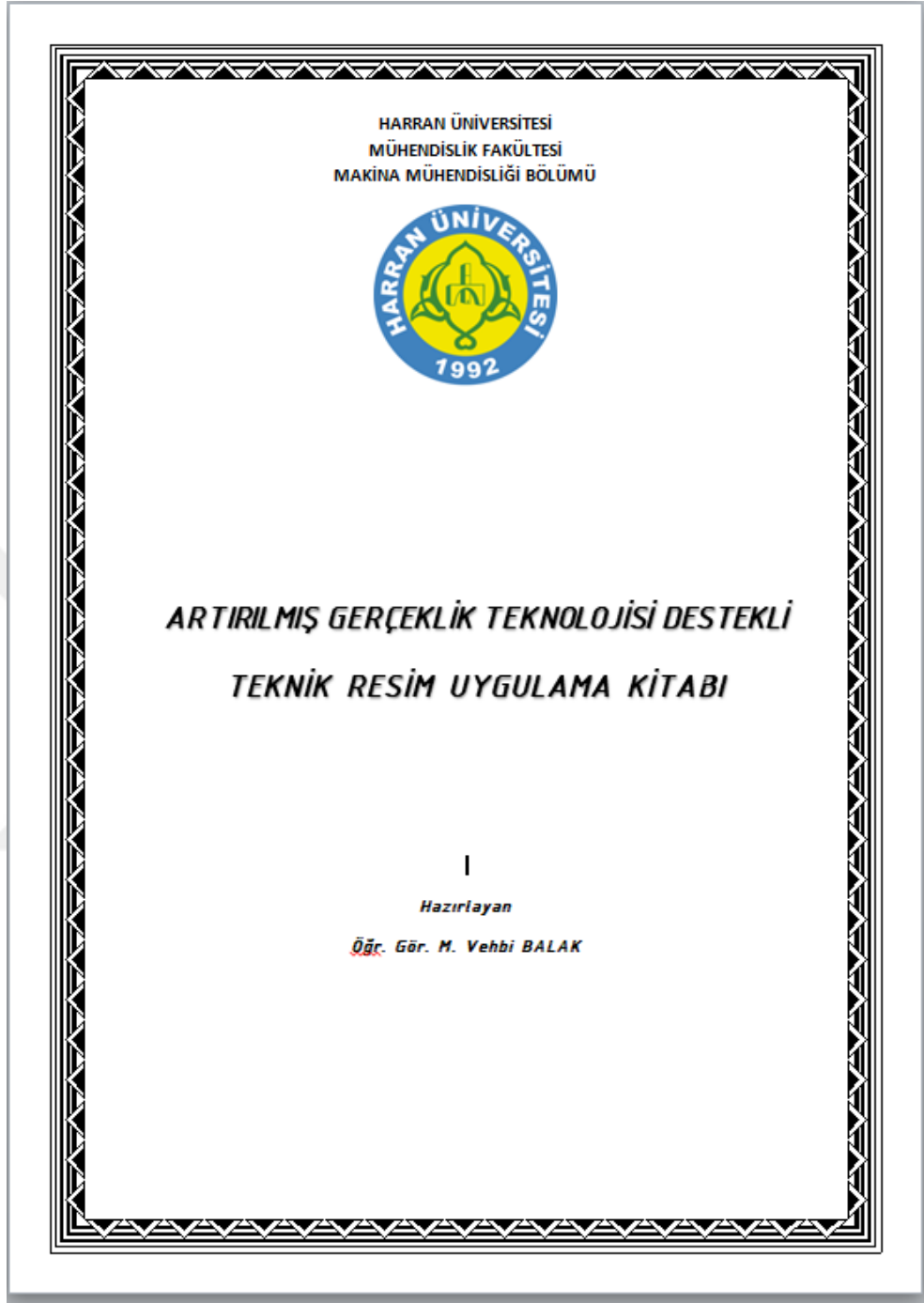
Firmanın üniversitemize sağlamış olduğu ücretsiz destek yardımıyla artırılmış gerçeklik uygulaması hazırlanmıştır. Şekil 3.58'de gösterildiği gibi firmanın web sayfasında yaptığımız çalışmalar haber olarak yayınlanmıştır. Çalışmalarımız, “ Mühendislik eğitiminde uzamsal görselleştirme becerisini geliştirmek için

öğrencilerin yerli dijital dilinden yararlanma” alt yazısıyla verilmiştir. Bu uygulamanın bundan sonra Teknik Resim derslerinde de kullanması düşünülmektedir



Şekil 3.58. Augment firması tarafından web sayfasında duyurulan çalışmalarımız

.Tez çalışması kapsamında “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Destekli Teknik Resim Uygulama Kitabı” hazırlanmış ve kullanılmıştır. Şekil 3.59’da kapağı görülen uygulama kitabı, tez çalışmasının ekler kısmında verilmiştir.



Şekil 3.59. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Destekli Teknik Resim Uygulama Kitabı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

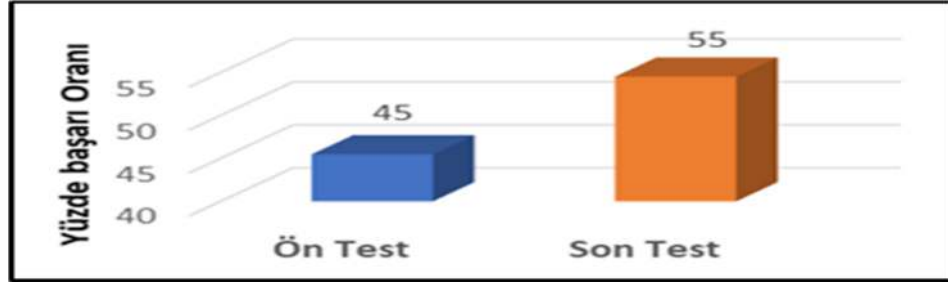
4.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanarak Yapılan Çalışma Verilerinin Analizi

4.1.1. PUGT-D Test Verilerinin İstatistiksel Analizi

Çizelge 4.1. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı sonucu PUGT-D ön-son test sonuçları

2015-2016 YAZ DÖNEMİ TEKNİK RESİM DERSİ						
UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME TESTİ (PSVT:R)PUANLARI						
	ÖN-TEST		SON-TEST		FARK	
	Doğru Cevap Sayısı	% Başarı Oranı	Doğru Cevap Sayısı	% Başarı Oranı	Doğru Cevap Sayısı	% Başarı Oranı
1. Öğrenci	19	63%	23	77%	4	14%
2. Öğrenci	7	23%	6	20%	-1	-3%
3. Öğrenci	7	23%	9	30%	2	7%
4. Öğrenci	16	53%	14	47%	-2	-6%
5. Öğrenci	10	33%	16	53%	6	20%
6. Öğrenci	20	67%	25	83%	5	16%
7. Öğrenci	15	50%	17	57%	2	7%
8. Öğrenci	14	47%	23	77%	9	30%
9. Öğrenci	22	73%	18	60%	-4	-13%
10. Öğrenci	11	37%	16	53%	5	16%
11. Öğrenci	18	60%	16	53%	-2	-7%
12. Öğrenci	12	40%	20	67%	8	27%
13. Öğrenci	11	37%	16	53%	5	16%
14. Öğrenci	9	30%	10	33%	1	3%
	Ortalama	45%	Ortalama	55%	Ortalama	9%

2016-2017 öğretim yılı, yaz dönemi Teknik Resim dersinde AGT kullanımı sonucu öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olup olmadığını anlamak amacıyla PUGT-D testi dönem başında ve sonunda uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1.'de grafiksel olarak verilmiştir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde % 10 oranında bir artış meydana gelmiştir.



Şekil 4.1. PUGT-D ön ve son testlerdeki sınıf ortalaması

4.1.1.1. Uzamsal Görselleştirme Testleri Sonucu Elde Edilen Verilerin Normallik Testi

Verilerin normallik varsayımının değerlendirilmesi için parametrik istatistiksel testler kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla daha güvenilir sonuçlar verdiği için SPSS yazılımı tarafından sağlanan Shapiro-Wilk testinin kullanılması tavsiye edilmektedir (Ghasemi ve ark., 2012). SPSS programı kullanılarak yapılan normallik testinde istatistiksel değerler aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. PUGT-D İlk ve Son test verilerine ilişkin normallik test sonuçları

PUGT-D testleri	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
İlk Test	0.136	14	0.200*	0.952	14	0.600
Son Test	0.188	14	0.193	0.954	14	0.623

SPSS yazılımı tarafından sağlanan normallik dağılımının analizinde iki adet test yer almaktadır. Biri Kolmogorov-Smirnov, diğeri ise Shapiro-Wilk testidir. Shapiro-Wilk testi daha çok tercih edilmekte ve kullanılmaktadır (İset, 2014). Test sonuçlarının normal dağılımda olup olmadığı belirlenirken, anlamlılık (Significance, p) değerine bakılmaktadır. Bu değer 0.05 ten büyük ise verilerin normal dağılıma sahip olduğuna karar verilir. Bu durumda veriler arasındaki Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi Shapiro-Wilk testinin anlamlılık değerleri ($p=0.6$ ve $p=0.623$) 0.05'ten büyük olduğu için ön ve son testlerdeki verilerin %95 güvenle normal dağılıma sahip olduğuna karar verilir.

4.1.1.2. Eşleştirilmiş Örneklem T -Testi

Çizelge 4.3. Uzamsal Görselleştirme Testine ilişkin Eşleştirilmiş T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Son Test	14	16.36	5.46	13	-2.571	0.023*
İlk Test	14	13.64	4.85			

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi. Uzamsal Görselleştirme Test verilerine ilişkin eşleştirilmiş T-Testi sonuçlarında anlamlılık değeri 0.023 çıkmıştır. Bu değer 0.05'ten küçük olduğu için öğrencilerin AGT kullanımını sonucu uzamsal görselleştirme becerilerinde meydana gelen artış, istatistiksel olarak anlamlıdır.

4.1.2. Akademik Başarı Puanlarının Veri Analizi

4.1.2.1. Akademik Başarı Puanlarının Normallik Testi

Çizelge 4.4. Öğrencilerin akademik başarı puanlarının normallik dağılımının test sonuçları

Sınavlar	N	X	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
1.Ara Sınav	14	57.3	0.208	14	0.102	0.914	14	0.179
2:Ara Sınav	14	75.9	0.193	14	0.167	0.873	14	0.046
Final Sınavı	14	65.2	0.121	14	0.200*	0.964	14	0.783

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi öğrencilerin akademik başarı puanlarının normallik dağılım test sonuçlarına göre her iki yöntemin sonuçlarına göre anlamlılık değeri 0.05'ten büyük olduğu için parametrik testlerden varyans analizi (ANOVA) testi uygulanarak gruplar arasında karşılaştırma yapılmıştır.

4.1.2.2. Varyansların Homojenliği Testi

Sınav sonuçlarına uygulanan varyansların homojenliği testinde Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi verilerin ($0.750 > 0.05$) dağılımı homojendir.

Çizelge 4.5. Varyansların Homojenlik Testi

Levene Statistic	Sd1	Sd2	p
0.290	2	39	0.750*

Varyansların homojen olması halinde (Equal variances Assumed) yapılacak testlerden, genellikle "Tukey" testi tercih edilir. Veri sayısının az olduğu zamanlarda "Bonferroni" testi de seçilebilir. Varyansların homojen olmaması halinde (Equal Variances Not Assumed) yapılacak testlerden ise genellikle "Tamhane's T2" testi tercih edilir (Tonta, 2009).

4.1.2.3. Sınav Sonuçlarının ANOVA Testi ile Değerlendirilmesi

Öğrencilerin iki vize ve final sınav notları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla normal dağılım gösteren verilere; parametrik testlerden, grup sayısı ikiden fazla olduğu için ANOVA testi uygulanmıştır. Çizelge 4.6.'da gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.004<0.05$) görülmektedir

Çizelge 4.6. Sınav ortalamaları arasındaki ilişkiye ait ANOVA test sonuçları

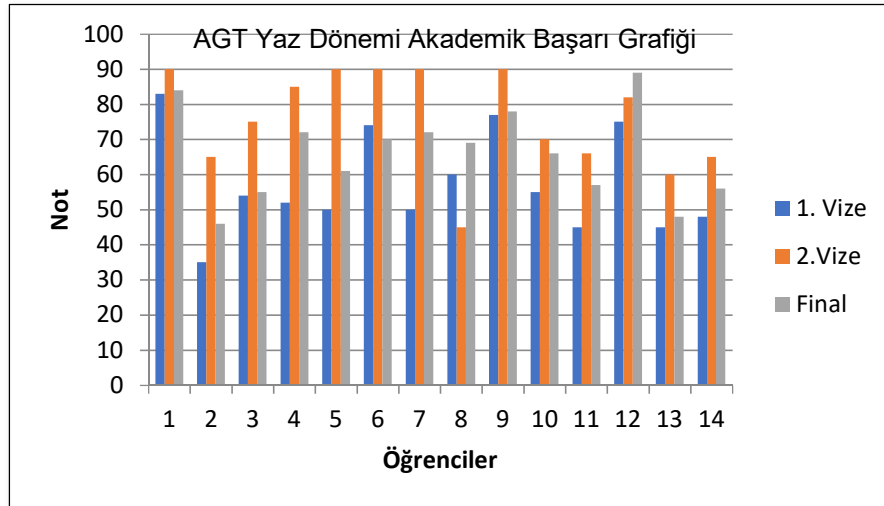
	Kareler Toplamı	df	Mean Square	F	p
Gruplar Arası	2431.476	2	1215.738	6.405	0.004*
Grup İçinde	7403.000	39	189.821		
Toplam	9834.476	41			

Sınav ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla *Tukey* testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.7. Sınav Ortalamaları Arasındaki Farklılıklara İlişkin Tukey Test Sonuçları

(I) Sınav Türü	(J) Sınav Türü	Ortalamaların farkı (I-J)	Std. Hata	p	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1.Vize	2.Vize	-18.57143*	5.20742	0.003*	-31.2583	-5.8846
	Final	-7.92857	5.20742	0.292	-20.6154	4.7583
2.Vize	1.Vize	18.57143*	5.20742	0.003*	5.8846	31.2583
	Final	10.64286	5.20742	0.115	-2.0440	23.3297
Final	1.Vize	7.92857	5.20742	0.292	-4.7583	20.6154
	2.Vize	-10.64286	5.20742	0.115	-23.3297	2.0440

Sınavlar arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi 1.vize not ortalamaları, 2.vize ve final not ortalamalarından daha düşüktür. 1.vize not ortalamaları ile 2. vize not ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.003<0.05$) anlaşılmaktadır. Diğer yandan, 1.vize not ortalamaları ile final not ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı; ($p=0.292>0.05$) aynı şekilde 2.vize not ortalamaları ile final not ortalamaları arasındaki farkın da istatistiksel açıdan önem taşımadığı ($p=0.115>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.2. AGT Kullanan öğrencilerin yaz dönemi akademik başarı grafiği

Vize ve final sonuçlarına ilişkin Çizelge 4.7’deki istatistiksel ve Şekil 4.2’deki grafiksel veriler incelendiğinde, öğrencilerin 1.vize sınavındaki notları 2.vize sınavına göre anlamlı bir artış göstermiş fakat final sınavında istatistiksel olarak anlamlı bir değişme meydana gelmediği gözlenmiştir. Bu sonuca göre, 2015-2016 öğretim yılı yaz dönemi Teknik Resim dersinde kullanılan AGT uygulamasının, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde gelişme sağlamış, akademik başarılarında ($p=0.292>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağlamamıştır.

4.1.3. AGT Kullanımı Anketinin İstatistiksel Olarak Değerlendirmesi

Demografik etkilerin araştırıldığı Likert tip anketin istatistiksel olarak analizinde Ki-Kare yöntemi kullanılmıştır. Seçenek sayısı beşten az ise Fisher’in Ki-Kare testi, aksi takdirde Pearson’un Ki-Kare testi kullanılır Boyacıoğlu (2006).

Çizelge 4.8. Öğrencilerin demografik karakteristikleri

Demografik Karakteristikler		Sıklık	Yüzde	Toplam Yüzde
Dersin alınış sayısı	2	7	50,0%	50%
	3	6	42,9%	92,9%
	4	1	7,1%	100,0%
Önceki dönem notu	DD	3	21,4%	21,4%
	FF	8	57,1%	78,6%
	FZ	3	21,4%	100,0%
Anlaşılması zor konular	Görünüştten Perspektif Oluşturma	7	51,0%	49,0%
	Perspektiftten Görünüş Oluşturma	3	21,0%	70,0%
	Kesit Alma	2	14%	84%
	Perspektif Çizimi	1	7%	93%
	Yok	1	7%	100%
AGT’nin faydası	Var	10	71,4%	71,4%
	Yok	1	7,1%	78,6%
	Kısmen	3	21,4%	100,0%
Ödevlerde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanımı	Hiç kullanmadım	1	7,1%	7,1%
	Az kullandım	4	28,6%	35,7%
	Bazen	7	50,0%	85,7%
	Daima	2	14,3%	100,0%
Sonraki dönemlerde AGT Kullanımı	Fark etmez	2	14,3%	14,3%
	Evet	12	85,7%	100,0%

Örneklemin Çizelge 4.8’de gösterilen demografik özelliklerinin yanı sıra katılımcıların 6 Likert Ölçeğine verilen sorulara verdikleri yanıtlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler sırasıyla sunulmuştur.

Çizelge 4.8’e göre Teknik Resim dersini, katılımcı öğrencilerin % 50’si ikinci tekrar; %7.1’i ilk tekrar; % 42.9’u ise üçüncü tekrar olarak almıştır. Öğrencilerin %51’i anlaşılması en zor konu olarak görünüşten perspektif oluşturmayı belirtirken; % 7’si anlaşılması zor olan konu olmadığını ifade etmiştir. Öğrencilerin % 71.4’ü AGT’nin faydalı olduğunu, %7.1’i ise hiç faydalı olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin %50’si ödevlerini yaparken AGT uygulamasını kullandığı; %7.1’i ise hiç kullanmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin % 85.7’si AGT’nin sonraki dönemlerde de kullanılmasını; %14.3’ü ise kullanımının bir farklılık oluşturmayacağını ifade etmiştir.

4.1.3.1 Likert Tip Anket Soruları

Likert tip anket soruları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili likert tipi sorular

Soru	Açıklama
Soru 1	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Resim dersindeki konuları öğrenmede etkisi ?
Soru 2	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Teknik Resim dersinize ilginizi arttırdı mı?
Soru 3	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi modellerdeki derinlikleri algılamada faydalı oldu mu?
Soru 4	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi üç görünüşten perspektif oluşturmada faydalı oldu mu?
Soru 5	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi perspektiften üç görünüş oluşturmada faydalı oldu mu?
Soru 6	Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kesit almada faydalı oldu mu?

4.1.3.2 Likert Tip Sorulara Verilen Cevapların Değerlendirilmesi

Çizelge 4.10’daki maddelerin istatistiksel analizlerini yorumlamadan önce çizelgede yer alan bazı istatistiksel ifadeler aşağıdaki açıklanmıştır:

Ortalama (\bar{X}), bir gruba ait ölçüm sonuçlarının tamamının toplanarak, ölçüm sayısına bölünmesi ile bulunan değerdir. Grubun seviyesi hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Gruptaki en yüksek ve en düşük ölçümler ortalamaya göre belirlenir.

Standart Sapma (SS), bir veri grubundaki verilerin aritmetik ortalamadan ne kadar uzaklaştığını belirten bir ölçüdür. Standart sapma, verilerin ortalama ile olan farklarının karelerinin toplamının, veri sayısının bir eksiğine bölünüp karekökünün alınmasıyla hesaplanır. Varyans ise, veri grubundaki verilerin ortalama ile arasındaki farkların kareleri toplamının veri sayısına bölümü ile bulunan bir değerdir. Varyans, standart sapmanın karesi olarak ifade edilmektedir. Dağılımın ortalamadan uzaklaştığını gösteren ölçümlerin en önemlisi varyansdır. Eğer varyans küçükse sayılar birbirine yakın, büyükse daha uzaktır.

Frekans(f): Bir gruptaki verilerin tekrar sayısını belirten bir değerdir.

Çizelge 4.10. Likert tip Ankette Soruların Analizi

Soru	Değerlendirme Derecesi								\bar{X}	SD
	1 Hiç olmadı		2 Az oldu		3 Oldu		4 Çok oldu			
	f	%	f	%	f	%	f	%		
Soru 1	0	0,0	3	21,4	5	35,7	6	42,9	3,21	0,80
Soru 2	1	7,1	3	21,4	7	50,0	3	21,4	2,85	0,86
Soru 3	0	0,0	3	21,4	6	42,9	5	35,7	3,14	0,77
Soru 4	1	7,1	2	14,3	6	42,9	5	35,7	3,07	0,91
Soru 5	0	0,0	3	21,4	7	50,0	4	28,6	3,07	0,73
Soru 6	0	0,0	4	28,6	7	50,0	3	21,4	2,92	0,73

Madde analizine göre, tüm 4 puanlık Likert ölçeği soruları, AGT aracının uygulanmasında tüm soruların etkili olduğunu belirten 2'den büyük bir ortalama dereceye sahiptir. Daha ayrıntılı incelendiğinde Soru 1'in, en büyük ortalamanın ($\bar{X} = 3,21$), Teknik Resim dersinde çok yararlı bulunduğunu, Soru 2'nin en düşük ortalamaya sahip olduğu ($\bar{X} = 2,85$) görülmektedir. Likert tipi soruların cevapları arasındaki ilişkiler Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Çizelge 4.11'de ise bu ilişkiler korelasyon analizinde gösterilmiştir.

4.1.3.3 Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi veya bir değişkenin diğer değişkenler ile olan ilişkisini test etmek ve bu ilişki derecesini ölçmek için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Korelasyon analizlerinde "rho"; ilişkinin derecesini, "p" ise anlamlı olup olmadığını belirtmektedir. "rho" değeri; +1 pozitif ve negatif yüksek düzeyde ilişkiyi, +0,00-0,29 düşük ilişkiyi, +0,30-0,69 orta düzeyde ilişkiyi ve +0,70 ve üzeri yüksek düzeyde ilişkiyi göstermektedir. "p" değeri 0.05'ten küçük ise, iki değişken arasındaki ilişkinin İstatistiksel olarak anlamlı olduğu, büyük ise ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır.

Sorulara verilen cevapların dağılımları, Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi p değerleri ($p=0.045$, $p=0.008$, $p=0.018$, $p=0.009$, $p=0.009$) < 0.05'ten küçük olduğundan dolayı normal dağılım sergilemediği için, sorulara verilen cevaplar arasındaki ikili ilişkiler, Spearman Korelasyon testi ile araştırılmıştır. Sonuçların anlamlılık değerleri (p-değeri) ve ilişki derecesi (rho) olarak Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Çizelge 4.11'e göre anlamlı bulunan ilişkiler ve anlamlılık düzeyi aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Korelasyon Analizi

N=14		Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6
Shapiro-Wilk Normallik Test Sonuçları:		0.005	0.045	0.008	0.018	0.009	0.009
p-değerleri							
Soru 1	rho	1	0,437	0,562*	0,470	0,718**	0,519
	p		0,118	0,037	0,090	0,004	0,057
Soru 2	rho		1	0,704**	0,456	0,611*	0,464
	p			0,005	0,101	0,020	0,095
Soru 3	rho			1	0,449	0,659*	0,698**
	p				0,107	0,010	0,006
Soru 4	rho				1	0,772**	0,836**
	p					0,001	0,000
Soru 5	rho					1	0,732**
	p						0,003
Soru 6	rho						1
	p						

Soru 1 ve Soru 3 ($\rho = 0,562$; $p < 0,05$) ile Soru 1 ve Soru 5 ($\rho = 0,718$; $p < 0,01$) arasında güçlü, anlamlı pozitif doğrusal ilişki vardır.

Benzer şekilde, Soru 2 ve Soru 3 ($\rho = 0,704$; $p < 0,01$) ile Soru 2 ve Soru 5 ($\rho = 0,611$; $p < 0,05$) arasında da güçlü, anlamlı pozitif bir doğrusal ilişki vardır.

Soru 3 ve Soru 5 arasındaki lineer ilişki, Soru 3 ile Soru 6 arasında anlamlı pozitif ve güçlü ($\rho = 0,659$; $p < 0,05$) pozitif ve güçlüdür ($r = 0,698$; $p < 0,01$).

Benzer şekilde, Soru 4'ün , Soru 5 ve Soru 6 ile lineer ilişkisi; sırasıyla, pozitif, güçlü ve çok güçlüdür ($r = 0,772$; $p < 0,01$ ve $\rho = 0,836$; $p < 0,01$).

Soru 5 ve Soru 6 arasındaki doğrusal ilişki de anlamlı, güçlü ve pozitifdir ($\rho = 0,732$; $p < 0,01$).

Çizelge 4.11’de verilen Korelasyon Analizin değerlendirilmesinde, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanılarak yapılan uygulamanın; verilen görüşlerden perspektif oluşturmada, perspektiften görüşler oluşturmada, modeldeki derinliklerin anlaşılmasında ve parça kesitlerinin anlaşılması gibi konularda faydalı olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3.4. Demografik Özellikler ve Anket Soruları Arasındaki İlişkiler: p-değerleri

Öğrencilerin dönem boyunca Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (AGT) uygulamasını kullanma sıklığı ile anket soruları arasında çapraz ilişkilendirmeler yapılmıştır.

Çizelge 4.12. Demografik özellikler ve anket soruları arasındaki ilişkiler (p-değerleri)

Demografik Karakteristikler	Anket Soruları “p” değerleri					
	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6
Ders tekrar sayısı	0,307	0,446	0,700	0,729	1,000	0,131
Önceki dönem notu	1,000	0,786	0,091	1,000	0,495	0,824
Zor konular	0,388	1,000	1,000	0,767	1,000	0,388
AGT. Hakkında Görüşler	0,798	0,748	0,798	1,000	0,334	0,769
Ödevlerde AGT. kullanımı	0,021*	0,659	0,130	0,210	0,048*	0,006**

Kullanım sıklığı- Soru 1 (AGT’nin öğrenme sırasında olumlu etkisi), kullanım sıklığı - Soru 5 (AGT’nin perspektifleri oluşturmada faydası) ve kullanım sıklığı - Soru 6 (AGT’nin kesitleri oluşturmada faydası) arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu ilişkilerin ayrıntıları Çizelge 4.12 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12’de etkisi araştırılan demografik özelliklerden, ödevlerde AGT kullanımının, Soru 1 ($p=0,021$), Soru 5 ($p=0,048$) ve Soru 6’ya ($p=0,006$), verilen

cevaplara etkisi 0,05 hata düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Anlamlı ilişkilerin detayları ise Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13'e göre, AGT ödevlerde çok kullanıldıkça resim derslerinde daha fazla olumlu görülmekte, üç görüş oluşturmada daha fazla faydalı bulunmakta ve kesit almada faydalı görülmektedir. Bu durum hiç kullanmayanlarda da benzer olmakla birlikte aşırı kullananlarda ise olumsuz olarak yansımaktadır.

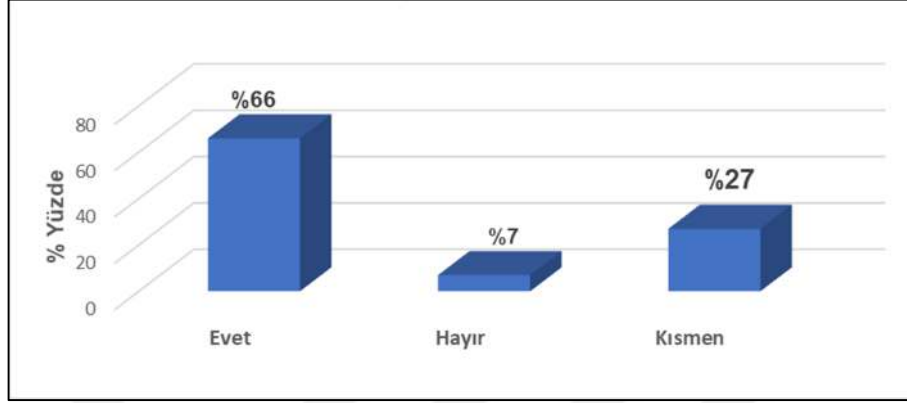
Çizelge.4.13. AGT kullanım Sıklığı ile Soru 1, Soru5 ve Soru 6 Arasındaki İlişkiler

Ödevlerde AGT. Kullanımı		Soru 1					Soru 5					Soru 6				
		1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
Hiç kullanmadım	f	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
	%	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
Az kullandım	f	0	3	1	0	4	0	3	1	0	4	0	3	1	0	4
	%	0,0	75,0	25,0	0,0	100,0	0,0	75,0	25,0	0,0	100,0	0,0	75,0	25,0	0,0	100,0
Bazen kullandım	f	0	0	4	3	7	0	0	5	2	7	0	0	6	1	7
	%	0,0	0,0	57,1	42,9	100,0	0,0	0,0	71,4	28,6	100,0	0,0	0,0	85,7	14,3	100,0
Her zaman kullandım	f	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	0	1	0	1	2
	%	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	50,0	50,0	100,0	0,0	50,0	0,0	50,0	100,0
Toplam	f	0	3	5	6	14	0	3	7	4	14	0	4	7	3	14
	%	0,0	21,4	35,7	42,9	100,0	0,0	21,4	50,0	28,6	100,0	0,0	28,6	50,0	21,4	100,0

4.1.3.5. Anket Sorularının Grafikselsel Olarak Değerlendirilmesi

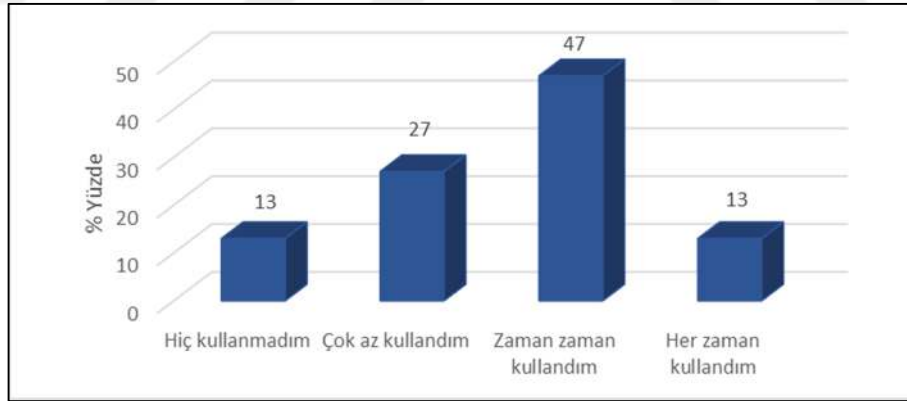
➤ *Teknik Resim dersinde başarılı olmanın bir yetenek olmadığı, eğitim ve çalışma ile geliştirilebilecek bir beceri olduğu fikrine katılıyor musunuz?*

Şekil 4.3'deki grafikte gösterildiği gibi öğrencilerin %66'sı Teknik Resim dersinde başarılı olmanın bir yetenek olmadığını, %7'si yetenek olduğunu ve % 27'si ise kısmen yetenek olduğu görüşünü belirtmişlerdir.



Şekil 4.3. Teknik Resim dersinin bir yetenek olup/olmadığı sorusuna verilen cevapların grafiği

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin taşınabilir cihazlarda uygulanmasını sağlayan Augment yazılımını Teknik Resim ödevlerinizi yaparken hangi sıklıkta kullandınız?*

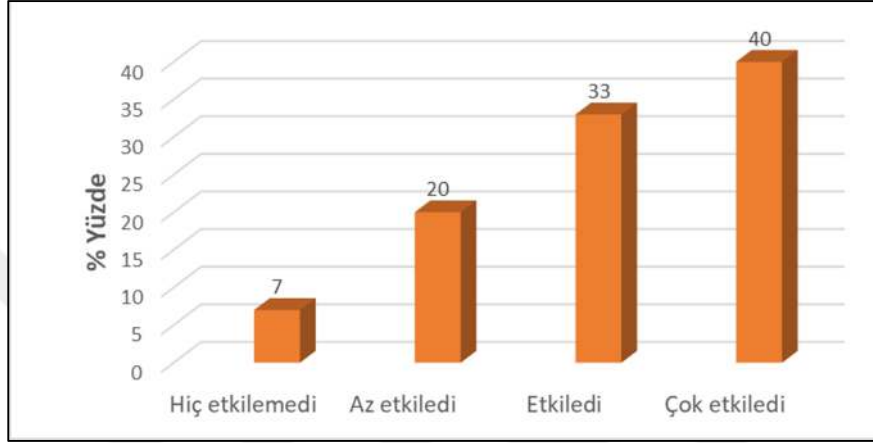


Şekil 4.4. Arttırılmış gerçeklik uygulamasını ödevlerde kullanma oranı

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi öğrencilerin % 47'si ödevlerini yaparken AGT yazılımını kullandığını belirtirken, %27'si çok az, %13'ü hiç kullanmadığını ve %13'ü her zaman kullandığını belirtmiştir.

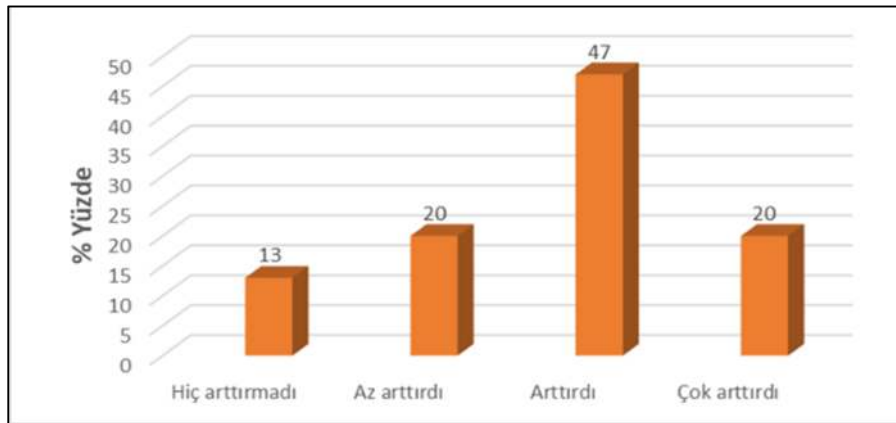
➤ *Uygulanan Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi Teknik Resim dersinde konuları öğrenmenizi nasıl etkiledi?*

Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi öğrencilerin %40'ı AGT uygulamasının kendilerini çok etkilediğini, % 33'ü etkilediğini, %20'si az etkilediğini ve %7'si ise hiç etkilemediğini belirtmiştir



Şekil 4.5. AGT uygulamasının etkisi

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi derse ilginizi arttırdı mı?*

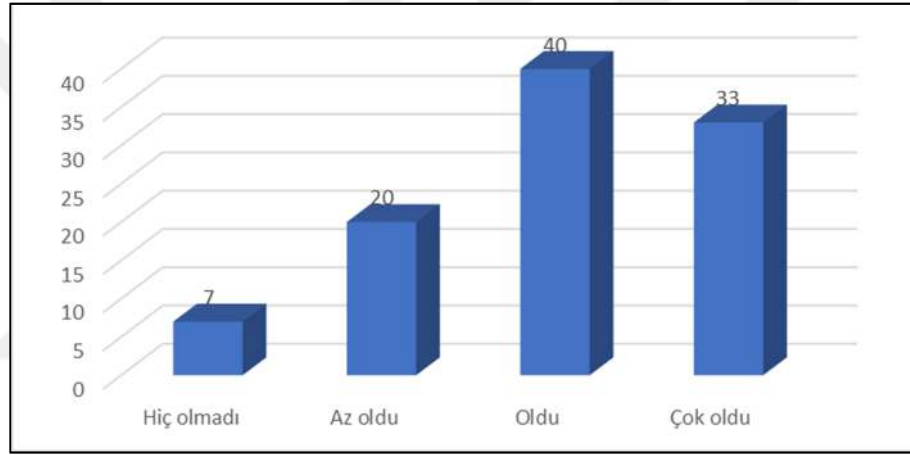


Şekil 4.6. AGT'nin derse olan ilgiye etkisi

Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi öğrencilerin %47'si, AGT'nin derse olan ilgiyi artırdığı, %20'si çok, %20'si az artırdığını belirtirken, %13'ü ise hiç etkilemediğini ifade etmiştir.

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin modellerdeki derinlikleri algılamada katkısı hangi oranda olmuştur?*

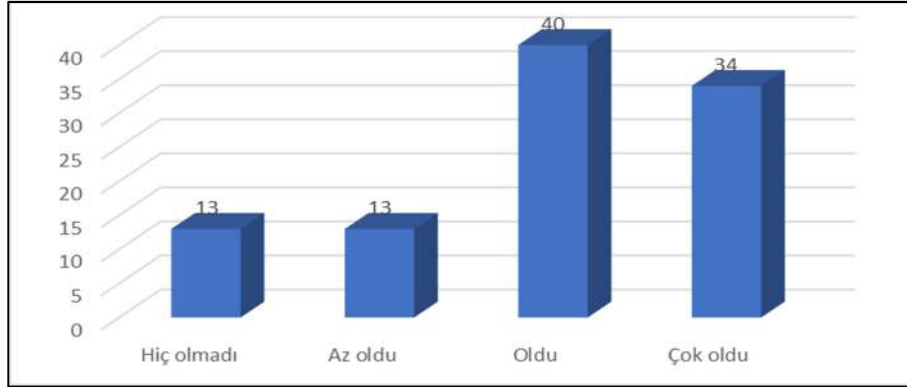
Şekil 4.7'de görüldüğü gibi öğrencilerin %40'ı AGT'nin modellerdeki derinliği algılamadaki etkisinin olduğunu, %33'ü çok olduğunu, %20'si az olduğunu ve %7'si hiç bir katkısının olmadığını belirtmiştir



Şekil 4.7. AGT'nin modellerdeki derinliği algılamadaki etkisi

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çıkarmada faydalı oldu mu ?*

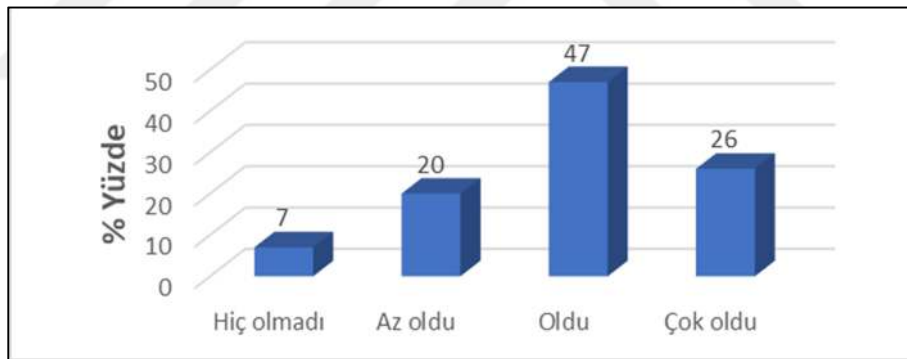
Şekil 4.8'de görüldüğü gibi öğrencilerin %40'ı AGT'nin perspektiften üç görünüş oluşturmaya etkisinin normal olduğunu, %34'ü çok olduğunu, %13'ü az olduğunu ve %13'ü hiç olmadığını belirtmiştir.



Şekil 4.8. AGT'nin perspektiften üç görüş oluşturmaya etkisi

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi üç görüşü verilen parçaların perspektif görüşlerini anlamada faydalı oldu mu?*

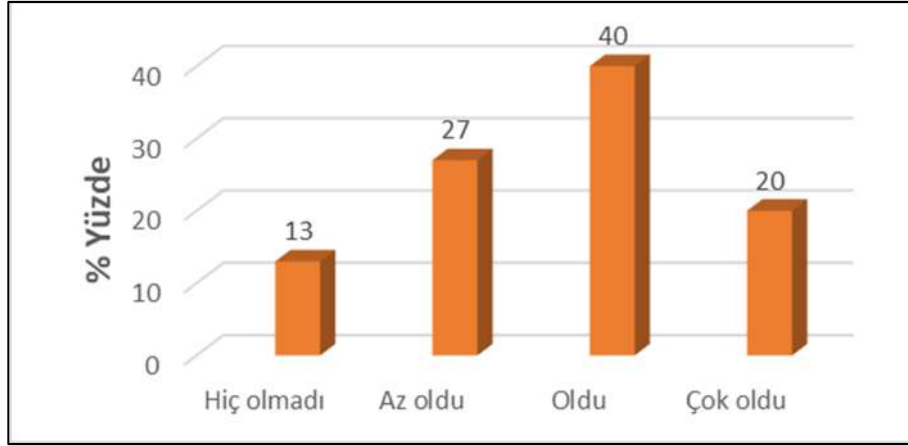
Şekil 4.9'da görüldüğü gibi öğrencilerin %47'si AGT'nin üç görüşten perspektif oluşturmaya etkisinin olduğunu, %26'sı çok olduğunu, %20'si az olduğunu ve %7'si hiç olmadığını belirtmiştir.



Şekil 4.9. AGT'nin üç görüşten perspektif oluşturmaya etkisi

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi parçaların kesit görüşlerini anlamada faydalı oldu mu?*

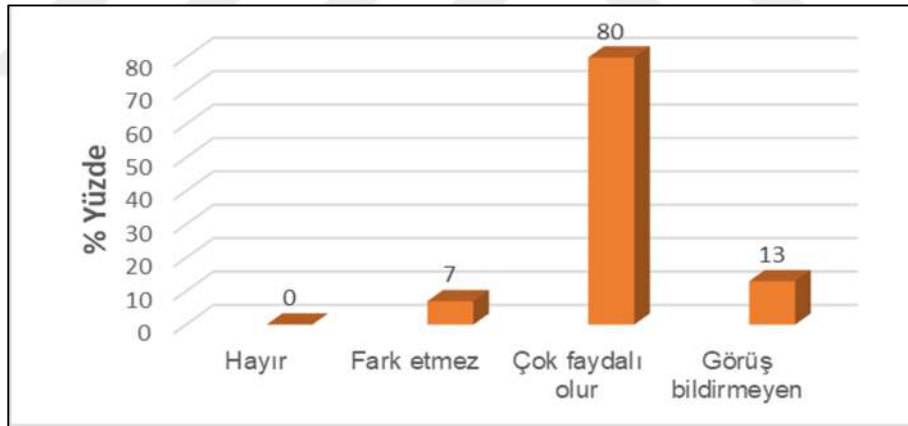
Şekil 4.10'da görüldüğü gibi öğrencilerin %40'ı AGT'nin parçaların kesitlerini oluşturmaya etkisinin olduğunu, %20'si çok olduğunu, %27'si az olduğunu ve %13'ü hiç olmadığını belirtmiştir.



Şekil 4.10. AGT'nin parçaların kesitlerini oluşturmaya etkisi

➤ *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin gelecek yıllarda da Teknik Resim dersinde kullanılmasını ister misiniz?*

Şekil 4.11'de görüldüğü gibi öğrencilerin %80'i AGT'nin gelecek dönemlerde kullanılmasını, %7'si fark etmediğini belirtirken %13'ü görüş bildirmemiştir.



Şekil 4.11. AGT'nin gelecek dönemlerde kullanımı konusunda görüşler

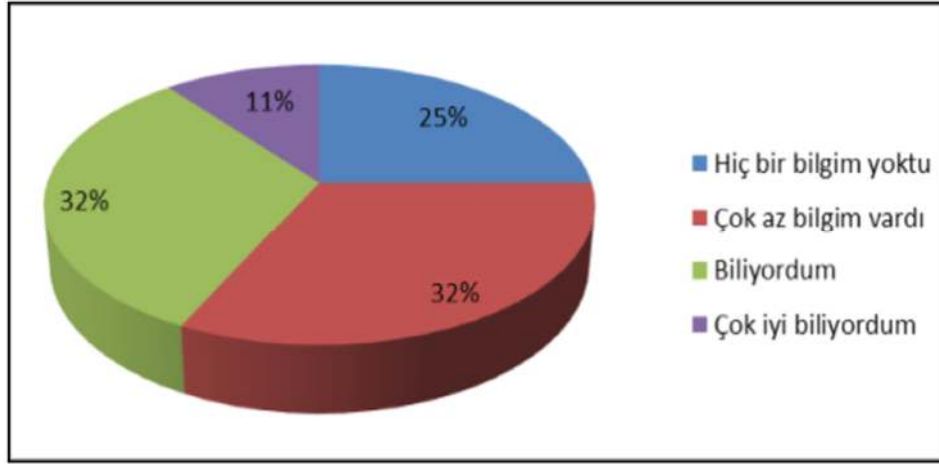
Öğrencilerin Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi konusundaki deneyimleri ile ilgili görüşleri Çizelge 4.14'te belirtildiği gibi öğrencilerin çoğu AGT uygulamasının Teknik Resim derslerinde kullanımı konusunda olumlu görüş belirtmişlerdir. Öğrenciler bu uygulamanın; konuları anlamada büyük fayda sağladığını, sadece

Teknik Resim dersinde değil, diğer derslerde ve gelecek yıllarda da kullanılmasının yararlı olacağı konusunda görüş belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14. Öğrencilerin AGT ile ilgili görüşleri

1. Öğrenci:	Arttırılmış gerçeklik teknolojisi iyi olabilir, özellikle dersi ilk defa alanlar için. Ben çok kullanmadım. Çünkü dersi iyi dinledim ve kendimi derse verdim. Dersten kaçmadım.
2. Öğrenci:	Faydalı bir uygulamadır.
3. Öğrenci	Bence güzel bir uygulama. Şekli zihinde canlandırmada zorlanan arkadaşlar için çok faydalı olacağından eminim. Derse olan ilgiyi arttıracığına inanıyorum.
4. Öğrenci:	Teknik Resim derslerinde kullanılmasını tavsiye ederim. Dersin daha iyi anlaşılmasını sağlar.
5. Öğrenci:	Arttırılmış gerçeklik teknolojisi programı daha ayrıntılı olabilir. İzometrik görünüşte parçalar farklı renklerde gösterilse daha faydalı olur düşüncesindeyim.
6.öğrenci	Yaz okulu başlamadan önce izometrikleri çizmekte çok zorlanıyordum. Verilen ödevleri AGT uygulamasını kullanarak artık rahatlıkla yapabiliyorum.
7.Öğrenci:	Görüş bildirmemiştir
8.Öğrenci	Çok güzel bir uygulama. Normal derslerde de kullanılmalıdır. Beyin gücünün gelişmesinde yardımcı olur.
9.Öğrenci:	Faydalı olduğunu düşünüyorum. Canlandırma açısından bana göre çok faydalı.
10. Öğrenci:	Bana etkisi az oldu ama şekli algılamamızı sağladı
11.Öğrenci:	Benim en büyük sıkıntı çektiğim konu izometrik çizimdi. AGT uygulamasından sonra % 80'e kadar kafamda çizimi nasıl çizerim, üç boyutlu nasıl düşünürüm sorularına faydası oldu.
12. Öğrenci:	Güzel bir uygulama. İleriki derslerde öğrencilere faydası olacağını düşünüyorum.
13. Öğrenci:	Algılamada kolaylık sağlıyor. Kullanılmalı.
14.Öğrenci	Teknik resim dersine bakışımı ve ilgimi değiştirdi. Dersi öğrenmede önemli etken oldu. Çok başarılı bir yöntem olduğunu düşünüyorum.

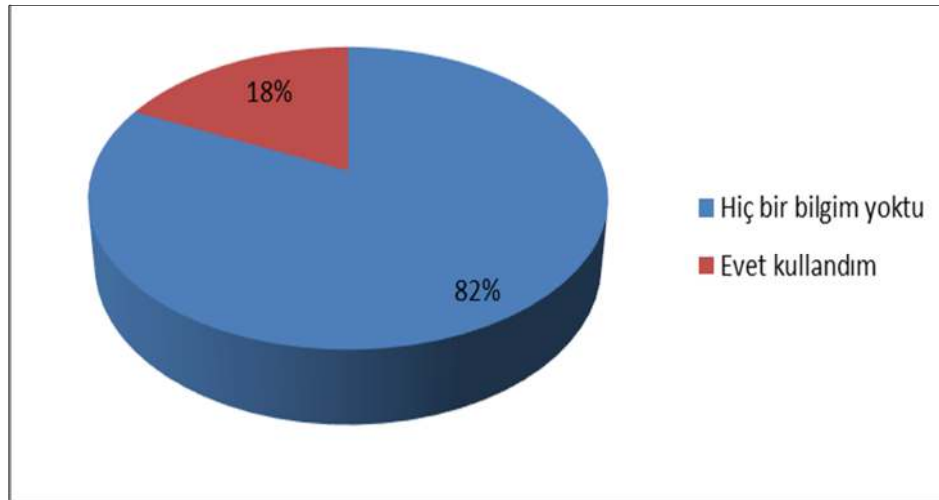
➤ Öğrencilerin SGT konusundaki ön bilgi seviyeleri



Şekil 4.12 Öğrencilerin sanal gerçeklik teknolojisi konusundaki ön bilgileri

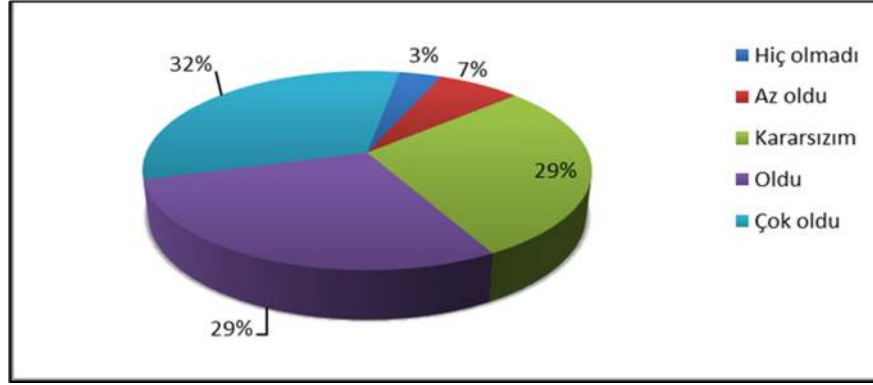
➤ Öğrencilerin sanal gerçeklik gözlüğü kullanma oranları

Öğrencilerin % 82'si Şekil 4.13'te görüldüğü gibi daha önce hiçbir sanal gerçeklik gözlüğü kullanmamış, yalnız %18'si bir sanal gerçeklik gözlüğü kullanmıştır.



Şekil 4.13. Öğrencilerin sanal gerçeklik gözlüğü kullanma oranı

➤ SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersinde konuları öğrenmeye etkisi

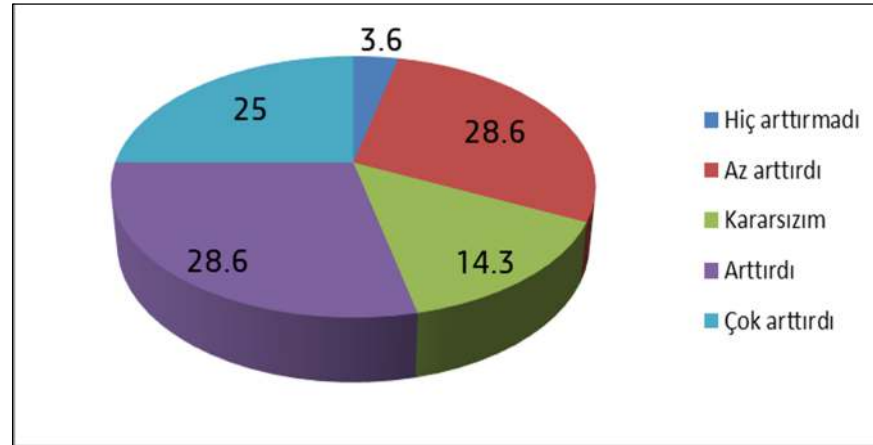


Şekil 4.14. SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersinde konuları öğrenmeye etkisi

Şekil 4.14'te görüldüğü gibi öğrencilerin % 29'u SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin teknik resim konularını öğrenmede çok etkili olduğunu belirtirken, sadece %3'ü hiç etkisinin olmadığını ifade etmiştir.

➤ *SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersine ilgiyi artırdı mı?*

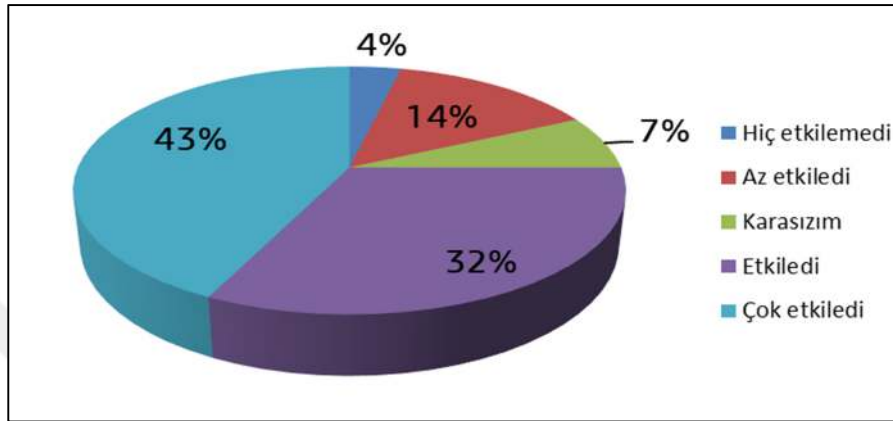
Şekil 4.15'te görüldüğü gibi öğrencilerin % 28.6'sı artırdığını, % 3.6'sı hiç artırmadığını % 14.3'ü kararsız olduklarını belirtmişlerdir.



Şekil 4.15. SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersine ilgiyi artırma oranı

➤ *SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin Teknik Resim dersine ilgiyi artırdı mı?*

Sanal gerçeklik teknolojisi ile hazırlanan ders içeriklerinin kullanımı, öğrencilerin en çok zorlandıkları konuların başında gelen görünüşleri verilen parçaların üç boyutlu modellerini zihinlerinde canlandırmalarına verilen yanıtlar incelendiğinde, Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi, öğrencilerin % 43'ü çok olumlu etkilediğini, % 7'si kararsız olduklarını, % 4'ü ise hiç etkilemediğini belirtmiştir.



Şekil 4.16 SGT ile hazırlanan ders içeriklerinin modelleri üç boyutlu canlandırmaya etkisi

4.2. Teknik Resim Dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile Çalışmalardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde, Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanarak yapılan çalışmada; Deney ve kontrol grubuna uygulanan Uzamsal Görselleştirme Testinden (PUGT-D) elde edilen veriler, deney ve kontrol gruplarının akademik başarı puanları ve deney grubu öğrencileriyle yapılan Teknik Çizim Derslerinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarını Destekleme Tutum Ölçeği (TEÇİSGUD) Anket sonuçlarından elde edilen veriler analiz edilecektir.

4.2.1. Deney Grubundaki Öğrencilerin PUGT-D Test Sonuçları ve Akademik Puanları

Deney grubuna ait PUGT-D ilk ve son test sonuçları ile 1.ara sınav, 2.ara sınav ve final sınavlarına ait notlar ile başarı puanları Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Deney grubu test ve akademik puanları

Öğrenci	DENEY GRUBU					
	PUGT-D Testi		Akademik Puanlar			
	İlk Test	Son Test	1.Ara Sınav	2.Ara Sınav	Final	Başarı
1. Öğrenci	16	16	50	90	78	75
2. Öğrenci	7	15	56	88	100	89
3. Öğrenci	13	5	55	63	55	57
4. Öğrenci	15	15	51	59	96	80
5. Öğrenci	4	2	20	70	27	34
6. Öğrenci	12	16	81	81	90	86
7. Öğrenci	23	27	81	77	81	80
8. Öğrenci	3	17	79	79	56	65
9. Öğrenci	13	13	96	86	95	93
10. Öğrenci	8	15	55	65	6	28
11. Öğrenci	14	14	79	93	59	70
12. Öğrenci	11	15	75	75	75	75
13. Öğrenci	17	23	85	83	94	90
14. Öğrenci	19	20	53	65	25	39
15. Öğrenci	11	18	67	79	84	80
16. Öğrenci	23	26	72	66	79	75
17. Öğrenci	12	4	95	85	95	93
18. Öğrenci	16	10	92	90	93	92
19. Öğrenci	5	9	67	73	85	79
20. Öğrenci	14	14	30	76	55	54
21. Öğrenci	15	24	74	80	95	88
22. Öğrenci	11	18	57	25	89	70
23. Öğrenci	14	18	55	65	38	47
24. Öğrenci	26	25	85	91	95	92
25. Öğrenci	23	17	97	89	94	94
26. Öğrenci	28	30	93	83	93	91
27. Öğrenci	13	14	54	40	30	37
28. Öğrenci	22	22	95	60	98	90
29. Öğrenci		8	51	77	82	75
30. Öğrenci		7	20	50	20	26
31. Öğrenci		25	87	81	94	90
32. Öğrenci		20	55	81	70	69
33. Öğrenci	13		71	65	71	70
34. Öğrenci	7		20	70	86	70
35. Öğrenci	6		52	65	33	43
36. Öğrenci		15	94	82	66	75
Ortalama	14	16.27	66.64	73.53	71.72	71

Çizelge 4.15 incelendiğinde 36 kişilik deney grubunda bulunan 29, 30, 31, 32 ve 36 nolu öğrencilerin dönem başında yapılan ilk teste; 33, 34, 35 nolu öğrencilerin ise dönem sonunda yapılan son teste katılmadıkları görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin ilk test ortalaması 30 soruluk testte 14 soru ; son test ortalaması ise 16 soru doğru cevaplanmıştır. Deney grubunun 1. ara sınav ortalaması 66.64, 2. ara sınav ortalaması 73.53, final ortalaması 71.72 ve dönemsel başarı not ortalaması 71 olmuştur.

4.2.2. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Test Sonuçları ve Akademik Puanları

Kontrol grubuna ait PUGT-D ilk ve son test sonuçları ile 1.ara sınav, 2.ara sınav ve final sınavlarına ait notlar ile başarı puanları Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kontrol grubu PUGT:D testi sonuçları ve akademik puanları

Öğrenci	KONTROL GRUBU					
	PUGT-D Testi		Akademik Puanlar			
	İlk Test	Son Test	1.Ara Sınav	2.Ara Sınav	Final	Başarı
1. Öğrenci	22	16	67	72	62	65
2. Öğrenci	15	12	30	50	35	37
3. Öğrenci	8	3	45	50	30	37
4. Öğrenci	14	14	52	62	55	56
5. Öğrenci	8	9	68	62	65	65
6. Öğrenci	9	9	35	55	61	55
7. Öğrenci	9	15	58	75	65	66
8. Öğrenci	12	16	58	35	60	55
9. Öğrenci	17	19	66	95	63	70
10. Öğrenci	11	8	62	81	69	70
11. Öğrenci		13	69	65	43	53
12. Öğrenci	15		60	76	55	60
13. Öğrenci		16	83	71	65	70
14. Öğrenci	7		40	45	34	37
15. Öğrenci	17		55	67	35	45
16. Öğrenci	7		0	0	0	0
17. Öğrenci	14		0	0	0	0
18. Öğrenci		12	5	5	5	5
19. Öğrenci	11		58	45	74	65
20. Öğrenci	15	13	60	76	20	39
21. Öğrenci	10	13	72	75	67	70
22. Öğrenci	11		0	0	0	0
23. Öğrenci		10	57	73	98	85
24. Öğrenci		26	61	61	67	65
25. Öğrenci		11	52	42	25	34
26. Öğrenci		9	43	41	63	55
27. Öğrenci		11	43	51	68	60
28. Öğrenci		16	45	75	68	65
29. Öğrenci		15	77	55	66	66
30. Öğrenci		9	15	20	30	25
31. Öğrenci		14	45	75	68	65
32. Öğrenci		10	55	91	76	75
33. Öğrenci	17		0	0	0	0
34. Öğrenci	6		61	75	55	60
Ortalama	12.14	12.76	46.97	53.56	48.44	49

Çizelge 4.16. incelendiğinde 34 kişilik deney grubunda bulunan 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 ve 32 nolu öğrencilerin dönem başında yapılan ilk teste; 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 33 ve 34 nolu öğrencilerin ise dönem sonunda yapılan son teste katılmadıkları görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ilk test ortalaması 30 soruluk testte 12.14 doğru soru; son test ortalaması ise 12.76 doğru soru olmuştur. Kontrol grubunun 1. ara sınav ortalaması 46.97, 2. ara sınav ortalaması 53.56, final ortalaması 48.44 ve dönemsel başarı not ortalaması 49 olmuştur.

4.2.3. PUGT-D Test Verilerinin Analizi

Çizelge 4.17. Deney ve Kontrol Gruplarının İlk Test – Son Test Sonuçları Normallik Dağılımı

PUGT-D testleri	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Deney Grubu İlk Test	0.119	31	0.200*	0.961	31	0.312
Deney Grubu Son Test	0.127	33	0.193	0.976	33	0.667
Kontrol Grubu İlk Test	0.131	21	0.200*	0.950	21	0.346
Deney Grubu Son Test	0.151	25	0.144	0.935	25	0.111

Veri grupları'nın istatistiksel analizinde önce verilerin normallik dağılımı test edilir. Bu amaçla, grup verilerine istatistiksel analiz yazılımları kullanarak Kolmogorov-Smirnov Shapiro-Wilk Normallik testleri uygulanır. Test sonuçlarında Anlamlılık (significance, p=olasılık, probability) değerine bakılır. Bu değer 0.05'ten büyük ise veriler normal dağılımdadır denir ve veriler arasındaki farkların istatistiksel olarak analizi için parametrik testler; 0.05'ten küçük ise parametrik olmayan testler kullanılır (Kul, 2014).

Çizelge 4.17 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarına ait verilerde bulunan en küçük anlamlılık değeri $p=0.111$, hem Kolmogorov-Smirnov hem de Shapiro-Wilk testine göre p (sig.) $=0.111 > 0.05$ olduğu için dağılım normal karakterdedir. Bu durumda veriler parametrik testler (T-Testi, Varyans Analizi, Pearson Korelasyonu gibi) ile analiz edilebilir. PUGT-D testinden elde edilen veriler T-testi ile analiz edilmiştir.

Veri gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasında, veriler arasındaki farklılıklara ilişkin hipotezler öne sürülür. Literatürde hipotez, “denenebilen

(doğrulanabilir/ yanlışlanabilir) yargılar, bir araştırmanın olası sonucuna dair yapılan tahminlerin ifadesi”, “değişkenler arasındaki ilişkileri/farkı belirlemeye yönelik bilimsel önermeler” şeklinde ifade edilmektedir. Bir hipotez testinde iki hipotez (H_0 ve H_1) bulunur. H_0 ; Boş hipotez, sıfır hipotezi, H_1 ya da H_a Alternatif hipotezi ifade eder. Aksi ispat edilemedikçe H_0 hipotezi doğru kabul edilir (Kul, 2014).

Deney ve kontrol gruplarına ait verileri karşılaştırmak amacıyla bazı hipotezler ortaya konmuş ve verilere istatistiksel testler uygulanarak, hipotezlerin kabul veya ret edilmesi konusunda karara varılmıştır.

Hipotezlerin kabul veya red edilmesi, verilere uygulanan istatistiksel testler sonucu elde edilen Anlamlılık, Olasılık (Significance, Probability,p) değerlerine bağlıdır. Çizelge 4.18. ‘de verilen p değerlerine göre hipotez, kabul veya red edilir.

Çizelge 4.18. P Değerlerinin yorumlanması (Kul, 2014)

P değeri Sig. (istatistiksel anlamlılık)	Yorumu
$0.01 \leq p < 0.05$	İstatistiksel anlamlılık
$0.001 \leq p < 0.01$	Yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık
$p < 0.001$	Çok yüksek istatistiksel anlamlılık
$0.05 \leq p < 0.10$	Anlamlılık eğilimi(sınırdan anlamlılık)
$p > 0.10$	Fark tesadüften ileri gelmiştir Sonuç İstatistiksel olarak anlamlı değildir

4.2.3.1. Hipotez 1

“Uzamsal görselleştirme testi sonucu deney grubu son test ortalamaları ile deney grubu ilk testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezi araştırmak amacıyla deney grubu son test sonuçları ile deney grubu ilk test sonuçlarına, eşleştirilmiş T-testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.19. Deney grubu PUGT-D Testine ilişkin Eşleştirilmiş T-Testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Deney Son Test	28	16.5	6.77	27	1.976	0.058*
Deney İlk Test	28	14.57	6.40			

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi T-Testi sonucunda anlamlılık $p=0.058$ bulunmuştur. $0.05 < P=0.058 < 0.10$ sınırdan anlamlılık (Kul, 2014). Bu değere göre iki testin ortalamaları arasındaki fark, sınırdan anlamlılık olarak ortaya çıkmıştır. Bu durumda Hipotez 1 ret edilir. Öğrencilerin Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanmaları sonucunda uzamsal görselleştirme becerilerindeki artış istatistiksel olarak sınırdan olmakla birlikte anlamlı olarak nitelendirilebilir.

4.2.3.2. Hipotez 2

“Uzamsal görselleştirme testi sonucu kontrol grubu son test ortalamaları ile kontrol grubu ilk testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezi araştırmak amacıyla kontrol grubu son test sonuçları ile kontrol grubu ilk test sonuçlarına eşleştirilmiş T-testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.20. Kontrol grubu PUGT-D Eşleştirilmiş T-Testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Kontrol Son Test	12	12.25	4.37	11	1.976	0.818*
Kontrol İlk Test	12	12.50	4.25			

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi T-Testi sonucunda anlamlılık $p=0.818$ bulunmuştur. $P=0.818 > 0.10$ istatistiksel olarak anlamsızdır (Kul, 2014). Bu durumda Hipotez 2 doğru olarak kabul edilir. Kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana gelmemiştir. Kontrol grubu SGT ile hazırlanan ders materyallerini kullanmadığı için dönem başı ve sonunda yapılan Purdue uzamsal görselleştirme becerisi ölçme test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark meydana gelmemiştir.

4.2.3.3. Hipotez 3

“Uzamsal görselleştirme testi sonucu; deney grubu ilk test ortalamaları ile kontrol grubu ilk testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezi araştırmak amacıyla deney grubu ilk test sonuçları ile kontrol grubu ilk test sonuçlarına gruptaki öğrenci sayıları farklı olduğu için Bağımsız örneklem T-testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.21. Deney ve kontrol grupları ilk PUGT-D testlerine ilişkin T-Testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Deney İlk Test	31	14	6.40	50	1.168	0.248*
Kontrol İlk Test	21	12.14	4.20			

Çizelge 4.21’de görüldüğü gibi T-Testi sonucunda anlamlılık $p=0.248$ bulunmuştur. $P=0.248 > 0.10$ istatistiksel olarak anlamsızdır (Kul, 2014). Bu durumda Hipotez 3 kabul edilir. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmaması dönemin başında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin birbirlerine yakın olduğunu ve öğrenciler arasında uzamsal beceri bakımından anlamlı bir farklılığın olmadığı göstermektedir.

4.2.3.4. Hipotez 4

“Uzamsal görselleştirme testi sonucu; deney grubu son test verileri ile kontrol grubu son test verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezi araştırmak amacıyla deney grubu son test sonuçları ile kontrol grubu ilk test sonuçlarına gruplardaki öğrenci sayıları farklı olduğu için bağımsız örneklem testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.22. Deney ve kontrol grupları son PUGT-D testlerine ilişkin T-Testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Deney Son Test	33	16,27	6.82	56	1.168	0.029*
Kontrol Son Test	26	12.76	4.41			

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi Bağımsız örneklem T-Testi sonucunda anlamlılık $p=0.029$ bulunmuştur. $P=0.029<0.05$ olduğu için sonuç istatistiksel olarak anlamlıdır (Kul, 2014). Bu durumda Hipotez 4 ret edilir. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olması, sanal gerçeklik teknolojisini kullanan deney grubu öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerisinde, kullanmayanlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir artışın meydana geldiğini göstermektedir.

Sonuç olarak Teknik Resim dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin kullanımı öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme sağlamıştır.

4.2.4. 2017-2018 Güz Döneminde SGT kullanan Öğrencilerin Dönemsel Akademik Puanlarının Analizi

2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersini alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin dönem içindeki sınav notları, verilen ödevlerin ortalaması ve yıl sonu puanları hesaplanarak öğrencilerin akademik başarı puanları belirlenmiştir.

Çizelge 4.23'teki veriler incelendiğinde Kolmogorov-Smirnov testi, deney grubunun 1. sınavında $0.200 > 0.05$, deney grubunun 2. sınavında $0.183 > 0.05$ ve kontrol grubunun 2. sınavında $0.106 > 0.05$ olduğu ve bu durumun akademik verilerin normal dağılmadığını göstermektedir. Ancak örneklem büyüklüğü 50'nin altında kalan testlerde normallik dağılımının Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Bu çalışmada örneklem grubu 36 ve 34 olduğu için Shapiro-Wilk testi dikkate alınmış ve tüm verilerin ($P < 0.05$) normal dağılım sergilemediği belirlenmiştir. Bu durumda akademik çevrelerin tavsiyesi doğrultusunda akademik verilerin analizi için parametrik olmayan testlerin uygulanmasına karar verilmiştir.

4.2.4.1 Deney ve Kontrol Grubu Akademik Puanlarının Normallik Dağılımı

Çizelge 4.23. Deney ve kontrol gruplarına ait akademik puanların normallik dağılımını

Gruplar-Sınav	N	\bar{X}	SS	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
				İstat.	Sd	P	İstat.	Sd	P
Deney 1.Sınav	36	66.63	22.30	0.117	36	0.200	0.923	36	0.015*
Kontrol 1.Sınav	34	46.97	23.52	0.173	34	0.011	0.876	34	0.001
Deney 2.Sınav	36	73.53	14.64	0.123	36	0.183	0.898	36	0.003
Kontrol 2.Sınav	34	53.56	27.24	0.137	34	0.106	0.888	34	0.002
Deney Final	36	71.72	26.54	0.177	36	0.006	0.855	36	0.000
Kontrol Final	34	48.44	25.94	0.217	34	0.000	0.885	34	0.002
Deney Başarı	36	71.14	20.28	0.180	36	0.005	0.880	36	0.001
Kontrol Başarı	34	49.00	21.48	0.255	34	0.000	0.843	34	0.000

Deney ve kontrol gruplarının akademik puanlarının normallik dağılımı Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

4.2.4.2. Hipotez 5

“ Deney grubu öğrencilerinin 1. ara sınav not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin 1. ara sınav not ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Veriler normal dağılımda olmadığı için Çizelge 4.24'te gösterildiği gibi parametrik olmayan testlerden Bağımsız Örneklem Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Test sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin 1.ara sınav not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin 1. ara sınav not ortalamaları arasındaki deney grubu lehine fark istatistiksel olarak anlamlıdır. SGK öğrencilerin 1.sınav notları ortalaması kullanmayan öğrencilerden daha yüksektir. Bu durumda 5 nolu hipotez geçerli değildir.

Çizelge 4.24. SGK ile alakalı başarı notlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi sonuçları

Gruplar-Sınav	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
Deney 1.Ara Sınav	36	42.76	1539.50	350.500	-3.075	0.002*
Kontrol 1.Ara Sınav	34	27.81	945.50			

4.2.4.3 Hipotez 6

“Deney grubu öğrencilerinin 2. ara sınav not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin 2. ara sınav not ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Çizelge 4.25. Deney ve kontrol gruplarının 2. ara sınavlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi

Gruplar-Sınav	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
Deney 2.Ara Sınav	36	44,01	1584.5	305.500	-3.605	0.000*
Kontrol 2.Ara Sınav	34	26.49	900.50			

Veriler normal dağılımda olmadığı için nonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.25'te görülmektedir.

Test sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin 2. ara sınav notları ile kontrol grubu öğrencilerinin 2. ara sınav notları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda 6 nolu hipotez geçerli değildir.

4.2.4.4. Hipotez 7

“Deney grubu öğrencilerinin Final sınav not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin final sınav not ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Veriler normal dağılımda olmadığı için nonparametrik testlerden Bağımsız Örneklem Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Deney ve Kontrol Gruplarının Final notlarına uygulanan Mann-Whitney U Testi

Gruplar-Sınav	N	\bar{X}	SS	p
Deney Final Sınavı	36	71.72	26.54	0.000*
Kontrol Final Sınav	34	48.44	25.94	

Test sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin Final sınav not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin final sınav not ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda 7 nolu hipotez doğru değildir.

4.2.4.5. Hipotez 8

“Deney grubu öğrencilerinin başarı not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin başarı not ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Çizelge 4.27. Deney ve Kontrol grupları başarı notlarına uygulanan Mann-Whitney U Testi

Gruplar-Başarı	N	\bar{X}	SS	p
Deney Başarı Notu	36	71.72	26.54	0.000*
Kontrol Başarı Notu	34	48.44	25.94	

Veriler normal dağılımda olmadığı için Çizelge 4.27’de sonuçları gösterilen nonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Test sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin başarı not ortalamaları ile kontrol grubu öğrencilerinin başarı not ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda 8 nolu hipotez doğru değildir.

Öğrencilerin 2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Teknik Resim dersinde SGT kullanan öğrencilerin, akademik başarı puanları Teknik Resim dersinde bu teknolojiyi kullanmayan öğrencilerin Teknik Resim dersindeki akademik başarı puanlarından daha yüksek olmuştur. Yapılan testler sonucu aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

4.3. Teknik Resim Dersinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı (SGTK) ile Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı (AGTK) Sonucu Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması

Tez çalışması kapsamında Teknik Resim dersinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanan öğrenciler ile Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanan öğrenciler, uzamsal görselleştirme becerileri ve akademik başarı puanları bakımından karşılaştırılmıştır.

4.3.1. Uzamsal Görselleştirme Test Sonuçları Bakımından SGTK ve AGTK Verilerinin Karşılaştırılması

4.3.1.1. Verilerin Normal Dağılımının Kontrolü

Çizelge 4.28. AGTK ve SGTK gruplarına ait verilerin Normal Dağılım test sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
				İstat.	Sd	P	İstat.	Sd	P
AGTKUGT-İ	14	13.64	4.85	0,136	14	0.200	0,952	14	0.600
AGTKUGT-S	14	16.36	5.46	0.188	14	0.193	0.954	14	0.623
SGTKUGT-İ	36	14	6.40	0.119	31	0.200	0.961	31	0.312
SGTKUGT-S	36	16.27	6.82	0.127	33	0.193	0.926	33	0.667
AGTKBP	14	66.21	12.08	0,125	14	0.200	0.956	14	0.655
SGTKBP	36	71.14	20.28	0.180	36	0.005	0.880	36	0.001*

AGTKUGT-İ : Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Uzamsal Görselleştirme Testi İlk
 AGTKUGT-S: Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Uzamsal Görselleştirme Testi Son
 SGTKUGT-İ : Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Uzamsal Görselleştirme Testi İlk
 SGTKUGT-S : Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Uzamsal Görselleştirme Testi İlk
 AGTKBP : Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Başarı Puanı
 SGTKBP : Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullananların Başarı Puanı

Çizelge 4.28.'deki verilere ait anlamlılık değerleri incelendiğinde SGTKBP dışındaki tüm gruplara ait verilerin hem Kolmogorov-Smirnov, hem de Shapiro-Wilk

testine göre normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu verilerin kullanılacağı hipotezlerin doğru olup olmadığını belirlemek için SGTKBP grubuna parametrik olmayan test (Bağımsız örneklem Mann-Whitney U Testi), diğer tüm gruplara parametrik (bağımsız örneklem T-Testi) testler uygulanmıştır.

4.3.1.2. Hipotez 9

“SGTK öğrenci grubunun başarı notları ortalaması ile AGTK öğrenci grubunun başarı notları ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezin doğru olup olmadığını araştırmak için her iki grubun verileri normal dağılımda olduğu için parametrik testlerden (Bağımsız örneklem T-Testi) testi uygulanmıştır

Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi $p=0.136 > 0.05$ den büyük çıkmıştır. Sonucu teyit etmek amacıyla non-parametrik testlerden Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Bu durumda SGTK öğrenciler ile AGTK öğrencilerin akademik başarı not ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Diğer bir ifadeyle öğrencilerinin akademik başarılarındaki gelişmeye hem AGTK nın hem de SGTK nın yaptığı etki arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur.

Çizelge 4.29. SGTK ve AGTK öğrencileri başarı notlarına ilişkin Mann-Whitney U testi

Gruplar-Sınav	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
SGTKBP	36	27.42	987	183.000	-1.492	0.136*
AGTKBP	14	20.57	288			

. 4.3.1.3. Hipotez 10

“SGTK deney grubunun UGT-İ ile AGTK grubun UGT-İ ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezin doğru olup olmadığını araştırmak için her iki grubun verileri normal dağılımda olduğu için parametrik testlerden (Bağımsız örneklem T- Testi) testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.30’da görüldüğü gibi $p=0.854 >0.05$ den büyük çıktığı için fark istatistiksel olarak anlamsız kabul edilmektedir. Test sonucuna göre hem Sanal Gerçeklik Teknolojisi kullanan öğrencilerin, hem de Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanan öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin dönem başlarında aynı seviyede olduğu, aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.30. SGK ve AGTK grubuna ait İlk PUGT-D ilişkin Bağımsız Örneklem T-Testi

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
SGK Deney İlk Test	31	14	6.4	43	-0.165	0.854*
AGTK İlk Test	14	13.64	4.64			

4.3.1.4. Hipotez 11

“SGK deney grubunun UGT-S ile AGTK grubun UGT-S ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Çizelge 4.31. SGK ve AGTK grubuna ait son PUGT-D Bağımsız Örneklem T-Testi

Gruplar	N	\bar{X}	SS	Sd	t	p
SGK Deney Son Test	33	16.27	6.62	45	0.41	0.967*
AGTK Son Test	14	16.35	5.45			

Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi $p=0.967 >0.05$ den büyük çıktığı için fark istatistiksel olarak anlamsız kabul edilmektedir. Bu durumda öğrencilerin uzamsal

gösterme becerilerinin gelişmesine hem Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi hem de Sanal Gerçeklik Teknolojisi aynı düzeyde katkıda bulunmuştur.

4.3.1.5. Hipotez 12

“AGTK deney grubu akademik başarı ortalamaları ile kontrol grubu başarı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.”

Bu hipotezin doğru olup olmadığını anlamak için her iki gruba ait akademik başarı verileri normal dağılımda olduğundan dolayı parametrik testlerden (*Bağımsız örneklem T- Testi*) testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi $p=0.016 < 0.05$ den küçük çıktığı için fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmektedir. Bu durumda AGT kullanılarak hazırlanan ders içeriklerini kullanan öğrencilerin akademik başarıları, klasik yöntemlerin uygulandığı kontrol grubundan daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.32. AGTK deney ve kontrol grubu akademik başarılarına ilişkin T-Testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	p
AGT Deney Başarı	14	65.28	12.48	0.016*
Kontrol Başarı	34	47.75	24.83	

Sonuç olarak; hem SGT hem de AGT ile hazırlanmış ders içerikleri kullanımı sonucu öğrencilerin akademik başarılarında artış meydana gelmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Artırılmış gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile İlgili Sonuçlar

Tez kapsamında geliştirilen ve 2015-2016 öğretim yılı yaz dönemi Teknik Resim dersinde AGT ile ders materyalleri hazırlanmış ve 4 hafta boyunca uygulanmıştır. Genellikle yüksek öğrenim grubundaki öğrencilere uygulanan PUGT-D testi dönem başında ve sonunda uygulanmıştır. Test sonuçları SPSS programı ile normallik testine tabi tutulmuş, dağılımın normal olduğu belirlenmiştir. Test sonuçları daha sonra Eşleştirilmiş Örneklem T-Testi ile değerlendirilmiş ve sonuç Çizelge 4.3 'te görüldüğü gibi ($p=0.023<0.05$) anlamlı çıkmıştır. AGT'nin Teknik Resim dersinde kullanılması öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağlamıştır. Bu konuda yapılan literatür taramasında AGT'nin Teknik Resim dersinde sınıfta sadece tablet ile kullanıldığı çalışmada Thornton (2014), bu teknolojinin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde gelişme sağladığını belirtirken; Akkuş (2016) masa üstü bilgisayar ve kameranın kullanıldığı Teknik Resim dersinde AGT'nin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine etki yapmadığını ifade etmiştir.

AGT uygulamasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini araştırmak amacıyla, öğrencilerin akademik başarı puanları önce dönem içinde değerlendirilmiş; dönem başı ile dönem sonu arasındaki not ortalamaları arasındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır. Daha sonra başarı sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu Çizelge 4.31'de görüldüğü gibi Teknik Resim derslerinde AGT ile hazırlanan ders içeriklerini kullanan öğrencilerin akademik başarı puanları ile kullanmayan öğrencilerin akademik başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.016<0.05$) farkı meydana geldiği saptanmıştır. Akkuş (2016) tarafından yapılan çalışmada da AGT'nin öğrencilerin akademik başarılarına katkıda bulunmadığı belirtilmiştir.

AGT uygulamasının kullanımı ile alakalı olarak dönem sonunda yapılan Likert tip anket sorularına verilen cevaplar değerlendirildiğinde; öğrencilerin çoğunluğunun bu uygulamanın, Teknik Resim konularını anlamada büyük kolaylık sağladığını, derslerin daha eğlenceli geçtiğini ve derse motivasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir. Bu sonuç, AGT'nin faydalı ve kullanışlı olduğu belirten çalışmalara paralellik göstermektedir (Chang ve ark., 2011; Wojciechowski ve Cellary, 2013; Thornton, 2014)

Klasik Teknik Resim derslerinde ahşap, plastik ve karton gibi malzemelerden yapılmış modeller ders materyali olarak kullanılmaktadır. Modellerin farklı türde ve kalabalık sınıflarda çok sayıda yapılması gerekmektedir. Diğer yandan öğrencilerin bu modelleri kullanımı ders saatleri ile sınırlı kalmaktadır. AGT'nin yeni bir eğitim aracı olarak Teknik Resim derslerinde kullanılması ile, bu modellere ihtiyacın azalabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler, telefonlarına yükleyecekleri uygulama ile ders saatleri dışında da telefonlarındaki sanal modelleri inceleyerek parçalardaki derinlik ve boşlukları daha iyi algılayabilecektir. Bu durum, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişmesi sürecine olumlu katkı yapabilecektir.

AGT konusunda yapılan çalışmanın sonuçları literatürde belirtilen sonuçlar ile desteklenmektedir (Shen ve ark., 2010; Thornton, 2016; Akkuş, 2016).

5.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı ile Sonuçlar

2017-2018 Dönem başında hem deney hem de kontrol gruplarına uygulanan PUGT sonuçlarına göre deney ve kontrol grupları verilerinin normal dağılım gösterdiği ve bu grupların test sorularına verdikleri doğru cevap ortalamaları arasında ($X_{deney}=14$, $X_{kontrol}=12.14$ ve $p=0.248>0.05$) istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin dönem başında uzamsal görselleştirme becerileri istatistiksel olarak aynı seviyededir.

Dönem sonunda yapılan PUGT sonuçlarına göre deney grubu Çizelgede görüldüğü gibi T-Testi sonucunda anlamlılık $p=0.058$ bulunmuştur. $0.05 < P=0.058 < 0.10$ sınırdaki anlamlılık (Kul, 2014). Öğrencilerin SGT kullanmaları sonucunda uzamsal görselleştirme becerilerindeki artış istatistiksel olarak sınırdaki olmakla birlikte anlamlı olarak nitelendirilebilir.

Deney ve kontrol gruplarının , dönem içi yapılan sınavların, verilen ödevlerin ve dönem sonu final sınav puanlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu deney grubunun başarı not ortalaması ($X=71.72$) ile kontrol grubunun başarı not ortalamaları ($X=48.44$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.000 < 0.05$) olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumda SGT kullanımını öğrencilerin akademik başarılarına anlamlı bir katkı yapmıştır denilebilir.

Biçimlendirici aynı zamanda öncü ve keşfedici olan bu çalışmada sanal gerçeklik uygulamalarının Teknik Resim derslerinde kullanılmasına yönelik 6 maddeden tutum ölçeği olan TEÇİSGUD ölçeği geliştirilmiş, 2017-2018 güz döneminde Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünden teknik çizim dersini alan rastgele seçilmiş 28 kişiyle gerçekleştirilen analizler, ölçeğin geçerli, oldukça güvenilir, ve bütün maddelerin birbiriyle ilişkili ve ölçek için gerekli olduğunu göstermiştir.

Maddelerin betimsel istatistikleri göz önüne alındığında, ölçekteki her bir maddenin ortalama olarak orta seviye etki olan 3. dereceden fazla etkide değerlendirildiği, teknik çizim dersinde sanal gerçeklik uygulamasının en çok perspektif görünüşleri verilen parçaların 3B görüntülerini canlandırmada etkili olduğu en az ise teknik çizim dersine olan ilgiyi artırmada etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin sanal gerçeklik hakkında ön bilgi seviyeleri, daha önce HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğü kullanıp kullanmama durumları ile diğer sanal gerçeklik gözlükleriyle ilgili tecrübelerinin onların sanal gerçeklik uygulamasıyla ilgili en çok

ve en az etkili değerlendirme tutumlarına etkisi olmadığı gibi genel TEÇİSGUD puanlarına da etkisi bulunmamıştır.

Genel olarak madde analizinden elde edilen yüksek derecelendirmeler ve yüksek TEÇİSGUD puanları, sanal ortamda öğrencilerin parçalarla derinlemesine etkileşim kurmasına ve tecrübe ile gerçek dünyada kolaylıkla elde edemeyecekleri bilgiyi öğrenmelerine yol açması bakımından bulgular sanal gerçeklik uygulamalarının Teknik Resim derslerinde kullanılması yönünde olumlu sonuçlar ortaya koymakta ve var olan mevcut literatürler çalışmalarıyla örtüşmektedir.

HTC Vive Gözlüğünün bazı öğrencilerde baş ağrısı yaptığı belirlenmiştir.

Hem SGT, hem de AGT çalışmalarında yapılan PUGT-D test sonuçlarından kız öğrencilerin uzamsal görselleştirme beceri ile erkek öğrencilerin uzamsal görselleştirme beceri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç Roca-González (2017), tarafından belirtilen sonuçla uyumluluk göstermektedir.

Hem SGT hem de AGT uygulamaları sonucunda öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde meydana gelen gelişmenin istatistiksel olarak anlamlı olduğu; tespit edilmiştir. Bu sonuç Akkuş (2016) ve Thorton (2014) tarafından bulunan bulgulara paralellik göstermektedir.

Uzamsal görselleştirme becerileri yüksek olan öğrencilerin akademik başarı puanlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit, bu konuda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumluluk göstermektedir (Shorby, 2009; Yuen, 2011; Akkuş, 2016).

5.3. Stereoskopik 3B Sanal Gerçeklik Uygulaması ile İlgili Sonuçlar

2015-2016 Öğretim yılı güz döneminde stereoskopik 3B sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak eğitim materyalleri hazırlanmış ve Teknik Resim dersinde iki hafta kullanılmıştır.

Aktif shutter gözlüklerle izlenebilen 3B modeller öğrencilere izlettirilmiştir. Öğrenciler aktif gözlüklerle yapılan uygulamada gözlerinin stereoskopik görüntülere uyum sağlamada zorluk çektiklerini belirtmişlerdir.

Anaglif gözlükler ile izlenebilen 3B modeller hazırlanmış ve öğrencilere izlettirilmiştir. Öğrenciler modellerin paralel perspektif olarak görülmediğini belirtmişlerdir.

Gerek aktif shutter gözlüklerle, gerekse anaglif gözlükler ile hazırlanan 3B modellerde derinlik hissi oluşturmak amacıyla paralel perspektif kullanılamamaktadır. Bu durum modellerin izdüşümlerini algılamakta güçlük oluşturmuştur.

Öğrencilere 3B stereoskopik teknikle hazırlanmış hareketli filmler izlettirilmiştir. Bu filmlerde oluşturulan derinlik hissi, nesnelerin kullanıcıya doğru hareket etmesi ve adeta kullanıcı ile temas hissi uyandırması, öğrencilerin büyük ilgisini çekmiştir.

SGT ve AGT'nin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine katkı sağladığı ancak, sağlanan katkı oranı bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamıştır.

SGT ve AGT'nin öğrencilerin akademik başarılarına istatistiksel olarak anlamlı bir katkı sağlamıştır,

SGT ile ders içerikleri hazırlamanın AGT ile ders içerikleri hazırlamaya göre daha yüksek maliyetli olduğu ve çok disiplinli bir çalışma gerekmektedir.

SGT'nin sınıf ortamında ve öğrenciler tarafından sırayla kullanılabilirdiği , buna karşılık AGT uygulamasının tüm akıllı telefon ve tabletler ile kullanılabilmektedir.

5.4. Öneriler

AGT kullanımını 2015-2016 öğretim yılında yaz dönemi tekrar alan öğrencilere uygulanmıştır. Öğrenci sayısının 14 kişi olması nedeniyle kontrol grubu oluşturulamamıştır. Bu konuda bundan sonraki çalışmaların çok sayıda öğrenci ile deney ve kontrol grubu oluşturulması sonuçların daha iyi değerlendirilmesi açısından büyük yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin devam durumlarına dikkat edilmeli ve deney grubundaki tüm öğrencilerin uygulamalara katılması sağlanmalıdır.

AGT kullanımını, birçok mühendislik eğitimi alanında anlaşılması zor konu ve kavramları görselleştirerek dersin daha ilgi çekici hale getirilmesini sağlar, öğrencilerde geçmiş dönemlerde bazı derslere karşı oluşan ön yargılar giderilmiş ve derse motivasyon sağlanarak başarı oranının artması sağlanabilir.

SGT ve AGT teknolojileri kullanarak eğitim materyali hazırlamak, öğrencilere sunmak ve sonuçları analiz etmek çok disiplinli bir çalışma gerektirdiği için bilgisayar ve eğitim dalları ile işbirliği yapılması büyük yarar sağlayacaktır.

AGT ve SGT teknolojileri gelecek yıllarda da Teknik Resim başta olmak üzere diğer derslerde de kullanılmalıdır.

SGT kullanımında kalabalık deney grupları ile çalışılırken birden fazla sanal gerçeklik gözlüğü kullanılması ve buna uygun donanım tedarik edilmesi büyük zaman kaybını önleyebilecektir.

HTC-Vive sanal gerçeklik gözlüğü kullanırken gözlüğün kablosu, kullanıcı kişi göremediği için ayağa takılmakta ve bu durum ortamdaki hareketi engellemektedir. Bundan sonraki çalışmalarda yakın bir tarihte piyasaya sürüldüğü duyurulan kablosuz sanal gerçeklik gözlüğü kullanılması hareket kısıtlamasını ortadan kaldırayabilecektir.

SGT kullanarak hazırlanan tarımsal konularındaki materyaller GAP bölgesinde çiftçi eğitiminde yeni bir motivasyon ve farkındalık sağlayabilecektir.

Stereoskopik 3B teknolojisi Teknik Resim dersi haricinde diğer tüm derslerdeki karmaşık konu ve kavramları animasyonlar ile anlatmada büyük yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ABDÜSSELAM, M. S., 2014. Artırılmış Gerçeklik Ortamı Kullanılarak Fizik Dersi Manyetizma Konusunda Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon, 222s.
- AKÇAYIR, M., 2016. Fen Laboratuvarında Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Üniversite Öğrencilerinin Laboratuvar Becerilerine, Tutumlarına ve Görev Yüklerine Etkisi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 120s.
- AKKUŞ, İ., 2016. Bilgisayar Destekli Teknik Resim Dersinde Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Makine Mühendisliği Öğrencilerinin Akademik Başarısına ve Uzamsal Yeteneklerine Etkisi. İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 128s.
- ALBAYRAK, M. Ş., 2015. Kinect Kullanılan 3 Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulamalarının İlkokul Öğrencilerinin Yabancı Dilde Kelime Öğrenimine Etkisi. Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 106 s.
- ALIAS, M., Black, T. R., ve Gray, D. E., 2002. Effect of Instructions On Spatial Visualization Ability in Civil Engineering Students. International Educational Journal, 3(1): 1-12.
- ARICI, V. A., 2013. Fen Eğitiminde Sanal Gerçeklik Programları Üzerine Bir Çalışma: "Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesi Örneği". Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 161 s.
- AULT, H. ve JOHN S., 2010. Assessing and Enhancing Visualization Skills of Engineering Students in Africa: A Comparative Study, Engineering Design Graphics Journal, 74(2):12-20
- AYDIN, D., 2012. Üç Boyutlu Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Mekan Temsilinin Geliştirilmesi: Temel Anlam ve Yan Anlam Yaratma. Yıldız Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 172 s.
- AYOĞLU, H., 2005. Fiziksel Mekanların Uzantısı Olarak Dijital Mimarlık: Asymptote'un New York Menkul Kıymetler Borsası Sanal Gerçeklik Çevresi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 93 s.
- AZUMA R.T., 1997. A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4): 355 – 385.
- BABUR, A., 2016. Artırılmış gerçeklik, benzetim ve gerçek nesne kullanımının öğrenme başarılarına, motivasyonlarına ve psikomotor performanslarına etkisi. Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya, 253s.
- BALAK, V. , KISA, M., 2016. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Resim Eğitimi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 1 (2): 17-26.

- BALAK, V., KISA, M., ve MİMAN, M., 2018. A Scale Development for Favoring Virtual Reality Applications in Technical Drawing Courses. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4 (5):ISSN 2422-8702
- BANNATYNE, A., 2003. Multiple Intelligences. Bannatyne Reading, Writing, Spelling and Language Program. [http://www. Bannatyne readingprogram.com / BP12MULT. Htm](http://www.BannatyneReadingProgram.com/BP12MULT.Htm), 20.07.2018.
- BANNOS, M., BOTELLA, C., RUBIO, I., QUERO, S., GARCIA, A., ALCANIZ, M., 2008. Presence And Emotions in Virtual Environments: the influence of stereoscopy, *CyberPsychology and Behavior* 11(1):1-9.
- BOYACIOĞLU, H., ve GÜNERİ, P. 2006. Sağlık Araştırmalarında Kullanılan Temel İstatistik Yöntemler, *Hacettepe Dış Hekimliği Fakülte Dergisi*, 30(3):76-82.
- BENNETT, G. K., SEASHORE, H. G., WESMAN, A. G., 1973. *Differential aptitude test: Forms S and T*. New York, NY: The Psychological Corporation
- BERGIG O., 2009. A visualization and orthographic drawing test using the Macintosh computer. https://www.youtube.com/watch?v=M4qZ0GLO5_Avet=11s, 24.09.2018.
- BERTOLINE, Gr., MILLER Dc., 1990. A visualization and orthographic drawing test using the Macintosh computer. *Engineering Design Graphics Journal* 54 (1): 1-7.
- BLASKO, D., HOLLIDAY-DARR, K., 2010. Longitudinal Analysis of Spatial Skills Training in Engineering Graphics. *Proceedings of the 65th Midyear Meeting of the Engineering Design Graphics Division*.
- BMW Augmented Reality, 2007, <https://www.youtube.com/watch?v=P9KPJA5yds>, 24.09.2018.
- BODNER, G. M., GUAY, R. B., 1997. The purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2:1-18.
- BOSTAN, B., 2007. Sanal Gerçeklikte Etkileşim. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 273s.
- BOYACIOĞLU, H., GÜNERİ, P., 2006. Sağlık Araştırmalarında Kullanılan Temel İstatistik Yöntemler, *Hacettepe Dışhekimliği Fakülte Dergisi*, 30(3), 33-39.
- BOWEN, M. M. 2018. Effect Of Virtual Reality On Motivation And Achievement Of Middle-School Students. The University of Memphis, Doktora Tezi, 126 s.
- BOWERS, D. H. EVANS, D. L., 1990. The role of visualization in engineering design. *Proceedings of the NSF Symposium on Modernization of the Engineering Design Graphics Curriculum*, Austin, TX: 89-94.
- BRANOFF, T., DENNIS K. L., SORBY, S., 2008. Visualization, Modeling, and Graphics for Engineering Design. Delmar, Cengage Learning, 15:1-35.
- BÜYÜKÖZTÜRK, Ş., 2001. Deneysel desenler. Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi. (1. Baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- CARROLL, J. B., 1993. *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press, Cambridge , 4: 819.
- CATTERSON, J.A., 2013. The Impact Of Virtual Reality Programs In Career And Technical Education. Capella University, Ph Thesis, 92 p.
- CEEB, 1939. *Special Aptitude Test in Spatial Relations*, developed by the College Entrance Examination Board, USA.

- CİVELEK, T., 2014. Orta Öğretim Öğrencilerinin Fizik Eğitiminde Kullanmak Amacıyla Sanal Gerçeklik Ortamında Kuvvet Geribeslemeli Haptik Uygulamalar Geliştirilmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 93 s.
- CLARK, A. C., ERNST, J. V. ve SCALES, A. Y., 2009. Results of a Study Using the Motivation Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) in an Introductory Engineering Graphics Course. In annual meeting of the American Society for Engineering Education Southeast Section Conference, Austin, TX.
- CLEMENTS, D., Douglas, H., 1999. Geometric and spatial thinking in young children. University at Buffalo, State University of New York.
- COBOS-MOYANO, G., MARTÍN-BLAS, A., OÑATE-GÓMEZ T., 2009. Evaluating background and prior knowledge: A case study on engineering graphics learning, Computers ve Education, 53(3): 695-700.
- CRESWELL, J. W., 1994. Research Design Qualitative ve Quantitative Approaches. London: Sage Publications.
- CRONBACH, L.J., 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika. 16:297-334.
- ÇORUH, L., 2011. Sanat Tarihi Dersinde Bir Öğrenme Modeli Olarak Sanal Gerçeklik Uygulamasının Etkililiğinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 207s.
- DAVIES R.S., WEST R.E., 2014. Technology Integration in Schools. In: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M., Handbook of Research on Educational Communications and Technology. Springer, New York, NY.
- DENO, J. A., 1995. The relationship of previous experiences to spatial visualization ability. Engineering Design Graphics Journal, 5-17.
- ERBAŞ, E., 2016. Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarı Ve Motivasyonuna Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 138s.
- ERCAN İ, KAN İ., 2004. Ölçeklerde Güvenirlik ve Geçerlik. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 30:211-6.
- ERTMER, P. A., OTTENBREIT-LEFTWICH, A. T., SADIK, O., SENDURUR, E., SENDURUR, P., 2012. Teacher beliefs and technology integration practices: a critical relationship. Computers ve Education, 59, 423-435.
- FERGUSON, E. S., 1992. Engineering and the mind's eye. Cambridge, MA: The MIT Press.
- FIELD, B. W., 1994. A course in spatial visualization. Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Design Graphics and Descriptive Geometry, Tokyo, Japan, 257-261.
- FIGUEIREDO, M. CARDOSO, P. J. S. RODRIGUES, J.M.F. GONCALVES, C. and ALVES, R., 2014. Learning Technical Drawing with Augmented Reality and Holograms. 13th Int. Conf. on Education and Educational Technology. 11-20.
- FLEISIG, R. V., ROBERTSON, A. and SPENCE, A. D., 2011. Improving the spatial visualization skills of first year engineering students. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association.

- GEORGE, D., MALLERY, P., 2003. SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4 th ed.). Boston: Allyn ve Bacon.
- GHASEMI, A., ZAHEDIASL, S., 2012. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians, *Int J Endocrinol Metab.* 10(2): 486–489.
- GIMMESTAD, B. J., 1990. Gender differences in spatial visualization and predictors of success in an engineering design course. *Proceedings of the National Conference on Women in Mathematics and the Sciences*, 133-136.
- GIRBACIA F., 2009. An Approach to Augmented Reality Technical Drawings. *Proc. of the 2nd WSEAS International Conference on Sensors, and Signals and Visualization, Imaging and Simulation and Materials Science, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS)*, Stevens Point, Wisconsin, 27-29.
- GITTLER, G., GLUECK, J., 1998. Differential transfer of learning: Effects of instruction in descriptive geometry on spatial test performance. *Journal for Geometry and Graphics*, 2: 71-84.
- GONZALEZ, A.M., CARRERA, C., PEREZ, J.L.S., 2011. Engineers' Spatial Orientation Ability Development at the European Space for Higher Education. *European Journal of Engineering Education*, 36(5): 505-512.
- GRINTER RAPORU, 1955. Summary of the Report on Evaluation of Engineering Education Reprinted from *Journal of Engineering Education*, September: 25-60.
- GUAY, R. B., 1977. Purdue spatial visualization test: Rotations. West Lafayette, IN, Purdue Research Foundation. *Modernization of the Engineering Design Graphics Curriculum*, Austin, TX, 89-94.
- GÜLER, O., 2014. Eğitimde Etkileşimli 3 Boyutlu Teknolojilerin Kullanımı ve Bilişim Teknolojileri Derslerine Uygulanması. Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 110 s.
- GÜVEN, B., ve Kosa, T., 2008. The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 74: 100–107.
- HEGARTY, M., ve Waller, D., 2004. A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191. at the European Space for Higher Education. *European Journal of Engineering Education*, 36(5): 505-512.
- HIROSUKE, H., YOHEI, M., 2013. Augmented Reality- based Support System for Teaching Hand-drawn Mechanical Drawing, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 103:174.-180.
- İBİLİ, E., 2013. Geometri Dersi İçin Artırılmış Gerçeklik Materyallerinin Geliştirilmesi, Uygulanması Ve Etkisinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 137s.
- İSET V., 2014. <http://volkaniset.blogspot.com/p/spsstest-of-normality-normallik-testi.html>, 20.07.2018.
- JAIN, M., Anderson, M., 2014. Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare, *Intelligent Systems Reference Library*, 68:1-29,
- KAHLE, J. B., 1983. The Disadvantaged Majority: Science Education For Women. ERIC: No. ED 242 561

- KARASAR, N., 2004. Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 292 s.
- KAYAPA, N., 2011. Gerçek ve Sanal Gerçeklik Ortamları Arasındaki Algısal Farklılıklarda Görselleştirmeye İlişkin Özelliklerin Araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 164 s.
- KIA, F. R., 2013. Sanal Gerçeklik Yöntemini Kullanarak İnşaat Projelerinde Kör Noktaların Tespiti. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 81 s.
- KOCH, D., SANDERS, M. 2011. The Effects of Solid Modeling And Visualization on Technical Problem Solving. Journal of Technology Education, 22(2): 3–21.
- KOMŞUL M., Z., 2012. Zihinsel Engelli Çocukların Eğitiminde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanılması ve Örnek Bir Uygulama Geliştirilmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 98 s.
- KUL, S., 2014. İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P Değeri Ve Güven Aralığı Nedir? Plevra Bülteni . 8 :11-13
- KÜÇÜK, S., 2015. Mobil Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğreniminin Tıp Öğrencilerinin Akademik Başarıları ile Bilişsel Yüklerine Etkisi ve Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Görüşleri. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 172s.
- LIKERT, R., 1970. The revised Minnesota paper form board test manual. New York: The Psychological Corporation.
- LINN, M.C., PETERSEN, A.C., 1985. Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. Child development, 56: 1479-1498.
- MAEDA, Y., YOON, S., KIM-KANG, G. ve IMBRIE, P. K., 2013. Psychometric Properties of the Revised PSVT:R for Measuring First Year Engineering Students' Spatial Ability, International Journal of Engineering Education Vol. 29, No. 3, pp. 763–776.
- MAIER, P.H., 1996. Geschlechtsspezifische Differenzen im räumlichen Vorstellungsvermögen. Psychologie in Erziehung und Unterricht, 43(4):245-265
- MCKIM, R. H., 1980. Experiences In Visual Thinking. Boston, MA: PWS Publishers.
- MCGEE, M.G., 1979. Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. Psychological Bulletin, 86: 889-918.
- MEDINA, A. C., GERSON, H. B. P. ve SORBY, S. A., 1998. Identifying gender differences in the 3-D visualization skills of engineering students in Brazil and in the United States. Proceedings of the International Conference
- METZ, S. 2013. www.asme.org www.asme.org/media/ResourceFiles/Career%20Education/TeachersAcademics/0413MEM_Psychology_of_Insight.pdf.
- MILGRAM, P., KISHINO F., 1994. A taxonomy of mixed reality visual displays, IEICE Transactions on Information Systems, 77 (12): 1321-1329.
- MUNRO, B. H., 2005. Statistical methods for health care research. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, p. 155.

- MURRU, G., FRATARCSNGELI, M. ve EMLER, T., 2013. Augmented Visualization on Handheld Devices for Cultural Heritage, Practical Augmented Visualization on Handheld Devices for Cultural heritage, in: V. Skala Eds.), WSCG 2013 - Communication Papers Proceedings, University of West Bohemia, Plzen, Czech Republic, 97-103.
- OLKUN, S., 2003. Making connections: Improving spatial abilities with Engineering drawing activities. *International Journal for Mathematics Teaching and learning* April: 1–10.
- OLTMAN, P.K., RASKIN, E. ve WITKIN, H. A., 1971. Group embedded figures test. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- ÖZÇELİK, D.A., 1992. Ölçme ve Değerlendirme, Ankara, ÖSYM Yayınları. No:2.
- ÖZKAN, O., 2016. Yaygın Olarak Kullanılan Presence Anketlerinin Günümüz Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Uygunluğu. Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 69 s.
- ÖZONUR, M., 2013. Sanal Gerçeklik Ortamı Olarak İkincil Yaşam (Second Life) Uygulamalarının Tasarlanması ve Bu Uygulamaların İnternet Tabanlı Uzaktan Eğitim Öğrencilerinin Öğrenmeleri Üzerindeki Etkilerinin Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mersin, 310 s.
- PEJIC P., RIZOV T., KRASIĆ S. ve STAJIĆ B., 2014. Augmented Reality Application In Engineering SMAT2014-AEM37 Science and Management of Automotive and Transportation Engineering, 23-25 of October, Craiova, Romania.
- PETAR, P., SONJA, K., NENAD, J., 2014. The application of augmented reality in the presentation of existing architectural facilities, 4th International Scientific Conference on Geometry and Graphics, Sirbistan.
- PETT, M.A., LACKEY, N.R. ve SULLIVAN, J.J., 2003, Making Sense of Factor Analysis: The Use of Factor Analysis for Instrument Development in Health Care Research, SAGE Publications, Thousand Oaks.
- REIGELUTH, C., 1999, What is Instructional Design Theory and How Is it Changing? Taylor And Francis, Publishers, New York and london, 93
- ROCA-GONZÁLEZ, R., MARTIN-GUTIERREZ J. ve GARCÍA-DOMINGUEZ M., 2017. Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education 13(2):441-468
- ROMISZOWSKI, A. J., 2016. Designing instructional systems: Decision making in course planning and curriculum design. London: Routledge.
- ROSS, S. M., MORRISON, G. R. ve LOWTHER, D. L., 2005. Using experimental methods in higher education research. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2):39-64.
- SALTHOUSE, T.A., BABCOCK, R. L., SKOVROED, E., MITCHELL, D.R.D. ve PALMON, R., 1990. Age and experience effects in spatial visualization. *Developmental Psychology*, 26(1):128-36.
- SCRIBNER, S. A. ve ANDERSON, M. A., 2005, Novice Drafters’ Spatial Visualization Development: Influence of Instructional Methods and Individual Learning Styles, *Journal of STEM Teacher Education*: 42 , 2 , Article 4.

- SDKPublication,,2013.https://www.youtube.com/watch?v=AW_mvjcyxk0,
24.09.2018
- SHEN, Y., ONG, S. K. ve NEE, A. Y. C., 2010. Augmented reality for collaborative product design and development. *Design Studies*, 31(2):118-145.
- SIRAKAYA, M., 2015. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarıları, Kavram Yanılgıları Ve Derse Katılımlarına Etkisi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 198s
- SMITH, I. M., 1964. Spatial ability-Its educational and social significance. London: University of London.
- SORBY S. A , VEURINK N., 2012, Comparison of Spatial Skills of Students Entering Different Engineering Majors Michigan Technological University, *Engineering Design Graphics Journal (EDGJ)* , 76(3): 1949-9167.
- SORBY, S.,VEURINK, N., DULANEY, A. ve CASEY, B., 2013. The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students. *Learning and Individual Differences* 26:20–29
- SORBY, S. A., BAARTMANS, B. J., 1996. A course for the development of 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 60 (1):13-20.
- SORBY, S. A., GORSKA, R. A., 1998. The effect of various courses and teaching methods on the improvement of spatial ability. *Proceedings of the 8th International Conference on Engineering Design Graphics and Descriptive Geometry*, Austin, 252- 256.
- SORBY, S. A., 1999. Development of 3-D spatial isualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2):21-32.
- SORBY, S. A., BAARTMANS B. J., 2000. The development and assessment of a course for enhancing the 3-D spatial visualization skills of first year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 89(3):301-307
- SORBY, S. A., BAARTMANS, B. J., 1996. A course for the development of 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 60(1), 13-20.
- SORBY, S.A., 2009. Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students, *International Journal of Science Education*, 31(3):459-480.
- ŞAHİN, D., 2017. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi İle Yapılan Fen Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Başarılarına Ve Derse Karşı Tutumlarına Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 139s.
- TALLYN, E., 2005. FROHLICH, D., LINKETSCHER, N., SİGNER, B. ve ADAMS, G., Using paper to support collaboration in educational activities, In *Proceedings of the conference on computer support for collaborative learning*, 672–678.
- TARTRE, L.A., 1990. Spatial skills, gender, and mathematics. In E. H. Fennema ve G. C. Leder (Eds.), *Mathematics and Gender*, New York, NY: Teachers College Press, 27-59.
- TDKhttp://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gtsvearama=gtsveguid=TDK.GT.S.5bcacd0aad5.02305742 18.08.2018
- THORNTON, T. R., 2014. Understanding How Learner Outcomes Could Be Affected Through The Implementation of Augmented Reality in An Introductory

- Engineering Graphics Course Graduate Faculty of North Carolina State University. Ph. Thesis. 224p.
- TONTA, Y., 2009. yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby208/
- TÖRE, T., 2010. Sanal Gerçeklik Ve Mimari Koruma (Sunum Ve Anlatım Bağlamında Bir Değerlendirme). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 79s.
- TÜRKDEMİR, K., 2010. A4 Uygulama Levhaları Teknik Resim I-II. Boy Yayınevi, Denizli, 320 s.
- ÜSTÜNEL, H., 2014. Üstün Yetenekli Öğrencilerin Kullanımı İçin Sanal Gerçeklik Ortamında Kuvvet Geri beslemeli Haptik Uygulamaların Geliştirilmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 84s.
- VANDENBERG, S. G. ve KUSE, A.R., 1978. Mental rotations, a group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- VEURINK, N., HAMLIN, AJ, C. M. KAMPE, J., SORBY, S., BLASKO, D., A. HOLLIDAY-DARR, K., KREMER, T., J. S. ve HARRIS, K., 2009. Enhancing Visualization Skills Improving Options and Success (EnVISIONS) of Engineering and Technology Students. *Engineering Design Graphics Journal*. 73(2): 17 pp.
- YUE, J., 2002. Spatial visualization skills at various educational levels. *Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference ve Exposition, Session 2438*.
- YUEN, S. C., ve 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.
- ZAFER, D. Z., 2007. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Mimari Tasarım Sürecine Etkisi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 100s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Vehbi BALAK
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Nizip, 1962
Telefon : 0544 434 27 93
e-mail : ybalak@harran.edu.tr, vehbal@gmail.com

EĞİTİM

Derece : **Adı, İlçe, İl Bitirme Yılı**
Lise : Şanlıurfa Endüstri Meslek Lisesi, Şanlıurfa, 1978
Üniversite : Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul 1984
Yüksek Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul, 1989

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1993	Harran Üniversitesi,	Öğretim Görevlisi

YAYINLAR

Projelerde Yaptığı Görevler:

1. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Çizimlerde Kullanımı, Yükseköğretim Kurumları Tarafından Destekli Bilimsel Araştırma Projesi, Araştırmacı: BALAK Mehmet Vehbi, Yürütücü: KISA Murat, 08/05/2015 - 29/12/2017 (Ulusal)
2. Tarımsal Üretimde Sıra Arasındaki Yabancı Otların Kontrollü Bir Şekilde Yakılarak Yok Edilmesi, Yükseköğretim Kurumları Tarafından Destekli Bilimsel Araştırma Projesi, Araştırmacı: BALAK Mehmet Vehbi, Yürütücü: KÜP Ferhat, , 08/05/2015 - 08/12/2017 (Ulusal)

Eserler

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

- 1..BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat, MİMAN mehmet (2018). A Scale Development for Favoring Virtual Reality Applications in Technical Drawing Course. International Journal of Scientific and Technological Research, 4(5), 48-60. (Yayın No: 4321890) (Doktora Tez Çalışmasından)

2. AKTAŞ Bülent, BALAK Mehmet Vehbi, ÇARBOĞA Cemal (2017). Dry Sliding Wear Behavior of Boron-Doped AISI 1020 Steels. Acta Physica Polonica A, 132(3), 455-457., Doi: 10.12693/APhysPolA.132.455 (Yayın No: 3624569)

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler

1. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2018). The Importance and Development of Spatial Visualization Skill in Engineering Education. VI. Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4475644) (Doktora Tez Çalışmasından)
2. HİLALİ İsmail, AKTACİR Mehmet Azmi, BALAK Mehmet Vehbi (2018). -Şanlıurfa İlinde Değişik Mevsim Şartlarına Göre Bir Düzlemsel Kollektörün Isıl Performansının Analizi. VI. Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4475729)
3. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat, MİMAN Mehmet (2018). The use of Augmented Reality Technology in Mechanical Engineering and A Case Study. VI. Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4475629) (Doktora Tez Çalışmasından)
4. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2018). The Effect of Virtual Reality Technology on the Spatial Visualization Skill of First-year students of Mechanical Engineering. VI. Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4475663) (Doktora Tez Çalışmasından)
5. KÜP Ferhat, BALAK Mehmet Vehbi (2018). A New Machine Design and Characteristics on Struggle via Burning Weeds. 1st International Gapagriculture Livestock Congressabstract Book (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No: 4508110)
6. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2017). Augmented Reality Technology Aided Workbook for Technical Drawing Course. International Advanced Researches Engineering Congress-2017 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3994792) (Doktora Tez Çalışmasından)
7. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2017). Use of Virtual Reality Technology as a Motivation Tool in Technical Drawing Course for First -Year Students of Engineering Faculty. International Advanced Researches Engineering Congress-2017 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3994796) (Doktora Tez Çalışmasından)
8. FIRATOĞLU Zeynel Abidin, BALAK Mehmet Vehbi, İŞİKER Yusuf, DEMİRTAŞ Yunus, BULUT Hüsamettin (2017). Fan Tipi Memelerde Lüle-Hedef Yüzey Arası Uzaklığın Sulama Performansına Etkisinin Araştırılması. First International Conference on Energy Systems Engineering, 142-143. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3905626)
9. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2017). Presentation of Course Materials in Mechanical Engineering Education through Active Stereoscopic Display, Case Study: Virtual Assembly of a Wind Turbine. International Advanced Researches Engineering

Congress-2017 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3994793) (Doktora Tez Çalışmasından)

10. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2016). Using Augmented Reality Technology in Technical Drawing Course. International Conference of Natural Science and Engineering (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3994810) (Doktora Tez Çalışmasından)

C. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

1. BALAK Mehmet Vehbi, KISA Murat (2016). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Resim Eğitimi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 1(2), 17-26. (Kontrol No: 4134972) (Doktora Tez Çalışmasından)
2. DİKİLİTAŞ Murat, İSBALAK Mehmet Vehbi (2016). Ses Dalgalarının Tarımsal Ürünlerin Muhafazası ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(4), 338-355. (Ulusal) (Hakemli) (MAKALE Derleme Makale) (Yayın No: 3994777)
3. DİKİLİTAŞ Murat , BALAK Vehbi , ŞİMŞEK Eray , KARAKAŞ Sema . (2018). Ses Dalgaları ile Mikroorganizmaların Kontrolü. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22 (3), 431-444. DOI: 10.29050/harranziraat.345131

D. Sanat ve Tasarım Etkinlikleri

1. Uluslararası, SERGİLER/Üniversitelerin düzenlediği sergiler /, 12.05.2017-12.05.2017, Harran 1.Uluslararası AR-GE Proje Pazarı / CNC Router, Harran Üniversitesi Tekno Park, (No: 187731)
2. Uluslararası, SERGİLER/Üniversitelerin düzenlediği sergiler /, 12.05.2017-12.05.2017, Harran Uluslararası 1. AR-GE Pazarı, Harran Üniversitesi Tekno Park, (No: 187679)
3. Uluslararası, SERGİLER/Üniversitelerin düzenlediği sergiler /, 12.05.2017-12.05.2017, Harran 1.Uluslararası AR-GE Proje Pazarı, Harran Üniversitesi Tekno Park, (No: 187722)

EKLER

EK 1 Kodlar

Aşağıdaki satırlarda, HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğünün ve kontrol kollarının hareketlerinin izlenmesi, kontrol kollarındaki tuş ve butonlara görev atanması ve nesnelerin çarpışmalarını kontrol eden kodlar verilmiştir.

```
/* Copyright (c) 2016 Razeware LLC
using UnityEngine;
public class ControllerGrabObject : MonoBehaviour
{
    private SteamSG_TrackedObject trackedObj;
    private GameObject collidingObject;
    private GameObject objectInHand;
    private SteamSG_Controller.Device Controller
    {
        get { return SteamSG_Controller.Input((int)trackedObj.index); }
    }
    void Awake()
    {
        trackedObj = GetComponent<SteamSG_TrackedObject>();
    }
    public void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        SetCollidingObject(other);
    }
    public void OnTriggerStay(Collider other)
    {
        SetCollidingObject(other);
    }
    public void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (!collidingObject)
        {
            return;
        }
        collidingObject = null;
    }
    private void SetCollidingObject(Collider col)
    {
        if (collidingObject || !col.GetComponent<Rigidbody>())
        {
            return;
        }
    }
}
```

```

    }
    collidingObject = col.gameObject;
}
void Update()
{
    if (Controller.GetHairTriggerDown())
    {
        if (collidingObject)
        {
            GrabObject();
        }
    }
    if (Controller.GetHairTriggerUp())
    {
        if (objectInHand)
        {
            ReleaseObject();
        }
    }
}
private void GrabObject()
{
    objectInHand = collidingObject;
    collidingObject = null;
    var joint = AddFixedJoint();
    joint.connectedBody = objectInHand.GetComponent<Rigidbody>();
}
private FixedJoint AddFixedJoint()
{
    FixedJoint fx = gameObject.AddComponent<FixedJoint>();
    fx.breakForce = 20000;
    fx.breakTorque = 20000;
    return fx;
}
private void ReleaseObject()
{
    if (GetComponent<FixedJoint>())
    {
        GetComponent<FixedJoint>().connectedBody = null;
        Destroy(GetComponent<FixedJoint>());
        objectInHand.GetComponent<Rigidbody>().velocity = Controller.velocity;
        objectInHand.GetComponent<Rigidbody>().angularVelocity =
Controller.angularVelocity;
    }
    objectInHand = null;
}
}
}

```

```

* Copyright (c) 2016 Razeware LLC
* Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
* of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
* in the Software without restriction, including without limitation the rights
* to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
* copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
* furnished to do so, subject to the following conditions:
*
* The above copyright notice and this permission notice shall be included in
* all copies or substantial portions of the Software.
*/

```

```

using UnityEngine;
public class ViveControllerInputTest : MonoBehaviour
{
    private SteamSG_TrackedObject trackedObj;
    private SteamSG_Controller.Device Controller
    {
        get { return SteamSG_Controller.Input((int)trackedObj.index); }
    }
    void Awake()
    {
        trackedObj = GetComponent<SteamSG_TrackedObject>();
    }
    private void Update()
    {
        if (Controller.GetAxis() != Vector2.zero)
        {
            Debug.Log(gameObject.name + Controller.GetAxis());
        }
        if (Controller.GetHairTriggerDown())
        {
            Debug.Log(gameObject.name + " Trigger Press");
        }
        if (Controller.GetHairTriggerUp())
        {
            Debug.Log(gameObject.name + " Trigger Release");
        }
        if (Controller.GetPressDown(SteamSG_Controller.ButtonMask.Grip))
        {
            Debug.Log(gameObject.name + " Grip Press");
        }
        if (Controller.GetPressUp(SteamSG_Controller.ButtonMask.Grip))
        {
            Debug.Log(gameObject.name + " Grip Release");
        }
    }
}

```

EK 2 Artırılmış Gerçeklik Destekli Teknik Resim Uygulama Kitabı Sayfaları

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



***ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ DESTEKLİ
TEKNİK RESİM UYGULAMA KİTABI***

Hazırlayan

Öğr. Gör. M. Vehbi BALAK

Bu çalışma kitabı "SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİNİN TEKNİK ÇİZİMLERDE KULLANIMI" başlıklı tez çalışması kapsamında teknik resim dersinde kullanılmak amacıyla hazırlanmıştır.

Bu kitabın kullanılabilmesi için öncelikle AUGMENT uygulamasının akıllı telefon veya tabletlere yüklenmesi gerekmektedir. Telefon veya tabletlere arama motoruna "Augment" yazılarak aranırsa Şekil 1.de gösterilen pencere ekrana gelir.



Şekil 1.

Şekil 2.

Şekil 3.

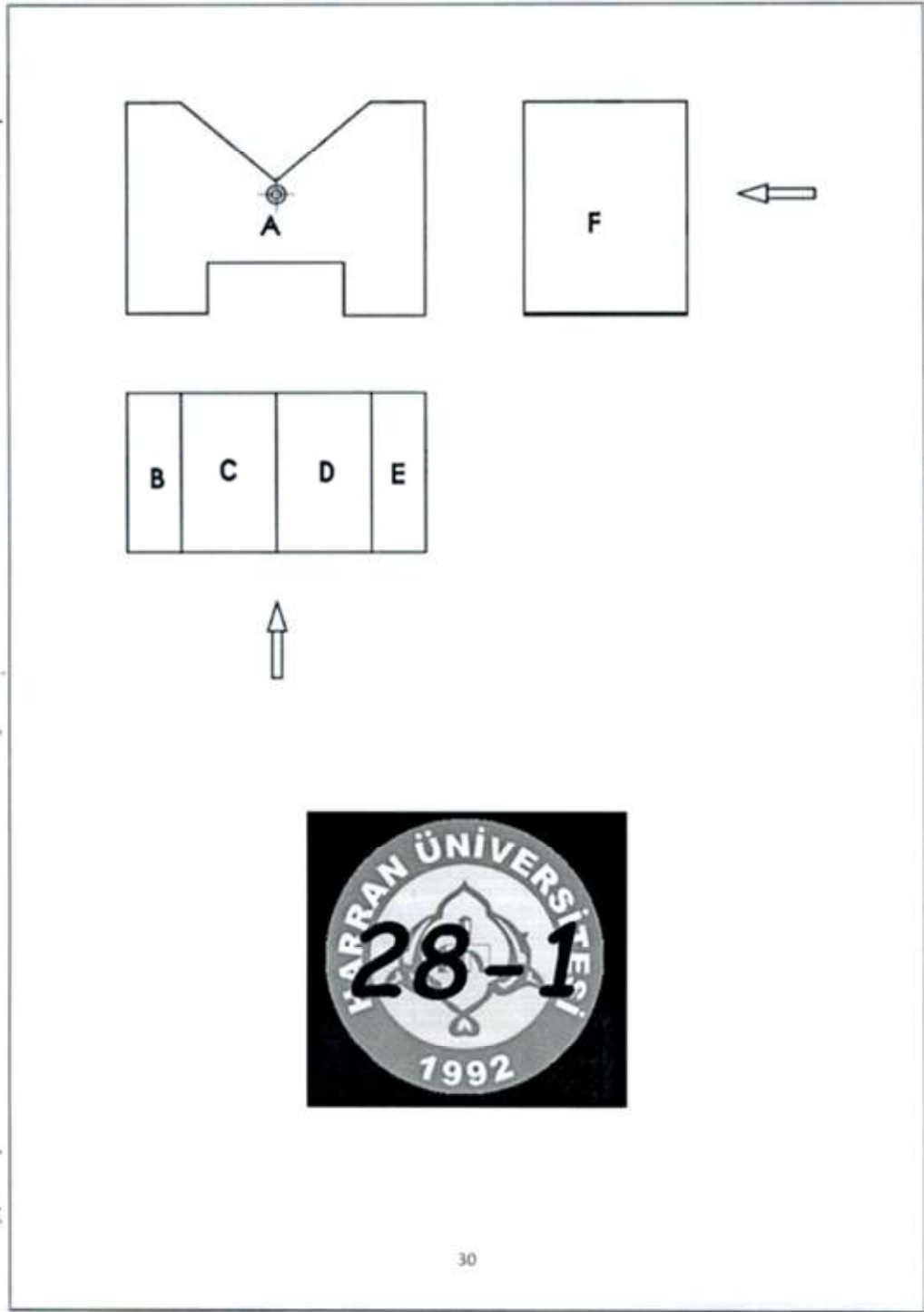
Şekil 4.

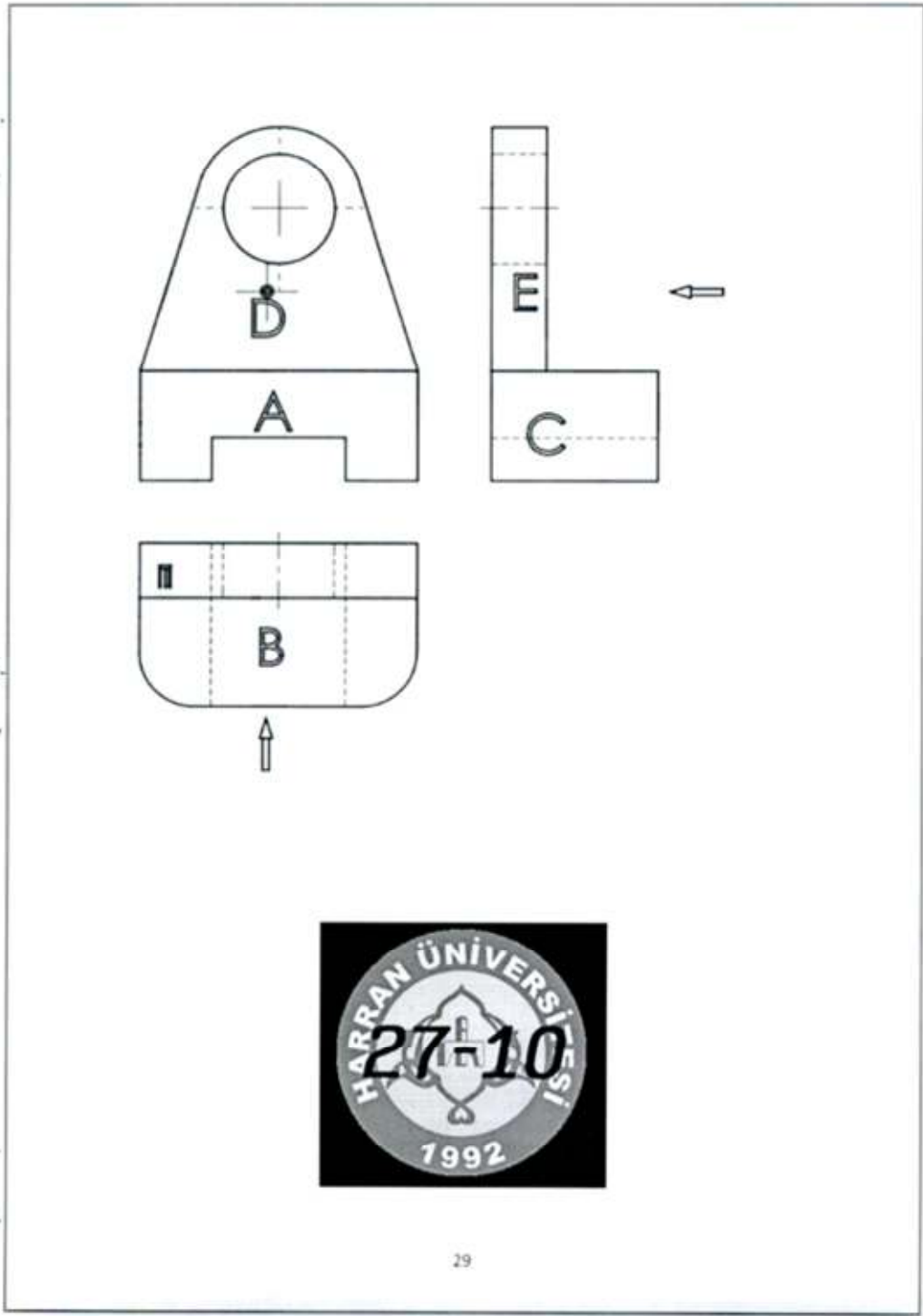
Şekil 5.

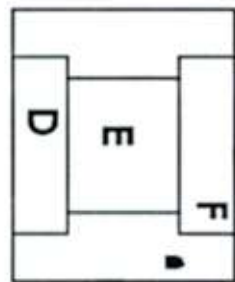
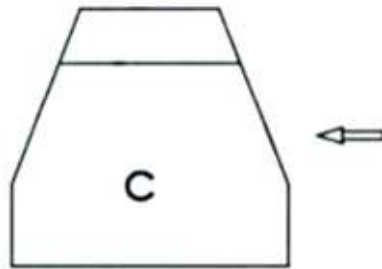
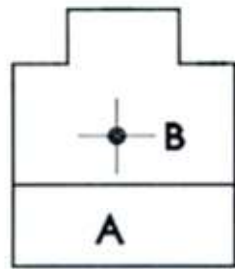
Uygulama yüklendikten sonra gelen Şekil 2.'de gösterilen pencerede Scan(tara) simgesi seçilir. Telefon veya tablet kamerası Şekil 3.' te görüldüğü gibi taranacak unsur olarak atanan resme doğru tutulur. Bir süre sonra Şekil 4.'te görüldüğü gibi taranan unsurun üzerinde görünümlere ait model ortaya çıkar. Ekrandaki 3d view simgesine basılarak modelin amblemden bağımsız olarak görülmesi sağlanır. Baş ve işaret parmakları kullanılarak model büyütülür, küçültülür veya döndürülebilir. Uygulamanın ana unsurları Şekil 5.'te belirtilmiştir.

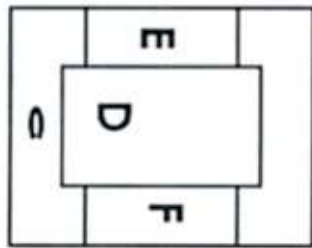
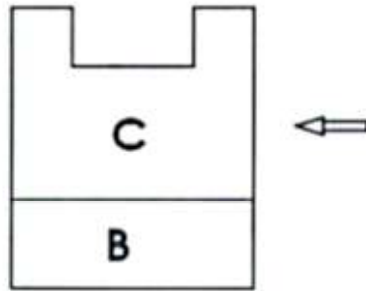
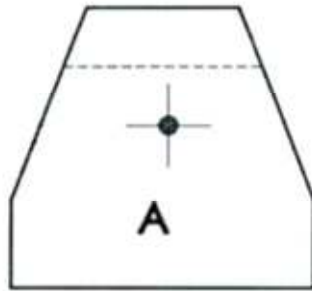


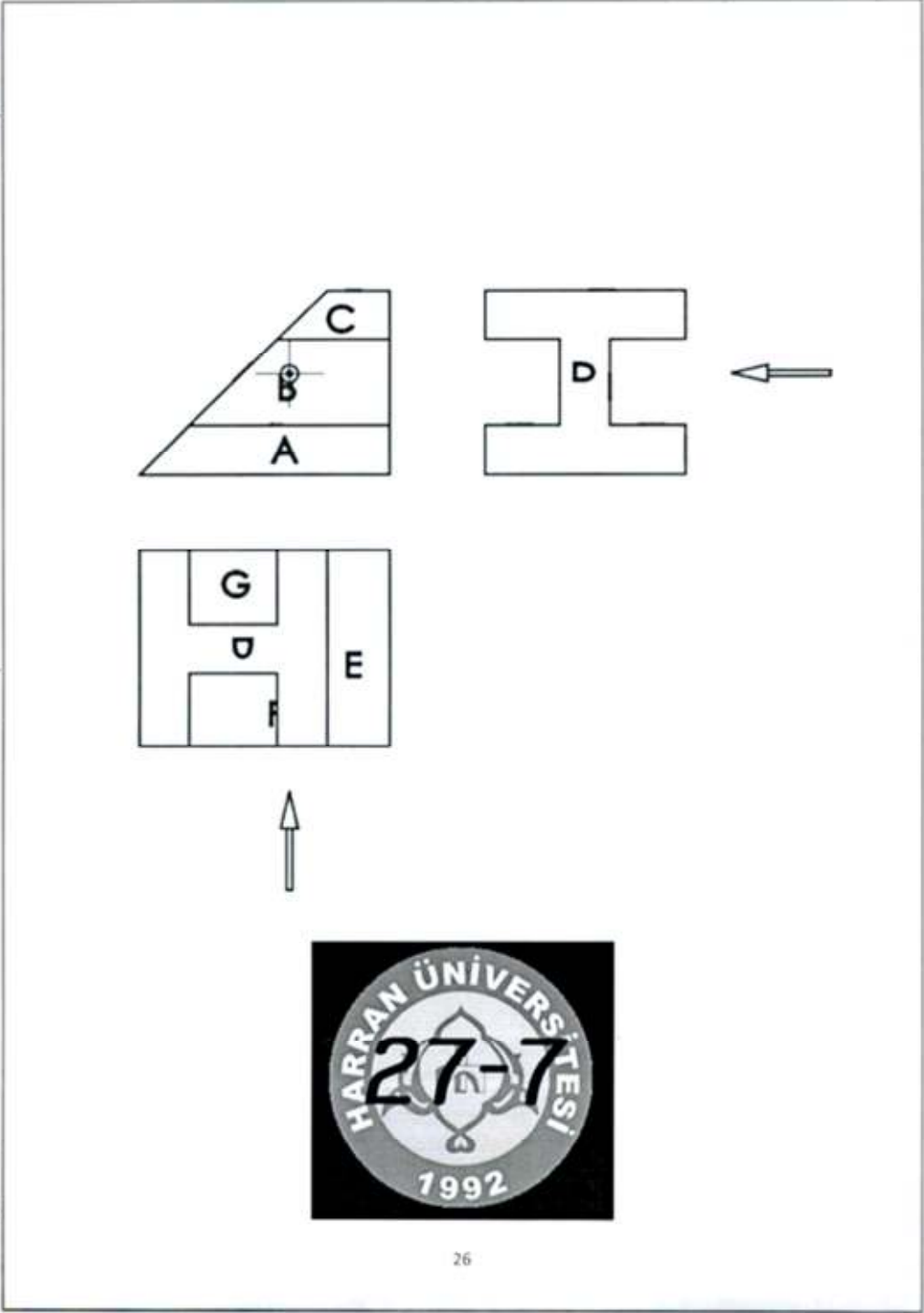
Şekil 5.

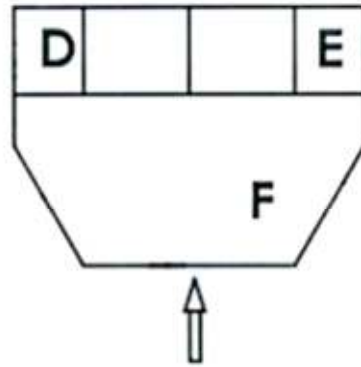
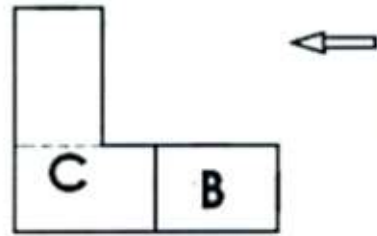
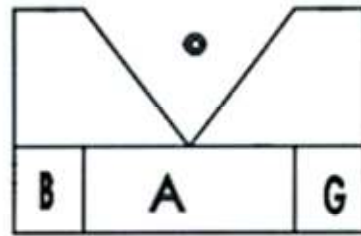


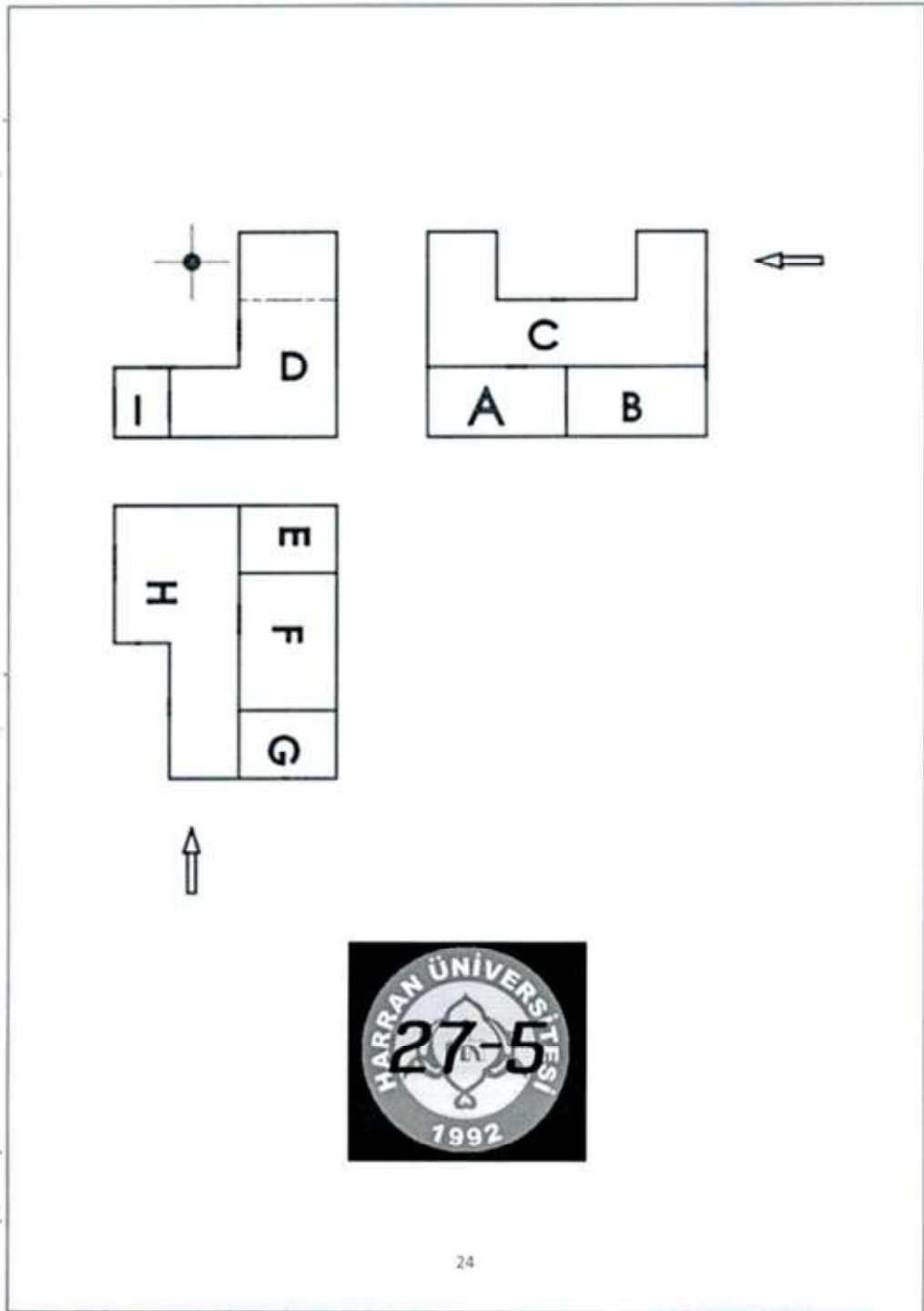


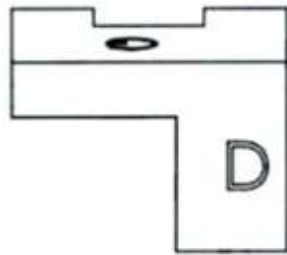
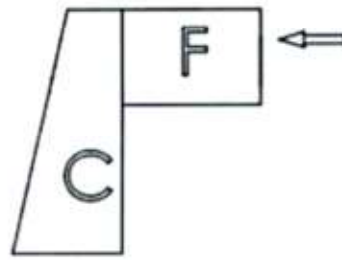
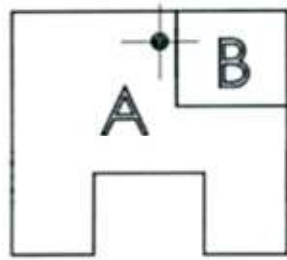


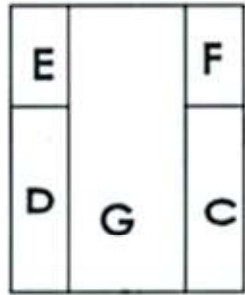
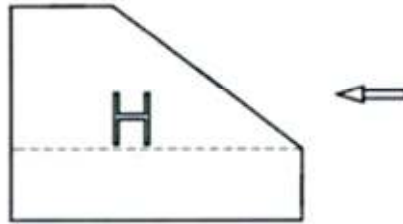
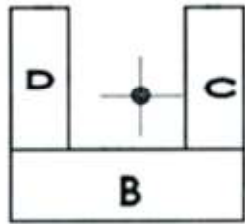


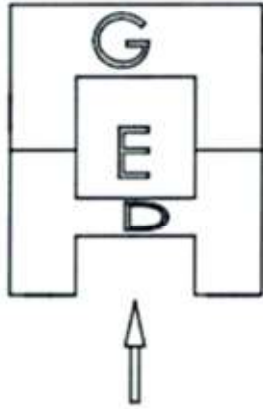
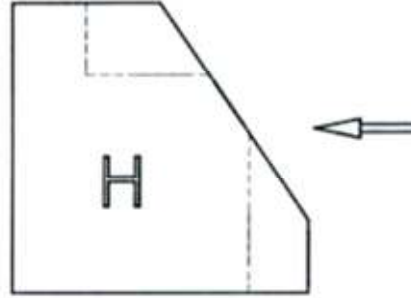
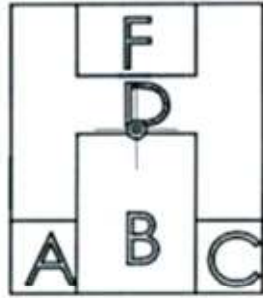


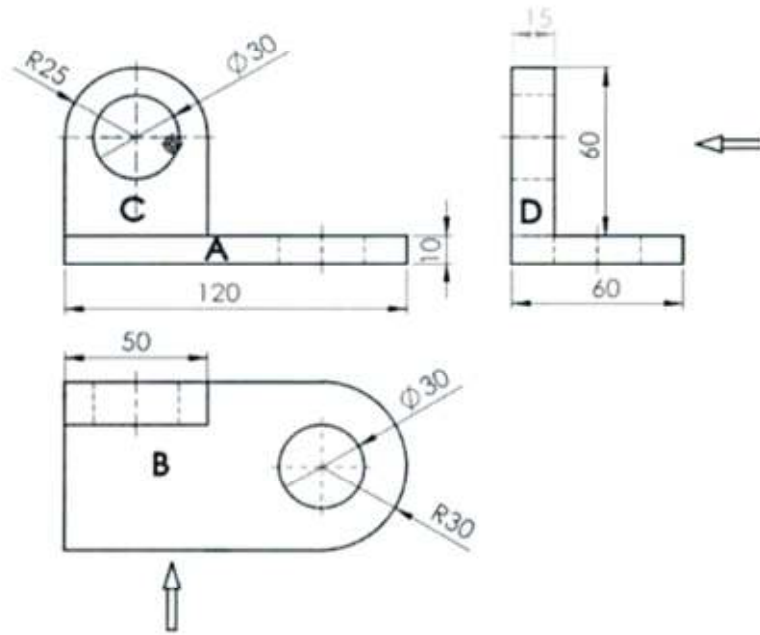


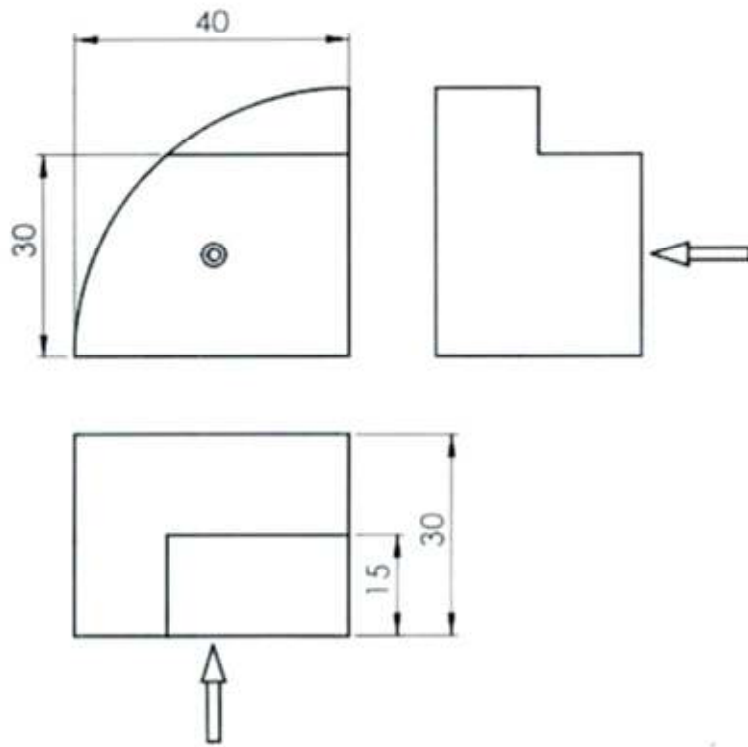


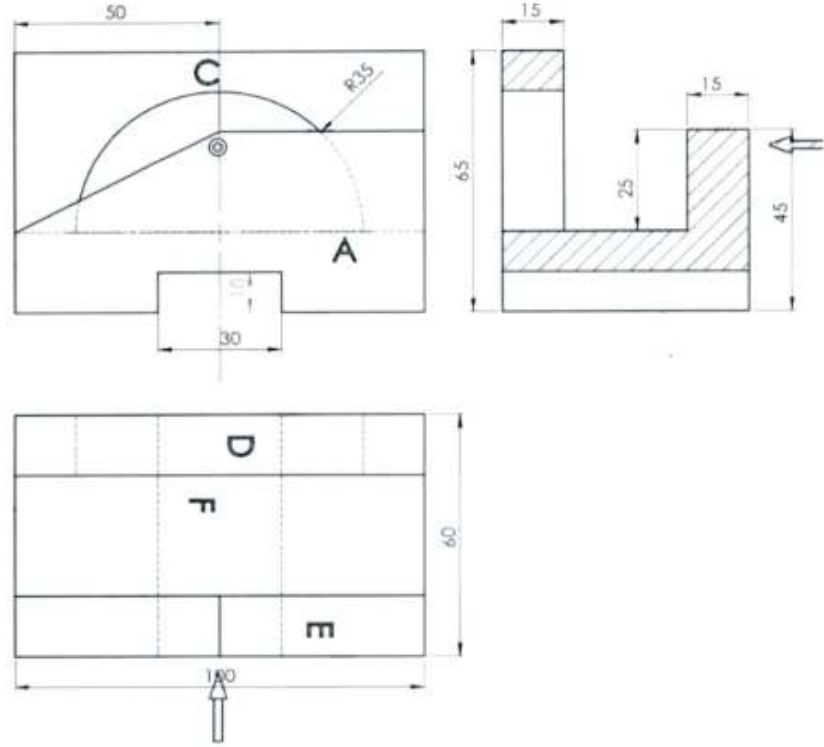






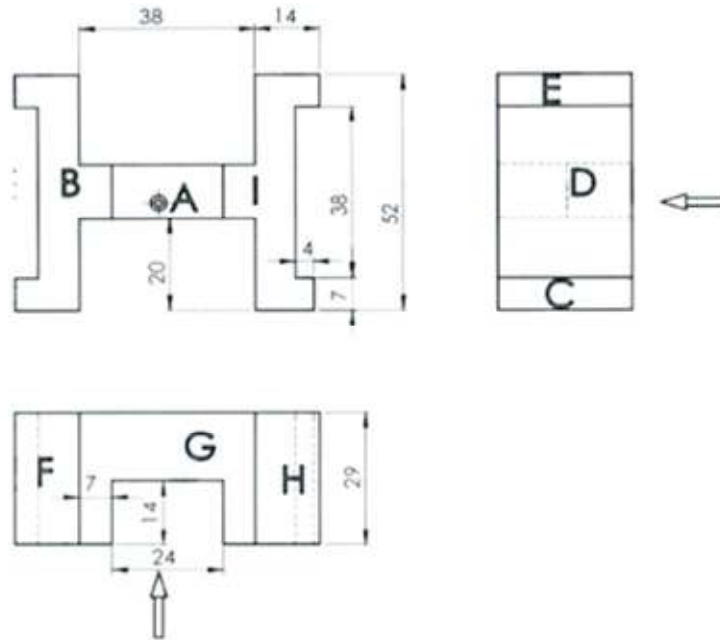


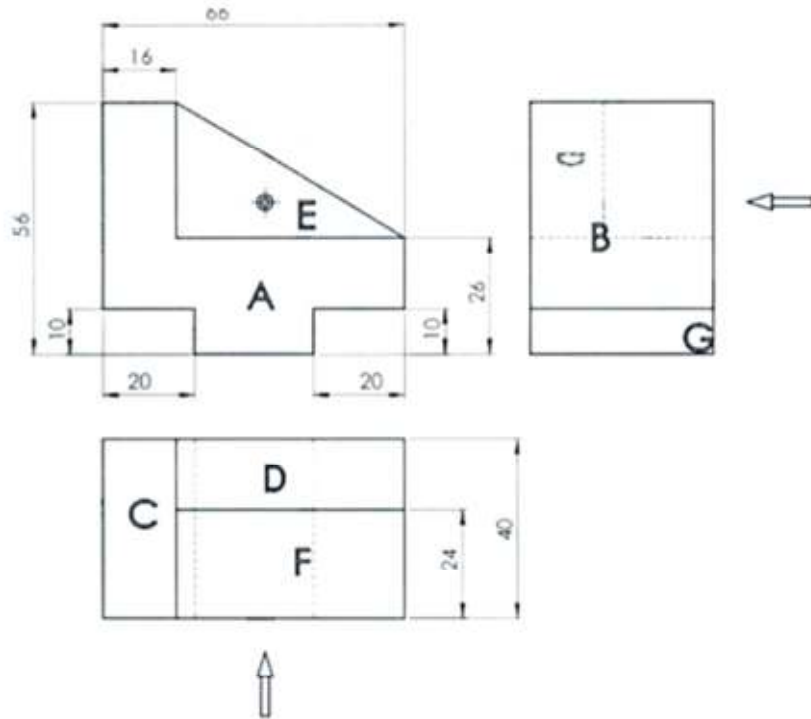


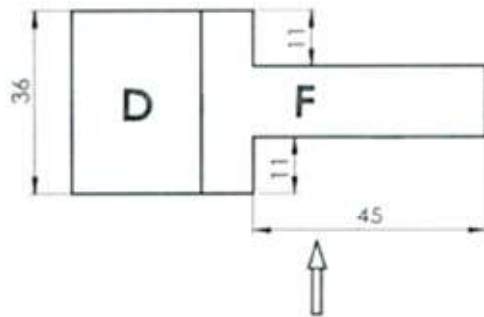
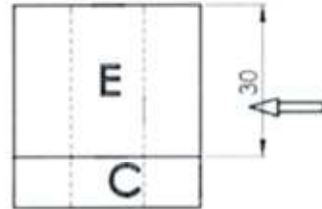
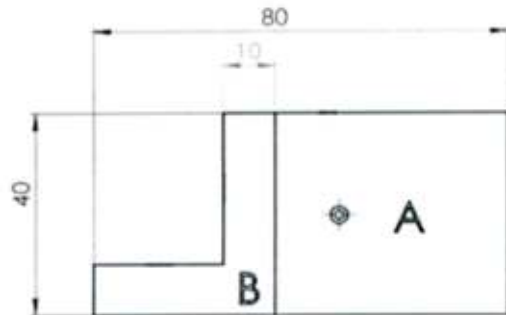


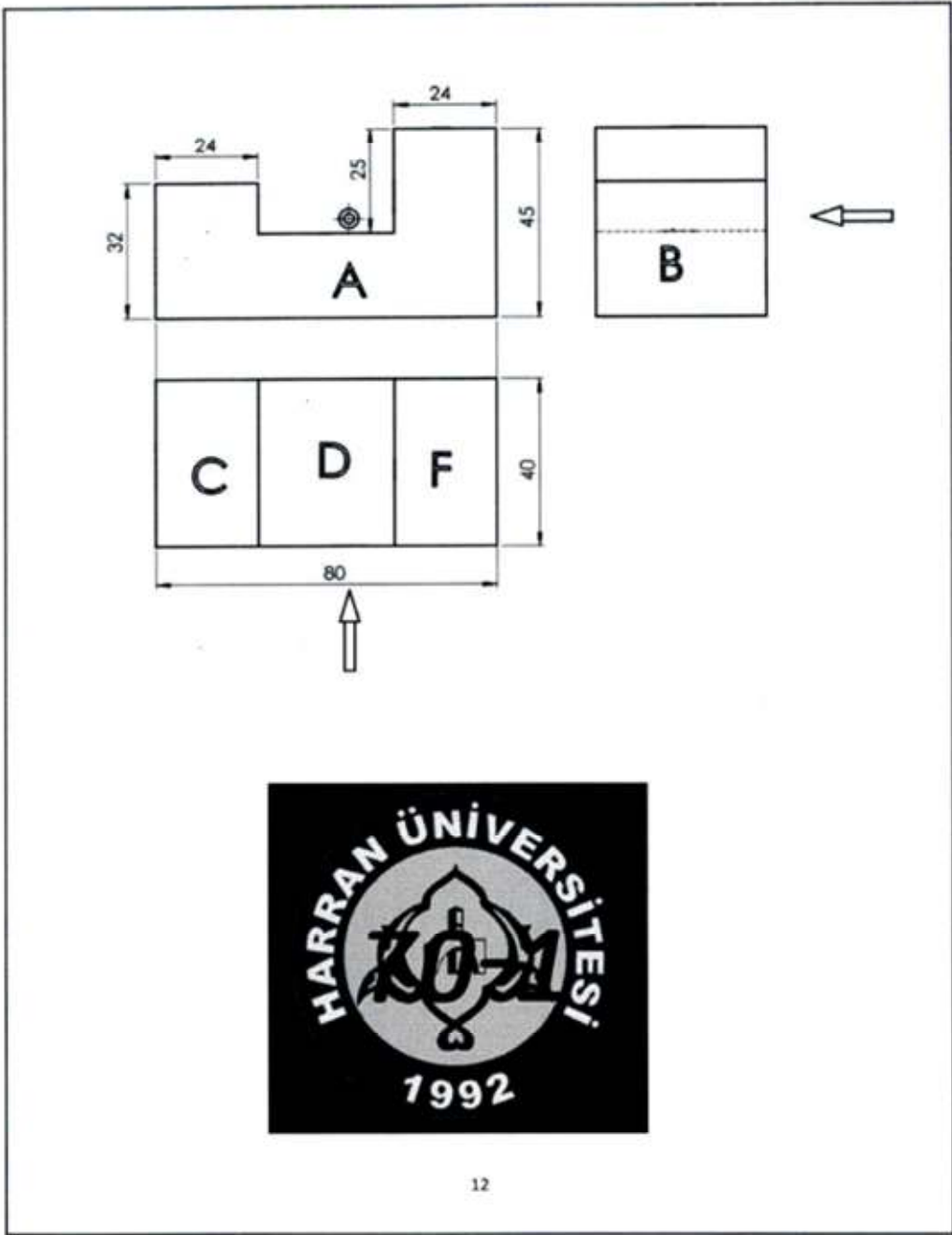
Parçanın 3 boyutlu modeli için soldaki amblemi, kesit için sağdaki amblemi tarayınız.

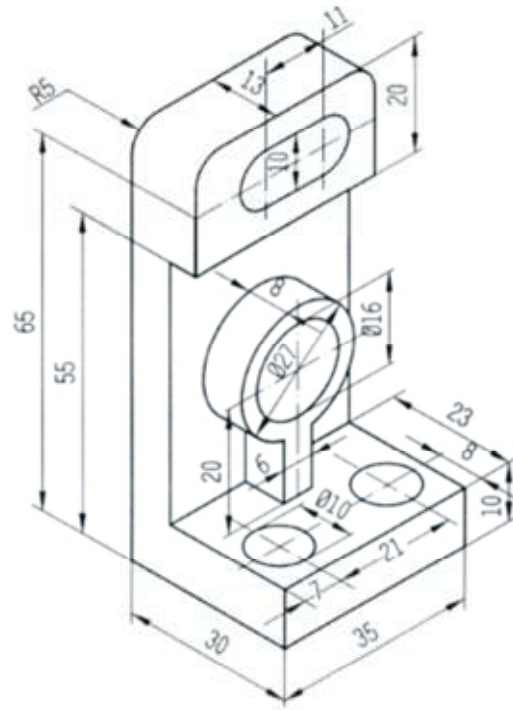


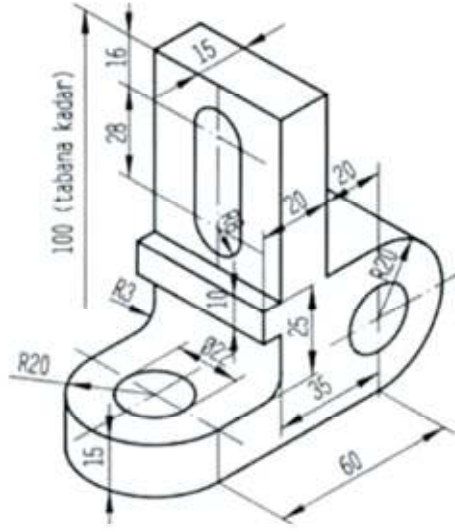


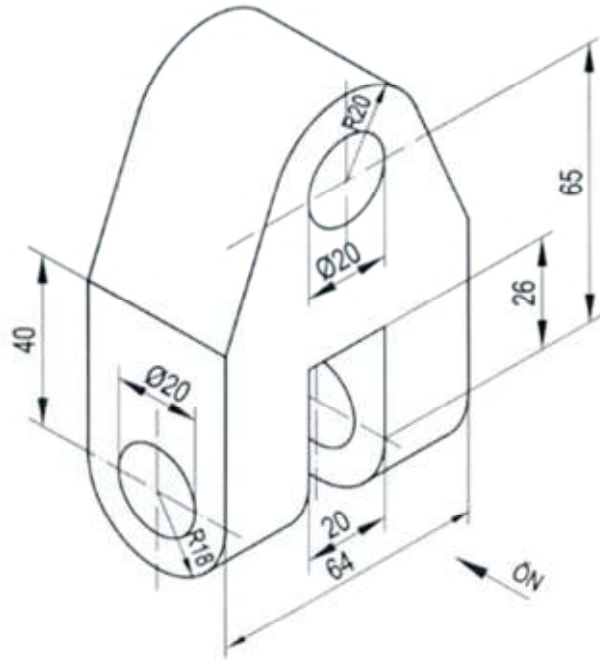


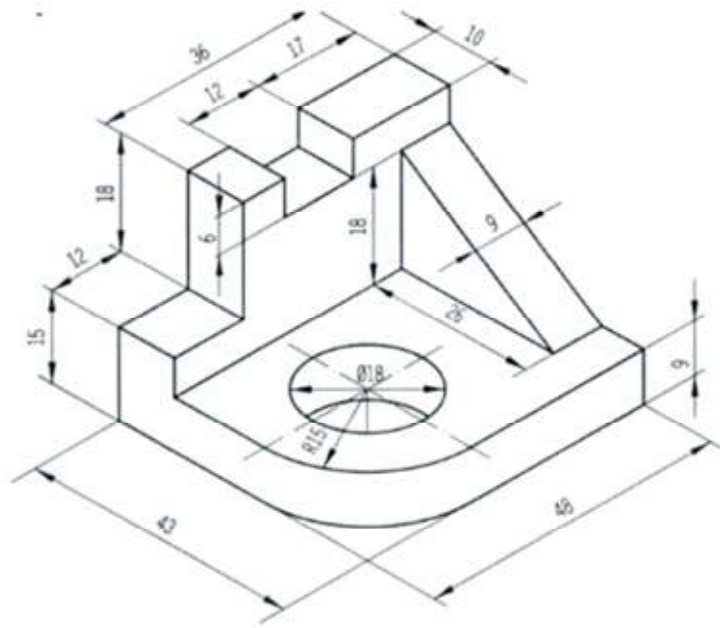


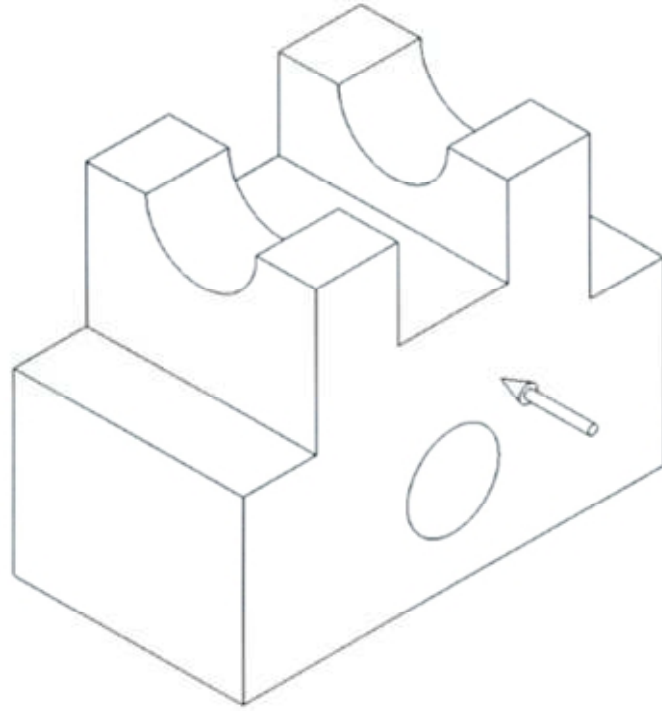


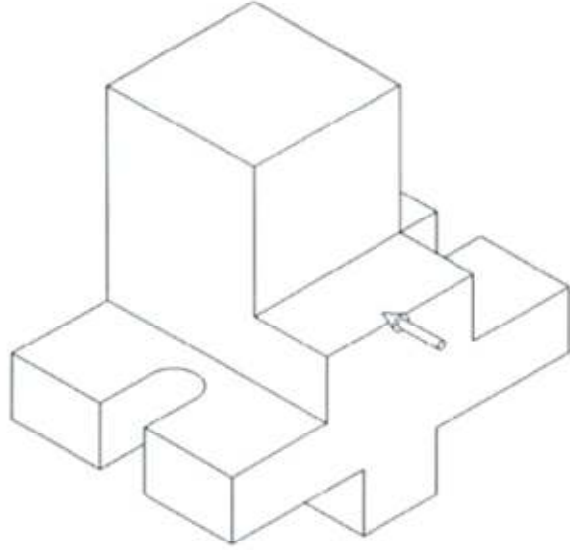




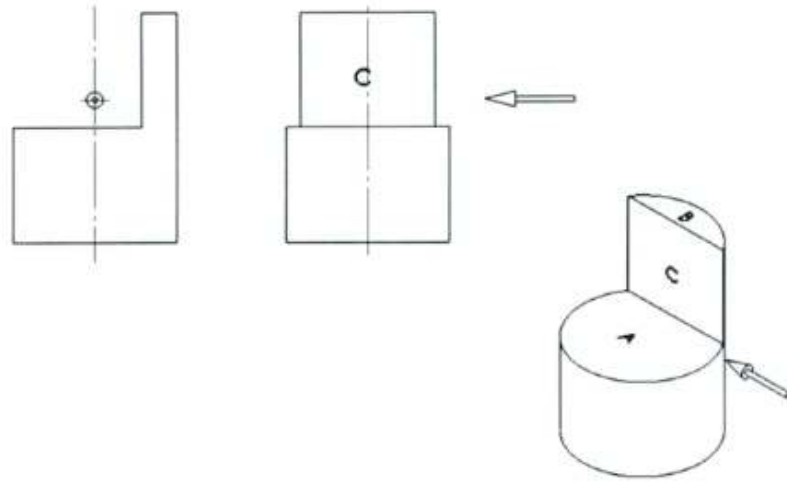




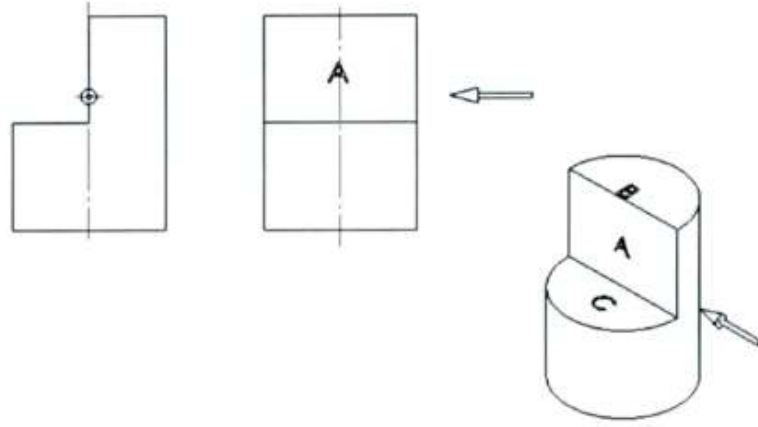




ÇOK KESİK SİLİNDİR:



TAM KESİK SİLİNDİR:



AZ KESİK SİLİNDİR

