

VR/AR in Design

EU Erasmus+

STRATEJİK ORTAKLIK PROJE RAPORU

(Fikri Çıktılar 1-2-3-4)

STRATEGIC PARTNERSHIP PROJECT REPORT

(Intellectual Outputs 1-2-3-4)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

University of
HUDDERSFIELD
Inspiring global professionals



bizpark
technology labs

VR/AR in Design

EU Erasmus+
**STRATEJİK ORTAKLIK
PROJE RAPORU**
(Fikri Çıktılar 1-2-3-4)

**ÜRETİM İÇİN TASARIMDA
SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK (S&AG)**
(Project No: 2017-1-TR01-KA202-45941)



Yazarlar
Abdil Kuş, Rıdvan Arslan and Ertu Unver

2019



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

University of
HUDDERSFIELD
Inspiring global professionals



bizpark
technology labs

Erasmus+ Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmektedir.
Ancak burada yer alan görüntülerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.

vrindesign.org



İçindekiler

ÖZET	6-7
1. GİRİŞ	8-9
1.1 Giriş	8
1.2 Literatür Araştırması	9
2. İHTİYAC ANALİZİ	11-21
2.1 İhtiyaç Analizi Yöntemi	11
2.2 Paydaş Analizi	11
2.3 İhtiyaç Analizi	12
2.4 İstatistiksel Analiz	13
2.5 Sonuç	21
3. MÜFREDAT GELİŞTİRME	22-30
3.1 Başlangıç Noktası	22
3.2 Metodoloji	23
3.3 Program Geliştirme	24
3.4 Geliştirilen Modüller, Ders İçerikleri ve Öğrenme Çıktıları	24
3.5 Geliştirilen S / AG Senaryoları	30
4. SG / AG UYGULAMA GELİŞTİRME	31-41
4.1 AG Uygulama Geliştirme	31
4.2 Animasyon Geliştirme	39
4.3 WEB Sayfasında Online Eğitim Altyapısı Hazırlama	41
5. PİLOT EĞİTİMİ & PERFORMANS ANALİZİ	42-46
5.1 Materyal ve Yöntem	43
5.2 Bulgular	44
5.3 Sonuçlar ve Öneriler	46
6. SONUÇ	47
7. REFERANSLAR	140

Özet

AB Erasmus+ Mesleki Eğitim Stratejik Ortaklık Projeleri kapsamında desteklenen “Virtual and Augmented Reality (V&AR) in Design for Manufacture” isimli proje ile Makine imalat sektörüne yönelik olarak Teknik Resim standartlarının öğretilmesi ve doğru kavranmasına yönelik sanal gerçeklik uygulamaları geliştirilmiştir. İleri teknoloji kullanılan sektörlerde, çalışan hatalarından kaynaklanan ıskarta ürün oranı şirketler için tehdit oluşturacak düzeylere ulaşabilmektedir. Çalışan kaynaklı problemlerin minimize edilebilmesi için okulların ve işletmelerin yenilikçi öğretim yaklaşımlarıyla eğitim programlarını geliştirmeleri gerekmektedir. Sektörde ıskarta oranlarını önemli ölçüde etkileyen ve eksikliği hissedilen eğitimlerin önemli bir yüzdesini ileri düzeyde Teknik Resim okuma becerisi oluşturmaktadır. Bu eksiklik gerek meslek lisesi, meslek yüksekokulu ve mühendislik fakültelerinde verilen eğitimlerin pratik uygulamalar ile desteklenmemesinden ve gerekse standartların çok hızlı biçimde güncelleniyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Ortaya çıkan Teknik Resim eğitim ihtiyacını hedefe yönelik içerikler ve yenilikçi yöntemler ile karşılamak üzere proje çalışmalarına başlanmıştır. Bu bağlamda üç ülkeden akademisyen ve yazılım uzmanlarının ortaklaşa çalışmaları ile Mesleki Eğitimin Teknik Resim alanında ihtiyaç hissedilen herkese açık kaynak olarak sunulan Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (S/AG) aplikasyonları geliştirilmiştir. İki yıl süreli proje çalışmaları kapsamında; makine ve imalat sektöründe kullanılan Teknik Resim ve Standartlara ait mesleki eğitimlerde eksikliği en çok hissedilen konuların S/AG ortamına aktarılıp, özellikle mobil uygulamaları yardımıyla üç boyutlu ortamda daha verimli kullanılması amaçlanmıştır.

S/AG uygulamalarının geliştirme süreci; ihtiyaç analizi, analiz sonuçlarına göre içerik belirleme ve belirlenen içeriklere ait aplikasyonlarının geliştirilmesi ile öğrenme performansına katkının ölçüldüğü pilot uygulama aşamalarından oluşmaktadır. Bu kapsamında öncelikle SG uygulamalarına göre gözlük vb. materyale ihtiyaç duyulmaması nedeniyle daha çok tercih edilen AG uygulaması altı ünite başlığında 18 ayrı sahnede yaklaşık 30 adet animasyon kullanılarak geliştirilmiştir. Yine hem SG hem de AG uygulamalarını desteklemek üzere 12 adet animasyon videosu geliştirilerek proje web sayfasına yüklenmiştir. Yine özel bir “cardboard” yardımıyla mobil telefon ile kullanılacak SG uygulaması için altı konu başlığını içeren özel bir sahne ve menü yapısı kullanılmıştır. Geliştirilen uygulama linklerine, destekleyici materyallere ve animasyonlara “vrindesign.org” web sayfasından ulaşılabilir olmuştur.

Uygulamaların öğrenme performansına katkısının belirlenmesi için gerçekleştirilen pilot eğitimlerde kontrol grubu deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın verileri; hedefe yönelik olarak geliştirilen S/AG destekli Teknik Resim konularına ait kavramsal anlama ve bilişsel başarı testi ile toplanmıştır. Yapılan ilk akademik ölçütler sonucunda; S/AG kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin öğrenme performansını % 20 civarında artırdığı görülmüştür. S/AG uygulamaların akademik altyapısının hazırlanması ve ürün geliştirme fazlarında dinamik bir uluslararası işbirliği sergilenen proje kapsamında üretilen çıktılarının tüm dünyada meslek lisesi birinci sınıfından mühendislik fakültesi son sınıfına kadar her kademedeki Teknik Resim eğitimi alan öğrencilere ve iş hayatında ihtiyaç hissedeni bireylere önemli fayda sağlama beklenmektedir.

Proje Ortakları ve Proje Ekibi

Proje; Bursa Uludağ Üniversitesi koordinatörlüğünde ve İngiltere'den Huddersfield Üniversitesi, Bulgaristan'dan Sofya Teknik Üniversitesi ile ULUTEK Teknopark bünyesinde faaliyet gösteren Bizpark Bilişim San. ve Tic. Ltd. Şti. ortaklılığında sürdürülmüştür. Bu süreçte akademisyen, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, yazılım uzmanları ve eğitimci personel görev almıştır. Kurumlarına göre projenin belirli aşamalarında yer almış katkı sağlamış kişiler aşağıda verilmektedir.

Bursa Uludağ Üniversitesi

Prof. Dr. Abdil Kuş
Prof. Dr. Rıdvan Arslan
Prof. Dr. Yucel Tekin
Öğr. Gör. Mehmet Şen
Prof. Dr. Cemal Çakır
Prof. Dr. Yahya Işık

Bizpark Ltd. Şti.

Emre Balcı
Mehpare Gizem Kütmen
Caner Dargut
Dr. İsmail Durgun

Huddersfield Üniversitesi

Dr. Ertu Unver
Dr. Omer Huerta
Muhammad Dawood
James Allen
Brian Jagger
Prof. Mike Kagioglou
Prof. Patricia Tzortzopoulos

Sofya Teknik Üniversitesi

Assistant Prof. Vladislav Ivanov
Angel Bachvarov
Dimo Chotrov
Prof. Dr. Lubomir Dimitrov
Pancho Tomov
Krasimira Popova

Bölüm 1

1. Giriş

1.1. Giriş

İleri teknoloji kullanan sektörlerde, çalışan hatalarından kaynaklanan ıskarta ürün oranı bazen şirketlerin rekabet etme düzeyini tehdit oluşturacak düzeylere ulaşabilmektedir. Bu hatalar çalışanın bilgisi, tecrübe ve o anki psikososyal durumu ile ilgili olabilmektedir. Çalışan kaynaklı problemlerin minimize edilebilmesi için okulların ve işletmelerin bu üç yönlü problemi gidermek adına ciddi eğitim programları geliştirmeleri gerekmektedir. Sektörde ıskarta oranlarını önemli ölçüde etkileyen ve eksiklik hissedilen eğitimlerin önemli bir yüzdesini ileri düzeyde Teknik Resim okuma becerisi oluşturmaktadır (Arslan ve Uzaslan, 2017). Bu eksiklik gerek meslek lisesi, meslek yüksekokulu, mühendislik fakültelerinde verilen eğitimlerin pratik uygulamalar ile desteklenmemesinden ve gerekse standartların çok hızlı biçimde güncelleniyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada, imalat ve montaj resimlerinde kullanılan, temel ve ileri düzeydeki standart ve prensiplerin; sanal/arttırılmış gerçeklik (S/AG) ortamına aktarılarak, her kademe ve eğitim düzeyindeki öğrenci ve çalışanların S/AG uygulamalarını kullanarak üç boyutlu ortamda daha kolay anlaşılır olması amaçlanmaktadır. Bu amaçla proje; makine imalat sektöründe, İmalat ve Montaj Resimlerine ait eksikliği en çok hissedilen ve hata payı yüksek olanların belirlenmesi için yapılacak ihtiyaç analizi, analiz sonuçlarına göre içerik belirleme ve belirlenen içeriklerin sanal gerçeklik ortamına aktarılması ile pilot uygulama aşamalarından oluşmuştur. Çalışma dört aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar;

- 1- İhtiyaç analizi; Konunun paydaşları ile öncelikli ihtiyaç hissedilen konu başlıklarının belirlenmesi, anket çalışması ve istatistiksel analiz2- İçerik geliştirme; Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda eğitim programı geliştirme
- 3- Materyal geliştirme; Belirlenen eğitim programına göre önceliklenen konularda S/AG uygulamalarının geliştirilmesi
- 4- Pilot uygulama; Geliştirilen uygulamaların pilot uygulamasının yapılarak sonuçların değerlendirilmesi.

AB Erasmus+ Programı Mesleki Eğitim Programı Stratejik Ortaklıklar kapsamında yürütülmüş olan bu projede; Bursa Uludağ Üniversitesi koordinatörlüğünde İngiltere'den Huddersfield Üniversitesi, Bulgaristan'dan Sofya Teknik Üniversitesi ile ULUTEK Teknopark ta bulunan Bizpark AŞ yazılım şirketi yer almıştır. Proje ile Teknik Resim eğitiminde eksikliği en çok hissedilen konuların tespit edilerek bu konularda sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirilmesi hedeflenmiştir. Proje kapsamında dört başlıkta toplanacak fikri çıktılar elde edilmiştir. Bunlar: İhtiyaç analizi, içerik ve materyal geliştirme, pilot uygulama ve ölçme ve değerlendirme çıktılarıdır. Raporda detaylandırılacağı üzere proje kapsamında üretilen S/AG ürünlerinin kullanımı ile ilgili yapılan ölçme ve değerlendirme çalışmalarında öğrencilerde teknik resimleri 3B canlandırma becerilerinin anlamlı olarak geliştiği ortaya konulmuştur. Yine değerlendirme çalışmalarında öğrencilerin modern eğitim aracı olan AG teknolojisini anladığı, benimsediği ve bu teknolojinin derse olan ilgilerini arttırdığı belirlenmiştir.

1.2. Literatür Araştırması

Balak ve Kısa (2017) çalışmalarında akıllı telefonlu artırılmış gerçeklik teknolojisinin Teknik Resim eğitiminde kullanılması konusunu araştırmışlar ve Teknik Resim dersinin mühendislik öğrencileri için çok kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır. Mühendislik eğitimiminin birinci sınıfında öğrencilerinin, iki boyutlu (2B) görünüşleri üç boyutlu (3B) olarak canlandırma konusunda zorluk çektileri için izdüşüm ve perspektif çiziminde büyük zorluklar yaşadıkları ve geleneksel Teknik Resim eğitiminde öğrenenlerin 2B çizimleri zihinlerinde 3B olarak canlandıramama gibi sorunlarla karşılaşlıklarını ve motivasyonlarını kaybettiklerini ifade etmektedirler. Çalışmalarında, bir eğitim aracı olarak akıllı telefonlar ve tabletler ile kullanılabilen Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin öğrenme üzerindeki etkileri ele alınmış ve Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin Teknik Resim dersinde kullanılması sonucu elde edilen veriler incelenmiştir. İçten ve Bal (2017) makalelerinde, günümüzde oldukça popüler olan Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi alanındaki son gelişmeleri ve uygulamaları incelemiştir. Yaptıkları genel inceleme çalışmasında AG teknolojisini ve bu teknoloji ile yapılmış örnek ortam uygulamalarını konu alan ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar ile özel sektör uygulamaları incelenerek çalışmaların ayrıntıları, özgün (güçlü ve zayıf) yanları, uygulama alanları, kullanım amaçlarına yönelik değerlendirmeler sunulmuştur.

İbili ve Şahin (2015) çalışmalarında 6. Sınıf Matematik kitabının geometrik cisimler ünitesinde yer alan üç boyutlu çizimler AG teknolojisi ile zenginleştirilerek 3D geometri kitabı yazılımı hazırlanmıştır. Visual Studio 2012 platformu ve Microsoft Silverlight yazılım geliştirme düzlemi kullanılarak geliştirilen ARGE3D geometri kitabı yazılımı için Silverlight ve Windows telefon için esnek artırılmış gerçeklik kütüphanesinden faydalanyanmıştır. Geliştirilen yazılım MEB'e bağlı okullarda matematik ders materyali olarak kullanılmış ve bu alanda yazılım yapmak isteyen bundan sonraki eğitim yazılımı geliştiricilerine AG yazılımlarının uygulama potansiyeli, sınırlılıkları hakkında bilgiler verilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir. Ayrıca AG işaretleyicilerin kitap üzerindeki dâhili ve harici kullanımını karşılaştırılmış, sınıf içi eğitimdeki etkileri gözlemlenmiştir. Sonuçlar ARGE 3D geometri kitabı yazılımının öğrencilerin ilgi ve dikkatini derse çekerek öğrenilmesi zor olan geometri konularının öğrenilmesini kolaylaştırdığını, ancak bilgisayar laboratuvarı ortamında kullanıldığında kamera ayarları nedeninden dolayı yansımalarınoluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca ARGE 3D işaretleyici sisteminin harici kullanımının kullanıcı bilgisayar arasındaki etkileşimi ve kullanım kolaylığını artırdığı görülmüştür.

Webel ve diğerleri (2013), bakım ve montaj işlerinin çok karmaşık olabileceğinden, teknisyenlerin yeni becerilerini verimli bir şekilde yerine getirmek için eğitim almasının zor olduğunu belirtti. Bu tür bir eğitim, servis görevlerinin nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin talimatları doğrudan işleme gerektiren makine parçalarına bağlayan güçlü bir endüstriyel eğitim teknolojisi olan Artırılmış Gerçeklik ile desteklenebilir. Artan bakım görevlerinin karmaşıklığı nedeniyle, teknisyenleri görev yürütme konusunda eğitmek yeterli değildir.

Bunun yerine, teknisyenler verimli bir satın alma ve yeni bakım işlemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan temel beceriler konusunda eğitilmelidir. Bu gerçekler, teknisyenlerin yeni bakım prosedürlerini edinmelerini hızlandıran bakım ve montaj becerileri için etkili eğitim sistemlerine olan ihtiyacı göstermektedir. Ayrıca, bu sistemler yeni eğitim senaryoları için eğitim sürecinin ayarlanması iyileştirmeli ve mevcut eğitim materyalinin yeniden kullanılmasını sağlamalıdır. Bu bağlamda, alt becerili eğitimi ve eğitim sisteminin değerlendirmesini içeren çoklu model Artırılmış Gerçeklik tabanlı bakım ve montaj becerileri eğitimi için yeni bir konsept ve platform geliştirdiler. Çünkü prosedürel beceriler, bakım ve montaj işlemleri için en önemli beceriler olarak kabul edildiğinden, bu becerilere ve bunları geliştirmek için uygun yöntemlere odaklanıyoruz.

Nee ve diğerleri (2012), artırılmış gerçeklik (AG) uygulamalarının tasarım ve imalat konusundaki araştırma ve geliştirmelerini incelemiştir. Yedi ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm imalat simülasyonu uygulamalarının arka planını ve ilk AG gelişmelerini tanımaktadır. İkinci bölümde, AG ile ilişkili mevcut donanım ve yazılım araçları açıklanmaktadır. Üçüncü bölüm, AG işbirlikçi tasarımları, robot güzergah planlaması, tesis yerlesimi, bakım, CNC simülasyonu ve AG araçlarını ve tekniklerini kullanarak montaj gibi çeşitli tasarım ve üretim faaliyetlerine ilişkin çalışmaları bildirmektedir. Dördüncü bölüm AG'deki teknoloji zorluklarını özetlemektedir. Bölüm 5 bazı endüstriyel uygulamalara bakmaktadır. Bölüm 6, AG sistemlerindeki insan faktörlerini ve etkileşimlerini ele almaktadır. Bölüm 7, gelecekteki bazı trendlere ve gelişmelere bakar ve sonuç bölümünü takiben yer alır. Bu makale, çoğu hala laboratuvar aşamasında olmasına rağmen, imalat topluluğuyla ilgili AG uygulamalarından bazılarını sunmaktadır. Bu makale AG'yi imalat mühendisliği alanında güçlü bir araç haline getirmek için sezgisel ve etkili insan arayüzleri tasarlamadan ve sağlananın önemini ve uygun içerik geliştirmeyi vurgulamaktadır.

Ong ve diğerleri (2008) Artırılmış gerçekliğin (AG), gerçek dünya ortamında sanal bilgisayar tarafından üretilen bilgileri kaplayan yeni bir insan-makine etkileşimi olduğunu belirtmiştir. Son on yılda askeri eğitim, cerrahi, eğlence, bakım, montaj, ürün tasarımları ve diğer üretim operasyonları gibi birçok alanda iyi potansiyel uygulamalar gösterildi. Bu çalışma, imalat faaliyetlerinde gelişmiş ve kanıtlanmış AG uygulamalarının kapsamlı bir araştırmasını sağlamaktadır. Bu araştırmanın amacı, AG'yi üretim araştırmasında bir araç olarak kullanan veya kullanmayı planlayan araştırmacılar, öğrenciler ve mühendisler için en son teknolojiye sahip AG uygulamaları ve gelişmeleri hakkında yararlı bir görüş sağlamaktır.

Kaufmann ve Dünser (2007), bir eğitici artırılmış gerçeklik uygulamasının kullanılabilirlik değerlendirmelerini araştırdı. Sırasıyla 2000, 2003 ve 2005 yıllarında yapılan geometri eğitimi için bir eğitici artırılmış gerçeklik uygulamasının üç değerlendirmesini özetlemektedir. 100'den fazla öğrenciyle yapılan tekrarlanan biçimlendirici değerlendirmeler, uygulamanın ve kullanıcı arayüzünün yıllar boyunca yeniden tasarlamasına rehberlik etmiştir. Başa takılan ekranları kullanarak artırılmış gerçeklik uygulamalarının nasıl tasarlanaçığına dair kılavuzlar sunan kullanılabilirlik ve simülatör hastalığına ilişkin sonuçları sunar ve tartışırlar.

Bölüm 2

2. İhtiyaç Analizi

2.1. İhtiyaç Analizi Yöntemi

Projenin ihtiyaç analizi iş paketinin gerçekleşmesinde izlenecek yol şu şekilde belirlenmiştir:

- Proje ortaklarında projede yer alacak iç ve dış paydaşlar ile ilgili ön çalışma (Paydaş Analizi) yapılması,
- Projede yer alan ortaklarla birlikte ihtiyaç analizinin amacı, kapsamı ve yönteminin belirlenmesi
- İhtiyaç analizinin ortak ülkelerde tüm paydaşların katılımıyla yapılması
- İhtiyaç analizi çalışmasının tamamlanmasına müteakip, iş paketi yürütücüsü kurum tarafından projede yer alan ortaklar ile birlikte ihtiyaç analizi sonuçlarının paylaşıldığı sonuç değerlendirme toplantısının yapılması.

Proje kapsamında Uludağ Üniversitesi'nde tüm ortakların ve davetli paydaşların katılımıyla gerçekleştirilen bu toplantıda, çalışmanın sonuçları açıklanmıştır. Bu çalışma toplantılarında elde edilen sonuçlar tartışılmış ve gerek sunum gerekse ihtiyaç analizi raporunun örnekleri yaygınlaştırma faaliyeti olarak proje web sayfasından paylaşılmıştır.

2.2. Paydaş Analizi

Proje kapsamında geliştirilecek içerik ve ürünlerin seçiminde bekollentilerin doğru belirlenebilmesi ve planlamanın temel unsurlarından biri olan katılımcılığın sağlanabilmesi için “Teknik Resim” konuları ile etkileşim içinde bulunan tüm tarafların görüşleri dikkate alınabilmesi için Paydaş Analizi yapılmıştır. Paydaş analizinin ilk aşamasında paydaşlarının kimler olduğunu tespit edilebilmesi için;

- Teknik Resim eğitim faaliyeti ve sahada uygulayıcıları kimlerdir?
- Bu faaliyet ve hizmetlerini yönlendirenler kimlerdir?
- Kurumların sunduğu eğitimlerden yararlananlar kimlerdir?
- Kurumların sunduğu eğitim faaliyet ve hizmetlerinden etkilenenler ile faaliyet ve hizmetlerini etkileyenler kimlerdir? Sorularına cevap aranmıştır.

Paydaşların tespiti aşamasında üç farklı yöntem izlenmiş ve ortak payda oluşturan gruplar paydaş olarak belirlenmiştir. Birinci yöntem ulusal ve uluslararası literatür taraması, ikinci yöntem sektör ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK) temsilcileri ile yapılan görüşmeler ve üçüncü aşama program geliştirme komisyonu tarafından Üniversite öğretim üyeleri, öğretmen ve sektördeki eğitimciler ile ortaklaşa yapılan mini çalıştaydır.

Bu çalışmaların neticesinde Teknik Resim eğitimi ihtiyaç analizinde başvurulacak ve Tablo 1. de verilen paydaşlar tespit edilmiştir. Paydaşlar, işlevlerine göre hizmet alanlar/müşteriler, temel ortak ve hizmet sunanlar ortak başlıklar altında ve paydaşlık durumuna göre paydaşlar iç paydaş, dış paydaş, müşteri şeklinde ayrımı tabi tutulmuştur. Bu ön paydaş analizinde belirlenen paydaşlar, bilahare proje kapsamında geliştirilecek materyalin kişilerin yetkinliklerindeki artışının ölçümünde yani performans analizinde işbirliği yapılacak olan paydaşlar olacaktır. Paydaşlar arasında en önemli gurubu hiç kuşku yok ki ana hizmet alan gurup yani öğrenciler oluşturmaktadır. Akabinde ikinci büyük paydaş grupları da hizmet sunan eğitimci gurubundan oluşmuştur ki bu durum beklenen ve literatür (*Ashford 2017; Crawley et al 2007; Besterfield et al 2014*) ile de uyumlu bir tablodur.

Tablo 1. Paydaşlar ve Öncelik Sırasına Göre Dağılımı

Paydaşlar	Paydaşlık Durumu	Neden Paydaş Olduğu	Paydaşlık Önceliği
Öğrenciler	Müşteri	Ana hizmet alan	1.
Öğretim Elemanları	İç paydaş	Hizmeti Sunan ve Geliştiren	2.
Öğretmenler	İç paydaş	Hizmeti Sunan	3.
Üniversiteler	Dış paydaş	Hizmeti Sunan ve Geliştiren	4.
Meslek Liseleri	Dış paydaş	Hizmeti Sunan	5.
İlgili Sektör yetkilileri	Dış paydaş	Stratejik Ortak	6.
Sektör çalışanları	Dış paydaş	Hizmet Alan	7.
Kamu Temsilcileri	Dış paydaş	Temel Ortak	8.
Sivil Toplum Kuruluşları	Dış paydaş	Hizmet Alan ve Stratejik Ortak	9.

2.3. İhtiyaç Analizi

İhtiyaç mevcut durum ile olması gereken veya istenilen durum arasındaki farklılıktır. Bir bakıma, “Ne” ile “Ne olmalı?” arasındaki farktır. Eğitim programı ve materyal gelişimi için yapılacak çalışmalara yönelik olarak mevcut durum ile ulaşımak istenilen durum arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla izlenecek bir süreçtir. Bu süreç, önceliklerin belirlenmesi ve kaynakların yerinde kullanılmasına akıcı bir yaklaşım kazandırır.

İhtiyaç Analizi Süreci

Teknik Resim eğitiminin mevcut durum ile ulaşımak istenilen durum arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla izlenen İhtiyaç Analizi süreci dört aşamadan oluşmuştur.

1. Hazırlık: İhtiyaç Analizi için gerekli hazırlıkların tamamlanması. İhtiyaç Analizi için ölçek (anket soruları) hazırlanması ve bunların uygulanacağı gruplar için anket uygulama programının (Google survey) hazırlanması.

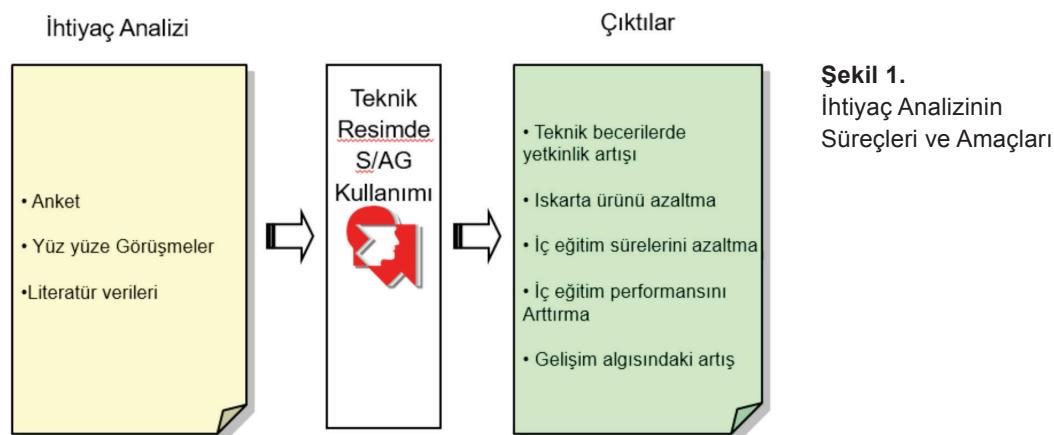
2. Bilgi Toplama: İhtiyaç Analizi Anket formları vasıtası ile paydaşlardan sağlanan bilgilerin toplanması.

3. Bilgilerin Analizi: Yukarıda sözü geçen kaynaklardan ve daha başka ihtiyaç duyulan alanlardan sağlanan bilgilerin taşıdığı özelliklere göre sınıflandırılması ve

ihtiyaç alanlarının belirlenmesi. Proje kapsamında yapılan ihtiyaç analizi bilgileri Farklar Yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım; gözlenenle beklenen başarı düzeyleri arasındaki farkı ortaya çıkarır. Bu yaklaşım göre ihtiyaç; beklenilen beceri düzeyi ile gerçek / var olan beceriler arasındaki farkla ortaya çıkar. Bu fark; programın bireylere kazandırılması gereken özelliklerini gösterir.

4. Bilgilerin Rapor Edilmesi: Belirlenen ihtiyaçların her biri için ayrı ayrı açıklayıcı bilgilerin yer aldığı rapor yazımı. Bu raporda belirlenen ihtiyaçların kapsamı, nedenleri ile incelenecek ve çözüm önerilerinin getirilmesi.

Ihtiyaç analizi ve temel çıktıları Şekil 1 de gösterilmektedir.



İhtiyaç Analizi için bilgi, paydaşlardan seçilen bireylerden toplanmış ve bu bilgilerin analiz edilip değerlendirilmesi ile içerik ve materyal geliştirilmesine ihtiyaç duyulan alanlar belirlenmiştir. Bilgi toplamak amacıyla ihtiyaç analizi anket formu eğitim şekli ve teknolojilerini değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır. Anket sonuçlarının analizi ile materyal geliştirmek amacıyla gerekli çalışmalar belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılmak üzere geliştirilen anket formu ve bu anketin nasıl uygulanıp değerlendirildiğine dair açıklamalar değerlendirme başlığında verilmektedir.

2.4. İstatistiksel Analiz

İhtiyaç Analizinde Tablo 2 de verilen ve 25'i 5'li likert ölçüğünde hazırlanan anket sorusu ve 5 adet ucu açık soru yer almaktadır. Bu soruların ilk 5 tanesi ile katılımcıların Teknik Resim algısı, devam eden 20 tanesi bilgi ve beceri düzeyleri ve son 5 soru ile de Teknik Resim eğitimine ait bekłentileri ölçmek üzere soru grupları oluşturulmuştur. Analiz esnasında çok farklı değerlendirme yapmaya olanak sağlayacak olan bu soru grupları ile öncelikle eğitim düzeyleri ile bilgi beceri ilişkisi, eğitim düzeylerinin yeterlilikleri, kurumlar ve ülkeler arasındaki farklılaşma vb. bulguların incelenmesi mümkün olmuştur.

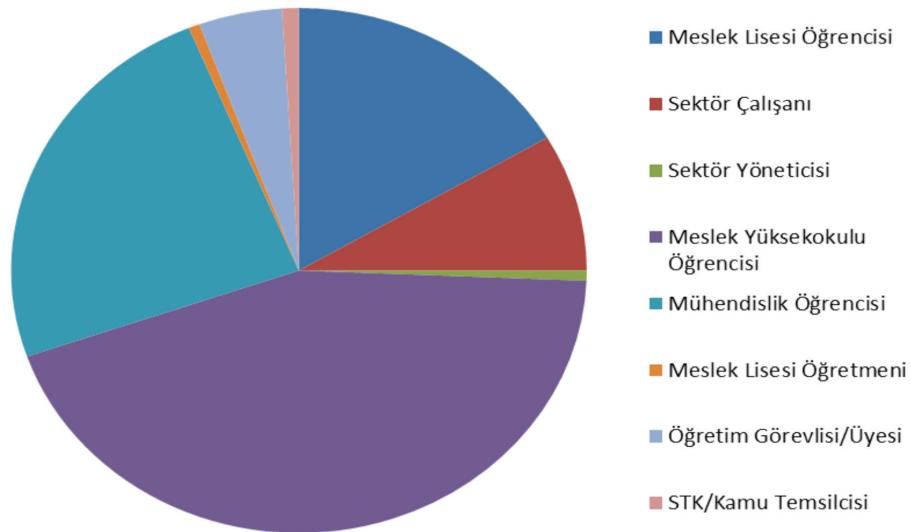
Bu çalışmada olması gereken ile mevcut durumun karşılaştırıldığı farklar analizi yapılmıştır. 5'li likert ölçüğünde hazırlanan ve içeriğinde hüküm veya yargı cümlesi bulundurmayan anket paydaş analizi ile belirlenen tüm taraflara Google survey uygulaması üzerinden yönetilmiştir. Likert ölçüğünün üst basamağı olarak (5) tamamen katılıyorum, (4) katılıyorum, (3) yorum yok, (2) katılmıyorum ve (1) hiç katılmıyorum olarak sıralanmıştır. Google Survey üzerinden katılımcılara yönetilen analiz soruları şunlardır:

Düşünüyorum ki Teknik Resim eğitimi almış bir kişi olarak siz:

1. Mesleğinizin gerektirdiği Teknik Resim bilgi ve becerilerine sahipsiniz.
2. Teknik Resim konularında ortak iletişim dili kullanıyor ve BS, ASME, ISO, DIN gibi standartları biliyorsunuz
3. Teorik Teknik Resim bilginizi destekleyecek pratik beceriye sahipsiniz
4. Teknik Resim okuyabilme becerisinin bir teknik eleman için hayatı önemde olduğunu düşünüyorsunuz
5. Teknik Resim okuma hatalarının ıskarta ürüne veya düşük kaliteye neden olduğunu düşünüyorsunuz
6. Herhangi bir Teknik Resmi tamamen okuyabilir ve yorumlayabiliyorsınız.
7. Resim Anteti üzerindeki detayları biliyor, antette verilen genel toleransları okuyabiliyorsunuz
8. İzdüşüm metotlarını biliyor ve bu metotları antetteki sembolden okuyabiliyorsunuz.
9. Kesit alma çeşitlerini ve gerektiğini biliyor tam ve kademeli kesitleri ayırt edebiliyorsunuz.
10. Perspektif metotlarını biliyor ve perspektif çizimleri canlandıracaktır.
11. İmalat resimlerinde boyut toleranslarını okuyabiliyorsunuz.
12. Mutlak ölçü ve yardımcı ölçülere ait kritik detayları biliyorsunuz.
13. Mil ve delik toleranslarına ait semboller okur ve alıştırma toleranslarını tablolardan bulabiliyorsınız.
14. Köşe kırma toleranslarını okuyabiliyorsınız.
15. İmalat ve montaj resimlerini kolaylıkla ayırt edebiliyorsunuz.
16. İmalatta şekil ve konum toleransının farkını ve önemini bilirsiniz.
17. Şekil ve konum toleransı sembollerini tanır ve resim üzerindeki anımlarını bilirsiniz.
18. Pozisyon toleransı ve maksimum malzeme uygulamasına ait detayları bilirsiniz.
19. Salgı ve toplam salgı arasındaki farkı bilirsiniz.
20. Yüzey pürüzlülüğü kavramı, işaretleri ve Ra, Rz, Rmax. vb. sembollere ait standartları bilirsiniz.
21. Teknik Resim eğitimlerinin sanal gerçeklik uygulamalarına aktarılması gerektiğini düşünüyorsunuz.
22. Teknik Resim eğitimlerinin sektörde kullanılan resimlerin okunması için yeterli olduğunu düşünüyorsunuz.
23. Teknik Resim eğitimlerinin görsel hafızayı ve resmi canlandırma yeteneğini geliştirdiğini düşünüyorsunuz.
24. Teknik Resim okurken iki boyutlu çizimlerden üç boyutlu ortama kolaylıkla geçiyorsunuz
25. Bilgisayarlı Teknik Resmin yaygınlaşmasının temel Teknik Resim eğitimine olan ihtiyacı ortadan kaldırmadığını düşünüyorsunuz
26. Teknik Resim eğitimini haftada kaç saat aldınız?
27. İşe girdikten sonra İleri Teknik Resim eğitimi aldınız mı? Eğer aldı iseniz süresi ve konusu nedir?
28. VR ya da AR (sanal ve arttırlılmış gerçeklik) uygulamalarını oyun ya da eğitim amaçlı kullandınız mı? Cevabınız evet ise; mobil telefon ya da cihazların eğitimde önemli bir rol oynayacağını düşünüyor musunuz?
29. Teknik Resim ile ilgili ileri bilgi aradığınızda ilk önce aşağıdakilerden hangisine yönelirsiniz?
Google Kitaplar Öğretmen Other:
30. Teknik Resim ile ilgili son okuduğunuz kitap ya da standart nedir?

2.4.1. Bulgular

Çalışma kapsamında üç farklı ülkede farklı eğitim ve sektörel pozisyonlardaki 320 kişiyle anket yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Excel istatistik programı ile analiz edilmiştir. Ankete katılanların ülke bazında dağılımları Türkiye 252, İngiltere 10, Bulgaristan 58 kişi olarak gerçekleşmiştir. Ankete katılanların sektörel dağılımı Şekil 2 de verilmiştir.

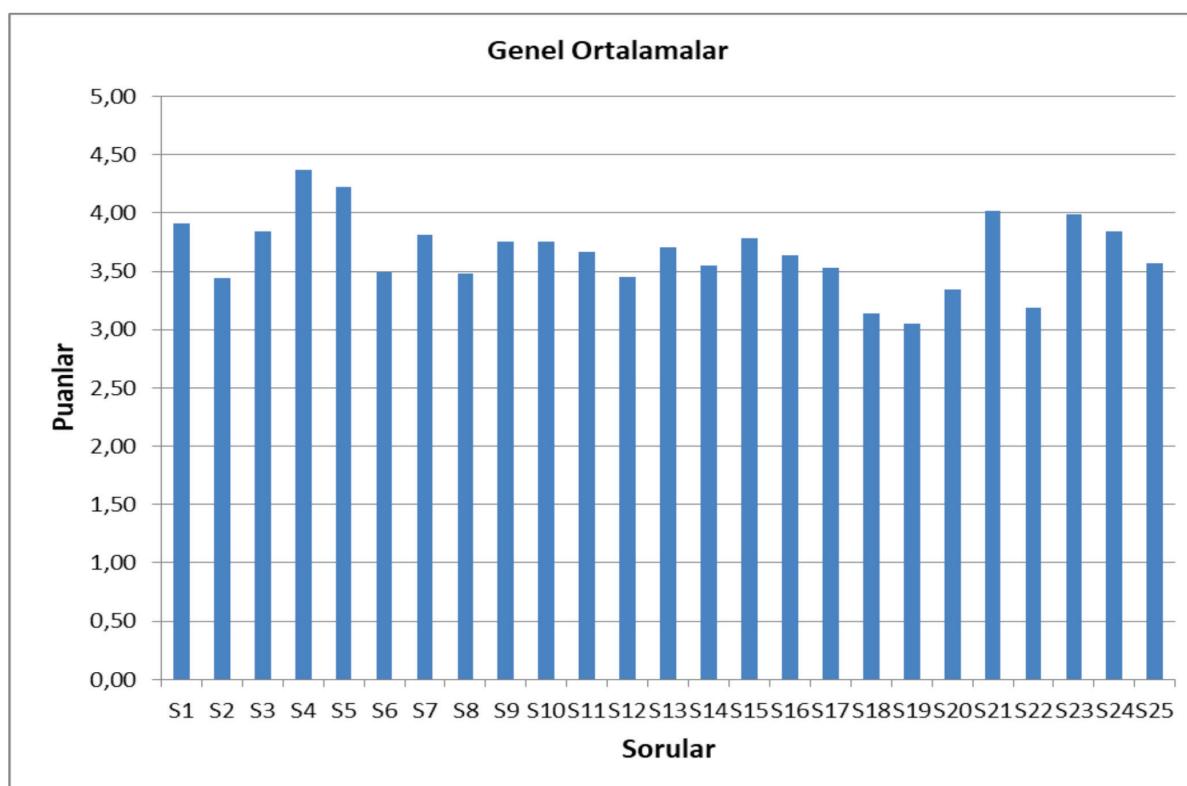


Şekil 2. Ankete katılan guruplarının dağılımı

Şekil 2 de görüldüğü gibi ankete katılan gurupların dağılımında MYO öğrencisi önemli bir ağırlığı oluşturmaktadır, ikinci sırada mühendislik öğrencileri ve üçüncü sırayı meslek lisesi öğrencileri oluşturmaktadır. Bu dağılımda MYO öğrenci sayısının fazlalığı esasen meslek lisesi dağılımını da etkilemektedir, çünkü bu öğrencilerinin bir kısmı henüz Teknik Resim dersi okumamalarına rağmen meslek lisesinde almış oldukları bilgilerini ankete yansıtmışlardır. Genel anlamda dağılımın iş piyasası ile uyumlu olduğu ve Teknik Resim eğitimi almış bireylerin sahadaki durumunun temsil açısından anlamlı bir dağılım olarak yorumlanabilir.

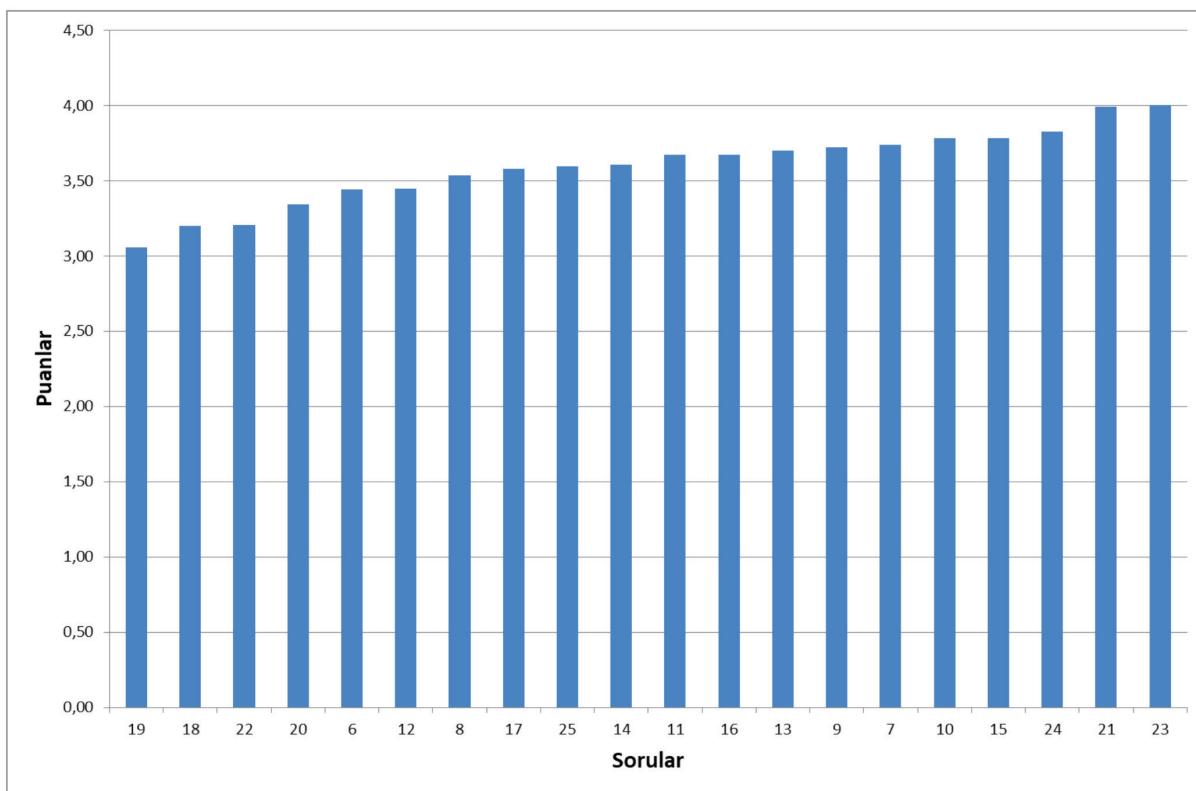
2.4.2. Değerlendirme

Anket uygulamasının değerlendirmesi üç farklı soru grubu ve açık uçlu soruların cevap guruplarının analizi şeklinde gerçekleştirılmıştır. Şekil 3 te açık uçuların dışındaki sorulara verilen cevaplarının 5 üzerinden ortalamalarına ait grafik verilmiştir. Bu grafikten hareketle öncelikle ilk 5 soruda verilen ve kişilerdeki Teknik Resim algısının ölçüldüğü başlıklar Şekil 3 üzerinden değerlendirildiğinde şu yorumlar yapılabilir:



Şekil 3. Soru bazında genel ortalamalar

1. Soruda verilen ve “Mesleğinizin gerektirdiği Teknik Resim bilgi ve becerilerine sahipsiniz” yargısına verilen cevaplarının yüzdesi %76 dur, yani % 24 katılımcı kendini Teknik Resim konusunda yeterli bulmamaktadır.
2. Soruda verilen ve “Teknik Resim konularında ortak iletişim dili kullanıyor ve BS, ASME, ISO, DIN gibi standartları biliyorsunuz” sorusuna verilen cevaplarının yüzdesi %70 tır, yani % 30 katılımcı standartların sorgulandığı bu soruda kendini yeterli bulmamaktadır.
3. Soruda verilen ve “Teorik Teknik Resim bilginizi destekleyecek pratik beceriye sahipsiniz” sorusuna verilen cevaplarının yüzdesi %73 tür, yani % 27 katılımcı bu soruda kendini yeterli bulmamaktadır.
4. Soruda verilen ve “Teknik Resim okuyabilme becerisinin bir teknik eleman için hayatı önemde olduğunu düşünüyorsunuz” sorusuna verilen cevaplarının yüzdesi %88 dir, yani %12 katılımcı bu soruya katılmamaktadır. Bu cevap hayatı önemdedir ve beklentiği gibi yüksek oranda katılım almıştır.
5. Soruda verilen ve “Teknik Resim okuma hatalarının ıskarta ürüne veya düşük kaliteye neden olduğunu düşünüyorsunuz” sorusuna verilen “katılıyorum ve tamamen katılıyorum” cevaplarının yüzdesi %84 tür, yani % 16 katılımcı bu soruya katılmamaktadır. Bu eksikliğin öğrenim hayatında olan kişilerin ıskarta ürün ve bunun önemi hakkında yeterince bilgilendirilmediğini ya da farkındalık oluşturulmadığını göstermektedir.



Şekil 4. Teknik Resim becerisini ölçen soruların sıralı dizilişi

Şekil 4 te ise Şekil 3 te verilen grafiğin ilk 5 sorusunun dışında kalan ve kişilerin Teknik Resim bilgi ve becerilerinin ölçüldüğü ve asıl referans kaynağı olan 20 soruya ait cevaplar yüzdelik sırasına göre küçükten büyüğe sıralanmış olarak verilmektedir. Böylelikle, Teknik Resim ana konu başlıklarında hangi konularda eksikliğin hangi oranlarda olduğunu görülebilmektedir.

İhtiyaç analizi sonuçları incelenirken ortaya çıkan tablodan benzer konulara ait soru gruplarının eşleştirilmesi mümkün olmuştur. Yani en zor konu başlıklarından biri olan geometrik ölçülendirme ve toleranslar (GD&T) en çok ihtiyacı hissedilen gurup olarak ortaya çıkmış ve bu konudaki sorulara birbirine çok yakın cevaplar verilmiştir. Dolayısı ile bu analizin % 40 dolayında ihtiyacı hissedilen ilk sorusundan % 20 ihtiyacı hissedilen son sorusuna kadar yapılan sıralama küçük farklılaşmalar dışında Tablo 2 deki gibi olmuştur. Küçük farklılaşmaya ait bir örnek vardır ki bunların biri üçüncü sırada yer alan ve Teknik Resmin geneline ait bir yargı olan “*Teknik Resim eğitimlerinin sektörde kullanılan resimlerin okunması için yeterli olduğunu düşünüyorsunuz*” cevaptır. Bu yargının teknik içeriğinden bağımsız düşünülmemesi gerektiğinden analizi etkileyebilecek bir farklılaşma olarak yorumlanmamıştır.

Tablo 2. İhtiyaç analizi sonrası ihtiyaca göre sıralı konu başlıkları

1. Salgı ve toplam salgı arasındaki farkı bilirsiniz.
2. Pozisyon toleransı ve maksimum malzeme uygulamasına ait detayları bilirsiniz.
3. Teknik Resim eğitimlerinin sektörde kullanılan resimlerin okunması için yeterli olduğunu düşünüyorsunuz
4. Yüzey pürüzlülüği kavramı, işaretleri ve Ra, Rz, Rmax. vb. sembollere ait standartları bilirsiniz
5. Herhangi bir Teknik Resmi (dili farklı da olsa) tamamen okuyabilir ve yorumlayabilirsiniz.
6. Mutlak ölçü ve yardımcı ölçülere ait kritik detayları biliyorsunuz.
7. İzdüşüm metotlarını biliyor ve bu metotları antetteki sembolden okuyabiliyorsunuz.
8. Şekil ve konum toleransı sembollerini tanır ve resim üzerindeki anımlarını bilirsiniz.
9. Bilgisayarlı Teknik Resmin yaygınlaşmasının temel Teknik Resim eğitimine olan ihtiyacı ortadan kaldırmadığını düşünüyorsunuz
10. Köşe kırma toleranslarını okuyabilirsiniz.
11. İmalat resimlerinde boyut toleranslarını okuyabiliyorsunuz.
12. İmalatta şekil ve konum toleransının farkını ve önemini bilirsiniz.
13. Mil ve delik toleranslarına ait semboller okur ve alıştırma toleranslarını tablolardan bulabiliyorsınız.
14. Kesit alma çeşitlerini ve gerektiğini biliyor tam ve kademeli kesitleri ayırt edebiliyorsunuz.
15. Resim Anteti üzerindeki detayları biliyor, antette verilen genel toleransları okuyabiliyorsunuz
16. Perspektif metotlarını biliyor ve perspektif çizimleri canlandıracaktır.
17. İmalat ve montaj resimlerini kolaylıkla ayırt edebiliyorsunuz.
18. Teknik Resim okurken iki boyutlu çizimlerden üç boyutlu ortama kolaylıkla geçiyorsunuz
19. Teknik Resim eğitimlerinin sanal gerçeklik uygulamalarına aktarılması gerektiğini düşünüyorsunuz
20. Teknik Resim eğitimlerinin görsel hafızayı ve resmi canlandırma yeteneğini geliştirdiğini düşünüyorsunuz

Netice itibarı ile verilen cevaplardan genel yargılar da çıkarıldığından Tablo 3 teki içerik akışı ihtiyaca göre sıralanabilmektedir. Yine Tablo 4 de projede materyal geliştirmeye esas ana konu başlıkları öncelik sırasıyla verilmiştir.

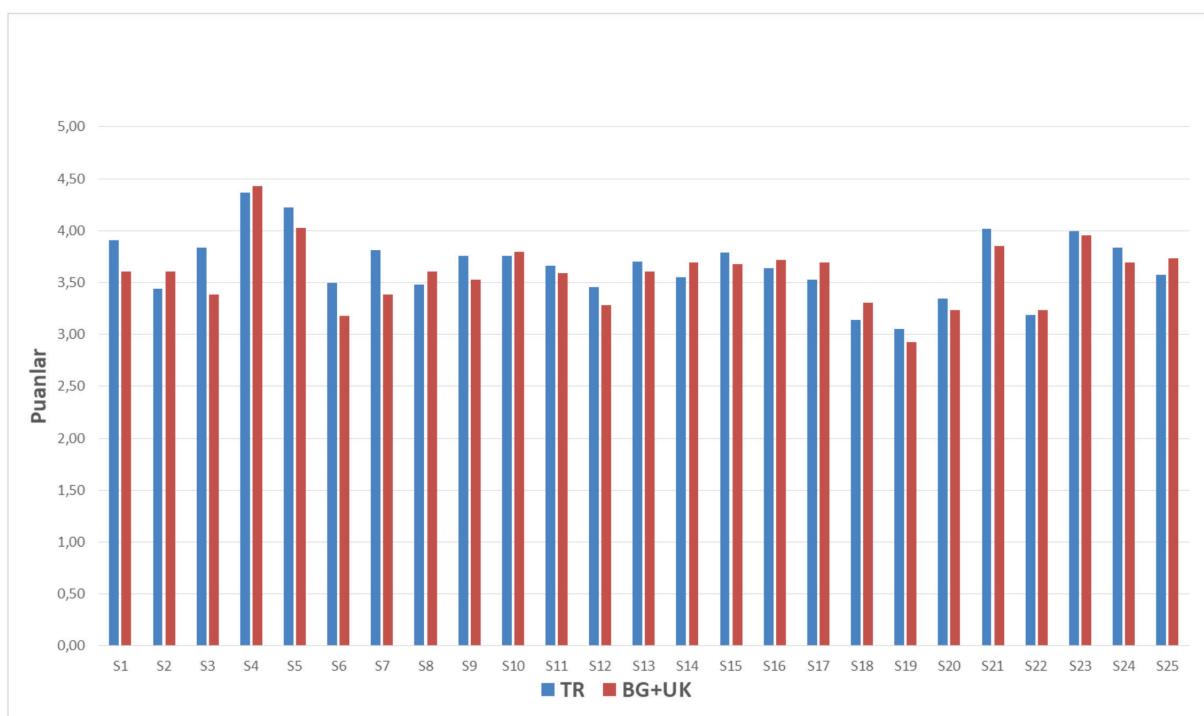
Tablo 3. İhtiyaç analizi sonrası ihtiyaça göre sıralı teknik konu başlıkları

1. Salgı ve toplam salgı arasındaki farkı bilirsiniz.
2. Pozisyon toleransı ve maksimum malzeme uygulamasına ait detayları bilirsiniz.
3. Yüzey pürüzlülüğü kavramı, işaretleri ve Ra, Rz, Rmax. vb. sembollere ait standartları bilirsiniz
4. Mutlak ölçü ve yardımcı ölçülüere ait kritik detayları biliyorsunuz.
5. İzdüşüm metotlarını biliyor ve bu metotları antetteki sembolden okuyabiliyorsunuz.
6. Şekil ve konum toleransı sembollerini tanır ve resim üzerindeki anımlarını bilirsiniz.
7. Köşe kırmıştoleranslarını okuyabiliyorsuniz.
8. İmalat resimlerinde boyut toleranslarını okuyabiliyorsunuz.
9. İmalatta şekil ve konum toleransının farkını ve önemini bilirsiniz.
10. Mil ve delik toleranslarına ait semboller okur ve alıştırma toleranslarını tablolardan bulabiliyorsuniz.
11. Kesit alma çeşitlerini ve gereğini biliyor tam ve kademeli kesitleri ayırt edebiliyorsunuz.
12. Resim Anteti üzerindeki detayları biliyor, antette verilen genel toleransları okuyabiliyorsunuz
13. Perspektif metotlarını biliyor ve perspektif çizimleri canlandıracılıyorsunuz.
14. İmalat ve montaj resimlerini kolaylıkla ayırt edebiliyorsunuz.

Tablo 4. Materyal geliştirmeye esas ihtiyaç analizi sonrası konu başlıkları

1. Geometrik ölçülendirme ve toleranslar
2. Yüzey pürüzlülüğü
3. Ölçülendirme
4. İzdüşüm metotları.
5. Köşe kırmıştoleranslarını
6. Boyut toleranslarını okuyabiliyorsunuz.
7. Mil ve delik toleransları
8. Kesitler
9. Perspektif
10. İmalat ve montaj resimleri

Genel değerlendirmeler ilave olarak Şekil 5'teki sonuçları eklemekte fayda bulunmaktadır. Bu veriler Türkiye ve diğer ülkelerin ortalamalarını kapsamaktadır. Şekilden de görüleceği üzere hem soru bazında hem de genel eğitim açısından tutarlı ve benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu durum bize ihtiyacı hissedilen başlıkların Türkiye dışında İngiltere ve Bulgaristan'da da aynı olduğunu göstermektedir ki bu sonuç bilimsel açıdan önemli bir bulgudur.



Şekil 5. Türkiye ve Yurtdışı değerlendirmelerin karşılaştırılması

Teknik Resim eğitimi ile ilgili bekentilerin sorgulandığı açık uçlu son beş soru detaylı olarak dağılım ve verilen cevapların gruplandırılması yoluyla incelenmiştir. Tablo 5 te verilen bu değerlendirmeye göre “Teknik Resim eğitimini haftada kaç saat aldınız?” sorusuna %56 katılımcı 4 saat ve %35 katılımcı 2-3 saat cevabını vermiştir. Yine “*İşe girdikten sonra ileri Teknik Resim eğitimi aldınız mı? Eğer aldı iseniz süresi ve konusu nedir?*” sorusuna verilen cevaplar incelediğinde katılımcıların % 80 i eğitim almadıklarını % 01 i ise aldıklarını ve içeriğini standartlar, toleranslar ve CAD olarak belirtmişlerdir.

“*Sanal ve arttırlılmış gerçeklik uygulamalarını oyun ya da eğitim amaçlı kullandınız mı? Cevabınız evet ise; mobil telefon ya da cihazların eğitimde önemli bir rol oynayacağını düşünüyor musunuz?*” sorusuna % 55 hayır cevabı verilmiş, evet diyenler ise % 31 de kalmıştır. Evet, cevabını verenlerin büyük kısmı eğitim için faydalı olacağı kanaatindedir. Yine “*Teknik Resim ile ilgili ileri bilgi aradığınızda ilk önce aşağıdakilerden hangisine yönelirsiniz?*” sorusuna %48 Google, %30 öğretmen, %16 kitap ve diğer internet kaynakları (Youtube vs.) olarak cevaplar verilmiştir. Burada arama motorlarının ve internetin tercih oranı önemlidir. Son olarak “*Teknik Resim ile ilgili son okuduğunuz kitap ya da standart nedir?*” sorusuna %37 okumadım, %21 ders kitabı ve %19 standartlar olarak cevaplar verilmiştir.

Tablo 5. Son 5 ucu açık sorunun analizi

No	Soru	TR	BG+UK	Toplam		Cevap	%
26	Teknik Resim eğitimini haftada kaç saat aldınız?	98	6	104	4 saat	186	0,56
		35	30	65	2 -3 saat	186	0,35
27	İşe girdikten sonra İleri Teknik Resim eğitimi aldınız mı? Eğer aldı iseniz süresi ve konusu nedir?	147	38	185	Hiç bir şey	230	0,80
		16	5	21	Toleranslar/CAD	230	0,09
28	SG ya da AG uygulamalarını oyun ya da eğitim amaçlı kullandınız mı? Cevabınız evet ise; mobil telefon ya da cihazların eğitiminde önemli bir rol oynayacağını düşünüyor musunuz?	96	33	129	Hayır	236	0,55
		59	15	74	Evet	236	0,31
29	Teknik Resim ile ilgili ileri bilgi aradığınızda ilk önce aşağıdakilerden hangisine yönelirsınız?	109	27	138	Google	288	0,48
		40	7	47	Kitaplar	288	0,16
		75	12	87	Öğretmen	288	0,30
		2	2	4	Internet	288	0,01
30	Teknik Resim ile ilgili son okuduğunuz kitap ya da standart nedir?	55	16	71	Hiç bir şey okumadı	190	0,37
		29	11	40	Ders Kitabı	190	0,21
		30	7	37	Standartlar	190	0,19
		8	9	17	Autocad	190	0,09

2.5. Sonuç

Çok farklı analizlerin yapılabildiği ve gerek katılımcı sayısı, gerek katılımcı çeşitliliği ve gerekse ülke çeşitliliği açısından önemli bir veri tabanı oluşturan bu çalışmada yukarıdaki bulgularla verilmeyen birçok alt analizinde yapılması mümkün olmuştur. Farklılaşmanın okullar ve meslek grupları üzerindeki değişimi, ülkeler arası kıyaslama vb. çalışmalar projenin içerik ve materyal geliştirme aşamalarında kullanılmak üzere arşivlenmiş ve değerlendirilmeye alınmıştır. Ortaya çıkan açık gerçek ise tüm paydaş grupları ve ülkeler bazında Teknik Resim eğitimi alanında kapatılması gereken ve de bilinen yöntemlerle kapatılamayan önemli bir açık bulunduğuudur.

Bölüm 3

3. Müfredat Geliştirme

3.1. Başlangıç Noktası

Mesleki eğitim, nerede ve ne şekilde olursa olsun, mutlaka önemli bir zaman alan bir eğitim sürecidir. Bilgi ve becerilerini sürekli olarak yenileyen ve gerçek teknolojik koşullara adapte olan mesleki eğitim mezunları, istihdam veya iş performanslarını geliştirmek için her zaman daha büyük fırsatlara sahip olacaklardır (Arslan ve diğerleri, 2009). Gelişmiş ve ileri teknoloji sektörlerinde, çalışan hatalarından kaynaklanan atılan ürünlerin miktarı bazen şirkete tehdit oluşturan seviyelere ulaşabilir. Bu hatalar, bilgi ve deneyim derecesine ve çalışanların mevcut psikososyal durumuna atfedilebilir. Çalışanlara yönelik kayıpları en aza indirmek için bu üç sorun alanını ele alan ciddi eğitim programlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle ekonomik krizler ve sektördeki yüksek rekabetin işliğinde, hem kalitenin hem de verimliliğin artırılmasının önemi açıktır. Bu ihtiyacı karşılamak için, genel olarak, farklı yaklaşımlar ve hedef odaklı eğitim, kurum içi eğitim veya sürekli eğitim gibi yetkinlik temelli eğitim modelleri araştırılmalı ve uygulanmalıdır.

Salas ve diğerleri (2012), yalnızca ABD'deki kuruluşların her yıl eğitime milyarlarca dolar harcadığını belirtti. Bu eğitim ve gelişim faaliyetleri, kuruluşlara uyum sağlama, rekabet etme, üstünlük sağlama, yenilikçilik yapma, üretme, güvenlik sağlama, hizmeti geliştirme ve hedeflere ulaşma imkânı sunar. Eğitim, yüksek riskli ortamlardaki hataları azaltmak için başarıyla kullanılmıştır ve şirketler, iş gücünü sürekli olarak eğiterek onların rekabette kalmalarına yardımcı olduğunu anlamaktadır. Ancak, eğitim göründüğü kadar sezgisel değildir: bir program tasarlamanın, sunmanın ve uygulamanın doğru ve yanlış bir yolunu gösteren bir eğitim bilimi vardır. İşletmeler tarafından hatalı eğitim yöntemlerinde yapılan yatırımlar faydalı değildir ve ciddi ekonomik kayıplarla sonuçlanabilir.

Mesleki eğitim ve öğretimdeki öğrencilerin akademik yetenekleri eğitim programlarına bağlı olarak mesleki becerilerine göre daha azdır. Ayrıca, mesleki eğitim veren kişilerin çoğunun da güncel teknolojiye ait bilgi ve becerilere ait yeterlilikleri bulunmayabilir (Arslan ve ark., 2013). Bireyler, özellikle mesleki eğitim kurumlarında, temel bilgi ve becerileri edindiklerinde, iş hayatına girdiklerinde, okulda aldıkları genel bilgilerin çok ötesinde olan bilgi ve becerilere ihtiyaç duyarlar.

Arslan ve Uzaslan (2017), bazı firmaların kendi alanlarında yeni teknolojik yeniliklere ayak uydurmak için farklı kurum içi eğitim modelleri uyguladığını belirtti. Hedef odaklı bir kurum içi eğitim programının nasıl geliştirilmesi gerektiğini ve etkinlik açısından nasıl değerlendirileceğini araştırdılar. Çalışmalarının amacı, hem akademik hem de otomotiv sanayi sektörlerinin işbirliğiyle yetkinlik tabanlı ve hedef odaklı bir eğitim programı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmektir. Bu süreçte, Bosch Rexroth şirketinin 124 çalışanı belirli bir hedef odaklı program aracılığıyla eğitildi. Eğitimin etkinliği, ön ve son testler, bir kurs değerlendirme anketi ve akran değerlendirme performans analizleri kullanılarak değerlendirildi. Çalışmanın sonunda, katılımcıların ön test ve son testlere göre başarı oranları 100 puan üzerinden 54 puan artmıştır. En önemli sonuç, performans analizlerine göre, katılımcıların% 26'sının, eğitsimsiz bir toplulukla karşılaşıldığında performanslarını geliştirmiş olmalarıydı. Hedefler ve sonuçlar gelecekteki programlar için cesaret verici oldu.

3.2. Metodoloji

Müfredat ve senaryo (program) geliştirme aşaması boyunca, proje üyeleri, akademisyenler ve paydaş temsilcilerinden oluşan program geliştirme ekibi, bilimsel verilerle desteklenmiş ve ulusal ve uluslararası kriterleri dikkate alarak para birimini koruyacak bir kurs oluşturulmuştur. Müfredat geliştirme ekibi, aşağıdaki özellikleri dikkate alarak kurs için gerekli kriterleri belirlemiştir:

- Sektörün temel taleplerini karşılayacak bir yapı;
- Sürekli gelişim ile uyumluluk;
- Zamanlama ve eğitim yapısında esneklik; ve
- Modüler yaklaşım.

Elliden fazla sayıdaki konuya ele alan program geliştirme ekibi, öncelikle kendi alanlarına ve ihtiyaç analizi sonuçlarına göre sınıflandırdı; konuların entegrasyonu süreci başlamıştır. Son aşamada, mesleki eğitim kurumlarında benzer derslerin içerikleri ya da eğitim içerikleri dikkate alınarak modüler yapı ve ders içerikleri oluşturulmuştur. Mesleki eğitimin bu şekilde belirlenmesinden sonra, yönetim gelişimi, organizasyon ve içeriği ile ilgili eğitim belirlenmiştir.

Eğitime katılacek bireylerin farklı bilgi düzeylerine ve beceri geçmişlerine sahip olması, herkes için uygun içerik hazırlamanın zor olduğu anlamına geliyordu. Bununla birlikte, eğitim programının genel felsefesi, bir kursu tamamlayan bir bireyin o eğitimdeki bilgi ve becerilere hakim olması gerektidir. Bu öncelik, ders içeriğini ve teorik ve uygulamalı eğitim saatlerinin ayrıntılarını planlarken açıkça dikkate alındı. Bu amaçla, eğitimler kısa, yetkinlik temelli ve hedef odaklı olacak şekilde tasarlandı ve yeni bir öğrenci merkezli yöntem benimsendi.

Belirlenen temel kriterler ve metodun ardından içerik, öncelik, zaman ve materyal geliştirmeye esas öngörülerin belirleneceği aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada çalışma süreci şu şekilde yürütülmüştür:

- Teknik Resim ders içeriğinin yaygın kullanım şekillerinin incelenerek ders çıktılarının belirlenmesi
- Modüller oluşturacak ana ve bunların alt konu başlıklarının belirlenmesi,
- Modüllerin ve alt konuların ihtiyaç analizine göre hangi S/AG yöntemi ile verilmesi gereğinin belirlenmesi
- Modül ders saatleri ve içeriklerinin yazımı

3.3. Program Geliştirme

Bu aşamada yaygın olarak kullanılan Teknik Resim ders ve kurs içerikleri detaylı olarak incelenmiş ve bunların ortak payda oluşturduğu öğrenme çıktıları proje program geliştirme aşamasının da temelini oluşturmuştur. Özellikle Pearson Education Edexcel BTEC specifications içerikleri bu aşamada önemli bir referans oluşturmuştur. Bu programın hedefi ve amacı öğrencilerin çeşitli çizim, taslak çizimi ve bilgisayar destekli çizim tekniklerinin farklı bileşenlerini kullanarak, montajların ve devrelerin mühendislik çizimlerini üretmelerini sağlayacaktır. Öğrenme çıktıları, bu ünitelerin tamamlanmasında olduğu gibi, bir öğrencinin mühendislik bileşenlerini çizebilmesi, çizim standartlarına uygun mühendislik çizimlerini yorumlayabilmesi, mühendislik çizimleri üretebilmesi vs. gerektiğini belirtmektedir (Edexcel, 2009).

Bu süreçte ihtiyaç analizi sonuçları ile dünya genelinde uygulanan genel ders içeriği eşleştirilmiş yine kendi arasında gurup oluşturan konu başlıkları modüller haline getirilerek bazı konuların öğretilmesinde bütün içeriğin verilmesi yerine ilgili modülün verilmesi yöntemi benimsenmiştir. Bu durumda aşağıda verilen modül başlıkları ihtiyaç sıralamaları ile ortaya çıkmıştır.

1. Geometrik ölçülendirme ve toleranslar
2. Yüzey pürüzlülüüğü
3. Boyut, Mil- delik ve köşe kırma toleransları
4. Geometrik çizimler, izdüşüm, ölçülendirme, standartlar
5. Kesitler, Perspektif
6. İmalat ve montaj resimleri

Yine ders içeriği açısından yani derste verilme sırası açısından konu başlıkları şu şekilde sıralanmıştır:

1. Geometrik çizimler, izdüşüm, ölçülendirme, standartlar
2. Kesitler, Perspektif
3. Boyut, Mil- delik ve köşe kırma toleransları
4. Geometrik ölçülendirme ve toleranslar
5. Yüzey pürüzlülüüğü
6. İmalat ve montaj resimleri

3.4. Geliştirilen Modüller, Ders İçerikleri ve Öğrenme Çıktıları

Modül geliştirme fazında proje ekibi arasından mesleki eğitim alanında çalışan akademisyenler liderliğinde oluşturulan uluslararası bir program geliştirme komisyonu çalışmalarını sürdürmüştür. Metot kısmında verilen temel kriterler (sektör beklentilerini karşılama, sürekli geliştirilmeye açıklık, esnek eğitim saatlerine uyumluluk ve modüler yaklaşım) doğrultusunda ve ihtiyaç analizi önceliklerine göre yürütülen çalışmalar neticesinde içerik ve öğrenme çıktıları ortaya çıkarılmıştır. Tablo 3.1 de modül başlıklarına göre geliştirilen içerikler verilmektedir.

Tablo 3.1. Geliştirilen Modüller

Modül Kodu Başlık	TR1 ÇİZİM TEKNİKLERİ VE ÖLÇÜLENDİRME
Ders İçeriği	<p>Giriş: Resim kâğıtları. Çizim şablonları, antet, birimler, kısaltmalar, dikdörtgen koordinat, kutupsal koordinatlar. İzdüşüm yöntemleri, görünüş çıkarma.</p> <p>Ölçülendirme: Ölçülendirme çizgileri, okları ve rakamları. Kılavuz çizgileri ve özel işaretler. Ölçülendirme sistemleri ve çeşitleri (Paralel, açısal, zincirleme, kademeli, koordinat kullanarak, çizelge yardımıyla, birleşik) İmalat ve montaj resimlerinde ölçülerin yerleştirilmesi. Özel ölçüler, yardımcı ölçü, mutlak ölçü vb. Ölçekler, çeşitleri ve ölçeklendirme kuralları</p> <p>Tolerans: Toleransı gerektiren sebepler, imalatta makine ve avadanlıkların hataları, ölçü aletleri, ısı-ışık, kişisel hatalar. Tolerans, sapma ve alıştırma sembollerini. Tolerans okuma ve resimde gösterme yöntemleri. Tolerans sınırları ve alıştırmalar: Toleransın tanımı ve önemi, toleransların sınıflandırılması; boyut toleransları (TS 1845, TS 450, TS 1980, TS 1506), şekil ve konum toleransları (TS 1304, TS 1498), ISO 1101 İngiliz (BS) ve ISO toleransları.</p>
Öğrenme Çıktıları	1.1 Öğrenciler: Resim kâğıtlarını, antet ve koordinatları, birimleri ve temel ölçülendirme yöntemlerini bilir. Ölçülendirme çizgileri, okları ve rakamları ile kılavuz çizgileri ve özel işaretleri bilir. ISO-A ve ISO-E izdüşüm metodlarını ayırt eder, resimlerde revizyon sembollerini ve anımlarını bilir.
	1.2 Ölçülendirme sistemleri ve çeşitlerini (Paralel, açısal, zincirleme, kademeli, koordinat kullanarak, çizelge yardımıyla, birleşik) bilir. İmalat ve montaj resimlerinde ölçülerin yerlestirebilir. Özel ölçüler, yardımcı ölçü ve mutlak ölçüyü bilir ve resimdeki detayları anlar. Ölçekleri okuyabilir ve temel ölçeklendirme kurallarını bilir.
	1.3 Toleransı gerektiren sebepleri bilir, imalatta makine ve avadanlıkların hataları, ölçü aletleri, ısı-ışık, kişisel hataların etkilerini ve tolerans ilişkisini kavrar. Tolerans, sapma ve alıştırma sembollerini tanır, okuyabilir ve resimde gösterebilir.
	1.4 Tolerans sınırları ve alıştırma kavramlarını bilir. Tolerans hatalarının üretimdeki ıskarta oranıyla ilişkisini ve önemini anlar. Boyut, mıl-delik, köşe kırma ve şekil ve konum toleranslarını bilir, ayırt edebilir ve kullanım gerekliliklerini kavrar.
Ders Saati	45 dk.

Modül Kodu
Başlık

TR2
KESİTLER, İZDÜŞÜMLER VE PERSPEKTİF

Ders İçeriği	<p>Kesitler: Kesit alma yöntemleri; Tam (tek düzlemlü tam kesit, paralel kademeli tam kesit, açılı düzlemlle tam kesit, profil kesit), yarıml, bölgesel ve özel kesitler. Kesit gösterim kuralları (tarama, oklar, semboller, bakış yönü). Makine parçalarının üç görünüş ya da perspektif resimlerinden kesit çizime geçiş. Temel kesit çizme elemanları; kesit düzlemi, kesit yüzeyi.</p> <p>Görünüşler ve Perspektif: Görünüş çıkarma metotları, üç görünüş ve altı görünüş. Perspektif çizimlere genel bakış. Perspektif çeşitleri; aksonometrik perspektif (izometrik perspektif, dimetrik perspektif), eğik perspektif (kavalıyer ve kabinet perspektif), kuş bakışı (planometrik) perspektif, merkezi (konik) perspektif.</p> <p>Perspektif çizimlerine ait farklı standartlar (BSI, DIN, ANSI ve JIS) ve uygulamaları. Parça görünüşleri kullanılarak perspektif çiziminde kullanılan yöntemler.</p>	
	2.1	Öğrenciler: Kesit alma yöntemlerini bilir. Hangi tip resimlerde hangi kesit alma yönteminin daha uygun olduğunu bilir. Kapsamlı resimlerde kesitleri yöntemine göre tanır okuyabilir. Makine parçalarının üç görünüş ya da perspektif resimlerinden kesit çizime geçişte kesilen parçayı kafasında canlandırabilir.
Öğrenme Çıktıları	2.2	Örnek olarak verilen ve montajı tamamlanmış bisiklet için; gövde, a葦ar, jantlar, bağlantı elemanları, şaftlar ve kama oluklarının kesit görünüşleri için uygun teknikleri gösterin
	2.3	Farklı parçalarda kesit düzlemi çizgilerini doğru biçimde gösterebilir. Kesit görüntülerdeki tarama çizgilerinin kullanımı ile diğer detayları bilir.
	2.4	Resim 7.18 de verilen parçalar için uygun kesit düzlemini belirleyip düzlem çizgisini ve sembollerini kullanır.
	2.5	a) ISO-E ve ISO-A metodlarına göre görünüş çıkartmayı ya da görünüşleri standardına göre okumayı bilir. BSI, DIN, ANSI ve JIS standartlarına göre görünüş çizimleri arasındaki farkı bilir b) AG uygulamalarını kullanarak izometrik ve eğik perspektifi anlar. c) Görünüş çıkarma yöntemlerinde kullanılan çizgi tekniği türlerini bilir
Ders Saati	80 dk.	

Modül Kodu
Başlık

TR3
BOYUT, MİL VE DELİK TOLERANSLARI

Ders İçeriği	<p>Boyut toleransları: Teknik resimlerde kullanılan doğrusal ve açısal boyutlar için toleransların gösterim şekilleri. İmalat tipine göre boyut toleranslarının ilgili standartlar kullanılarak seçimi.</p> <p>Köşe kırma toleransları: Köşe kırma toleranslarının gösterim metadolojisi. Köşe kırma toleransı ile pah ve radius kavramlarının farkı.</p> <p>Mil ve delik toleransları: Mil ve delik toleransları ile bu tolerans gurubunda kullanılan alıştırma toleransları. Toleranslarda geçmeler ve alıştırma sistemleri. Anma ölçüsü, En büyük ölçü, En küçük ölçü, aşağı ölçü farkı, yukarı ölçü farkı, en büyük ölçü ve en küçük ölçü kavramları. Tolerans tabloların okunması, tablodan kullanım yerine göre uygun tolerans seçme.</p>
Öğrenme Çıktıları	<p>3.1 Öğrenciler: Teknik resimlerde kullanılan doğrusal ve açısal boyutlar için toleransların gösterir ve okuyabilir.</p> <p>3.2 İmalat tipine göre boyut toleranslarının ilgili standartlar kullanılarak seçimini yapar ya da var olan toleransın gurubunu standarttan bulabilir.</p> <p>3.3 Köşe kırma toleranslarının gösterim metadolojisini bilir. Köşe kırma toleransı ile pah ve radius kavramlarını ayırtırabilir.</p> <p>3.4 Mil ve delik toleransları ile bu tolerans gurubunda kullanılan alıştırma toleranslarını kavramını bilir. Toleranslarda geçmeler ve alıştırma sistemlerini bilir.</p> <p>3.5 Mil ve delik toleranslarına ait ISO standarı tolerans tablolarını okur, tablodan ilgili parçaların kullanım şekline göre uygun tolerans seçer.</p>
Ders Saati	60 dk.

Modül Kodu
Başlık

TR4
GEOMETRİK ÖLÇÜLENDİRME VE TOLERANSLAR

Ders İçeriği	<p>Geometrik toleranslandırma prensipleri: boyutsal tolerans uygulamaları ve ilgili BS ve ISO standartlarını kullanarak bileşenlerin, alt grupların imalat ve montaj elemanlarının boyutlandırılması. Geometrik toleranslandırmaının gösteriminde kullanılan metodoloji, toleransandrılan eleman kavramı ve tolerans bölgelerinin oluşumu.</p> <p>Şekil / form ve konum toleransları: Şekil ya da form ve konum toleranslarının diğer tolerans gurubundan farkı, teknik iletişim ve normların doğru okunması/anlaşılması, gereklilikleri, toleranslandırma kavramı ve geometrik toleranandrmanın elemanları, boyutsal ve geometrik toleranslırmada ölçme ve değerlendirme kriterleri.</p>
Öğrenme Çıktıları	4.1 Öğrenciler: Geometrik toleranslandırmaının gösterimi, toleransandrılan eleman kavramı ve tolerans bölgelerinin oluşumunu bilir.
	4.2 Doğrusallık, dairesellik, düzlemsellik, silindirlik kavramlarını bilir. Formu olan bir çizgi, bir yüzey ve formdan sapma kavramı ile şekil toleranslarının ölçme ve onay prensiplerini bilir ve uygular.
	4.3 Eğiklik, paralellik, diklik kavramlarını bilir ve yön toleranslarında sapma, ölçme ve onay prensiplerini kavrır ve uygular.
	4.4 Konum toleranslandırması, pozisyon, eş merkezlilik, eş eksenlilik, simetriklilik kavramlarını ve yer belirleme toleranslarında sapma, ölçme ve onay prensiplerini bilir ve uygular.
	4.5 Salgı ve yalpalama toleranslarını bilir. Radyal ve aksiyal basit salgı ile radyal ve aksiyal toplam salığının farkını bilir. Salgı toleranslarında sapma, ölçme ve onay prensiplerini kavrır.
	4.6 Konumlandırma, konum elemanı ve konum ölçüsü kavramlarını bilir, bir elemanın ya da eleman gurubunun konumlandırılmasını bilir. Bir elemanlar grubunun, bir başka elemanlar grubuna göre konumlandırılmasını bilir.
	4.7 Pozisyon ve eşmerkezlilik toleranslarında kullanılan en çok malzeme prensibini, kullanım alanlarını ve ihtiyaç gerekliliklerini bilir. En çok malzeme grafiklerinin oluşturulmasını, en çok malzemede sıfır tolerans bölgesi kavramı ve kullanım amacını, en çok malzeme prensibinin toleranslandırılmış elemanda kullanımını ve en çok malzeme prensibinin referanslarda kullanımını bilir. En az malzeme şartı ve uygulama alanlarını bilir.
Ders Saati	60 dk.

Modül Kodu
Başlık

TR5
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Ders İçeriği	<p>Yüzey İşleme: İmalatta yüzeylerde oluşan pürüzlüğün nedenleri ve sınırlandırma gerekçeleri. Parçanın görevine uygun yüzey işleme işaretü koyma gereği. Yüzey işleme işaretleri (Sembol) ve çeşitleri. Yüzey işleme işaretlerinde grafik sembollere eklenen bilgiler. Yüzey işleme işaretleri (Ra, Rz, Rmax, Pt ve diğerleri ile farklı standartlarda verilen Rzmax, Rz1max gibi farklı pürüzlülük değerleri. Parça resmi üzerinde yüzey işleme işaretlerinin gösterilmesi.</p> <p>Yüzey Pürüzlülüğü: Yüzey pürüzlülüğüne ait değerler ve pürüzlülük sınıf numaraları. Teknik resimlerde yüzey pürüzlülüğünün gösterilme şekilleri ve imalat metodunun belirtilmesi. Esas Uzunluk ve Dalgalılığının Belirtilmesi, Yüzey işleme izleri ve imalat yöntemlerine ait özelliklerin gösterilmesi, yüzey işleme paylarının gösterilmesi, özel işlem görmüş yüzeylerin resimde gösterilmesi. Talaş kaldırılan yada kaldırılmayan yüzey sembolü farkı.</p>
Öğrenme Çıktıları	<p>5.1 Öğrenciler: İmalatta yüzeylerde oluşan pürüzlüğün nedenleri ve sınırlandırma gerekçeleri ile imalat resimlerinde parçanın görevine uygun yüzey işleme işaretü koyma gereğini bilir.</p> <p>5.2 Yüzey işleme işaretleri (Ra, Rz, Rmax, Pt ve diğerleri ile farklı standartlarda verilen Rzmax, Rz1max gibi farklı pürüzlülük değerlerini tanır, okur veya resimde uygun yerine koyabilir. Talaş kaldırılan yada kaldırılmayan yüzey sembolü farkını anlar ve uygular.</p> <p>5.3 Yüzey pürüzlülüğüne ait değerler ve pürüzlülük sınıf numaralarını bilir veya tablodan bulabilir. Teknik resimlerde yüzey pürüzlülüğü işaretinden imalat metodunu (işleme şeklini) anlar.</p> <p>5.4 Esas Uzunluk ve Dalgalılık gibi detayları bilir, yüzey işleme paylarını okur ve özel işlem görmüş yüzeyleri işaretten okuyup yorumlayabilir.</p>
Ders Saati	60 dk.

Modül Kodu TR6
Başlık MONTAJ RESİMLERİ

Ders İçeriği	<p>İmalat Resimleri: İmalat resminin yapısal özellikleri ile imalat ve montaj resmini ayırt edebilme yöntemleri. Kesitler, toleranslar, kontrol ölçüler, yüzey işlem işaretleri ve ihtiyaca göre ek liste veya tablolar ile imalat yöntem ve standartlarının resim kâğıdında gösterilmesi. İmalat resimlerinde antet hazırlama ve okuma. Bağlantı elemanları ve bazı özel makine ekipmanlarının (dişli çarklar, yaylar, cıvata somun ya da kaynaklı birleştirme gibi)çizim gösterim teknikleri.</p> <p>Montaj Resimleri: Montaj resmi nedir, nasıl ayırt edilir ve kullanıldığı yerler hakkında temel bilgiler. Montaj resminin çeşitleri, özellikleri, kâğıda yerleşimi ve ölçekler. Montaj resimlerinde görüşüslər, kesitler ve ölçüler. Perspektif ve şematik olarak çizilmiş sistemlerin montaj resimleri. Birleştirilmiş parçaların numaralandırılması ve numaralandırma yöntemleri (montaj sırasına-parça büyüklüğüne-imalat yöntemine göre).</p>	
Öğrenme Çıktıları	6.1	<p>Öğrenciler: İmalat resminin yapısal özelliklerini bilir ve resme baktığında kesit tipleri, tolerans ve yüzey işaretleri gibi temel bilgilerden hareketle imalat ve montaj resmini ayırt edebilir.</p>
	6.2	<p>İmalat resimlerinde antet hazırlama ve okuma. Bağlantı elemanları ve bazı özel makine ekipmanlarının (dişli çarklar, yaylar, cıvata somun ya da kaynaklı birleştirme gibi)çizim gösterim tekniklerini bilir ve resim üzerinde bunlara ait sembol ya da özel işaretlemeleri (M12 gibi) okuyabilir.</p>
	6.3	<p>Birleştirilmiş parçaların numaralandırılması ve numaralandırma yöntemleri (montaj sırasına-parça büyüklüğüne-imalat yöntemine göre) bilir. Birleştirme elemanlarını tanır. Monte edilmiş ve dağıtılmış (patlatılmış) resimleri okuyabilir.</p>
Ders Saati	60 dk.	

3.5. Geliştirilen S/AG Senaryoları

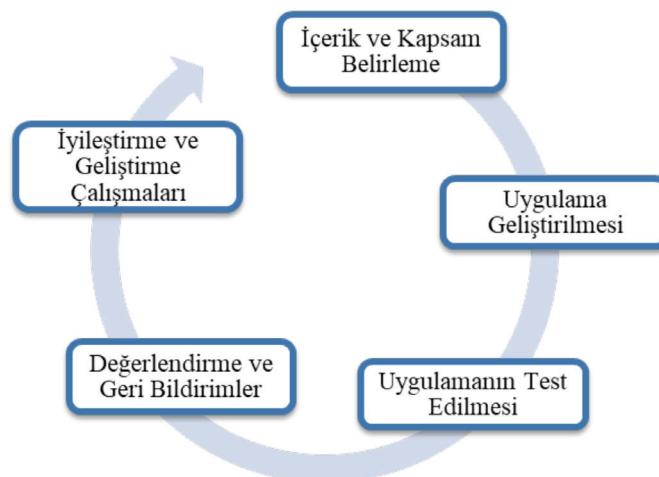
İkinci fazın son ve belki de en önemli aşaması geliştirilen içeriğe uyumlu S/AG uygulamaları geliştirebilmek üzere altyapı oluşturacak olan senaryo (story board) yazım geliştirme safhasıdır. Bu safhada program geliştirme ekibi ilgili paydaşlar ile koordineli olarak her bir öğrenme çıktısının nasıl bir senaryo ile öğreniciye aktarılması gerekiği hususunda çalışmıştır.

Bölüm 4

4. SG / AG Uygulamala Geliştirme

Proje kapsamında S/AG uygulamaları gerçekleştirmeye süreci; ihtiyaç analizi ile belirlenen öncelikler doğrultusunda içerik ve materyal geliştirilmesi aşamalarını kapsamaktadır. Uygulama geliştirme döngüsü Şekil 4.1'de gösterilmektedir.

Şekil 4.1.
Uygulama geliştirme döngüsü

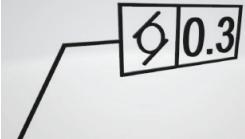
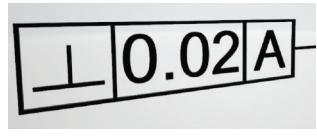
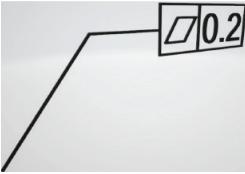
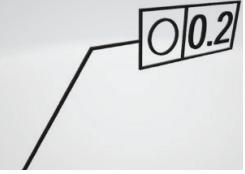
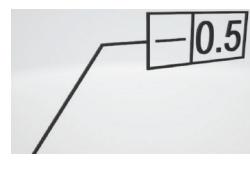
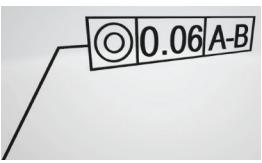
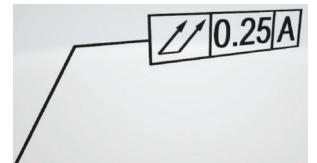
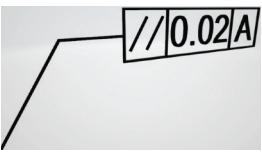
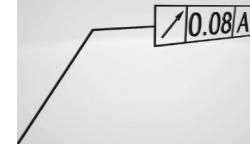


İçerik geliştirme aşamasında belirlenen ve S/AG uygulamalarında kullanılacak senaryolar her biri ile ilgili Teknik Resim konusunu açık ve anlaşılır biçimde anlatmak için kurgulanmıştır. Senaryo hazırlama evresinde uygulamanın geliştirileceği Unity3D programının ücretsiz sürümü ve ARCore kütüphanesinin kabiliyetleri de dikkate alınmış ve senaryo geliştirmenin son fazında uygulamaların üzerinde kullanılacak seslendirme metinlerinin yazımı gerçekleştirılmıştır. Uygulama geliştirme sürecinde öncelikle animasyonlar hazırlanmış ve bu animasyonlar bir arayüzde toplanarak uygulama haline getirilmiştir. Son aşamada uygulamanın test edilerek yapısal ve mantıksal hatalar tespit edilmiştir. Bu süreçte Teknik Resim eğitiminde deneyimli kişilerden alınan geri bildirimler kaydedilerek bu veriler ışığında uygulamayı güçlendirilmek amacıyla birtakım güncellemeler yapılmıştır.

4.1. AG Uygulaması Geliştirme

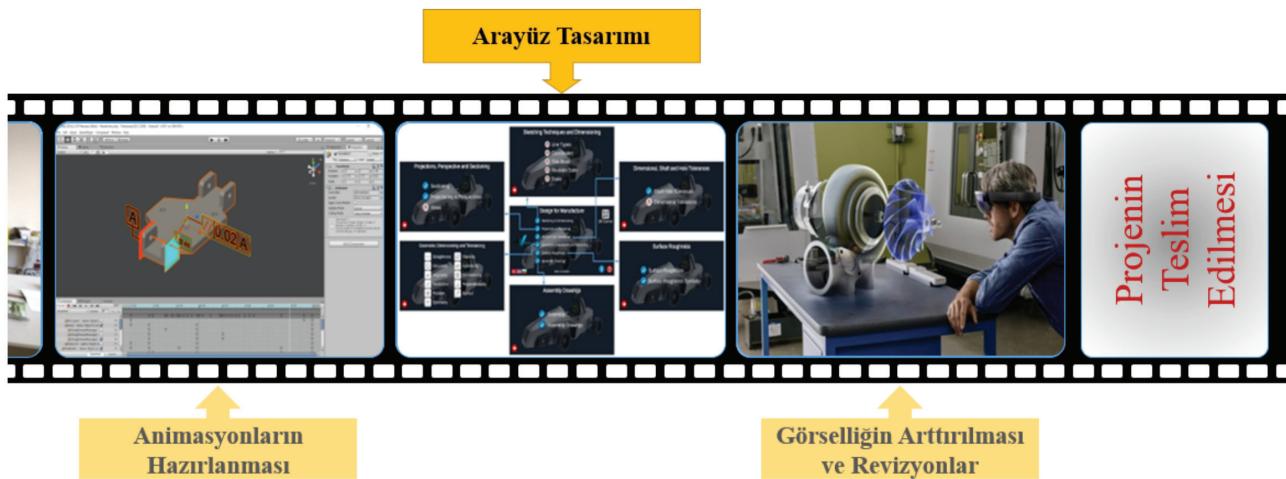
Animasyon Hazırlama: AG uygulamasının geliştirme sürecinde kullanılmak üzere 18 ayrı sahneye yaklaşık 30 adet animasyon hazırlanmış ve bu senaryoların sahnelenmesi için katı modeller kullanılmıştır. Katı modellerin bazıları hazır olarak temin edilirken hâlihazırda olmayan yardımcı modeller katı modelleme programı yardımıyla yeniden oluşturulmuştur. Bunlardan Geometrik Ölçülendirme ve Toleranslar başlığı için hazırlanan modeller Tablo 4.1 de gösterilmektedir.

Table 4.1. Animasyonlarda kullanılan yardımcı modeller

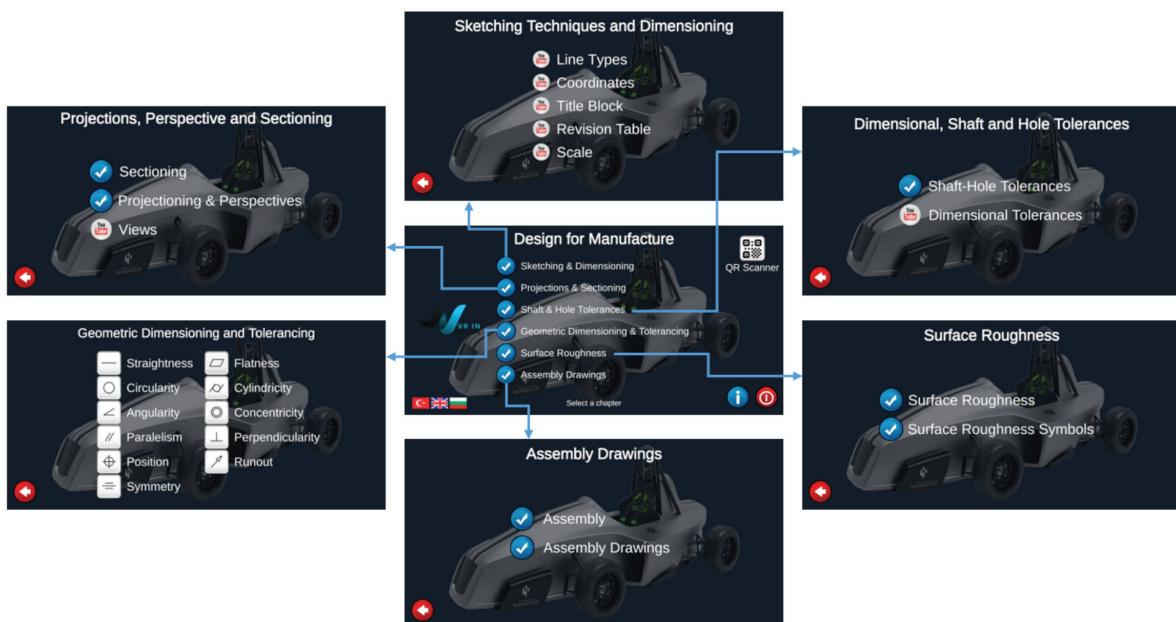
Katı Model	Açıklama	Katı Model	Açıklama
	Silindiriklik toleransı kutucuğu		Diklik toleransı kutucuğu
	Düzlemesellik toleransı kutucuğu		Konum toleransı kutucuğu
	Yuvarlaklık toleransı kutucuğu		Doğruluk toleransı kutucuğu
	Açıılık toleransı kutucuğu		Simetriklik toleransı kutucuğu
	Eş merkezlilik toleransı kutucuğu		Toplam salgı toleransı kutucuğu
	Paralellilik toleransı kutucuğu		Salgı toleransı kutucuğu

Hazırlanan modelleri Unity3D programında kullanabilmek amacıyla modeller obj/ fbx dosya formatında ve çalışma performansını düşürmemesi için en uygun mesh yapısında kaydedilmiştir. Model hazırlama evresi tamamlandıktan sonra animasyonlar hazırlanmaya başlanmıştır. Unity3D programının kullanıcılarına sunduğu animasyon bloğu temel animasyon hareketleri için yeterlidir.

Arayüz tasarımı: Uygulamanın arayüzü tasarılanır iken estetiğe, kullanım kolaylığına ve verimliliğine özen gösterilmiş ve yaygın olarak benimsenmiş olan ikonlara benzer ikonlar tercih edilerek uygulamanın kullanımı kolaylaştırılmıştır.



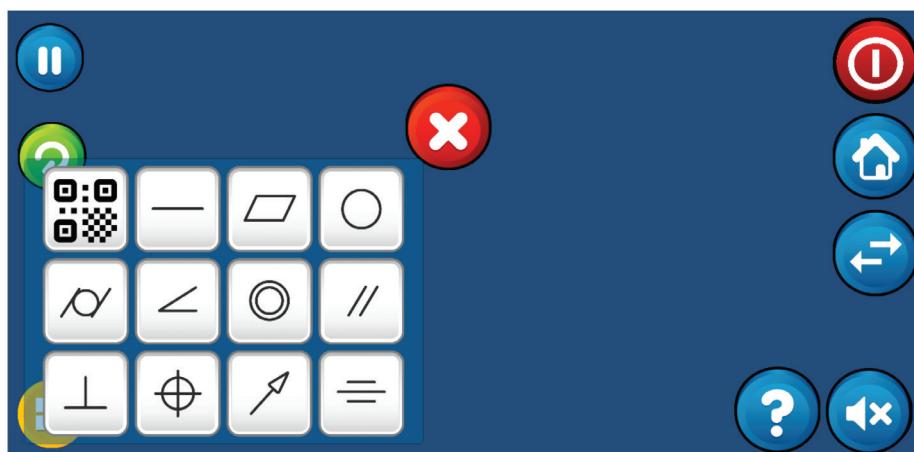
Şekil 4.2. Arayüz tasarımı



Şekil 4.3. Uygulama arayüzü

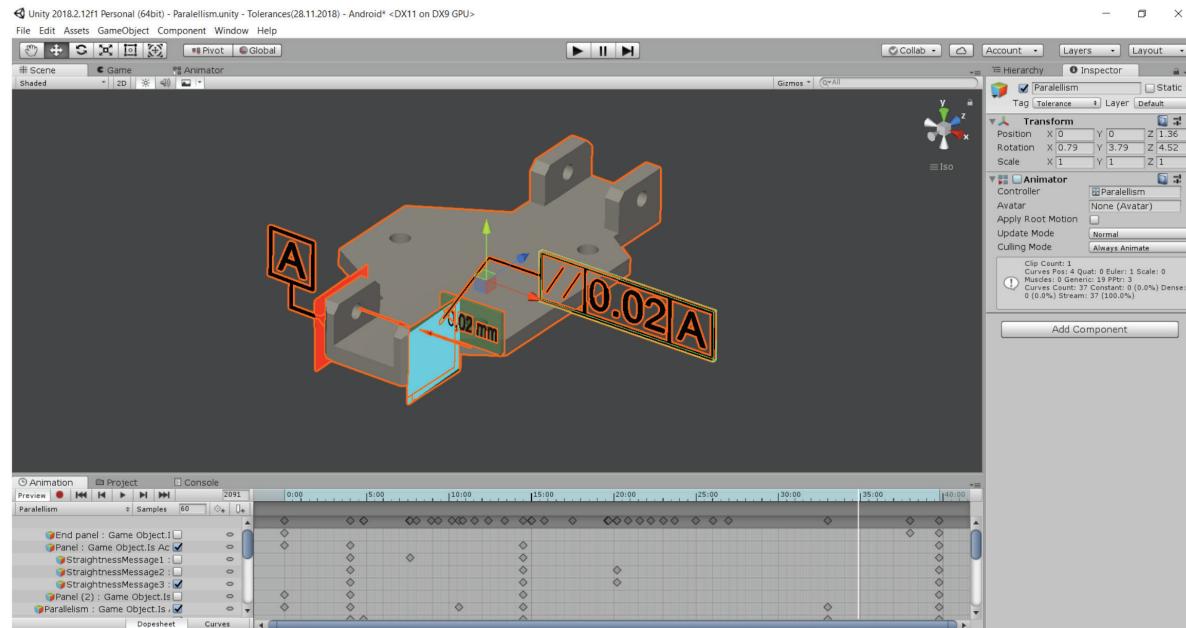
Uygulamada yer alan konular altı ana başlık altında ele alındığı için uygulama arayüzü de altı menüye sahiptir. Şekil 4.3'te bu ara menüler gösterilmektedir. Kullanılan sembollerin hepsinde ilgili web sitesi veya konuya bağlantı yapılmıştır. Bu sayede kullanıcılar hızlı bir şekilde web sitesine giderek konuya ilgili daha detaylı bilgiye erişebilmektedir.

Uygulamanın verimli, kullanışlı ve etkin olması açısından animation oynatıldığında sadece üstten alta doğru "durdur", "yeniden başlat" ve "menü" tuşu bulunmaktadır. Menü tuşuna basıldığında seçenekler açılmaktadır. Burada sol alt taraftaki tuş bu menüyü kapatmak, sağ üst köşeden aşağı doğru olan tuşlar ise sırasıyla "uygulamayı kapat", "uygulama menüsüne dön", "AR modu değiştir" ve "sesi aç-kapat" işlevlerini yerine getirmektedir. Son olarak "?" tuşu Şekil 4.4'de görüldüğü üzere menüdeki tuşların işlevlerinin ne olduğunu göstermektedir. Özellikle geometrik toleranslar ve yüzey pürüzlülük konularının menülerinde yardımcı menü kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Geometrik toleranslardaki menü tuşu içeriği

Proje kapsamındaki senaryolarda ve materyal geliştirme yazılım kodlarında Sofia Teknik Üniversitesi'nde tasarlanan araç modelinin direksiyon parçaları ve bunlara ait CADdataları kullanılmıştır. Araç parçaları ve yardımcı elemanlar 3Ds MAX ve Inventor programları kullanılarak obj ve fbx dosya formatına dönüştürülerek Unity3D ortamına aktarılarak senaryoları canlandırmak amacıyla parçalar üç boyutlu animasyonlar olarak kaydedilmiştir. Şekil 4.5. Her bir tolerans için farklı bir sahne oluşturuldu ve Google'un ARCore Kütüphanesi Unity3D'e eklenmiştir.



Şekil 4.5. Unity3D ortamında içerik geliştirilmesi

Şekil 4.6 da tamamlanmış bir sahne gösterilmektedir. Buna benzer olarak diğer sahnelerde de toleransı anlatmak için referans işaretleri, tolerans kutusu, yardımcı düzlemler ve oklar kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Uygulamanın mobil ekran görüntüsü

Animasyonun başlangıcındaki tanıtım videosu açıldığı andan itibaren mobil cihazın kamerası görüş alanındaki yüzeyleri taramaya başlar ve görüntüler üzerinde bazı referans noktaları belirlemektedir. Referans noktaları belirlendikten sonra sanal nesneler bu referanslara göre üç boyutlu uzayda konumlandırılır. Sanal parçalar animasyon esnasında hareketli olduğundan dolayı parçalara döndürme hareketi eklenmiştir. Böylece parçalar hem dikey hem de yatay eksende, mobil cihazın ekranına tek parmak ile tıklayıp dikey veya yatay konumda sürükleme hareketiyle döndürülebilmektedir.

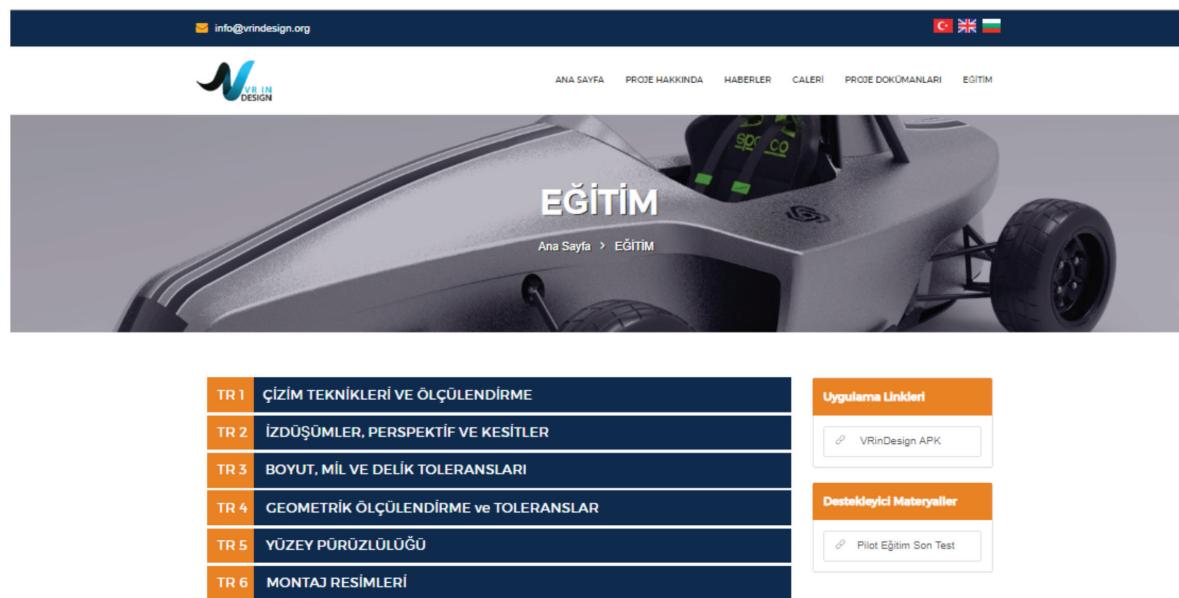


Şekil 4.7. Parmak ile kontrol

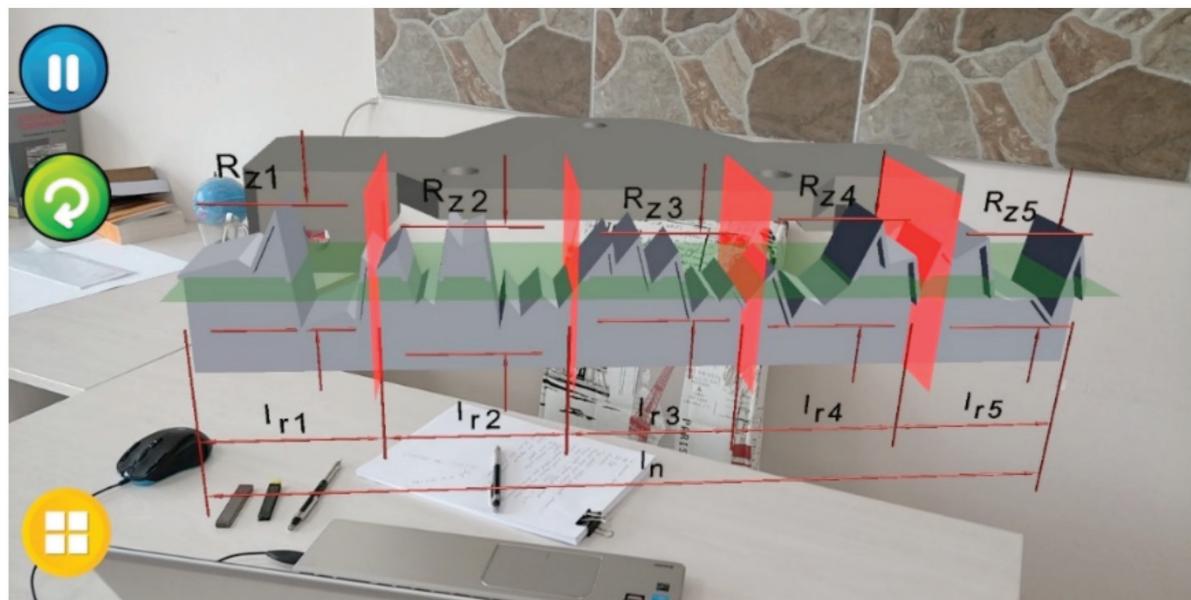
Kullanım esnasında sanal nesneler konumu itibarı ile mobil cihazın ekranında incelemek için büyük veya küçük görüntünebilir. Böyle durumlarda kullanıcıya yardımcı olmak için uygulamaya sanal nesneleri yeniden boyutlandırma (zoom) özelliği eklenmiştir. Yine gelişen teknoloji ile artık çoğu uygulama bazı işlevleri yerine getirmek veya kullanıcıyı belirli bir web sitesine yönlendirmek için QR kod okuma yeteneğine sahiptir. Bu nedenle geliştirilen AG uygulamasına QR kod okuma kabiliyeti de eklenmiştir.

AG Uygulaması Örnek Ekran Görüntüleri

Açık kaynak olarak sunulan ve uygun mobil cihaza sahip herkesin kullanabileceğini uygulamaya ait birkaç örnek devam eden kısımda sıralanmıştır. Yine proje kapsamında geliştirilen eğitim içeriklerine, öğrenci ve eğitimciler için öğrenme-öğretim yöntemlerine, proje kapsamında üretilen animasyonlara ve diğer destekleyici materyallere ve geliştirilen AG uygulamasına <http://vrindesign.org/> adresinden ücretsiz ulaşılabilmektedir Şekil 4.8.



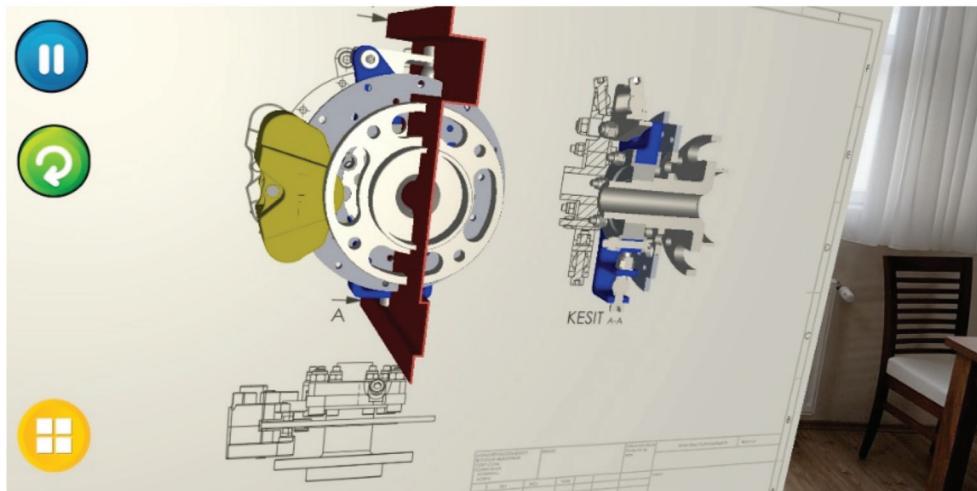
Şekil 4.8. Proje WEB sayfası eğitim menü ekran görüntüsü



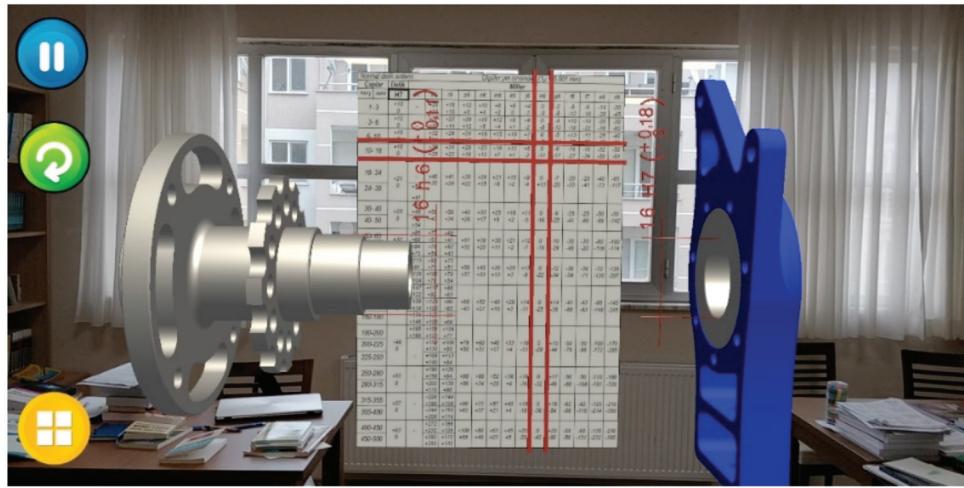
Şekil 4.9. Yüzey pürüzlülüğü



Şekil 4.10. Montaj Resimleri



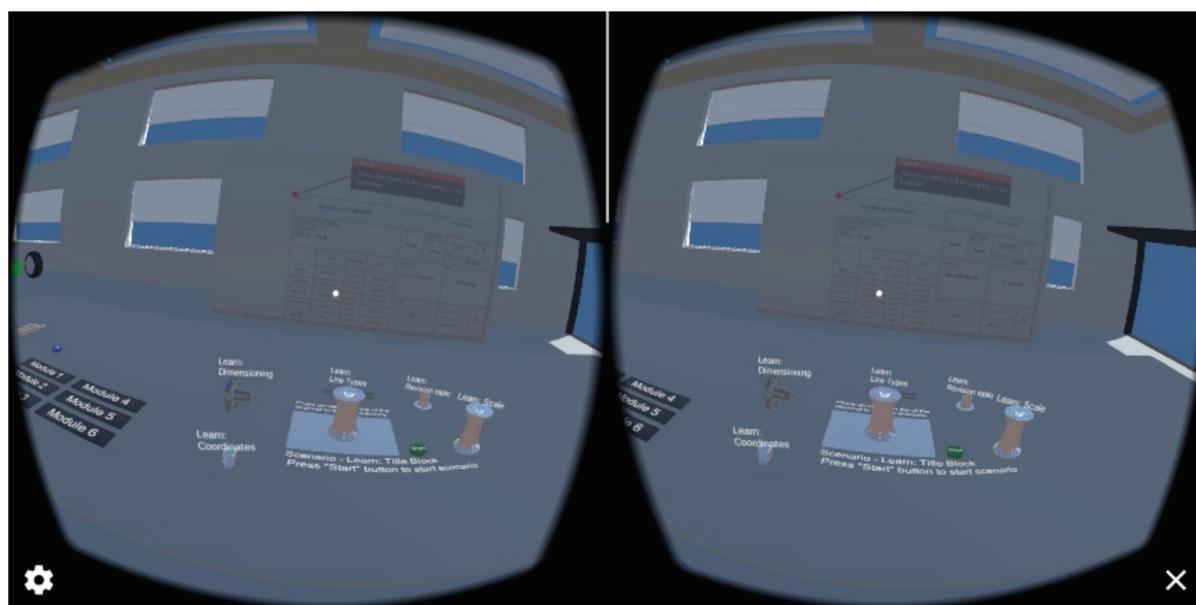
Şekil 4.11. Kesit Alma



Şekil 4.11. Mil ve Delik Toleransları

Sanal Gerçeklik (SG) Uygulaması Geliştirme

Proje kapsamında SG uygulamaları Sofya Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen SG uygulaması ile AG uygulama geliştirme evreleri ortak olarak yürütülmüştür. SG uygulamasının ekran görüntüsü Şekil 4.12 de gösterilmektedir. SG uygulaması Google Cardboard gözlüklerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu nedenle uygulamada tıklama yerine GazeClick özelliği kullanılmıştır.



Şekil 4.12. SG uygulamasının ekran görüntüsü

SG uygulaması geliştirirken öncelikle uygulama sahnesi bir atölye biçiminde tasarlanmıştır. Uygulamanın görselliğini arttırmak için hazırlanan atölyenin içine proje kapsamında kullanılan Sofya Teknik Üniversitesinde tasarlanmış olan aracın patlatılmış modeli yerleştirilmiştir. Kullanım esnasında konu başlıklarına kolayca erişebilmek için atölye içine bir çalışma masası da eklenmiştir.

Bu çalışmada da altı ana konu başlığı ele alınmıştır. Her bir konu başlığı modül olarak temsil edilmiştir. Modüller çalışma masası üzerine birer tuş kullanılarak eklenmiştir. Bir modül seçildiğinde konunun anlatılacağı parçaların üç boyutlu bir şekilde masanın üzerinde yerleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece herhangi bir parça seçildiğinde masanın üzerindeki ekrandan ilgili konunun videosu oynatılması sağlanmıştır. Geliştirilen AG uygulaması SG uygulamasından daha verimli olduğundan dolayı uygulamalar çoğunlukla AG olarak geliştirilmiştir.

4.2. Animasyon Geliştirme

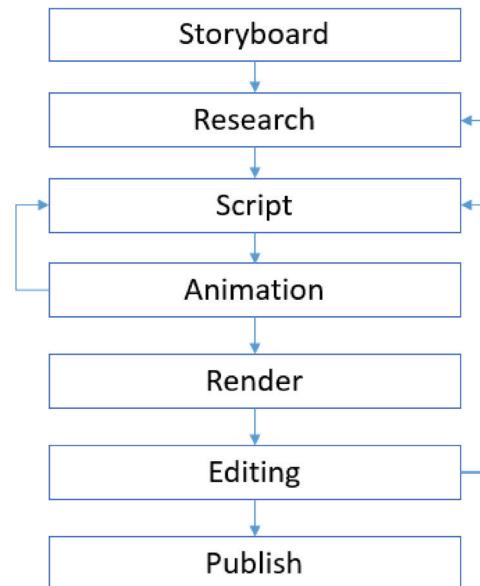
Animasyon, öğrencilere gösterilecek farklı metin, renk, ses ve video stillerinin kullanılması nedeniyle iletişim için etkili bir ortamdır. İsmail ve diğerleri, (2017), Eğitim Öğretimde animasyon kullanımının geleneksel öğretim yöntemleriyle karşılaşıldığında eğitime katkısının % 30'dan fazla arttığını belirtmiştir. Video animasyonların kullanılması, öğrencinin motivasyonunu ve katılımını arttıırken hayal gücünü ve görselleştirmeye yardımcı olabilir. Animasyon ve AG / SG içeriği için tasarım aşaması, 6 modülün her biri için storyboard'ların geliştirilmesiyle başladı. Şekil 4.13, modül 5'in planlama aşamasını ve çalışmanın ilgili araştırma ortakları tarafından nasıl geliştirilebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.13. Modül 5 için Storyboard

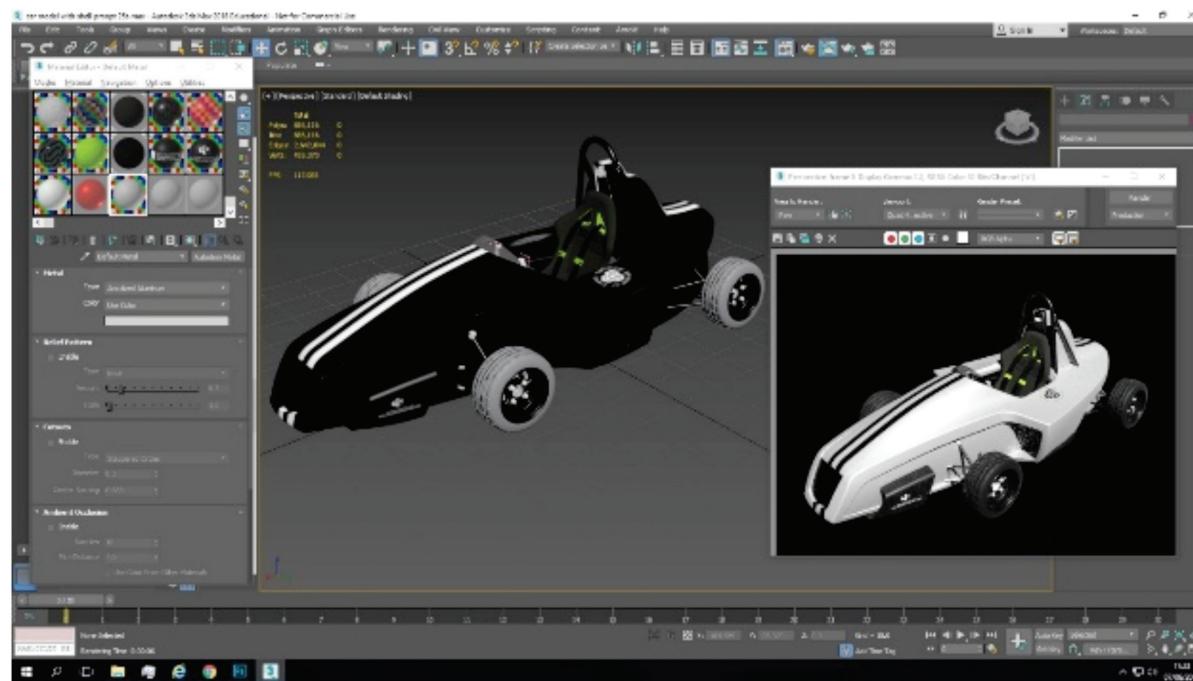
Bu aşamada, ekip her bir ortağın ilerlemesini gösterdiği ve yapıçı geri bildirim aldığı düzenli video toplantıları yaptı. Ekran paylaşımı, önerilen çalışmayı göstermek için yararlı bir araç olarak bulundu. Her üç ayda bir gerçekleştirilen ilerleme toplantıları, bu uluslararası işbirliği Projesinin ilk aşamasında belirli tarih ve hedeflerin karşılanması gereken projeyi başarıyla yürütmek için çok önemliydi.

Şekil 4.14, Storyboard oluşturmanın projenin önemli bir yönü olan animasyonların yaratılmasında kullanılan süreci göstermektedir. Her modül için gerekli elemanları gösteren net bir geliştirme yolu / rotası sunar. Daha sonra bir kodun yaratıldığı modülüne gereksinimlerini anlamak için teknik içerik geliştirme araştırması yapılır. Animasyon yaparken, komut dosyası belirli bir içerik için atanan zamana, gereken beceri seviyesine ve içeriğin önemine bağlı olarak ayarlanabilir. Bu yinelemeli gelişim sürecinde ilgili ekip üyelerinden gelen sürekli geri dönüşler girdi olarak kullanılmıştır.

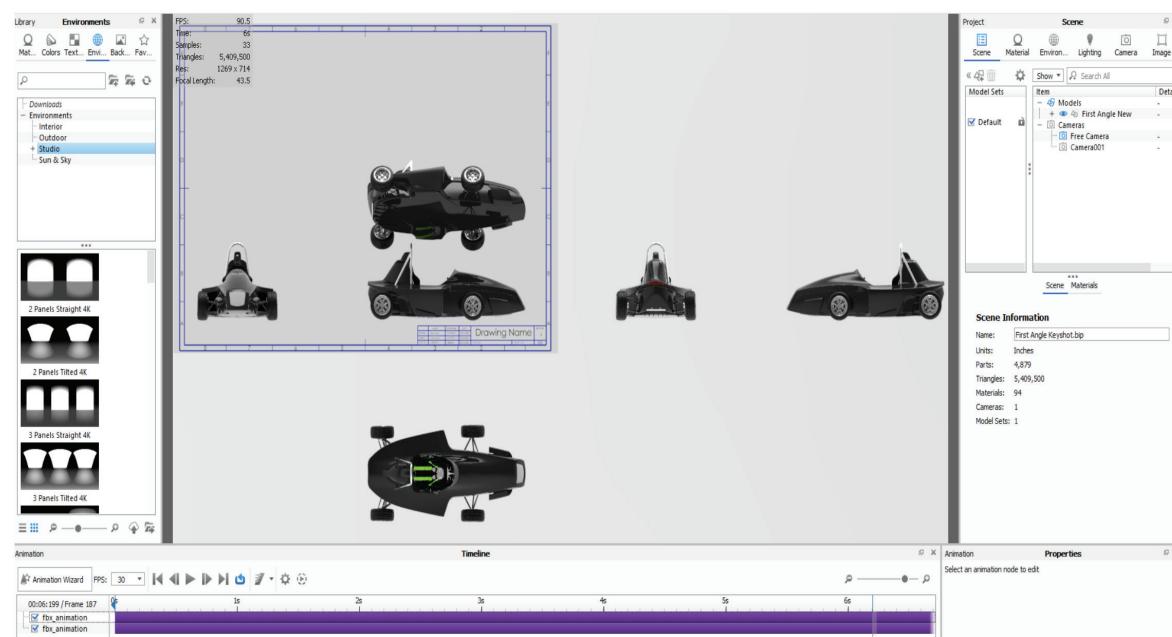


Şekil 4.14. Animasyon ve AG/SG Süreci

Proje ekibi, projenin merkezinde Formula Öğrenci Yarış Arabası kullanmaya karar vermiştir (Şekil 4.15). Tasarlanan ve fiziksel olarak üretilen bu araba, Sofya Teknik Üniversitesi'ndeki (yani CAD) mühendislik öğrencileri tarafından geliştirilmiştir. Bu otomobil modeli, AG / SG ve animasyon içinde kullanılacak çok çeşitli farklı bileşenler verdi. Bağlam / ortam, öğrencilerin bileşeni anlamalarına ve daha gerçek bir dünya deneyimi yaşamalarına yardımcı olmak için her bölüm için AG / SG ve animasyonlar olarak atanmıştır.



Şekil 4.15. Öğrenci Yarış Arabasının 3 Boyutlu Modellemesi



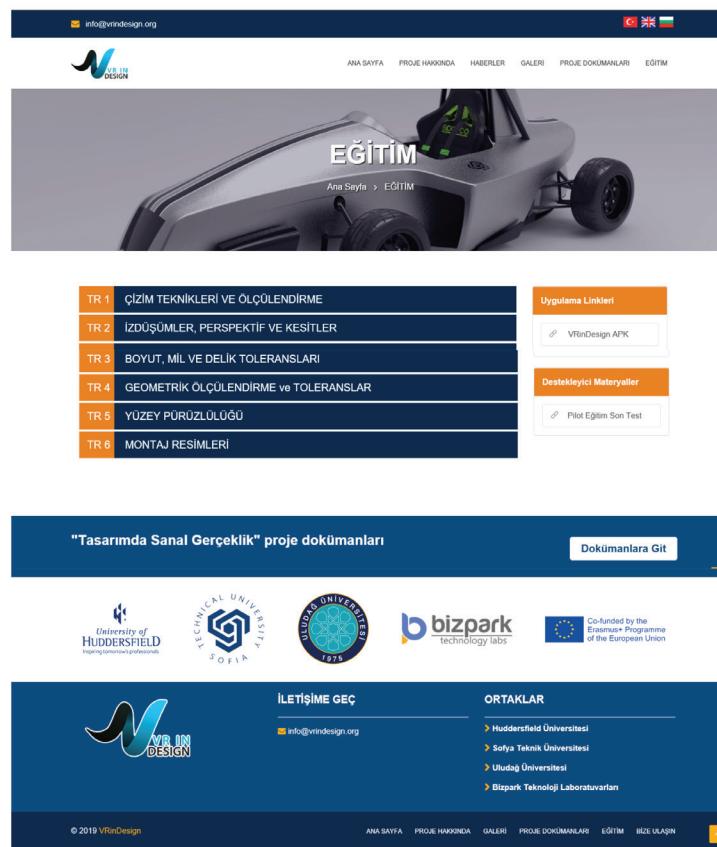
Şekil 4.16. Bir animasyondan CAD modelleme ve oluşturma

Animasyon daha sonra Şekil 4.16'da gösterildiği gibi oluşturulmadan önce uygun malzeme animasyonu eklemek için Keyshot yazılımına aktarıldı. Film şeridi ve grafikler oluşturmak için Adobe paketi (Photoshop, Illustrator ve InDesign) dahil gerekli çıktıları elde etmek için birkaç yazılım paketi kullanıldı. 3B içerik oluşturma için, SolidWorks otomobili modellemek için kullanıldı, daha sonra animasyon işlemini başlatmak için 3D Studio Max'a aktarıldı. Model çok köşeli verilere dönüştürüldü (AG / SG için düşük ve animasyon için yüksek). Modele uygun dokular sonrasında uygulanmış ve kamera ve nesne hareketi de dahil olmak üzere içeriği oluşturmak için çeşitli animasyon yöntemleri kullanılmıştır (Huerta ve diğerleri, 2019)

4.3. WEB Sayfasında Online Eğitim Altyapısı Hazırlama

Proje kapsamında üretilen sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları ve animasyonlar ile diğer destekleyici materyallere ücretsiz erişim için <http://vrindesign.org/> sitesi tasarlanmıştır ve kullanılmaya başlanmıştır. Bu siteden;

- Eğitim içeriklerine,
- Öğrenci ve eğitimciler için öğrenme-öğretimme yöntemlerine
- Sanal ya da Artırılmış gerçeklik uygulama linklerine
- Proje kapsamında üretilen animasyonlara ve diğer destekleyici materyallere ulaşılabilimtedir(Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Projeye ait WEB sitesi eğitim ekranı görüntüsü

Bölüm 5

5. Pilot Eğitimi & Performans Analizi

Bu proje kapsamında ağırlıklı olarak artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak mesleki ve teknik eğitimde kullanılmak üzere uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamada Teknik Resim okuma ve tolerans verme kuralları etkili bir şekilde anlatılmaktadır. Çalışmalar kapsamında Teknik Resim eğitimlerinin Sanal ve Artırılmış gerçeklik ortamında verilebilmesi için yeni içerik ve materyal geliştirmesi yapılmıştır. Geliştirilen materyaller dijital bir platform üzerinden açık kaynak olarak yayınlanmaktadır. Bu yolla ders ortamında kısıtlı süre ve araç-gereçlerle anlatılan teknik resmin daha kolayca anlaşılabilmesini sağlamak için iki boyutlu nesnelere artırılmış gerçeklik ile üçüncü bir boyut kazandırılabilmekte ve parçalar üzerindeki detaylar öğrenci tarafından daha kısa sürede anlaşılabilmekte ve yanlış veya eksik öğrenme minimize edilmektedir.

Martin vd. (2015) çalışmalarında teorik bilgileri AG destekli laboratuvar uygulamaları ile kullanarak eğitim ve algı ilişkisini araştırmışlardır. Ortaya çıkan değerlendirmelerde; öğrenciler, AG ortamlarını kullanırken kendilerini rahat hissetmekte ve içeriğin öğrenilmesi, performans eğitimi, tesislerin ve makinelerin tasarılarının amacına uygun, kolay ve kullanışlı olduğunu düşünmektedirler. Benzer biçimde, mühendislik öğrencilerinin mekânsal yeteneklerini geliştirmek için AG uygulaması kullanımından bahsetmektedirler. Martin vd. (2010), bir başka çalışmalarında Mühendislik öğrencilerin ders esnasında uzamsal yeteneklerinin gelişimini teşvik etmek için görselleştirme görevlerini yerine getirmelerine yardımcı olmak amacıyla 3D sanal modeller geliştirmiştir ve öğrenciler üzerinde yaptıkları eğitimlerde, olumlu katkıları sağladıklarını ifade etmişlerdir.

Farklı öğretim materyal ya da programlarının eğitim ve öğrenme performansına yönelik çalışmalar incelendiğinde genel olarak ön test-son test desenli basit deneysel ya da kontrol grublu deneysel metodlar yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Akçayır vd.(2016) AG uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerileri ve laboratuvarlara yönelik tutumları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yarı deneysel ön test/son test kontrol grubu tasarımları kullanılmıştır. Sonuçlar, AG teknolojisinin, üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerinin gelişimini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymustur. Çepni vd. (2006) bir başka çalışmalarında fotosentez konusu ile ilgili Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin öğrencilerin bilişsel gelişimine, kavram yanılışlarına ve tutumlarına etkilerini araştırmaktır. Araştırmanın başında ve sonunda ön test ve son test olarak başarı testi, konsept testi ve fen tutumu ölçüği içeren deneysel bir araştırma tasarımı uygulanmıştır. Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali kullanımından sonra genel başarı testinde anlamlı düzeyde deney grubu lehine % 10 artış gözlemlenmiştir.

5.1. Materyal ve Yöntem

Çalışma; AB Erasmus+ Programı Mesleki Eğitim Stratejik Ortaklıklar kapsamında yürütülmekte olan “Virtual and Augmented Reality in Design for Manufacture” isimli proje kapsamında Teknik Resim eğitimi için geliştirilen Sanal ve Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının öğrenme performansına etkilerinin tespiti amacıyla pilot eğitim ve eğitim ölçme ve değerlendirme çalışmaları yapılmıştır.

Pilot Eğitim

Pilot uygulama AG uygulamaların üniversitede verilen Teknik Resim derslerinde kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada AG uygulamaları örnekleme için seçilen yüksekokul öğrencilerine verilen eğitimlerde kullanılmıştır. Araştırmancın deney grubunu, Meslek Yüksekokulu Otomotiv programında okuyan 30 öğrenci oluşturmaktadır. Pilot eğitim süresi 1 ay ve toplamda 12 ders saatı olarak uygulanmıştır. Bu süreçte, iki boyutlu sunum destekli ve öğretmen merkezli olarak sürdürülen klasik eğitimler yerine pilot eğitimlerde proje kapsamında belirlenen öğrenme ve öğretme metotları kullanılmıştır. Belirlenen 6 konu başlığına ait konular AG destekli olarak anlatılmış, aynı zamanda öğrencilerin mobil telefonlarına uygulamayı indirerek bireysel olarak kullanmaları sağlanmıştır.

Uygulama sadece Android işletim sisteminin 7.0 ve üzeri sürümlerine sahip olan mobil cihazlarda çalıştığından bu imkanı bulamayan öğrenciler için dersler esnasında bir mobil telefon ekranı projeksiyon cihazıyla eşleştirilerek uygulama görselleştirilmiştir. Bu görselleştirme, sadece sunum ve öğretmen anlatımından oluşan iki aşamalı klasik yöntem yerine; sunum, anlatım ve ilave olarak öğretme yönteminde belirlenen noktalarda proje kapsamında geliştirilen özgün animasyonlar ve son aşamada AG uygulaması desteğiyle 3 boyutlu ortamda öğretme/öğrenme yöntemi ile sağlanmıştır. Yine kontrol grubu olarak 20 kişiden oluşan ve aynı programda okuyan öğrencilere aynı içerik aynı öğretim elemanı tarafından aynı sürelerde AG materyalleri kullanılmadan verilmiştir.

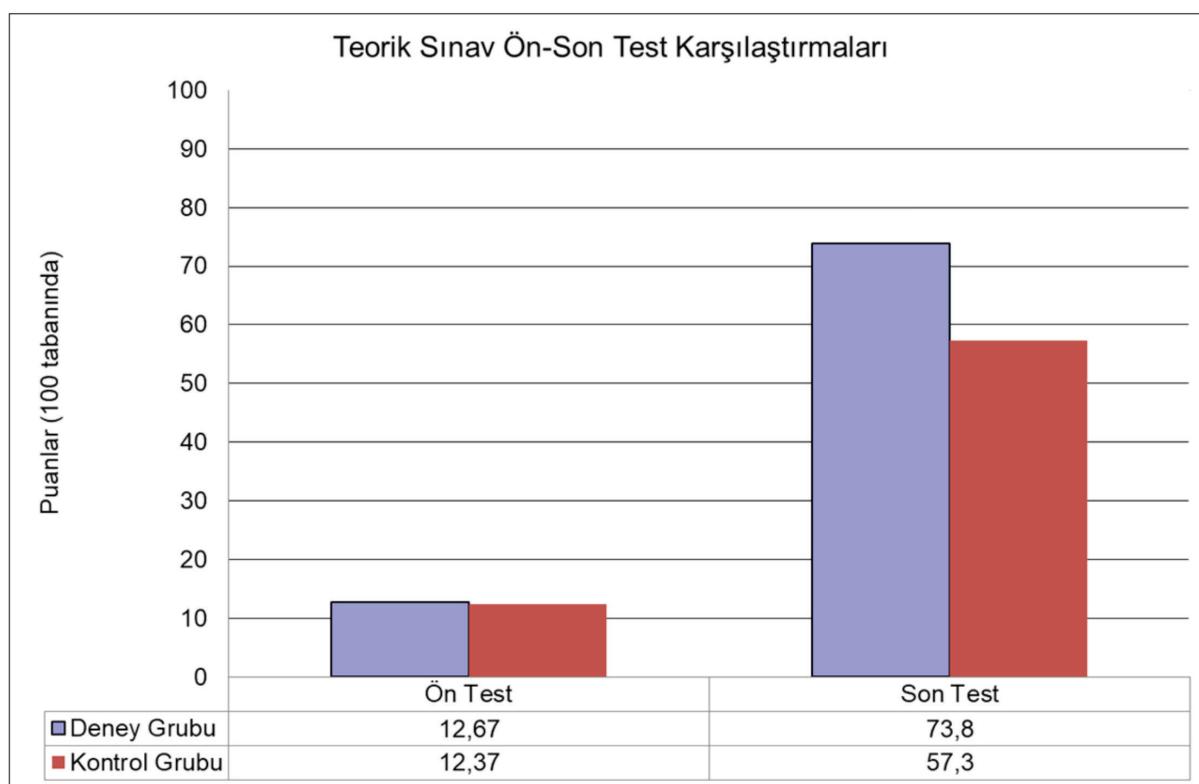
Ölçme ve değerlendirme

Eğitim başarısının ve kişilerin yetkinliklerine katkısının basit deneysel ölçüm yöntemiyle değerlendirilmesi amacıyla AG uygulamaları kullanan ve kullanmayan öğrenci grupları arasında karşılaştırılmalı yetkinlik analizi yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle performans ölçümü için kullanılacak ölçek geliştirilmiş ve sonuçlar istatistik programları ile analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen içerik ve eğitim modeli ile benzer içerikle verilen klasik eğitimin değerlendirilmesi amacıyla Ön test - Son test kontrol grubu deneyel desen kullanılmıştır. Bu yöntemde Ön test amacıyla bir klasik sınav ve 20 sorudan oluşan bir anket deney ve kontrol gruplarına Google survey üzerinden uygulanmıştır. Yine deney grubu ile ön test klasik sınav değerlendirmelerine göre farklı seviyelerden 6 öğrenci ile 3. Haftada 10 sorudan oluşan bir mülakat gerçekleştirilmiştir. Son dersin akabinde Ön test sınavı ve anketi son test olarak tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler sayısal başarı, soru bazlı anket değerlendirme ve içerik analizine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

5.2. Bulgular

Ön test - Son test kontrol grubu deneysel çalışmanın teorik sınav karşılaştırmaları Şekil 5.1 de verilmiştir. A4 Teknik Resim kâğıdı üzerinde verilen şekil ve toleranslar ile temel Teknik Resim bilgilerini sorgulayan tek sayfalık sınavın ön testlerinde her iki grubunda aynı seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber Son testlerde başarı oranı Deney grubunda % 480 ve Kontrol grubunda %360 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar kontrol grubuna göre deney grubu %30 daha yüksek teorik öğrenme performansını ifade etmektedir.

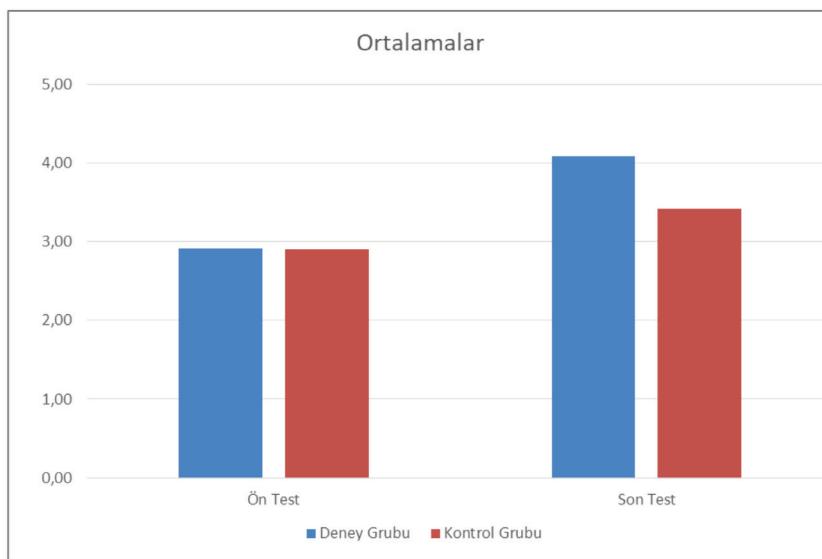


Şekil 5.1. Teorik sınav Ön test Son test karşılaştırmaları

İstatistiksel Analiz

Bunlardan 30'u AR'yi destekleyen eğitim almış, 20'si AR'yi desteklemeyen eğitim almış olan toplam 50 kişi değerlendirildi. Analiz için kullanılan anket, 1 (negatif) ile 5 (pozitif) arasında değişen bir Likert skalasına dayandırılmıştır. Katılımcılara yöneltilen 20 sorudan 8'inin doğrudan teknik kavramların algılanışını ölçmeyi amaçlayan, 7'sinin beceri, 5'inin de eğitimin katkısıyla ilgili davranış-motivasyon soruları olduğu belirlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu katılımcı performansını karşılaştırmak için SPSS23 bağımsız örneklem t testi (% 95 güven aralığı) kullanılmıştır. Deney grubu t-testinin genel sonuçları -8.079 (p değeri .000) olarak bulundu. Kontrol grubunun t-testinin genel sonuçları -3.437 (p değeri .001) idi. Bu sonuçlar, değerlendirmenin diğer detaylarını değerlendirmek için önemlidir.



Şekil 5.2. Performans Ölçüm Sonuçları

Çalışmanın 3 alt başlık ve 5 li likert ölçüğünde hazırlanmış 20 sorudan oluşan performans ölçümü sonuçları Şekil 5.2 de verilmiştir. Gruplarının ön test sonuçları deney grubu 5 üzerinden 2,92 ve kontrol grubu 2,91 olarak bulunmuştur. Bu birbirine çok yakın olan durum teorik sınav ön testlerinde de benzer olarak gerçekleşmiş. Son testlerde ise deney grubu sonuçları 4,08 ve kontrol grubu 3,41 olarak bulunmuştur. Ön test ile son test arasındaki artış deney grubunda % 39,7 ve Kontrol grubunda % 17,2 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar kontrol grubuna göre deney grubu %19,6 daha yüksek öğrenme performansını ifade etmektedir. Bu değer AG kullanımının katılımcıların Teknik Resim dersi ile ilgili bilgi, beceri ve davranışlarındaki değişim açısından hayli önemlidir.

İçerik Analizi

Mülakat yöntemi ile yapılan değerlendirmelere ait içerik analizi ile AG uygulamasının öğrencilerin Teknik Resim dersinde kullanılması ile öğrencilerin motivasyonu, öğrencilerin yeteneklerinin gelişimi ve uygulamanın başarısı, uygulama kullanım metot tercihleri, ihtiyaçları hakkında veriler toplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre:

Motivasyon: Mülakata katılan öğrencilerden önce VR&AR uygulaması kullanmamışlardır. Uygulamanın 3 boyutlu olması odaklanmayı, anlamayı kolaylaştırmakta ve öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırmaktadır

Başarı ve Yetenek: Uygulama öğrencilerin Teknik Resim başarısını, 2 boyutlu çizimden 3 boyutlu ortama geçme ve görsel resim canlandırma yeteneğini artırmışından dolayı yükselmiştir. Uygulama öğrenciler tarafından başarılı bulunmuştur

İhtiyaç: CAD-CAM programlarının yaygınlaşmasının da artırılmış olduğu Teknik Resim bilgi ihtiyacını karşılayacak AG uygulaması ile desteklenmiş bir Teknik Resim kitabı öğrenciler tarafından bir ihtiyaç olarak görülmektedir. Teknik Resim eğitiminin günümüzde artan bilgi ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için öğrenciler arasında en çok sıkıntı duyulan konulardan toleranslar, yüzey pürüzlükleri, kesit alma konularının anlatımının daha fazla görsel örnekler ile geliştirilmesi gerekmektedir.

Tercih: Görüşmeye katılan öğrencilerin uygulama kullanım tercihi daha ulaşılabilir ve uygulama pratikliği nedeniyle mobil cihazlar olmuştur. Ancak bazı öğrenciler VR gözlüğünün de aktif bir şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler genel olarak uygulamanın anlama kolaylığı ve öğrenmeyi artırması nedeniyle bireysel kullanımdan ziyade eğitimcilerin derslerine destek amaçlı kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

5.3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, mesleki eğitim alanında konuların öğrenciler tarafından daha iyi kavranması için kullanılan pahalı deney düzenekleri ya da eğitim materyalleri yerine herkesin ulaşabileceği ve herhangi bir maliyet oluşturmayan bir özgün artırılmış gerçeklik uygulaması her yönüyle değerlendirilmiştir. Geliştirilen AR uygulamasının, makine imalat sektörlerinde eksiklik hissedilen Teknik Resim okuma bilgi ve becerisinin meslek liselerinden mühendislik fakültesine kadar her seviyede ve bireysel öğrenme ihtiyaçlarını da karşılaması öngörmektedir. Performans verileri ve kişilerin kavramsal ve bilişsel öğrenme düzeylerine katkı değerlerine ait bulgular geliştirilen uygulamanın öğrenme performansına katma değerinin ciddi oranda olduğu göstermektedir.

Çalışmanın içerik analizi çıktılarında bu tür uygulamalara yönelik ihtiyaç ve bekleni açıkça görülmektedir. Özellikle mobil cihazlar için geliştirilen uygulamaların daha kullanışlı olacağı yine mobil cihazlar ile de entegre bir interaktif Teknik Resim kitabının geliştirilmesine yönelik bekleni diğer önemli çıktı olarak söylenebilir (Emreli et all, 2019).

Bölüm 6

Sonuç

Projede öngörülen ve 01.10.2017 tarihi itibarı ile fiilen başlatılan iş paketleri kapsamındaki tüm iş paketleri ve çıktılar 01.10.2019 itibarı ile başarılı biçimde tamamlanmıştır. Projede öngörülen ve bu raporda detayları verilen dört fikri çıktı tamamlanmış ve ürünler açık kaynak olarak kullanıma sunulmuştur. Yine proje kapsamında planlanan dört adet uluslararası toplantı gerçekleştirilmiş ve sonuçları tutanak altına alınmıştır. Proje kapsamında ilk altı aylık dönemde gerçekleştirilecek faaliyetlerden biri olan web sitesi üç dilde yayın yapacak ve geliştirilen eğitim materyallerinin yararlanıcılar tarafından ücretsiz olarak indirilebileceği bir altyapı ile <http://www.vrindesign.org/> alan adıyla yayınlanmıştır. Proje süresince geliştirilen materyal ve çok sayıda uluslararası akademik yayın, raporlar, kullanıcı el kitabı, geliştirilen müfredatlar ve rehber kitap yaygınlaştırma faaliyetleri kapsamında web sitesinde yayımlanmıştır. Yine web sitesi üzerinden yapılan yaygınlaştırma faaliyetlerinin yanı sıra medya organlarında haberler yapılmıştır.

Bu süreçte tüm ortaklar önemli kazanımlar elde etmiş ve özellikle çıktılarının akademik altyapısının hazırlanması ve ürün geliştirme fazlarında çok dinamik bir uluslararası işbirliği sergilenmiştir. Proje çıktılarının tüm dünyada meslek lisesi birinci sınıfından mühendislik fakültesi son sınıfına kadar her kademedeki Teknik Resim dersi alan öğrencilere iş hayatında ihtiyaç hisseden bireylere fayda sağlama beklenmektedir.

VR/AR in Design

EU Erasmus+
**STRATEGIC PARTNERSHIP
PROJECT REPORT**
(Intellectual Outputs 1-2-3-4)

**VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY (V&AR) IN
DESIGN FOR MANUFACTURE**
(Project No: 2017-1-TR01-KA202-45941)



Edited by
Abdil Kuş, Rıdvan Arslan and Ertu Unver

Bursa, Huddersfield, 2019

University of
HUDDERSFIELD
Inspiring global professionals



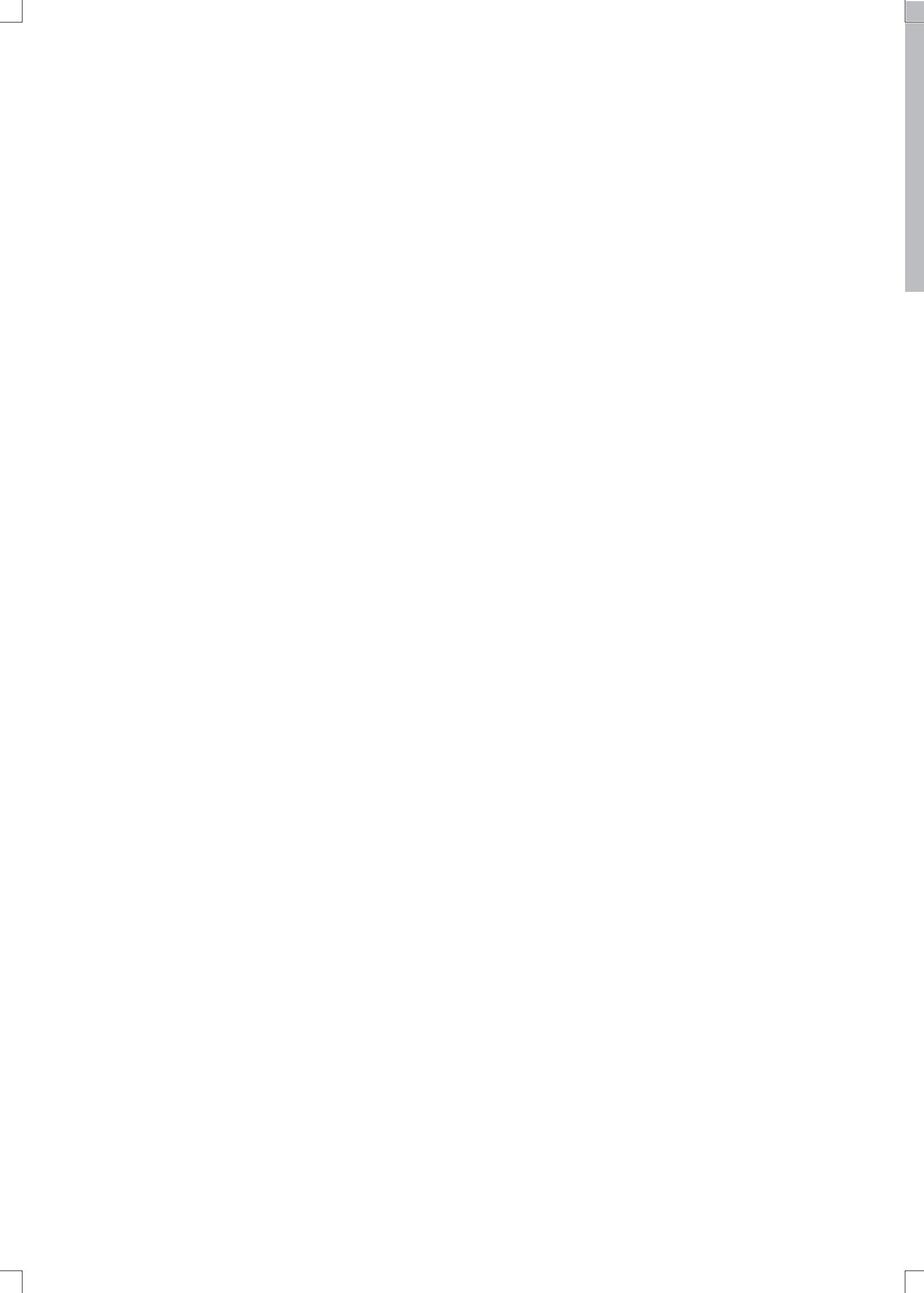
bizpark
technology labs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Funded by the Erasmus+ Program of the European Union.
However, European Commission and Turkish National Agency cannot be held
responsible for any use which may be made of the information contained therein.

vrindesign.org





Contents

SUMMARY	52-53
1. INTRODUCTION	54-55
1.1 Introduction	54
1.2 Literature Review	55
2. NEED ANALYSIS	57-67
2.1 Methodology of Needs Analysis	57
2.2 Stakeholder Analysis	57
2.3 Needs Analysis	58
2.4 Statistical Analysis	59
2.5 Conclusion	67
3. CURRICULUM DEVELOPMENT	68-76
3.1 Starting Point	68
3.2 Methodology	69
3.3 Curriculum Development	70
3.4 Developed Modules, Course Content and Learning Outcomes	70
3.5 Developed Virtual Reality Scenarios (Story Boards)	76
4. DEVELOPMENT OF V/AR APPLICATIONS	77-87
4.1 Developing the AR Application	77
4.2 Animation Development	85
4.3 Preparing a WEB Site for Online Education	87
5. PILOT TRAINING & PERFORMANCE ANALYSIS	88-92
5.1 Material and Method	89
5.2 Results	90
5.3 Conclusions and Recommendations	92
6. CONCLUSION	93
7. REFERENCES	140

Summary

Virtual reality applications were developed in order to teach and enable understanding of Technical Drawing standards for the machinery manufacturing sector with the project titled as Virtual and Augmented Reality (V&AR) in Design for Manufacture which is supported by EU ERASMUS+ Vocational Training Strategic Partnership Projects program. The rate of scrap products resulting from employee errors may threaten companies that utilize high technology. Both schools and enterprises should improve their training programs and curricula by innovative teaching approaches in order to minimize employee related problems. Most of the training takes place to improve the advance skills of reading Technical Drawings (TD) that are believed to have a significant impact on scrap rates in the sector, but to be insufficient. This deficiency of the training stems from either the fact that the education provided at schools including vocational high schools, vocational schools, and engineering faculties does not include practical applications or the standards for these skills are updated very often.

In order to respond to the need of quality training in Technical Drawing, the project has been started to develop goal-oriented content with innovative delivery or teaching methods. In this context, Virtual and Augmented Reality (V/AR) applications that will be used by anyone as open source in the topic of Vocational Education Technical Drawing were developed with cooperation of academics and software engineers from three partner countries. Within the scope of the two-year long project; it is aimed to transfer the topics that are thought to be the most deficient issues in the vocational training of Technical Drawing and Standards used in machinery and manufacturing sector to V/AR environment in order to make them more efficient in three dimensional environment especially with the help of mobile applications.

In this context, the development process of V/AR applications included a needs analysis, determining the content based on the results of the needs analysis, the development of applications for the content, and a pilot implementation stage in which the contribution to learning performance is assessed. Within the scope of the project, firstly 30 animations in 18 separate scenes under six units were developed for AR applications that were preferred over VR due to the headset and other equipment requirements. In addition, 12 animated videos were developed and uploaded to the project website to support both VR and AR applications. Moreover, a special scene and menu structure that includes six topics for VR application was utilized to be used with a mobile phone with the help of a specific "cardboard." The links with all developed applications, supporting materials and animations are available on the project website: "vrindesign.org."

In order to determine the contribution of the applications to learning outcomes, a pilot study was designed based on an experimental research design with control group. The data were collected by a conceptual comprehension test and an achievement test that were developed regarding V/AR supported Technical Drawing subjects. Preliminary results showed that students who were trained with V/AR applications have 20% higher performance or learning outcomes than control group. V/AR applications and the other outcomes of the project, their pedagogical backgrounds in construction and product development demonstrated a vibrant international collaboration. Expectations are to have great impact on the individuals who seek quality training about technical drawings from vocational high school to engineering schools and even in vocational training at work.

The Project Partners and the Team Members

The project has been executed under the coordination of Uludağ University and the partnership with Huddersfield University in England, Sofia Technical University in Bulgaria and Bizpark Bilişim Ind. Trade. Co. Ltd. located in ULUTEK Technopark. Faculty members, graduate students (master and doctoral), software specialists and educators took part in this project. The all contributors who took part in certain stages of the project are given below in accord with their institutions.

Bursa Uludağ University

Professor Abdil Kuş
Professor Rıdvan Arslan
Professor Yucel Tekin
Lecturer Mehmet Şen
Professor Cemal Çakır
Professor Yahya Işık

Bizpark Ind. Trade. Co. Ltd.

Emre Balcı
Mehpare Gizem Kütmen
Caner Dargut
Dr. İsmail Durgun

Huddersfield University

Dr. Ertu Unver
Dr. Omer Huerta
Muhammad Dawood
James Allen
Brian Jagger
Professor Mike Kagioglou
Professor Patricia Tzortzopoulos

Sofia Technical University

Assistant Professor Vladislav Ivanov
Angel Bachvarov
Dimo Chotrov
Prof. Dr. Lubomir Dimitrov
Pancho Tomov
Krasimira Popova

Section 1

1. Introduction

1.1. Introduction

The rate of scrap products resulting from employee errors may threaten companies that utilize high technology. These errors may be related to the employee's knowledge, experience and current psychosocial status. In order to minimize employee-related problems, both schools and enterprises should develop serious training programs to address this three-dimensional problem. Advance level of Technical Drawings (TD) reading is believed to have a significant impact on scrap rates in the sector. On the other hand, lack of advance level TD reading training is felt apparently (Arslan and Uzaslan, 2017). This deficiency of the training stems from either the fact that the education provided at schools including vocational high schools, vocational schools, and engineering faculties does not include practical applications or the standards for these skills are updated very often.

In this study, basic and advanced standards and principles used in manufacturing and assembly drawings are aimed to transfer to virtual/augmented reality (V/AR) environment so that students and employees at all levels can use V/AR applications to understand these topics more easily in three-dimensional environment. For this purpose, in the context of the machinery manufacturing sector; the project consisted of certain stages including, the needs analysis carried out in order to identify the most deficient and high error rates of the Manufacturing and Assembly Drawings; the determination of content based on the results of the need analysis; the transfer of the determined contents to the virtual reality environment; and pilot study of the training modules. The study was carried out in four stages. These stages are;

- 1- Needs analysis: Determining the priority training topics that are needed in the field with the stakeholders by employing survey methodology and statistical analysis.
- 2- Content development: Developing a training curriculum with content and objectives in line with the determined needs from the field.
- 3- Teaching Material development: Developing V/AR applications on prioritized topics and skills in accord with the objectives and content determined in the curriculum.
- 4- Piloting Implementation: Evaluation of the results by administrating the developed V/AR applications.

The project, which has been supported by EU ERASMUS+ Vocational Training Strategic Partnership Projects program, was executed under the coordination of Uludağ University and the partnership with the University of Huddersfield in England, Sofia Technical University in Bulgaria and Bizpark Bilişim Ind. Trade. Co. Ltd. located in ULUTEK Technopark. It was aimed to identify the least understood and most needed issues and topics in Technical Drawing training and to develop virtual and augmented reality applications in these topics. Within the scope of the project, the intellectual outputs were listed under four headings. These main headings are: Needs analysis, content and material development, and evaluation of the pilot

implementation. As shown in detail in the report, evaluation results revealed that the students' 3D visualization skills of the TDs have improved significantly by using V/A applications produced within the scope of the project. It is also found that students oriented themselves to AR technology and get used to it. In addition, this contemporary educational technology increases students' interest towards the course.

1.2. Literature Review

In their studies, Balak and Kisa (2017) investigated the effects of AR in the Smartphone technology in Technical Drawing education and emphasized that the Technical Drawing (TD) course is very critical for engineering students. They reported that, in the first-year engineering education, since students may have trouble visualizing two-dimensional (2D) drawing as three-dimensional (3D) and they may not visualize 2D drawings that were taught in traditional TD training in 3D, the students had learning issues and lose of motivation. In their research, they investigated effect of AR used with smartphones and/ tablets on learning and examined the effects of using AR in TD classes. İçten and Bal (2017) examined recent developments and applications about Augmented Reality (AG) technology in literature. They reported details, genuineness accuracy (strength and weaknesses), implications, and intended use of national and international academic studies and private sector practices that were conducted about AR technology and its applications.

İbili and Şahin (2015) prepared a 3D geometry book software by enriching the three-dimensional drawings in the geometric objects' unit of a regular 6th grade mathematics textbook with AR technology. ARGE3D geometry book software was developed by using Visual Studio 2012 platform and Microsoft Silverlight software development platform and Silverlight and flexible augmented reality library for Windows phone were utilized. The developed software was administrated as a mathematics course material in schools affiliated to the Ministry of National Education (MoNE). The future educational software developers who wanted to develop software in this field were informed about the potential and the limitations AR software and some solutions were proposed. In addition, internal and external uses of AG markers on the book were compared and their effects on teaching and learning were observed. Results showed that ARGE3D geometry book software help learn geometry subjects easily which are difficult to learn by attracting students' attention to the lesson. However, it was also found that reflections may occur due to camera settings when used in computer laboratory environment. In addition, it has been reported that the external use of ARGE3D marker system increases the interactions between user and computer and usability.

Webel and his colleagues (2013) stated that because maintenance and assembly tasks can be very complex, training technicians to perform new skills efficiently is challenging. Training of this type can be supported by AR, a powerful industrial training technology that directly links instructions on how to perform the service tasks to the machine parts that require processing. Because of the increasing complexity of maintenance tasks, it is insufficient to train the technicians in task execution.

Instead, technicians must be trained in the underlying skillsthat are necessary for the efficient acquisition and performance of new maintenance operations. These facts illustrate the need for efficient training systems for maintenance and assembly skills that accelerate the technicians' acquisition of new maintenance procedures. Furthermore, these systems should improve the adjustment of the training process for new training scenarios and enable the reuse of worthwhile existing training materials. In this context, the researchers developed a novel concept and platform for multimodal AR-based training of maintenance and assembly skills, which includes sub-skill training and the evaluation of the training system. Because procedural skills are considered as the most important skills for maintenance and assembly operations, they focused on these skills and the appropriate methods for improving them.

Nee et al. (2012) reviewed the research about AR applications in design and manufacturing. It consists of seven main sections. The first section introduces the background of simulation applications inmanufacturing and initial AR developments. The second section describes the current hardware and software tools associated with AR. The third section reports on the various studies of design and manufacturing activities including AR supported design, robot path planning, plant layout, maintenance, CNC simulation, and assembly using AR tools and techniques. The fourth section outlines the technology challenges in AR. The fifth sectionreviews some of the industrial applications. The sixth section addresses the human factors and interactions in AR systems. The seventh section overviews future trends and developments followed by conclusions. This paper presents some of the applications of AR which are relevant to the manufacturing community, although most of them are still in the laboratory stage. The paper emphasizes the importance of designing and providing intuitive and effective human interfaces, as well as suitable content development in order to make AR a powerful tool in the manufacturing engineering field.

Ong, Yuan and Nee (2008) stated that AR is a novel human–machine interaction that overlays virtual computer-generated information on a real-world environment. Good potential applications were shown in many fields, such as military training, surgery, entertainment, maintenance, assembly, product design and other manufacturing operations in the last ten years. The study provided anddemonstrated a comprehensive survey of developed AR applications in manufacturing activities. The intention of this survey is to provide a useful insight on the state-of-the-art AR applications and developments to the researchers, students, and engineers, and significant others who use or plan to use AR as a tool in manufacturing research.

Kaufmann and Dünser (2007) reported three consecutive evaluations of an educational AR application that was designed for geometry education. Repeated formative evaluations were conducted in 2000, 2003 and 2005 respectively with more than 100 students in order to guide the redesign of the application and its user interface throughout the years. They presented and discussed the results regarding usability and simulator sickness providing guidelines on how to design AR applications utilizing head-mounted displays.

Section 2

2. Needs Analysis

2.1. Methodology of Needs Analysis

The steps which the needs analysis work package of the project was precede are as follows:

- Performing a preliminary work (Stakeholder Analysis) on the internal and external stakeholders that would involve in the project by the project partners.
- Determining the purpose, scope and method of the need's analysis together with the project partners.
- Conducting needs analysis in partner countries with the participation of all stakeholders.
- Following the completion of the needs analysis study, organizing a workshop by the institution that executed work package to evaluate needs analysis results with the partners

Within the scope of the project, the results of the needs analysis were shared in this meeting held at Uludağ University with the participation of all partners and invited stakeholders. The results of the needs analysis were discussed in this meeting and both the presentation and the examples from the needs analysis report were shared on the project website as dissemination efforts.

2.2. Stakeholder Analysis

Stakeholder Analysis was conducted in order to take into account the opinions of all parties associated with the "Technical Drawings" in order to determine the expectations correctly in the selection of the content and products to be developed within the scope of the project and to ensure participation, which is one of the basic elements of the planning. In the first stage of stakeholder analysis, the answers to the following questions were sought in order to determine who the stakeholders are:

- Who are the technical drawing trainers and practitioners in the field?
- Who are directors of these trainings, activities and services?
- Who get trainings (about TD) offered by the institutions?
- Who are those affected by the training activities and services provided by the institutions and who affect these activities and services?

During the determination of the stakeholders, three different methods were followed and the groups forming the common denominator were identified as stakeholders. The first method was national and international literature review, the second method was interviews with the representatives of the sector and non-governmental organizations (NGOs), and the third method was a mini workshop conducted by the program development commission with university faculty members, teachers and trainers in the sector.

As a result of these studies, the determined stakeholders for needs analysis about TD training are given in Table 1. Stakeholders are sorted according to their roles as clients/ getting service, main partners, and service providers and according to the status of stakeholders as internal stakeholders, external stakeholders, and customers. The stakeholders identified in this preliminary stakeholder analysis are also the ones to be collaborated to evaluate any improvements in the participants' competencies (i.e. performance analysis) as a result of the material to be developed in the project. The most important group among the stakeholders is undoubtedly clients that mean students. Subsequently, the second largest stakeholder group is service providers consisted of a group of educators which is expected and consistent with the literature (Ashford 2017; Crawley et al., 2007; Besterfield et al., 2014).

Table 1. Stakeholders and Their Distribution by Priority

Paydaşlar	Paydaşlık Durumu	Neden Paydaş Olduğu	Paydaşlık Önceliği
Students	Client	Getting Service (training)	1st
Academics	Internal Stakeholder	Developing and Providing Service	2nd
Teachers	Internal Stakeholder	Providing Service	3rd
Universities	External Stakeholder	Developing and Providing Service	4th
Vocational High Schools	External Stakeholder	Providing Service	5th
Sector Officials	External Stakeholder	Strategic Partner	6th
Sector Workers	External Stakeholder	Getting Service	7th
Public Representatives	External Stakeholder	Basic Partner	8th
Non-Governmental Org.	External Stakeholder	Getting Service and Strategic Partner	9th

2.3. Needs Analysis

The need is the gap between the current situation and the desired situation. In a way, it is the difference between "What" and "What should be?" It is a process that would be followed in order to reveal the difference between the current situation and the desired situation in order to develop a curriculum and teaching materials. This process provides a rationale to set priorities and use resources productively.

The Needs Analysis Process

The Needs Analysis process which was followed in order to reveal the difference between the current situation of the TD training and the situation to be achieved consisted of four stages:

- 1. Preparation:** Completing the necessary preparations for the Needs Analysis. Developing a questionnaire for the Needs Analysis and creating an online questionnaire form via Google Forms for the groups that the data would be gathered.
- 2. Data Collection:** Gathering information from stakeholders through the Needs Analysis questionnaire.
- 3. Data Analysis:** Sorting the data provided from the sources mentioned above and other needed areas by the characteristics of the data and determining needs. The needs analysis

was carried out and the data were evaluated in accord with deficiency approach within the scope of the project. This approach accounts for the difference between observed current situation and expected success levels. According to this approach, the need is the difference between the expected skill level and actual/existing skills. This difference shows the skills, knowledge and characteristics that the program should provide to individuals.

4. Reporting the Results: Writing a report with descriptions for each of the identified need. A detailed description of the scope and reasons of the determined needs were provided, and some solutions were proposed in the report.

The needs analysis and basic outputs can be seen in Figure 1.

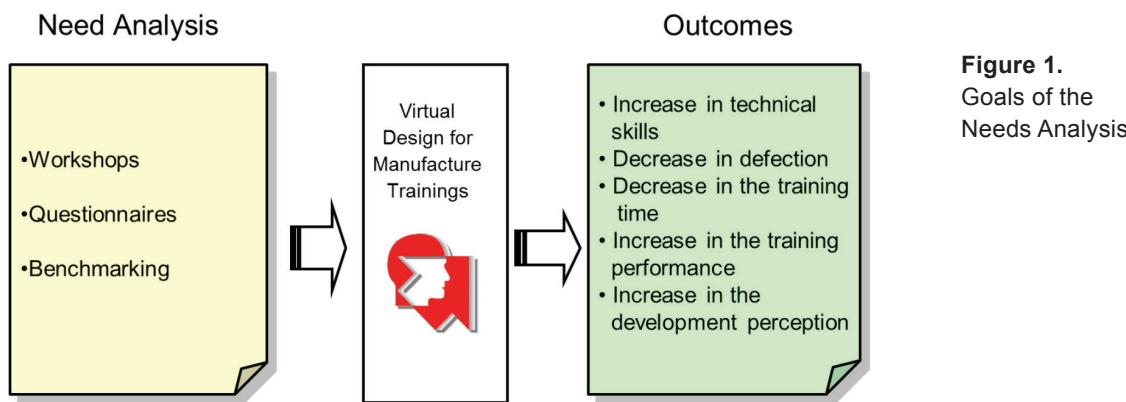


Figure 1.
Goals of the
Needs Analysis

The data in Needs Analysis were collected from a sample of stakeholders and as a result of the data analysis main subjects and topics that a need for content and material development is required were identified. The needs analysis questionnaire was also administrated to evaluate training methods and educational technology in these trainings. Thus, a roadmap of teaching material development was established based on the survey results. The questionnaire and how it was administered, and the data analyzed were explained under the heading of evaluation.

2.4. Statistical Analysis

The questionnaire that was used in the needs analysis consists of 30 questions five of which are open-ended and 25 of which five-point Likert types are. The first five items seek TD perceptions and 20 items test skills and conceptions, and last five items scrutinize expectations about TD training. Having three different factors allow having different evaluations in the analysis including correlations between level of education and knowledge and skills competencies, differences between institutions or countries etc.

The deficiency approach that compares current situation and expected one was employed in this project. The questionnaire form that was developed as five-point Likert scale without any judgmental items was uploaded to Google Forms and submitted all stakeholders. The five-point Likert scale items range from '1' (Strongly disagree) to '5' (Strongly agree).

The questionnaire items are as follows:

I think that as you were trained about Technical Drawing, you:

1. You have efficient the Technical Drawing knowledge and skills required by your profession
2. You are using a common language in technical drawing and aware of standards such as BS, ASME, ISO, DIN
3. You have practical skills to support your theoretical technique knowledge.
4. You think the technical drawing reading skills is vital for a technical staff
5. You think that technical drawing reading mistakes cause discarded or low-quality product
6. You can read and interpret any Technical Drawing (even if the language is different).
7. You know the details on the drawing title block and read the general tolerances on the title block
8. You know the projection methods and you can read these methods from the symbols on the title blocks.
9. You know the types of sectioning and you can distinguish between full and stepped sectioning.
10. You know perspective methods and visualize perspective drawings in your head.
11. You can read dimension tolerances in manufacturing drawings
12. You know the critical details of the absolute and auxiliary measure.
13. You can read the symbols for shaft and hole tolerances and find the fitting tolerances on the tables.
14. You can read the corner chamfer tolerances.
15. You can easily distinguish manufacturing and assembly drawings.
16. You know the difference and importance of geometric dimensioning and tolerancing in manufacturing.
17. Recognize geometric dimensioning and tolerancing symbols and know the meanings on the drawing.
18. You know the details of true position tolerance and maximum material application.
19. You know the difference between circular run out and total run out.
20. You know the Surface roughness concept, signs and Ra, Rz, Rmax. standards of the symbols.
21. You think that technical drawing training needs to be supported virtual reality applications.
22. You think that technical drawing training is enough to read the drawing used in the sector.
23. You think that technical drawing training improves your visual memory and drawing animation skills.
24. While you are reading a technical drawing, you can easily move from two-dimensional drawings to 3D.
25. You think that the widespread use of computerized technical drawing has not ended the need for basic Technical Drawing training
26. How many hours a week training you had during your education?
27. Have you had further training during your employment, if yes; do you duration and subject?
28. Have you used VR or AR for game or training, if yes; do you think mobile phone, mobile devices will play an important role in education people?
29. When you need further information on technical drawing, what do you do first? e.g. search on Google, check book, teacher or lecturer
30. What is the last book or standard (training you had) you read about technical drawings?

2.4.1. Results

Within the scope of the study, the questionnaire was administrated to 320 people in three different countries including Turkey (N=252), Bulgaria (N=58) and Great Britain (N=10) from different education levels and positions in the sector. The results were analyzed with MS Excel. The distribution of the respondents by sector can be seen in Figure 2.

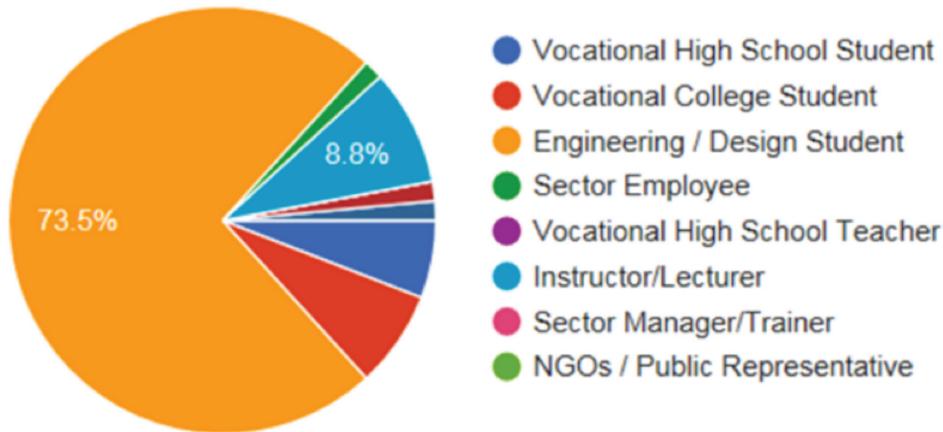


Figure 2. The distribution of the respondents by sector

As seen in Figure 2, vocational school students comprised a large portion of the respondents, engineering students were the second crowded group in the survey and vocational high school students were in the third place. Larger number of vocation school students may also affect vocational high school students' distribution as these students had not taken any technical drawing class at their school and they fill the questionnaire based on their vocation high school classes and experiences. In general, it can be interpreted that the distribution of the respondents is compatible with the labor market and the proportion of the individuals who have been trained in Technical Drawing is well-represented in the sample.

2.4.2. Evaluation

The surveydata were analyzed based the question groups focused on three different factors and open-ended questions. Figure 3 shows the mean scores of each question out 5, but open-ended question. Based on this graph, interpretation of the first five questions that are related with Technical Drawings perception revealed the following comments:

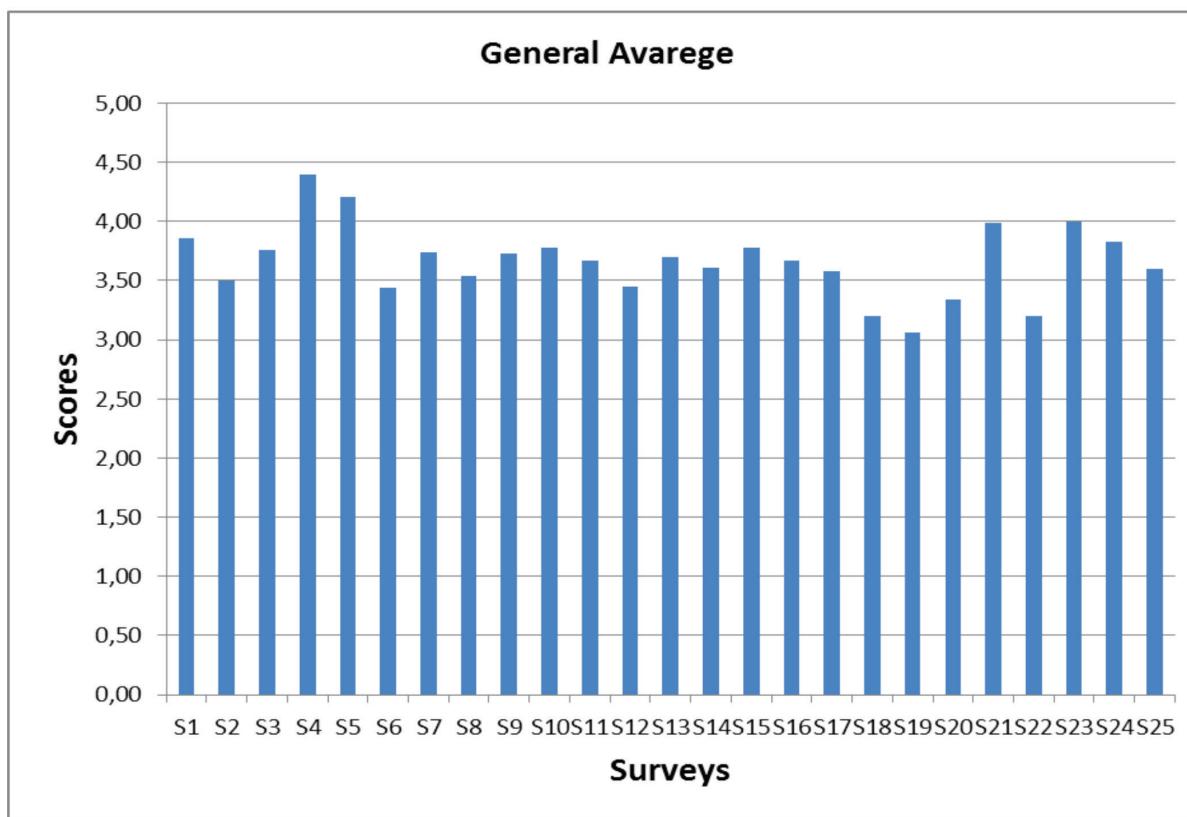


Figure 3. Mean scores of each item in the questionnaire

1. Approximately 76% of the respondents stated that they are competent in the first item of the questionnaire "You Have the technical drawing knowledge and skills required by your profession." and 24% of them did not believe they are competent.
2. Approximately 70% of the respondents stated that they are competent in second item of the questionnaire "You can use shared technical language to communicate about Technical Drawings and know the standards such as BS, ASME, ISO, and DIN." and 30% of them did not believe they are competent about acknowledging the standards.
3. Approximately 73% of the respondents agree with the third item "You have practical skills to support your knowledge about Technical Drawings." and 27% of them did not agree with the item.
4. Approximately 88% of the respondents stated that "I think that Technical Drawings reading skills are vital for a technical person." and only 12% of them did not agree with this statement. Having a high agreement with this item is vital and the participants responded as expected.
5. Total percentages of 'Strongly Agree' and 'Agree' responses are 84% for the fifth item "You think that errors in reading Technical Drawings may lead to discard products or poor quality." It means that 16% of the participants disagreed with this item. This indicates that training or education did not raise sufficient awareness about discard products and its importance for the individuals.

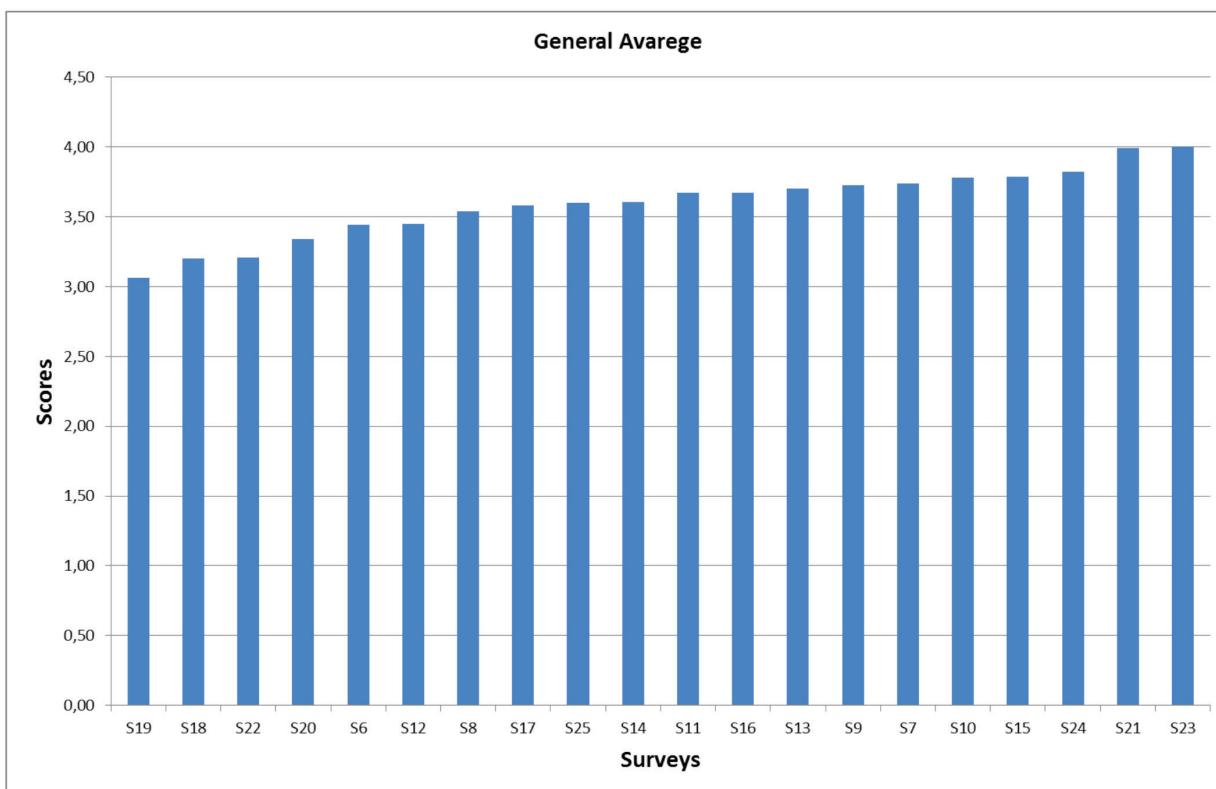


Figure 4. Responses to items measure Technical Drawing skills in order

The mean scores of the responses to the remaining 20 items which are the main reference source that the Technical Drawing knowledge and skills are measured given in Figure 4 by ascending order. In this way, deficiencies and the ratio of these deficiencies can be easily seen about subtopics of Technical Drawing.

When the needs analysis results were examined, it was possible to match the groups of items from similar topics. In other words, geometric dimensioning and tolerances (GD&T), which is one of the most difficult topics, emerged as the most needed topic and the responses were very close to each other. Therefore, the ranking from the most needed (40% of the respondents indicated) to the least needed topic (20% of the respondents indicated) is as in Table 2, except few minor variations. There is one example that causes minor variation which is the third item in Table 2 and about a general judgment of Technical Drawing: "You Think that Technical Drawing training is adequate to read the drawings used in the sector." Since this item should be considered independent from the technical content, it was not interpreted as a differentiation affecting the analysis.

Table 2. Ranked topics (ascending) based on the results of the needs analysis

1. You know the difference between circular run out and total run out.
2. You know the details of true position tolerance and maximum material application.
3. You think that technical drawing training is enough to read the drawing used in the sector.
4. You know the Surface roughness concept, signs and Ra, Rz, Rmax. standards of the symbols.
5. You can read and interpret any Technical Drawing (even if the language is different).
6. You know the critical details of the absolute and auxiliary measure.
7. You know the projection methods and you can read these methods from the symbols on the title blocks.
8. Recognize geometric dimensioning and tolerancing symbols and know the meanings on the drawing.
9. You think that the widespread use of computerized technical drawing has not ended the need for basic Technical Drawing training
10. You can read the corner chamfer tolerances.
11. You can read dimension tolerances in manufacturing drawings
12. You know the difference and importance of geometric dimensioning and tolerancing in manufacturing.
13. You can read the symbols for shaft and hole tolerances and find the fitting tolerances on the tables.
14. You know the types of sectioning and you can distinguish between full and stepped sectioning.
15. You know the details on the title block and read the general tolerances on the title block.
16. You know perspective methods and visualize perspective drawings in your head.
17. You can easily distinguish manufacturing and assembly drawings.
18. While you are reading a technical drawing, you can easily move from 2D drawings to 3D
19. You think that technical drawing training needs to be supported virtual reality applications.
20. You think that technical drawing training improves your visual memory and drawing animation skills.

When the items with general judgments were removed from the responses, the sorted content based on needs can be seen in Table 3. Main topics that are the essence in teaching material development can be seen in Table 4 are also in order by priority.

Table 3. Technical topics ranked based on the need's analysis

1. You know the difference between circular run out and total run out.
2. You know the details of true position tolerance and maximum material application.
3. You know the Surface roughness concept, signs and Ra, Rz, Rmax. standards of the symbols.
4. You know the critical details of the absolute and auxiliary measure.
5. You know the projection methods and you can read these methods from the symbols on the title blocks.
6. Recognize geometric dimensioning and tolerancing symbols and know the meanings on the drawing.
7. You can read the corner chamfer tolerances.
8. You can read dimension tolerances in manufacturing drawings
9. You know the difference and importance of geometric dimensioning and tolerancing in manufacturing.
10. You can read the symbols for shaft and hole tolerances and find the fitting tolerances on the tables.
11. You know the types of sectioning and you can distinguish between full and stepped sectioning.
12. You know the details on the title block and read the general tolerances on the title block.
13. You know perspective methods and visualize perspective drawings in your head.
14. You can easily distinguish manufacturing and assembly drawings

Table 4. Identified topics for teaching material development as a result of needs analysis

1. Geometric dimensioning and tolerances
2. Surface roughness
3. Dimensioning
4. Projection methods
5. Sharp and edge tolerances
6. Reading the dimension tolerances
7. Shaft and hole tolerances
8. Sectioning
9. Perspective
10. Manufacturing and assembly drawings

In addition to the general evaluations, it is useful to include the results demonstrated in Figure 5. The data show the mean scores for each item in the questionnaire of Turkey and other participating countries. As seen in Figure 5, consistent and similar results have emerged both in terms of each item and general results. This shows us that the topics perceived as need are the same in England and Bulgaria in addition to Turkey that is an important finding in scientific terms.

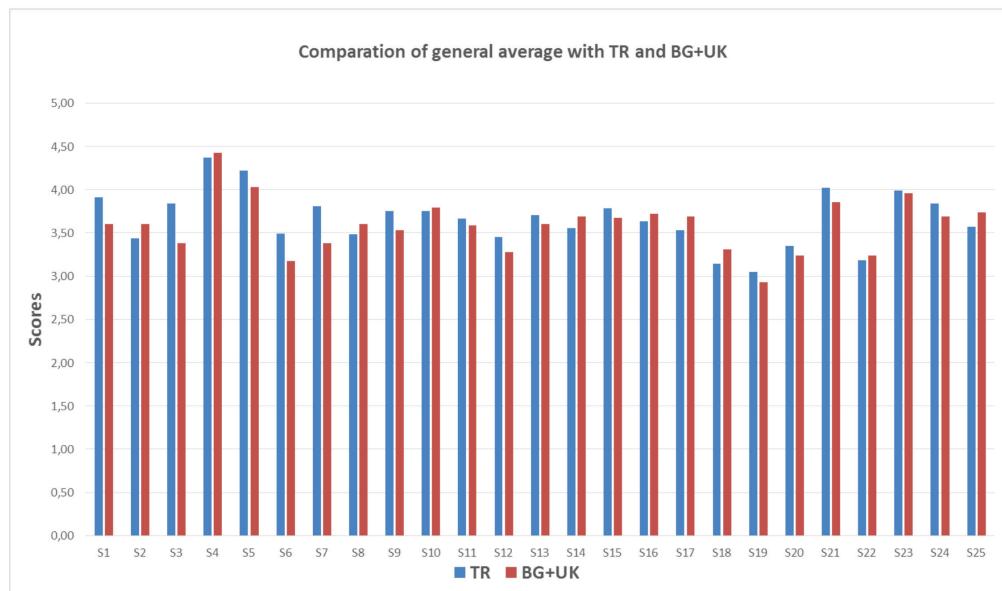


Figure 5. Comparisons of responses in Turkeyand the other participating countries

The last five open-ended questions in which expectations about Technical Drawing were examined were analysed in detail by grouping the responses with similarities and differences. As seen in Table 5, 56% of the participants answered 4 hours and 35% of participants answered 2-3 hours to the question "How many hours of a week did you take Technical Drawing training during your education?" When responses to the question "Did you take any Advance Technical Drawing training after you got employed? If your answer is yes, what are the topics and durations of the trainings?" were analysed, it is found that 80% of the participants indicated that they did take any training. Almost 19% of the respondents indicated that they have got basic training and 1% stated that they had training about standards, tolerances and CAD.

More than half of the participants (55%) responded the question "Have you ever used VR or AR for game or training purposes? If your answer is yes, do you think smart phones and similar devices would play an important role in training?" as "No" and 31% as "Yes." Most of the respondents think that V/ARwould be useful for education. Again, the question "When you need further information about technical drawings, which of the followings you would apply first?" was answered as 48% Google, 30% teacher, 16% book and other internet resources (YouTube etc.). Here the preference percentage of search engines and the internet is important. As seen in Table 5, the responses to the fifth and the last open-ended question "What is the last book or standard you read about technical drawings?" were sorted in four categories;"not read"(37%), "textbook" (21%), "standards" (19%), and AutoCAD (9%).

Table 5. Analysis of the open-ended questions

No	Question	TR	BG+UK	Total		Response	%
26	How many hours of a week did you take Technical Drawing training during your education?	98 35	6 30	104 65	4 hours 2 -3 hours	186 186	0,56 0,35
27	Did you take any Advance Technical Drawing training after you got employed? If your answer is yes, what are the topics and durations of the trainings?	147 16	38 5	185 21	Nothing Tolerances / CAD	230 230	0,80 0,09
28	Have you ever used VR or AR for game or training purposes? If your answer is yes, do you think smart phones and similar devices would play an important role in training?	96 59	33 15	129 74	No Yes	236 236	0,55 0,31
29	When you need further information about technical drawings, which of the followings you would apply first? e.g. search on google, check book, teacher or lecturer	109 40 75 2	27 7 12 2	138 47 87 4	Google Books Teacher Internet	288 288 288 288	0,48 0,16 0,30 0,01
30	What is the last book or standard (training you had) you read about technical drawings?	55 29 30 8	16 11 7 9	71 40 37 17	Nothing Course Book Standards Autocad	190 190 190 190	0,37 0,21 0,19 0,09

2.5. Conclusion

This study where a lot of different analyses can be performed constitutes an important database in terms the number of participants, the diversity of the participants and the diversity of the countries. It was also possible to carry out many sub-analyses that were not given in the above findings. Change of differentiation on schools and occupational groups, comparison between countries, and other results were archived and evaluated in order to use in the content and material development stages of the project. The obvious revealed fact is that there is an important gap in the field of Technical Drawing training that cannot be closed by known methods which is apparent in all stakeholder groups and countries.

Section 3

3. Curriculum Development

3.1. Starting Point

Vocational training is an educational process that necessarily takes substantial time, regardless of the context. Young people who continuously renew their knowledge and skills and adapt to authentic technological conditions would always have greater opportunities for employment or to improve their work performance (Arslan et al., 2009). In the advanced and high-tech industries, the number of discarded products resulting from employee errors can sometimes reach at a level that poses a threat to the company. These mistakes or errors can be attributed to the degree of knowledge and experience and the current social psychology areas should be developed to status of the employees. Well-planned training programmes that address these three problem areas should be developed to minimize employee-based losses. Especially in presence of economic crises and the high level of competition in the sector, the importance of increasing both quality and productivity is obvious. To meet this need, different approaches and competency-based training models – such as target-oriented training, in-house training or continuous education – need to be investigated and applied.

Salas et al. (2012) stated that organizations in the USA alone spend billions of dollars on training each year. These training and development activities allow organizations to adapt, compete, excel, innovate, produce, be safe, improve service and reach goals. Training has been used successfully to reduce errors in high-risk settings and companies realize that it helps them remain competitive by continually training their workforce. However, training is not as spontaneous and intuitive as it may seem there is a science of training that leads to design, deliver and implement an effective programme. Investments made by enterprises in not well-designed training programmes are not beneficial and may result in serious economic losses.

Learners in vocational education and training tend to be less successful in conceptual learning, and many have not had good experiences with formal education. Furthermore, many of those who teach them either do not have relevant teaching qualifications or, when they have such qualifications, may lack up-to-date workplace experience, skills and competences (Arslan et al., 2013). People generally acquire basic knowledge and skills, especially in vocational training institutions. However, when they enter business life, they may need more task-oriented knowledge and skills that are far beyond the general knowledge they received at school.

Arslan and Uzaslan (2017) stated that some firms have applied different in-house training models to keep up with new technological innovations in their specific fields. They investigated how a target-oriented in-house training programme should be developed and how it should be evaluated for effectiveness. The aim of their study was to develop, implement and evaluate a competency-based and target-oriented training programme by cooperating with both the academic and the automotive industry. During this process, 124 employees of Bosch Rexroth Company were trained via a specific target-oriented programme. The effectiveness of the training was assessed using pre- and post-tests, a course evaluation survey and peer evaluation performance analyses.

At the end of the study, the success rate of the participants, according to the pre- and post-tests, had increased by 54 points on a 100-point scale. The most important result was that, according to performance analyses, the participants had improved their performance 26% relative to untrained counterparts. The goals and outcomes proved to be encouraging for future programmes.

3.2. Methodology

Throughout the curriculum and scenario (program)development process, the programdevelopment team, consisting of project members, academics and stakeholder representatives, was supported by scientific data and a course was designedthat maintained its up-to-datedness currency by considering national and international criteria. The curriculum development team determined the necessary criteria for the course by considering the following specifications:

- A structure to meet the basic demands of the sector;
- Compatibility with continuous development;
- Flexibility in timing and educational structure; and
- A modular approach.

Handling over 50 issues, the program development team has initially sortedthem out according to their fields and results of the needs analyses; the process of integration of the issues has started. In the terminal stage, modular structure and course contents have been formed by taking into consideration the contents of the similar courses or the contents of the training in the vocational education institutions.

The fact that the individuals who would be attending the course had different backgrounds in terms of knowledge and skillsthat makes it difficult to prepare content suitable for everyone. However, the general philosophy of the training programme is based on competence so an individual completing a course should master the required knowledge and skills in that module. This priority was specifically considered when planning the course content and the details of theoretical and practical training classes. To this end, the training course was designed to be brief, competency-based, target-oriented, and student-centred.

Following the determined basic criteria and methodology, the stage of determining main projections for the content, priority, time and material development forecasts were passed. At this stage, the process was carried out as follows:

- Determining the course outcomes by examining the content of the Technical Drawing courses (learning outcomes),
- Determining the main and sub-topics of the training modules,
- Determining an appropriateV/AR method to teach according to modules and needs analysis of sub-topics
- Determining the content and class hours of the module

3.3. Curriculum Development

In this stage, the common technical drawing course and course contents have been examined in detail and their shared learning outcomes constitute the basis of the curriculum development stage of this project. In particular, the content of Pearson Education Edexcel BTEC specifications became a significant reference at this stage. Aim and purpose of this program will enable learners to produce engineering drawings of different components, assemblies and circuits using a variety of sketching, drawing and computer-aided drafting techniques. Learning outcomes are stated as on completion of this unit a learner should be able to sketch engineering components, be able to interpret engineering drawings that comply with drawing standards, be able to produce engineering drawings etc. (Edexcel, 2009).

Here, the needs analysis results and the general course content throughout the world have been matched and the topics that can form a group together have been turned into modules. In the teaching of some subjects, instead of covering the whole content, the method of teaching the related module is adopted. As a result, the following sorted modules were identified based on needs.

1. Geometric dimensioning and tolerances
2. Surface roughness
3. Dimension, shaft-hole and sharp edge tolerances
4. Geometric drawings, projection, dimensioning, standards
5. Sections and perspective
6. Manufacturing and assembly drawings

The topics (or modules) were sorted in following teaching order:

1. Geometric drawings, projection, dimensioning, standards
2. Sections and perspective
3. Dimension, shaft-hole and sharp edge tolerances
4. Geometric dimensioning and tolerances
5. Surface roughness
6. Manufacturing and assembly drawings

3.4. Developed Modules, Course Content and Learning Outcomes

During the module development phase, a multi-national curriculum development commission was established under the leadership of academics among the project team who have expertise in the field of vocational training. Content and learning outcomes were determined in line with the basic criteria given in the method section (meeting sector expectations, compatibility with continuous development, flexibility in timing and educational structure, and modular approach.) and as a result of the priorities that were revealed from the needs analysis. Table 3.1 shows the contents developed according to the module topics.

Table 3.1. Developed Modules

Module Title	TD1 DIMENSIONING AND TOLERANCES			
Course Content	<p>Introduction: Drawing papers. Drawing templates, title block, units, abbreviations, rectangular coordinates, polar coordinates. Projection methods, views.</p> <p>Dimensioning: Dimensioning lines, arrows and numbers. Guidelines and special marks. Dimensioning systems and types (parallel, angular, chained, offset, using coordinates, combined with the help of charts) Placement of dimensions in manufacturing and assembly drawings. Special dimensions, auxiliary dimensions, absolute dimensions etc. Scales, types and scaling standards.</p> <p>Tolerance: Reasons for tolerance, mistakes of machines and tools in manufacturing, measuring instruments, heat-light, personal mistakes. Tolerance, deviation and practice symbols. Tolerance reading and visualization methods. Tolerance boundaries and fittings: Definition of tolerance and its importance, classification of tolerances; dimensional tolerances (TS 1845, TS 450, TS 1980, TS 1506), shape and position tolerances (TS 1304, TS 1498), ISO 1101 British(BS) and ISO tolerances.</p>			
Learning Outcomes	1.1	<p>Learners are able to: Know drawing papers, title block and coordinates, units and basic methods of dimensioning. Know dimensioning lines, arrows and numbers, guidelines and special signs. Know Distinguish ISO-A and ISO-E projection methods, know revision symbols and meanings in the technical drawings.</p>		
	1.2	<p>Learners are able to: Know dimensioning systems and types (parallel, angular, chained, offset, using coordinates, combined with chart). Place dimensions in manufacturing and assembly drawings. Know the special dimensions, auxiliary dimension and absolute dimension and understands the details in the drawings. Read scales and recognize basic scaling standards.</p>		
	1.3	<p>Learners are able to: Know the reasons for tolerance, the mistakes of machines and tools in manufacturing, the effects of measuring tools, heat-light, personal mistakes and tolerance. Recognize tolerance, deviation and practice. Read and display symbols.</p>		
	1.4	<p>Learners are able to: Know tolerance limits and fittings. Understand the relationship and importance of tolerance faults with production waste rate. Know size, punch-hole, corner break and shape and position tolerances, and distinguish and comprehend usage requirements.</p>		
Course hours	45 min			

Module Code **TD2**
Title **SECTIONING, PROJECTIONS AND PERSPECTIVES**

Course Content	<p>Sections: Sectioning Methods; Full (single plane full section, full section with parallel offset, full section with angle plane, profile section), half, broken-out and special sections. Cross-section display rules (scan, arrows, symbols, view direction). Cross-section diagram transition from three views or perspective drawings of machine parts. Basic section drawing elements; section plane, section planes.</p> <p>Projections and Perspectives: Views extraction methods, orthographic projections, first and third angle projections. An overview of perspective drawings. Perspective types; axonometric perspective (isometric perspective, dimetric perspective), oblique perspective. Different standards of perspective drawings (BSI, DIN, ANSI and JIS) and their applications. Methods used in perspective drawing by using part views.</p>	
Learning Outcomes	2.1	<p>Learners are able to: Know the sectioning methods. Select appropriate type of drawing that suits section type. Read sectioning according to the method in complex drawing. Visualize in their mind section views from three views or perspective drawings of machine parts.</p>
	2.2	Show suitable techniques regarding section views of the body, nets, rims, fasteners, shafts and keyway grooves on assembly part of a bicycle, for instance.
	2.3	Show the cutting plane line correctly and know the rules for lines in section views in different parts.
	2.4	Determine the appropriate cutting plane line and use the appropriate symbols for the given parts in the drawings.
	2.5	<p>a) Generate views according to ISO-E and ISO-A methods and read the views according to the standards. Differentiate drawing views based on BSI, DIN, ANSI and JIS standards.</p> <p>b) Comprehend isometric and oblique perspective using AR applications.</p> <p>c) Know the types of line techniques used in section views</p>
Course hours	80 min.	

Module Code TD3
Title **DIMENSIONAL TOLERANCES, EDGE TOLERANCES,
SHAFT AND HOLE TOLERANCES**

Course Content	<p>Dimensional tolerances: Types of the tolerances for linear and angular dimensions used in technical drawings. Selection of dimensional tolerances according to manufacturing type using relevant standards.</p> <p>Edge Tolerances: Symbols and display methodology of edge tolerances. Edge tolerance and difference of chamfer and radius concepts.</p> <p>Shaft and hole tolerances: Shaft and hole tolerances and fitting tolerances used in this tolerance group. Nominal size, Maximum size, Smallest size, Downsize difference, Up size difference, Maximum and minimum size. Reading the tolerance tables, choosing the appropriate tolerance according to ISO tolerance table.</p>
Learning Outcomes	3.1 Learners are able to: Show and read tolerances for linear and angular dimensions used in technical drawings.
	3.2 Select dimension tolerances using the relevant standards or the group of tolerances can find and specify from the standard depending on the type of manufacturing method.
	3.3 Display the methodology of the edge tolerances. Differentiate edge tolerance and chamfer or radius concepts.
	3.4 Know shaft and hole tolerances and tolerances used in this tolerance group. Know the clearance fit guide & descriptions and select the appropriate clearance fit from the ISO standard table.
	3.5 Read the ISO standard for shaft and hole tolerances using tolerance tables. Select the appropriate shaft and hole tolerance according to the related part usage type.
Course hours	60 min.

Module Code TD4
Title GEOMETRIC DIMENSIONING AND TOLERANCING

Course Content	<p>Geometric tolerance principles: Dimensional tolerance applications and sizing of components, subgroups of manufacturing and assembly elements using the relevant BS and ISO standards. The methodology used in the presentation of geometric tolerance, the concept of tolerant element and the formation of tolerance zones.</p> <p>Form and position tolerances: Differences of form and position tolerances from other tolerance groups, correct reading / understanding of technical communication and norms, requirements of tolerance concept and elements of geometric tolerance, measurement and evaluation criteria in dimensional and geometric tolerance.</p>	
Learning Outcomes	4.1	Learners are able to: Learn the concept of the geometric tolerance, the concept of tolerance and the formation of tolerance zones.
	4.2	Know the concepts of straightness, flatness, circularity or roundness circularity, cylindricality. Know and apply the principles of measuring and recognizing form tolerances by means of a line, a surface and deviation from the form.
	4.3	Know the concepts of perpendicularity, parallelism and the principles of deviation, measurement and approval in directional tolerances.
	4.4	Know and apply the concepts of position tolerance, position, concentricity, coaxiality, symmetry and deviations, measurement and approvals in positioning tolerances.
	4.5	Know the Circular runout, total runout tolerances. Know the deviations, measurement and approval principles in runout tolerances.
	4.6	Know the concepts of position, position element and position dimension. Know the position of an element or group of elements. Comprehend a group of elements can be positioned according to another group of elements.
	4.7	Know the concepts of position, position element and position dimension. Know the position of an element or group of elements. Comprehend a group of elements can be positioned according to another group of elements.
Course hours	60 min	

Module Code **TD5**
Title **SURFACE ROUGHNESS**

Course Content	<p>Surface Roughness: Reasons and limitations of roughness on the surface in manufacturing. Surface roughness symbols and types. Using appropriate symbols of the surface according to working type of the part. Information added to symbols in surface treatment marks. Different roughness values such as Rzmax, Rz1max given in different standards with surface treatment marks (Ra, Rz, Rmax, Pt and others.)</p> <p>Surface roughness values and roughness class numbers. Specification of the surface roughness in the technical drawings and specification of the manufacturing method. Specification of Main Length and roughness, Surface treatment traces and properties of manufacturing methods, display of surface treatment allowances, Display of special treated surfaces in the drawings.</p>
Learning Outcomes	<p>5.1 Learners are able to: Know the reason for the roughness that occurs in the manufacturing surfaces and the reasons for the restriction and the manufacturing surface are required to indicate the appropriate surface treatment marking to the part's working type.</p> <p>5.2 Recognize, read, or write different roughness values such as Rzmax, Rz1max given in different standards with surface markings (Ra, Rz, Rmax, Pt and others)</p> <p>5.3 Know or find the surface roughness values and the roughness class numbers on the table. Understands in the drawings the manufacturing method from the surface roughness mark.</p> <p>5.4 Know the details such as Main Length and roughness, read the surface treatments and read specially treated surfaces from the mark.</p>
Course hours	60 min

Module Code TD6
Title MANUFACTURING AND ASSEMBLY DRAWING

Course Content	<p>Manufacturing Drawings: Methods of distinguishing the structural characteristics of manufacturing drawings from assembly drawings (manufacturing and assembly processes that are meant to be a step in the manufacture of the image in the assembly drawing). Display of sections, tolerances, control measures, surface roughness symbols and additional lists or tables according to need, as well as manufacturing methods and standards in the drawing paper. Preparing and reading title block in manufacturing drawings. Drawing demonstration techniques of fasteners and some special machine equipment (such as gears, springs, bolt-nut welded joints, etc.).</p> <p>Assembly Drawings: Definition of assembly drawings, distinguishing assembly drawings from other drawings, and place and situation of use. Types, features, layout and scales of the assembly drawing. Views, cross-sections and measurements in assembly drawings. Assembly drawings of perspective and schematically drawn systems. Balloon operations and part listing tables.</p>	
Learning Outcomes	6.1	Learners are able to: Know the structural features of manufacturing drawing and distinguish manufacturing from assembly drawings with basic information such as cross-sectional view, tolerance and surface marks.
	6.2	Prepare and read title blocks in manufacturing drawings. Know the drawing techniques about the joint elements and some special machine tools (such as gears, springs, bolts or welded joints) and read their symbols or special marks (such as M12) on the technical drawings.
	6.3	Recognize numbering and the numbering methods of the assembled parts (according to the assembly-by-part-manufacturing method). Recognize joining elements. Read assembly and exploded parts from technical drawings.
Course hours	60 dk.	

3.5. Developed Virtual Reality Scenarios (Story Boards)

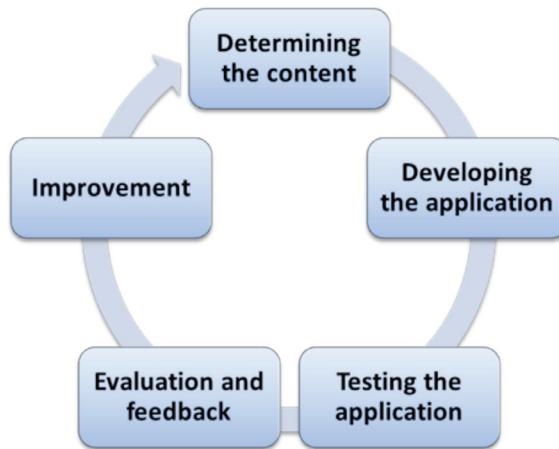
The last and perhaps the most important stage of the second phase is the story board development, which would provide the infrastructure to develop V/AR applications that are compatible with the determined content. At this stage, the program development team worked in coordination with the relevant stakeholders to decide about scenarios to teach each learning outcome.

Section 4

4. Development of V/AR Applications

The process of developing V/AR applications within the scope of the project includes content analysis and material development in line with the priorities determined by the need's analysis. The application development cycle is shown in Figure 4.1.

Figure 4.1.
Application development cycle

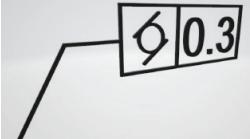
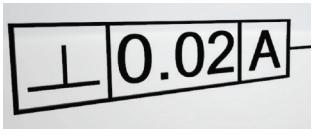
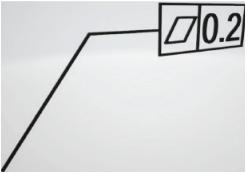
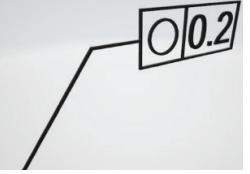
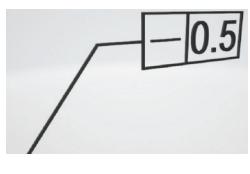
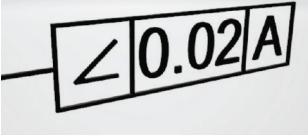
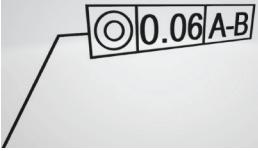
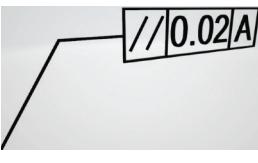


The scenarios determined during the content development stage and used for V/AR applications are designed to explain the Technical Drawing subject in a clear and understandable manner. During the scenario preparation phase, the capabilities of the free educational version of the Unity3D software and the opportunities of the ARCore library were also taken into consideration. Then, the texts to be used for dubbing on the applications were written in the final phase of the scenario development. In the process of application development, first animations were designed, and then these animations were turned into applications by collecting them in an interface. In the last stage, structural and logical glitches and errors were determined by testing the application. In this process, feedbacks received from the experts in Technical Drawing training were considered to update and improve the applications.

4.1. Developing the AR Application

Animation Development: Approximately 30 animations in 18 separate scenes were developed to be used in the AR application by using solid models. While some of the solid models were provided by outsourcing the Bulgarian partner, the non-existent auxiliary models were reconstructed with the aid of the solid modelling software. The models prepared for the Geometric Dimensioning and Tolerances topic are shown in Table 4.1.

Table 4.1. The auxiliary models used in animations

Solid Model	Explanation	Solid Model	Explanation
	Cylindricity tolerance box		Perpendicularity tolerance box
	Flatness tolerance box		Position tolerance box
	Roundness tolerance box		Straightness tolerance box
	Clearance tolerance box		Symmetry tolerance box
	Concentricity tolerance box		Total eccentricity tolerance box
	Parallelism tolerance box		Eccentricity tolerance box

The prepared models were recorded in obj/fbx format and the most suitable mesh structure in order to use them in Unity3D and not to decrease the performance. After the model preparation phase was completed, the animations were started to be developed. The animation block that Unity3D software offers to users is sufficient for basic animation actions.

Interface design: While designing the interface of the application, aesthetics, user friendliness, and efficiency were taken into consideration. The application was simplified by preferring commonly used icons.

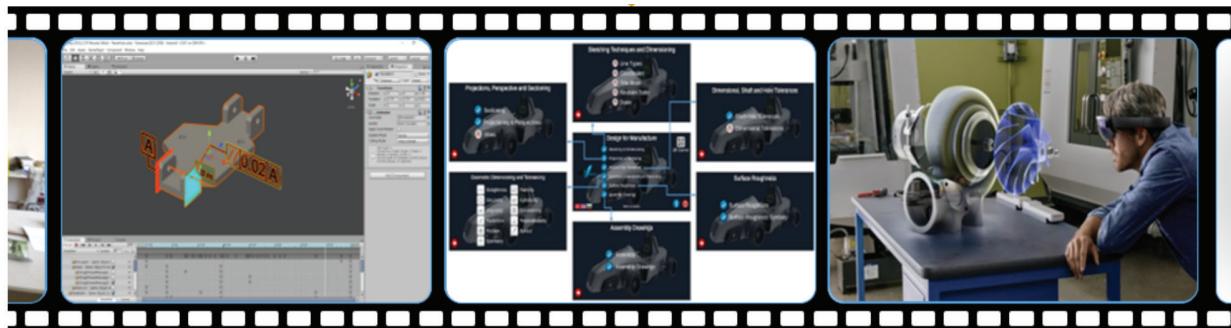
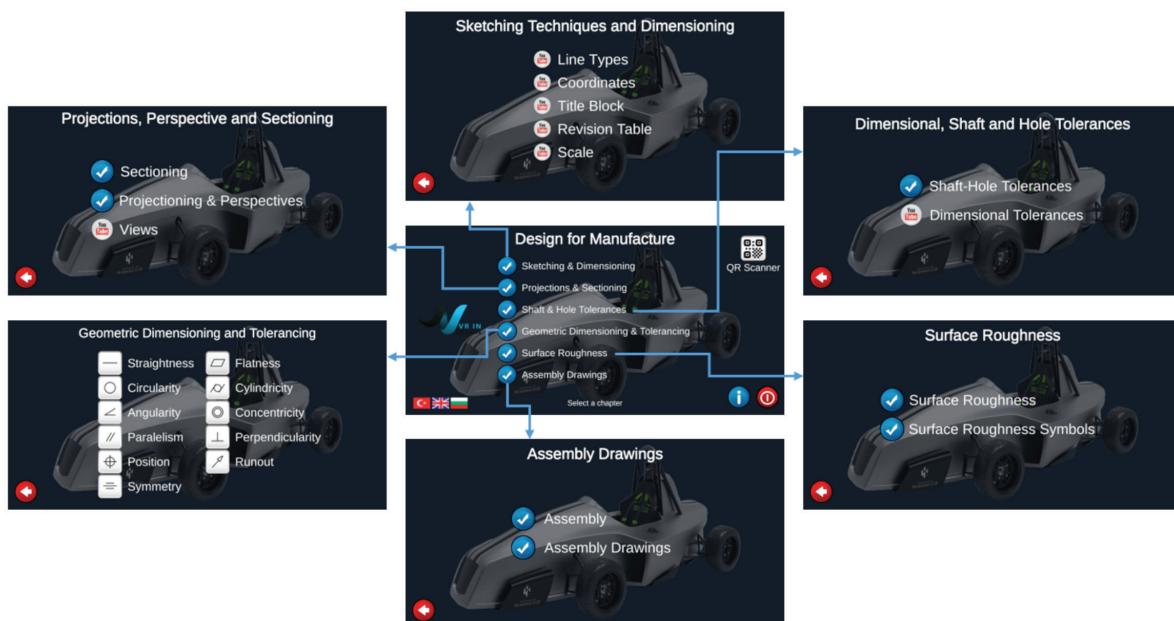


Figure 4.2. Interface Design



Şekil 4.3. Application Interface

The application interface has six intermediate menus as the topics in the application are covered under six main headings. Figure 4.3 shows these intermediate menus. All the symbols on the interfaces are linked to the relevant website or topic. In this way, users can access more detailed information on the subject by going to the website quickly.

There are only “stop,” “restart” and “menu” buttons located from top to bottom on the left side of the screen while playing an animation to make the application efficient, convenient and effective. Options appears by pressing the “Menu” button. Here, the button on the bottom left hand side closes this menu, while the buttons on the top right corner perform the functions “close application,” “return to application menu,” “change AR mode ” and “turn on/off the sound” respectively. Finally, the “?” button shows the functions of the buttons in the menu as seen in Figure 4.4. An auxiliary menu is designed especially for the menus of geometric tolerances and surface roughness.

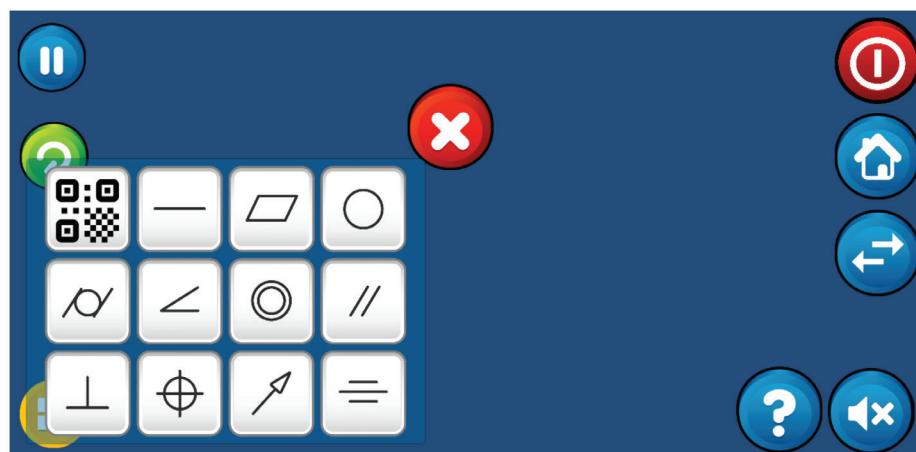


Figure 4.4. Menu button content in geometric tolerances

In the scenarios and material development software codes, steering parts and CAD data of the vehicle model designed at Sofia Technical University were used. The vehicle parts and ancillary elements were converted to obj and fbx file format by using 3Ds MAX and Inventor software and transferred to Unity3D environment as three-dimensional animations in order to revivethe scenarios. As seen in Figure 4.5,a different scene was created for each tolerance types and Google's ARCore Library was added to Unity3D.

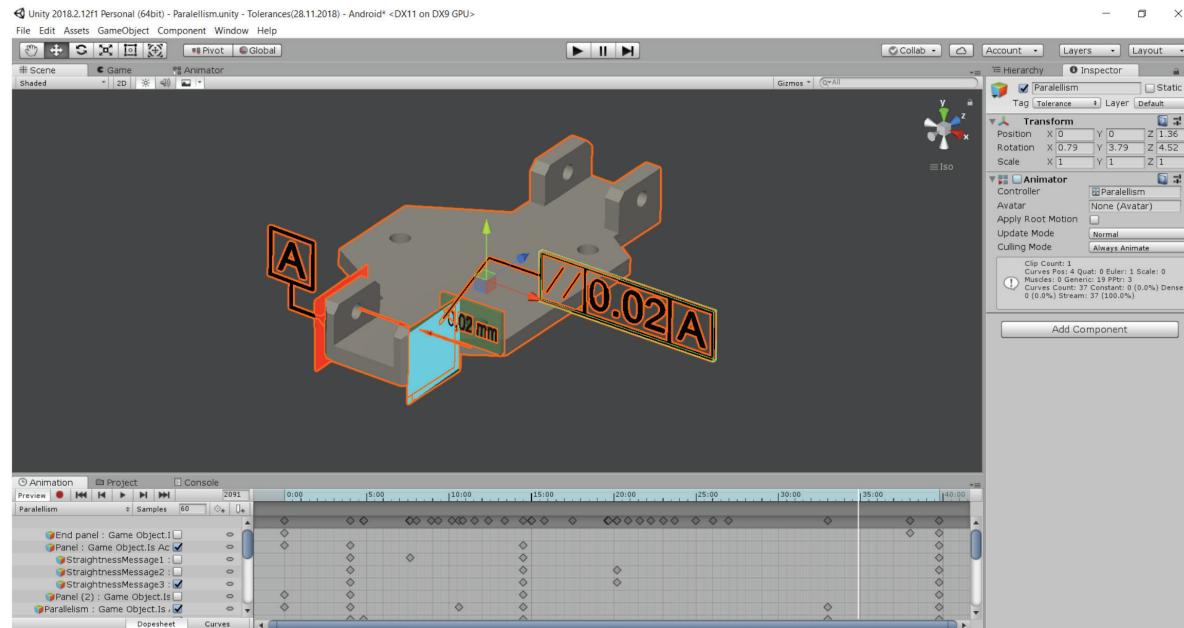


Figure 4.5. Content development in Unity3D

A completed scene is shown in Figure 4.6. Similarly, in the other scenes, reference mark, tolerance box, auxiliary planes and arrows are used to describe tolerance.



Figure 4.6. Mobile screenshot of the application

Since the moment that the introduction video at the beginning of the animation is run, the camera of the mobile device starts scanning the surfaces in the field of view and sets some reference points on the view. After the reference points have been identified, the virtual objects are placed in three-dimensional space in accord with these references. As virtual parts are dynamic during animation, rotating motion is added to the parts. Thus, the parts can be rotated with a single finger touch on the screen of the mobile device in both vertical and horizontal axis by dragging in vertical or horizontal position.



Figure 4.7. Control with finger

While using the app, virtual objects may appear large or small for viewing on the screen of the mobile device by position. To help the user in such cases, the application has been added the ability to resize virtual objects (zoom). Again, with the evolving technology, most applications now can read QR code to perform certain functions or to direct the user to a website. Therefore, QR code reading capability is added to the developed AR application.

AR Application Sample Screenshots

A few examples of an open-source application that can be used by anyone with the proper mobile device are listed in the following section. Again, the educational content, animations and other supporting materials, and AR applications developed or produced in this project as well as learning and teaching methods for students and educators can be accessed on the project website free of charge at <http://vrindesign.org/> (see Figure 4.8.).

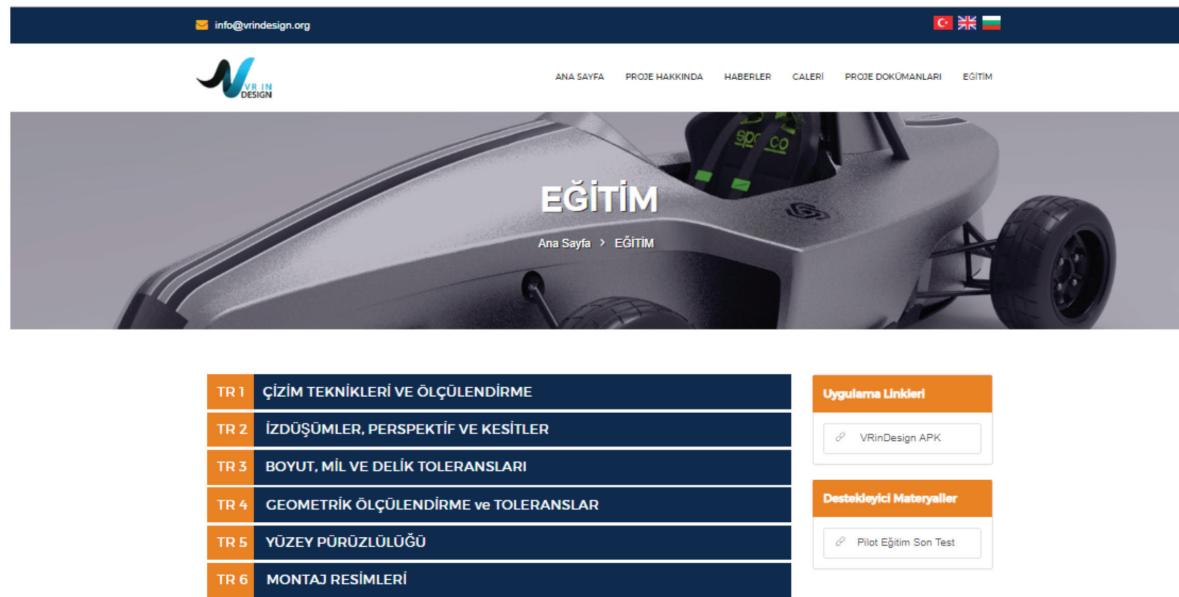


Figure 4.8. Project WEB page training menu screenshot

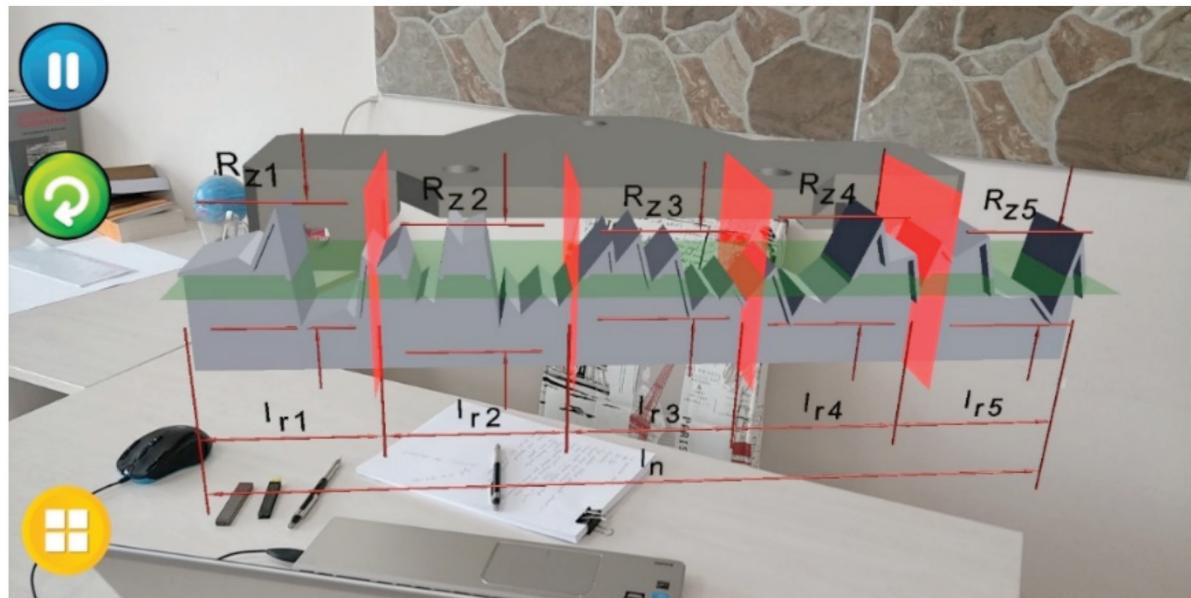


Figure 4.9. Surface roughness



Figure 4.10. Assembly Drawings

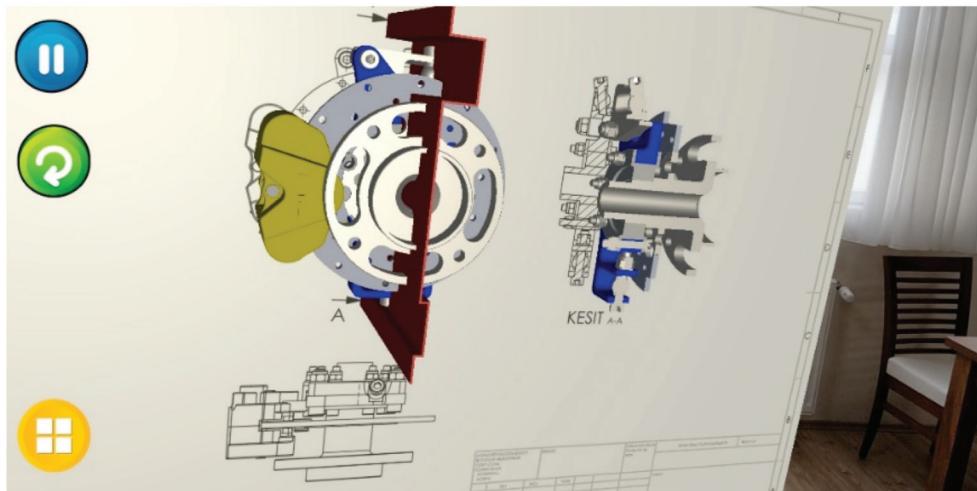


Figure 4.11. Sectioning

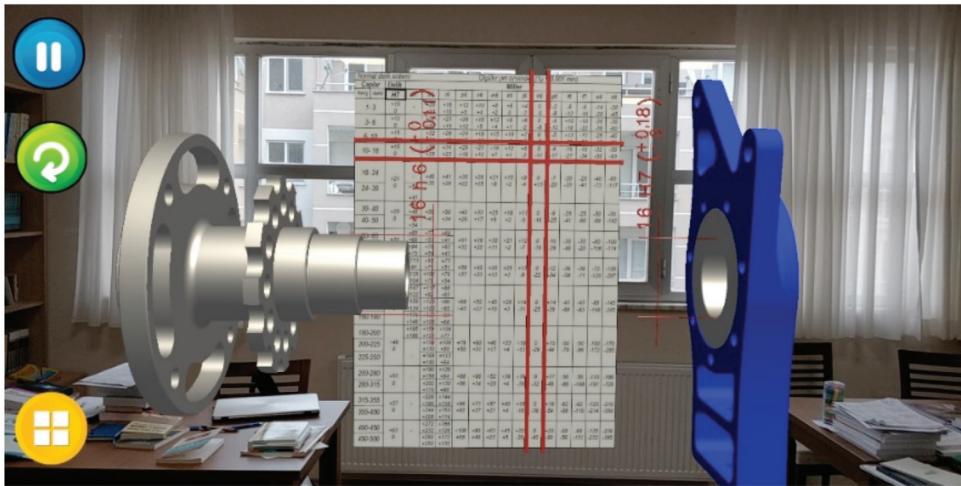


Figure 4.11. Shaft and Hole Tolerances

Development of Virtual Reality (VR) Application

Within the scope of the project, VR applications were developed by Sofia Technical University. Development phases of VR and AR applications were carried out jointly. A screenshot of the VR application is shown in Figure 4.12. The VR app was developed in accord with Google Cardboard glasses. For this reason, GazeClick feature is used instead of clicks.

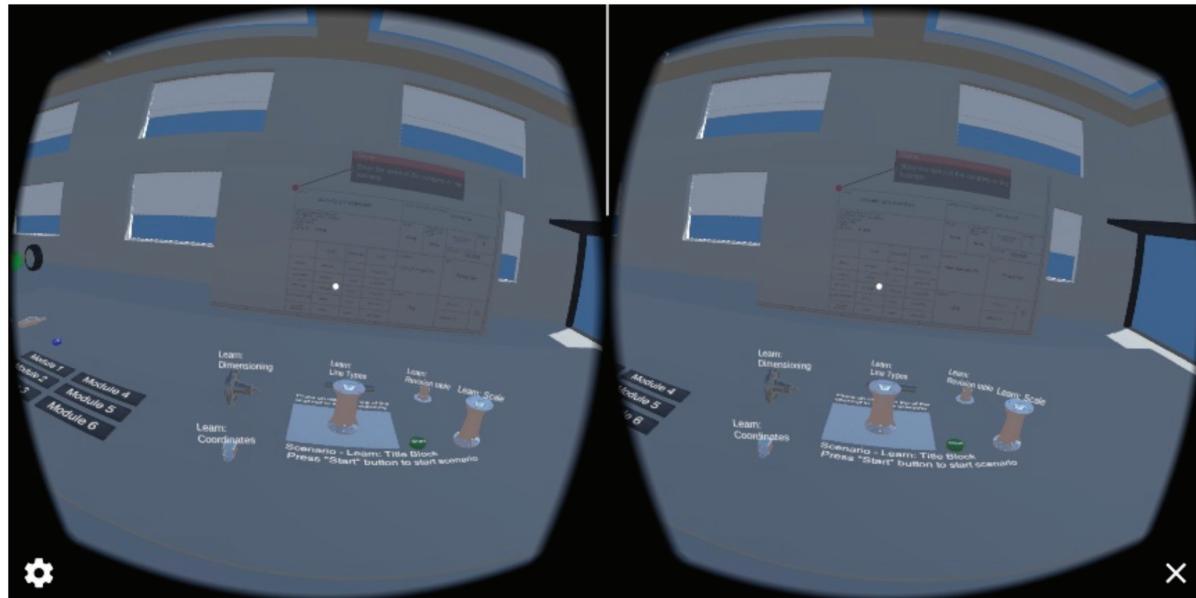


Figure 4.12. A snapshot from VR application

When developing the SG application, the application scene is primarily designed in the form of a workshop. In order to increase the visuality of the application, the exploded model of the vehicle designed at Sofia Technical University was used in the workshop. A worktable is also included in the workshop for easy access to the topics during use.

In this aspect of the project, six main topics were handled. Each topic is represented as a module. The modules are attached to the worktable as buttons. When a module is selected, 3D visuals of the parts related to topic to be explained are placed on the table. Thus, when any parts are selected, the video of the related topic is played from the screen on the table. Since the developed AR application is more efficient than the VR application, the applications are mostly developed as AR.

4.2. Animation Development

Animation is an effective medium for communication due to the use of different styles of text, colours, audio and video that can be shown to the students. Ismail et al. (2017) stated that the use of animation in teaching and learning (T&L) increases the rate of comprehension by more than 30% when compared to traditional teaching methods. The use of video animations can help the student imagine and visualise better whilst increasing their motivation and engagement. The design phase for animation and AR/VR content started with the development of storyboards for each of the 6 modules. Figure 4.13 shows the planning phase of module 5 and how the work could be developed by the relevant research partners.

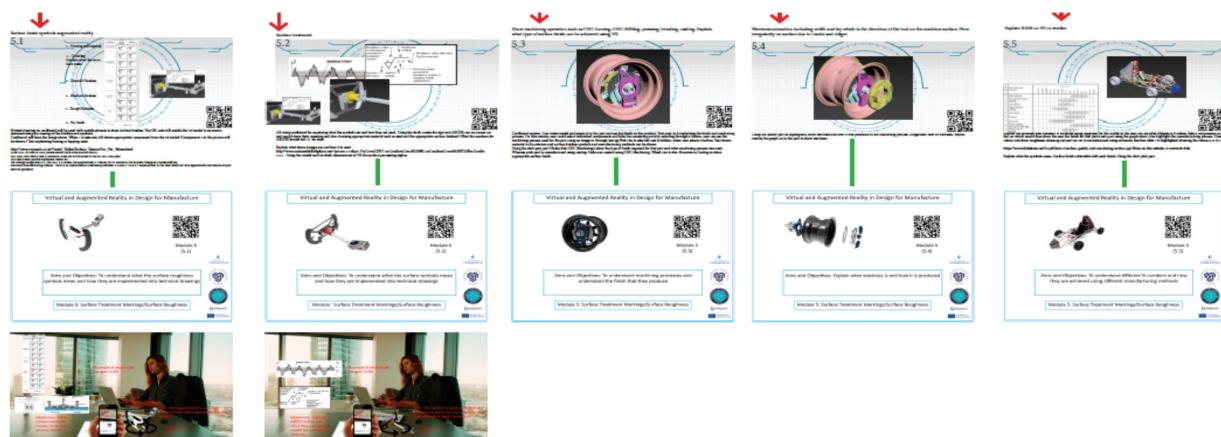


Figure 4.13. Storyboard for module 5.

During this phase, the team had regular meetings via video conference where each partner demonstrated their progress and constructive feedback was given each other. Screen sharing was found as a useful tool to demonstrate the proposed work. Progress meetings took place every quarter were crucial to successfully run the project where specific deadlines and targets had to be met in the first phase of this international collaboration Project.

Figure 4.14 shows the process used for creating animations where storyboarding is an important phase of the process. It gives a clear development path/route indicating the elements required for every module. Technical content development research is then carried out to understand the requirements of the module where scripts are created. When animating, the script could be adjusted depending on the time assigned for the content, skill level required and importance of content. Constant feedbacks from the relevant team members used as inputs in this iterative development process.

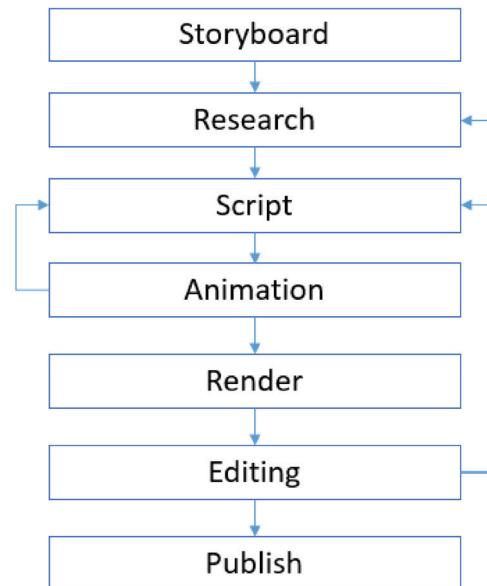


Figure 4.14. Animation and AR/VR Process

The project team decided to use a Formula Student Race Car as the centrepiece of the project (Figure 4.15). This car had been designed via CAD and was physically manufactured by the engineering students at the Technical University of Sofia. This car model gave a wide range of different components to be used within AR/VR and animation. A context or an environment for each part was assigned in AR/VR and animations to help the student understand the component and have a more real-world-like experience.

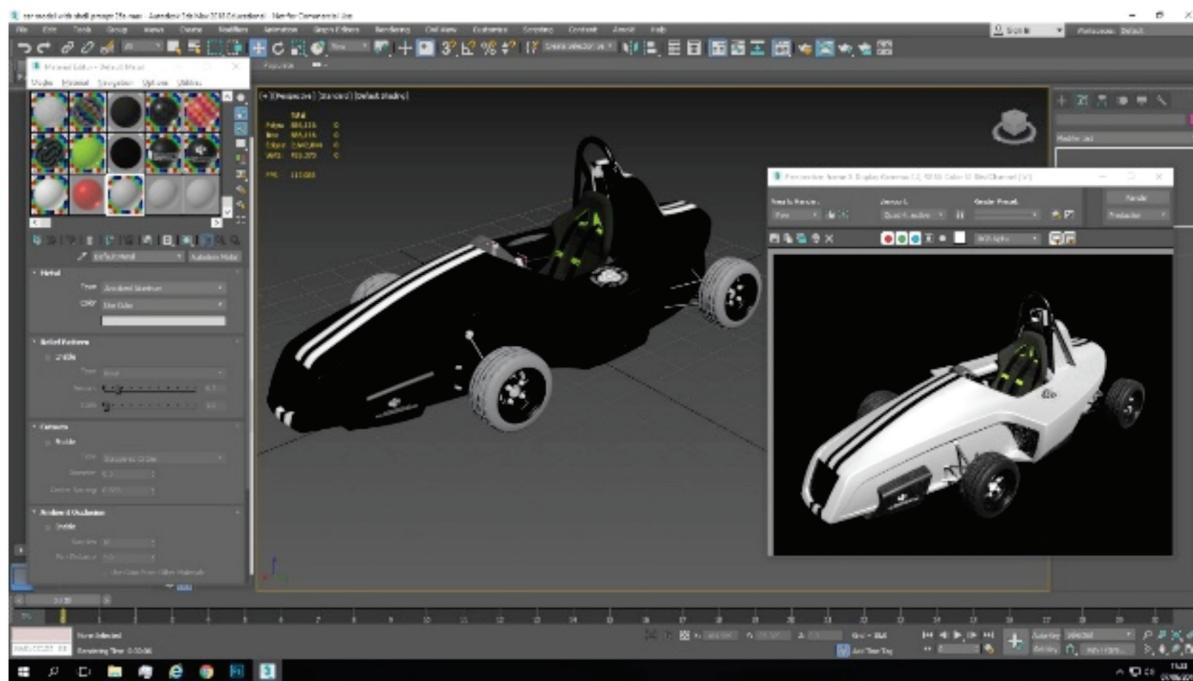


Figure 4.15. 3D Modelling of Formula Student Race Car

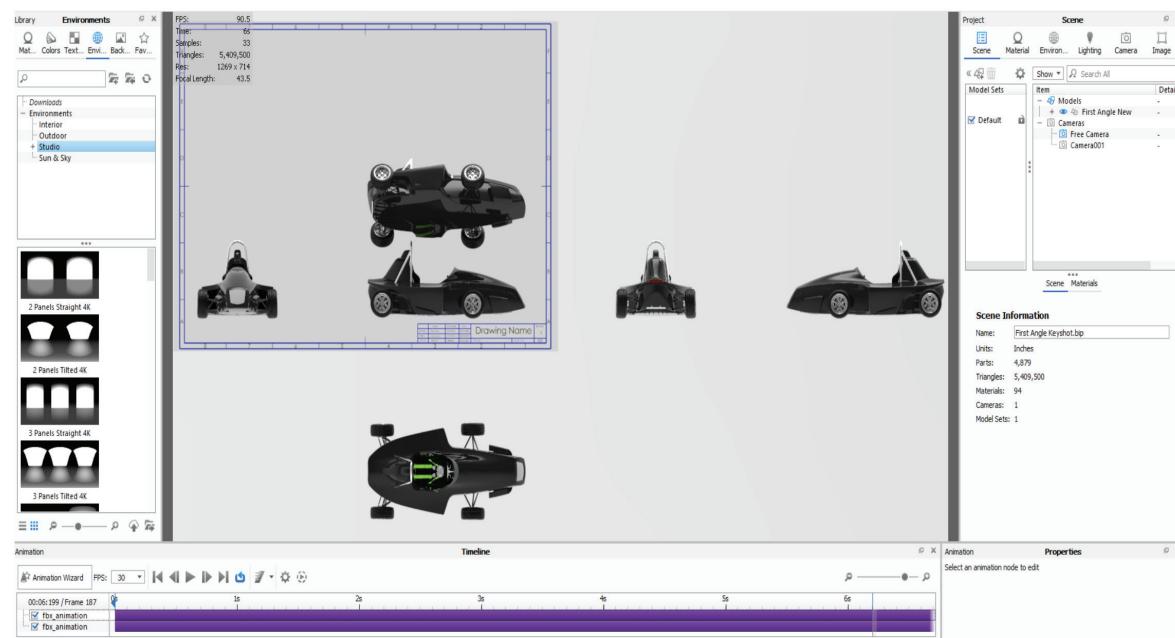


Figure 4.16. CAD modelling and rendering from an animation

The animation was then exported to Keyshot software for adding appropriate materials to animation before rendering as shown in Figure 4.16. Several software packages were used to achieve the required output including the Adobe suite (Photoshop, Illustrator, and InDesign) to create the storyboards and graphics. For 3D content generation, SolidWorks was used to model the car and then it was imported into 3D Studio Max to start the animation process. The model was converted to polygonal data (low for AR/VR and high for animation). Appropriate textures were then applied to the model, and various animation methods were utilised to create the content, including camera and object movement (Huerta et al., 2019).

4.3. Preparing a WEB Site for Online Education

The website <http://vrindesign.org/> has been designed and put in service to access freely to virtual and augmented reality applications, animations, and other supporting materials produced within the scope of the project. From this site(see Figure 4.17) one can access;

- Training contents.
- Learning and teaching methods for students and educators.
- Virtual or Augmented reality application links.
- Animations and other supporting materials produced within t he scope of the project.

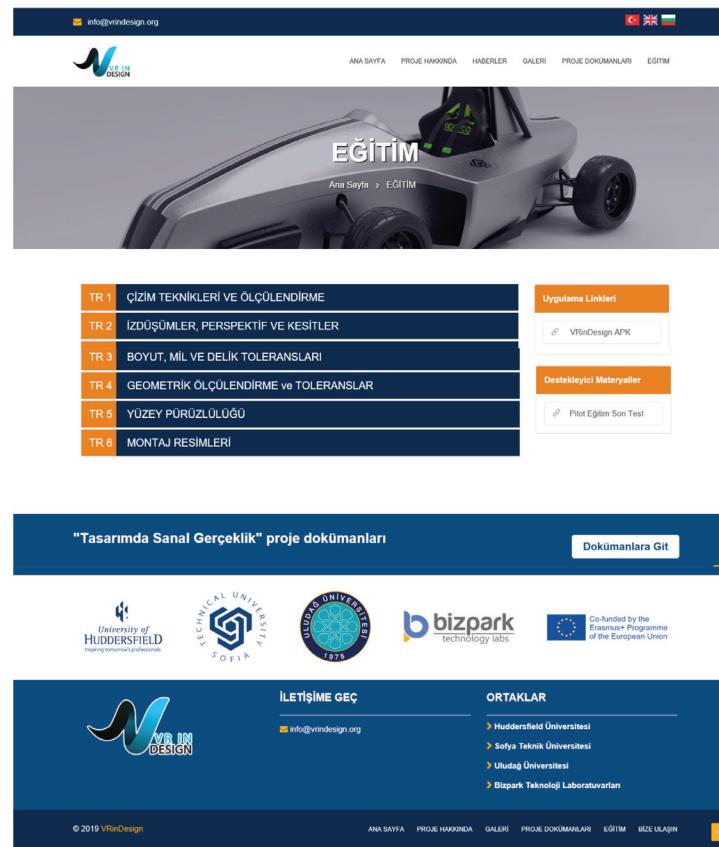


Figure 4.17. A screenshot from courses menu of the project WEB site

Section 5

5. Pilot Training & Performance Analysis

Within the scope of this project, an application was developed to be used in vocational and technical training mainly by using augmented reality technology. In this application, the rules of reading technical drawing and tolerance are explained effectively. Within the scope of the studies, new content and materials were developed in order to provide Technical Drawing trainings in Virtual and Augmented reality environment. Developed materials are published as open source on a digital platform. In this way, a third dimension can be added to the two dimensional objects with augmented reality; the details on the parts can be understood in a shorter time by the student and misunderstandings can be minimized, so technical drawing that is usually taught with limited time and tools in a traditional course environment can be understood easily.

Martin et al. (2015) investigated the relationship between education and perception by using conceptual knowledge with AR-supported laboratory practices. They found that students feel comfortable when interacting in ARenvironment and think that learning the content, performance training, design of facilities and machines are appropriate, easy and convenient for their purpose. Similarly, they also mentioned to use AR applications to improve the spatial capabilities of engineering students. Martin et al. (2010) developed 3D virtual models to help Engineering students fulfil their visualization tasks in order to encourage the development of their spatial abilities during the course and they stated that this made positive contributions to the students.

Studies to investigate effects of teaching materials or curricula on competence and learning performance showed that one-group experimental or control group experimental methods with pre-test and post-test design are commonly used. For example, Akçayır et al. (2016) investigated the effects of AR applications on university students' laboratory skills and attitudes towards laboratories. The quasi-experimental pre-test/post-test control group design was employed. The results showed that AR technology significantly develop university students' laboratory skills. Çepni et al. (2006), on the other hand, investigated the effects of Computer Assisted Instruction Material on students' cognitive development, misconceptions and attitudes. An experimental research design with pre- and post-test was applied by administrating an achievement test, a concept test and a science attitude scale. After the use of Computer Assisted Instruction Material, a 10% increase was observed in the general achievement test in favour of the experimental group.

5.1. Material and Method

In order to evaluate the effects of VR/AR that were developed for Technical Drawing training a pilot study including training and assessment and evaluation was carried out within the scope of the project called “Virtual and Augmented Reality in Design for Manufacture” which is supported by EU ERASMUS+ Vocational Training Strategic Partnership Projects program.

Pilot Training

The pilot study was conducted with the use of AR applications in the Technical Drawing courses given at the university. At this stage, AR app was employed to vocational education students selected as sample of the study. The experimental group of the research consists of 30 students studying at Automotive Vocational School. The duration of the pilot training was one month and a total of 12 lessons. In this process, learning and teaching methods determined within the scope of the project were employed in pilot training instead of traditional training which is teacher-centred and supported by two-dimensional presentations. The topics under the six identified subjects were taught with help of AG and at the same time, students were asked to download the application to their mobile phones and use it individually.

Since the application works only on mobile devices with Android version 7.0 OS and above, the application was reflected on a screen by matching a mobile phone screen with a projector for the students who cannot find this opportunity. This approach enriched the learning environment by adding visualizations such as animations and interaction in 3D with AR, instead of just the two-stage traditional teaching, consisting of presentation and teacher lecturing. Again, the same content was taught with 20 students considered as control group who were also studying in the same program by the same instructor and same amount of time without using AR materials.

Assessment and Evaluation

A comparison analysis was conducted between the groups of students using and not using AR application in order to evaluate the success of the application and its contribution to the individuals' competencies. For this purpose, firstly the scale that was developed to assess performances administrated and the data were analysed with statistical software.

In order to evaluate training developed within the scope of the study, experimental design with control group that held the traditional training with similar content was devised. In this method, a traditional exam and a questionnaire consisting of 20 questions were administered as pre-test to both groups via Google Forms. A total of six students from the treatment group with different levels based on their responses to the pre-test were interviewed by asking ten questions in third week of the training. Following the last class, the pre-test and the questionnaire were re-administered as post-test. The data were analysed by scoring them, item-based evaluation of the questionnaire and performing content analysis.

5.2. Results

The results of the comparison between control and treatment groups' answers to pre- and post- exams are given in Figure 5.1. In the pre-tests of the one-page exam questioning the basic Technical Drawing knowledge of the participants with shapes and tolerances given on the A4-size Technical Drawing paper and the scores demonstrated that both groups were at the same level. However, the treatment group increased their success 480% and control group 360% in the post-test. These results indicate that the treatment group gained almost 30% more than the control group after training.

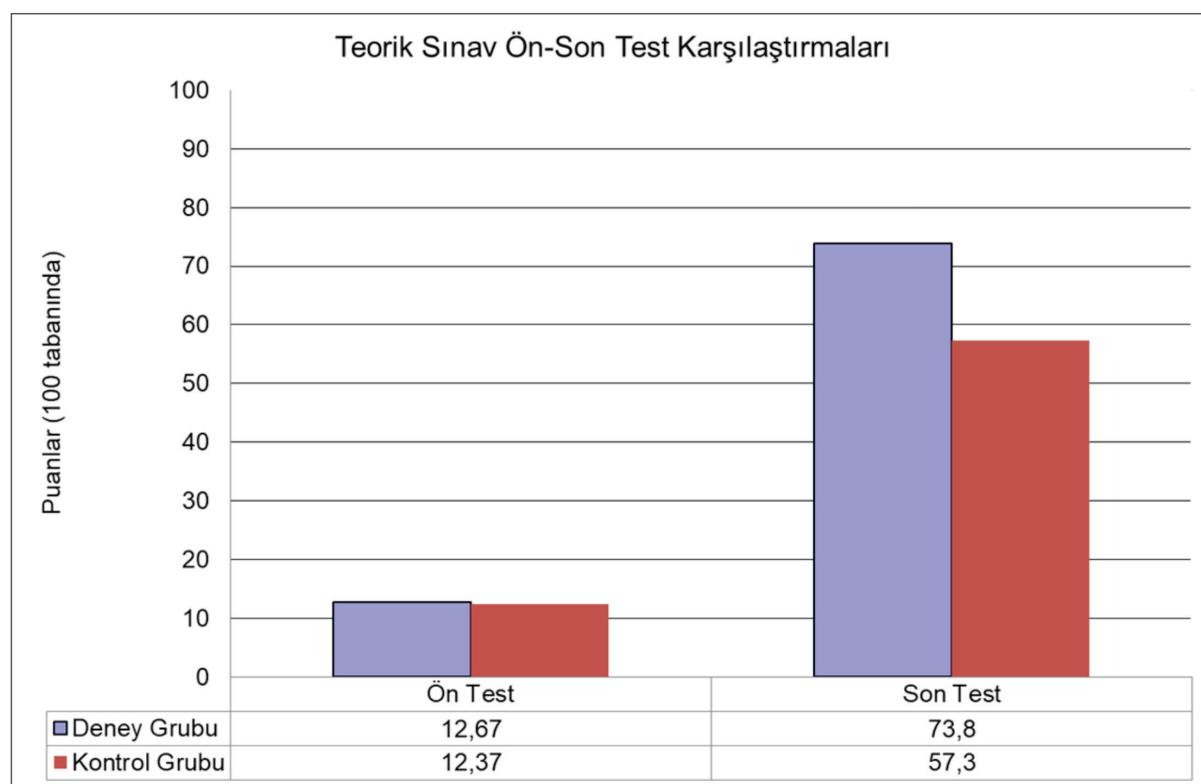


Figure 5.1. Comparison of pre- and post-test scores of the achievement exam

Statistical Analysis

A total of 50 participants in treatment ($N=30$) and control ($N=20$) group took the Likert type questionnaire consisted 20 five-point items that address perception of technical concepts (8 items), skills (7 items), and behaviors-motivation (5 items) about contribution of the training. The questionnaire used for the analysis was based on a Likert scale ranging from 1 (negative) to 5 (positive).

Independent samples t-test (95% confidence interval) was run to compare the experiment and control group participants' performances with the SPSS.23 software. The general results of the Experiment group t-test as -8.079 (p value of .000). The general results of the Control group t-test as -3.437 (p value of .001). These results are important for evaluating other details of the assessment.

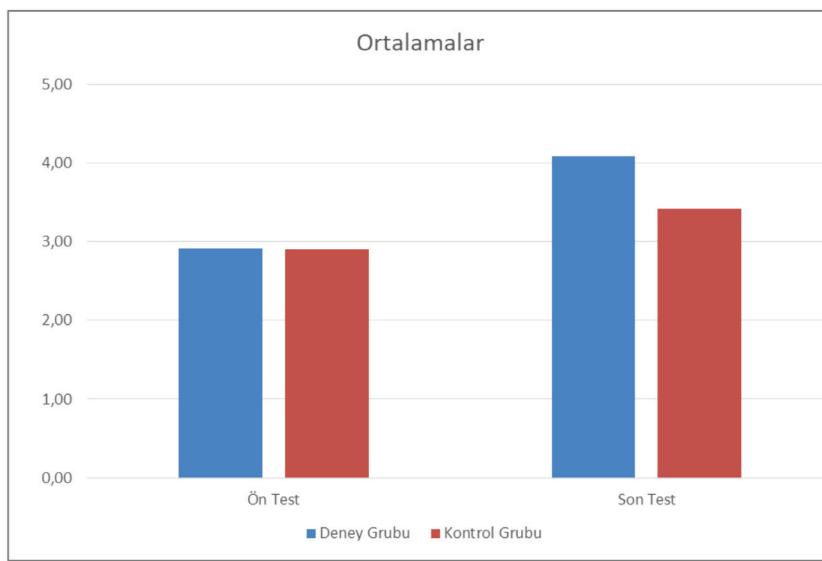


Figure 5.2. Results of the Performans Test

The performance results from 20 five-point Likert items sorted into three main factors are given in Figure 5.2. The pre-test mean score of the treatment group is 2.92 and control group is 2.91 out of 5. These very close pre-test scores mean that both groups had similar background before the treatment. The post-test mean score of the treatment group is 4.08 and the control group is 3.41 out of 5. The increase between pre-test and post-test is 39.7% in the treatment group and 17.2% in the control group. These results indicate 19.6% higher performance in the experimental group compared to the control group. These scores are very important to show the effects of AR application on the participants' gains in knowledge, skills and behaviours regarding the Technical Drawing course.

Content Analysis

The data, collected by interviews, were subjected to the content analysis. Based on analysis, how employing AR in TD course affects student motivation, improvements in students' skills, success of the application, preferences about using methods of the application in teaching were interpreted. According to analysis:

Motivation: The students who participated in the interview did not use VR/AR application before. VR/AR with their 3-dimensional nature makes it easier for the students to focus and understand as well as it increases the students' learning motivation.

Achievement and Capability: The application has increased the students' technical drawing achievement due to their ability to move from 2-D drawing to 3-D environment and increase the visual animation ability. The application was found successful by students.

A need: A Technical Drawing book, supported by the AR application to meet the need for Technical Drawing knowledge that is also increased by the spread of CAD-CAM software, is seen as a need by the students. For Technical Drawing training to meet the increasing knowledge needs, more visual illustrations should be integrated into tolerance, surface roughness, cross-sectioning topics that are perceived the most troubled subjects among the students.

Preference: It is found that the participants prefer mobile devices (phones and tablets) due to their accessibility and practicability. However, a few students stated that VR glasses can also be used actively. In general, students stated that the application should be used to support the lessons rather than using them individually because it is easier to understand, and it increases learning this way.

5.3. Conclusions and Recommendations

In this study, an original augmented reality application that is free and accessible to everyone instead of expensive experimental apparatus or educational materials used for better understanding of the subjects in vocational education is evaluated in every aspect. The developed AR application is expected to meet the individual learning needs at all levels, from vocational high school to engineering education about reading technical drawing knowledge and skills whose absence to be felt in the machinery manufacturing sectors. The findings from the performance data and the contributions to the individuals' conceptual as well as cognitive learning levels show that the developed application has significant contribution to their learning performances.

The needs and expectations of such applications are clear in the results of the content analysis. Expectations for developing an interactive Technical Drawing book integrated with mobile devices and developing applications especially for mobile devices would be more useful are the other important outputs revealed from the content analysis (Emreli et al, 2019).

Section 6

Conclusion

All work packages envisaged within the scope of the project started as of 01.10.2017 and have been successfully completed as of 01.10.2019. The four intellectual outputs envisaged in the project and detailed in this report were completed and the products were made publicly available. Again, four international meetings planned within the scope of the project were held and their results were recorded. The website, which was one of the activities to be carried out within the first six months of the project, was published in three languages under the domain name <http://www.vrindesign.org/> with an infrastructure that the educational materials developed can be downloaded free of charge. Material developed during the project and numerous international academic publications, reports, the user manual, developed curricula, and the guidebook were published on the website within the scope of dissemination activities. In addition to the dissemination activities carried out on the website, news was also made in media.

In this process, all partners have achieved significant gains and a very dynamic international collaboration has been exhibited especially in the preparation of the academic background of the outputs and the product development phases. The project outcomes are expected to provide benefits to the students who take technical drawing courses from the first year of vocational high school to the last year of engineering faculty as well as the individuals who needs it in the sector all over the world.

VR/AR *in Design*

ЕС Еразъм +
**СТРАТЕГИЧЕСКО ПАРТНЬОРСТВО
ДОКЛАД ЗА ПРОЕКТА**
(Резултати 1-2-3-4)

**ВИРТУАЛНА И РАЗШИРЕНА РЕАЛНОСТ
В ПРОЕКТИРАНЕТО С ОТЧИТАНЕ НА
ПРОИЗВОДСТВЕНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ (VR&PP)**
(Проект №: 2017-1-TR01-KA202-45941)



Редактиран от
Абдил Кус, Ридван Арслан и Ерту Унвер

Бурса, Хъдърсфийлд, 2019

University of
HUDDERSFIELD
Inspiring global professionals



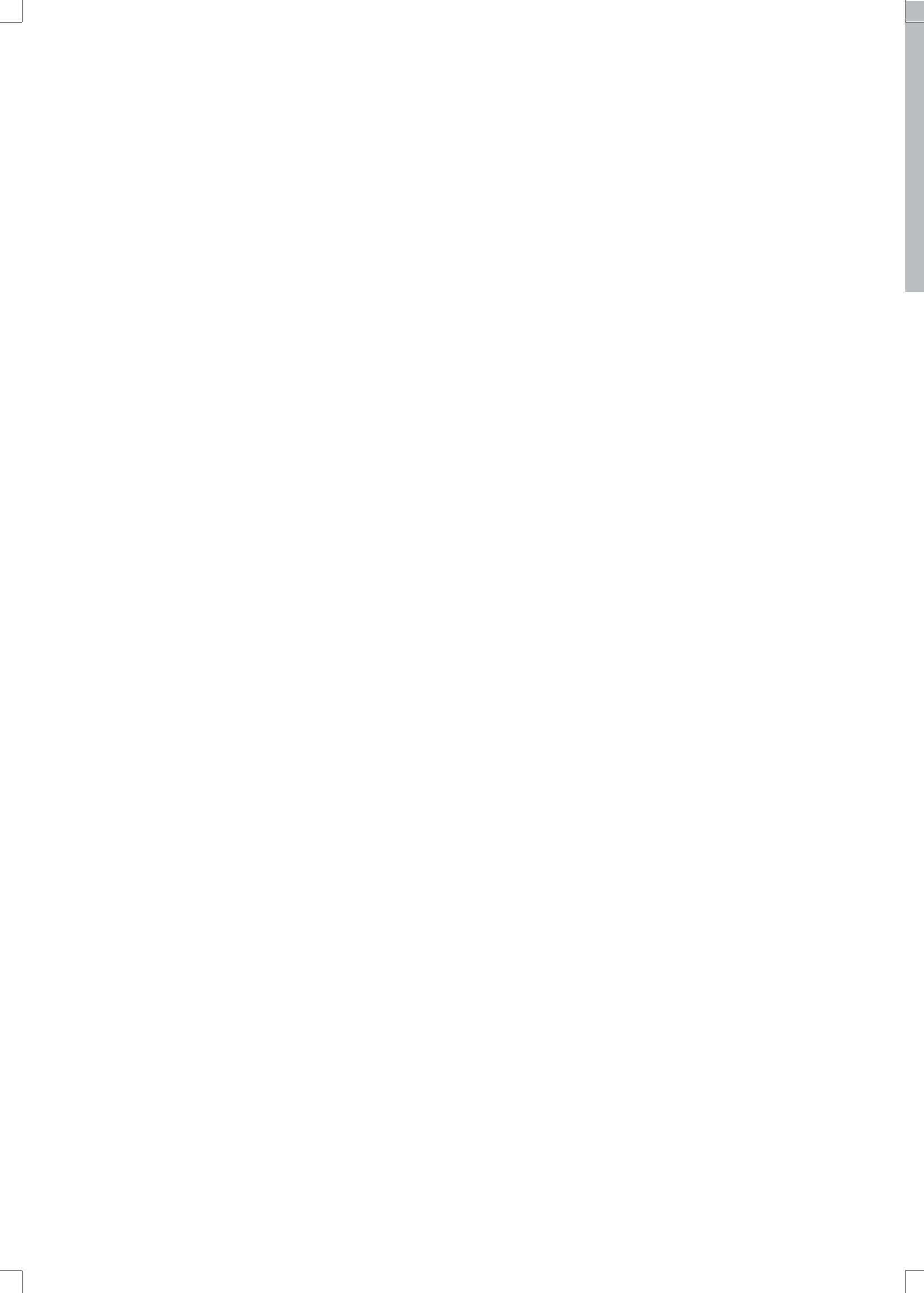
bizpark
technology labs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Funded by the Erasmus+ Program of the European Union.
However, European Commission and Turkish National Agency cannot be held
responsible for any use which may be made of the information contained therein.

vrindesign.org





Съдържание

РЕЗЮМЕ	98-99
1. УВОД	100-102
1.1 Увод	100
1.2 Литературен обзор	101
2. АНАЛИЗ НА НУЖДИТЕ	103-113
2.1 Метод за анализ на нуждите	103
2.2 Анализ на заинтересованите страни	103
2.3 Анализ на нуждите	104
2.4 Статистически анализ	105
2.5 Резултати	113
3. РАЗРАБОТВАНЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА	114-122
3.1 Начална точка	114
3.2 методология	115
3.3 Разработване на програми	116
3.4 Разработени модули, съдържание на курса и резултати от обучението	116
4. РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРИЛОЖЕНИЯТА ВР / РР	123-133
4.1 Разработване на РР приложения	123
4.2 Разработване на анимацията	131
4.3 Подготовка на WEB страница за онлайн обучение	133
5. ПИЛОТНО ОБУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ	134-138
5.1 Материали и методи	135
5.2 Резултати	136
5.3 Заключение и предложения	138
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139
7. ЛИТЕРАТУРА	140

Резюме

Проектът Virtual and Augmented Reality (V&AR) in Design for Manufacture е подкрепен в рамките на ЕС Еразъм+ Професионално Обучение и Стратегическо Партньорство. В него се разработват приложения с виртуална и разширена реалност с цел подпомагане на преподаването и правилното разбиране на стандартите за техническо чертане в сектора на машиностроенето. В секторите, използващи напреднали технологии, процентът на продуктите за скрап в резултат на грешки от страна на служителите може да достигне нива, които представляват заплаха за компаниите. За да се сведат до минимум проблемите, генериирани от работещите в сектора, учебните институции и предприятията трябва да разработят сериозни програми за обучение. Значително влияние върху процента на скрап в сектора оказва липсата на технически компетенции и конкретно способността да се разчитат технически чертежи на напреднало ниво. Този недостатък произтича от факта, че образованието в професионалните гимназии и университетите не е подкрепено с практически приложения и от това, че стандартите се актуализират много бързо.

За задоволяване на нуждата от осъвременяване на обучението в областа на техническото чертане са стартирани проекти, които включват иновативно съдържание и методи. В този контекст, със съдействието на университетски преподаватели и софтуерни експерти от три страни, са разработени приложенията за виртуална и разширена реалност (VR/PP), които се предлагат като достъпен източник за всички, които се нуждаят от тях в областта на техническото чертане по време на професионалното си образование. В рамките на двугодишния проект се цели прехвърлянето във VR/PP среда на по-голямата част от проблемите, които се усещат най-вече в обучението по техническо чертане и стандартите, използвани в машиностроенето и производствения сектор, а с помощта на мобилни приложения да се повиши тяхната ефективност триизмерна среда.

В този контекст процесът на разработване на VR/PP приложения включва: анализ на нуждите, определяне на нуждите според резултатите от анализа, разработване на приложения според съдържанието на идентифицираните нужди и измерване на резултатите от приносът на обучение от пилотните етапи на изпълнение. На първо място и поради това, че не са необходими очила и подобни материали в рамките на проекта, е разработено по-предпочитаното приложение PP чрез използване на приблизително 30 анимации в 18 отделни сцени и под шест единични заглавия. Също така в подкрепа на VR и PP приложенията са разработени 12 анимационни видеоклипа и са качени на уеб сайта на проекта. С помоща на специален "cardboard" с цел внедряването на приложението VR и в мобилните телефони бе използвана специална сцена и меню с шест подзаглавни теми. Разработените линкове към приложението, а също така и помощните материали и анимации са достъпни безплатно в уеб сайта на „vrindesign.org“.

С цел определяне приноса на приложенията към обучението, в пилотните обучения е използван експериментален метод на изследване с контролна група. Към понятията за концептуално разбиране на развитите за целта теми по техническо чертане, подкрепени от ВР/РР, бе прибавен и тест за когнитивни постижения. В резултат на първите академични измервания бе установено, че преподаването с помощта на ВР/РР повишава учебните постижения на обучаващите се с около 20%.

Подготвяйки академичната инфраструктура на В/РР приложенията и демонстрирайки динамично международно сътрудничество във фазите на разработване на продукта, се очаква с резултатите от проекта да се осигурят значителни ползи за студентите, които получават техническо образование по техническо чертане на всички нива от първата година на професионалната гимназия до последната година на следването си в университета, а също така и на хората, нуждаещи се от това в своят бизнес.

Партньори по Проекта и Екип на Проекта

Проектът бе разработен под координация на Университета Улудаг в Бурса и партньорство Университета Хадърсфийлд в Англия, Технически Университет – София, България и работещото към ULUTEK Технопарк Дружество Bizpark Bilişim San. ve Tic. Ltd. Sti. В този процес взеха участие преподаватели, специализанти и докторанти, софтуерни специалисти. Участниците, участвали в определените етапи на проекта са дадени по-долу в ред според техните институции

Бурса Университет Улудаг

Проф.Др. Абдил Куш
Проф.Др. Ридван Арслан
Проф.Др. Юджел Текин
Преподавател Мехмет Шен
Проф.Др.Джемал Чакър
Проф.Др. Яхя Ъшък

Bizpark Ltd. Sti. /Бизпарк Лтд.Шти./

Емре Балджъ
Мехпаре Гизем Кютмен
Джанер Даргут
Др.Исмаил Дургун

Университет Хадърсфийлд

Dr. Ertu Unver
Dr. Omer Huerta
Muhammad Dawood
James Allen
Brian Jagger
Prof. Mike Kagioglou
Prof. Patricia Tzortzopoulos

Технически Университет – София

Проф. д-р. Любомир Димитров
Доц. д-р Панчо Томов
Гл. ас. д-р Владислав Иванов
Гл. ас. д-р Димо Чортов
Инж. Ангел Бъчваров
Маг. иконом. Красимира Попова

Раздел 1

1. Увод

1.1. Увод

В секторите за напреднали технологии процентът на продуктите за скрап в резултат от грешки на служителите понякога може да достигне нива, които могат да представляват заплаха за конкурентоспособността на компаниите. Тези грешки може да са свързани със знанията, опита и моментния психосоциален статус на работещия. За да се сведат до минимум проблемите, свързани с работещите в секторите, учебните заведения и предприятията, трябва да се разработят сериозни програми за обучение за справяне с този трипосочен проблем. Значително влияние върху процента на скрап в сектора е считаното за момента за недостатъчно обучение и особено способността да се разчитат технически чертежи на напреднало ниво. (Арслан & Узаслан, 2017). Този недостатък произтича от факта, че образованието в професионалните гимназии и университетите не е подкрепено с практически приложения и от това, че стандартите се актуализират много бързо.

В това проучване са разработени и усъвършенствани стандарти и принципи, използвани при изготвянето на производствени и монтажни чертежи. След направения анализ за определяне на най-големият недостиг в сектора на машиностроенето, а именно изготвянето на производствените и монтажните чертежи и след идентифицирането на тези с висока степен на грешка, се определят нуждите според резултатите от анализа, разработват се приложения според съдържанието на идентифицираните нужди и с прехвърлянето на съдържанието им във виртуална среда се измерват резултатите от приносът на обучение на пилотните етапи на изпълнение. Изследването е проведено на четири етапа, както следва:

- 1- Анализ на нуждите: Определяне на приоритетните теми със заинтересованите страни, които са необходими за проучване и статистически анализ;
- 2- Разработване на учебно съдържание: Разработване на програма за обучение в съответствие с идентифицираните нужди;
- 3- Разработване на материали: Разработване на ВР/РР приложения по приоритетни теми в съответствие с определената програма за обучение;
- 4- Пилотно приложение: Оценка на резултатите от пилотния проект на разработените приложения.

Програмата за професионално обучение на ЕС Еразъм + Професионално обучение и стратегическо партньорство бе осъществена под координацията на Университета Бурса Улудаг и с участието на Университета Хъдърсфийлд в Англия, Технически Университет – София, България и софтуерната компания Bizpark AŞ в ULUTEK Teknopark. Проектът имаше за цел да идентифицира най-чувствителните проблеми в обучението по техническо чертане и да разработи приложения за разширена и виртуална реалност по тези предмети. В рамките на проекта бяха получени резултати, които са обобщени в рамките на следните четири основни групи: анализ на потребностите, разработване на съдържанието и материалите, пилотно изпълнение и резултати от измерване и оценка. Както ще бъде подробно описано в доклада, при проучванията за измервания и оценки, свързани с използването на ВР/РР продукти, разработени в рамките на проекта, бе установено, че уменията на студентите за възпроизвеждане на техническите чертежи в 3D среда се е повишила значително. Също така в оценявящите проучвания бе установено, че студентите разбират, възприемат и приемат съвременната ВР/РР технология и тази технология увеличава интереса им към курса.

1.2. Литературен обзор

В своето проучване Балак и Къса (2017) изследват използването на технологията за разширена реалност на смартфоните в обучението по техническо чертане и подчертават, че курсът по техническо чертане е много критичен за студентите по инженерство. Заязват, че през първата година на инженерното образование техните студенти са имали големи затруднения в проектирането и чертането, произтичащи от затрудненията им при изобразяването на двуизмерни (2D) обекти като триизмерни (3D) такива. Учащите, за обучението на които са използвани традиционни методи на преподаване по техническо чертане, са имали проблеми с триизмерната визуализация на двуизмерни чертежи, което е довело до загуба на мотивация за учене. В това проучване се обсъждат ефектите на технологията за Разширена Реалност, която може да се използва чрез приложения за смартфони и таблети като образователен инструмент върху обучението и се изследват данните, получени в резултат на използването на технологията Разширена Реалност в курса по техническо чертане. Ичен и Бал (2017) разглеждат последните разработки и приложения в областта на технологията Разширена Реалност (PP), която е много популярна днес. В тяхното общо проучване са разгледани национални и международни академични проучвания и приложения на частния сектор за PP технологията и примерните медиийни приложения, направени с тази технология. Също така са оценени и подробните за проучванията, специфики (силни и слаби страни), области на приложение и цели на използване.

Ибили и Шахин (2015) използват триизмерни чертежи, като включват и PP технологии в учебника по математика за 6 клас, частта геометрия, и разработват софтуер за триизмерен учебник по геометрия. За гореспоменатия софтуер ARGE 3D, разработен с помощта на платформата Visual Studio 2012 и платформата за разработка на софтуер Microsoft Silverlight, са използвани Silverlight и гъвкава библиотека с разширена реалност за телефон с операционна система Windows. Разработеният софтуер е използван като учебен материал по математика в училищата на Министерството на Образованието, а бъдещите разработчици на образователения софтуер, които биха искали да работят в тази област, са информирани за потенциалите на приложението, ограниченията и решенията на PP софтуера. Освен това са сравнени употребата и неупотребата на PP маркери върху учебника и се наблюдава тяхното въздействие върху обучението в клас. В резултат е установено, че софтуерът за учебници по геометрия ARGE 3D улеснява изучаването на сложните теми на предмета геометрия като привлича вниманието и заинтересоваността на учениците към урока, но при използването му в компютърните лаборатории, поради настройката на камерите се получават отражения, които намаляват ефективността на продукта. Освен това е видно, че външната употреба на система за маркиране ARGE 3D увеличава лекотата на използване и взаимодействието между потребителя и компютъра.

Webel и др.(2013) отбележват, че е трудно за техниците да получат обучение за ефективно прилагане на новите си умения, тъй като работата по поддръжката и монтажа може да бъде много сложна. Подобно обучение може да бъде подсилено от технологията за Разширена Реалност, която е мощна индустриска технология за обучение, свързваща инструкциите и това как да се изпълняват сервизните задачи директно с машинните части, които изискват механична обработка. Поради нарастващото и сложността на дейностите за поддръжка, не е достатъчно само обучение за изпълнение на задачите от страна на техниците по техническа поддръжка. Вместо това, техниците трябва да бъдат обучени на основните умения, необходими за ефективна поръчка и нова поддръжка. Тези факти показват необходимостта от ефективни системи за обучение на умения за поддръжка и монтаж, които ускоряват придобиването на нови процедури за техническо обслужване. Освен това тези системи следва

да подобрят приспособяването на процеса на обучение към новите сценарии за обучение и да гарантират повторното използване на съществуващите учебни материали. В този контекст е разработена нова концепция и платформа за обучение за поддържане и сглобяване на базата на мултимодел на Разширена Реалност, включително обучение за подумения и оценка на системата за обучение. Поради факта, че процедурните умения се считат за най-важните умения за поддръжка и инсталациране, фокусът пада върху тези умения и подходящите методи за подобряването им.

Поради сложността на увеличаващите се задачи за поддръжка, която влияе върху изпълнение на задачите от страна на техниците Nee и др. () се ангажират с изследване и разработване на приложения за разширена реалност (PP) в проектирането и производството. Изследванията се състоят от седем основни раздела. Първият раздел представя предисторията на производството на симулационни приложения и първите PP разработки. Във вторият раздел се описват съществуващите хардуерни и софтуерни материали, свързани с PP. В трети раздел се споменава за различни дизайнерски и производствени дейности, като съвместно проектиране на PP, маршрутизиране на роботи, оформление на инсталация, поддръжка, симулация на CNC машини и монтаж с помощта на PP материали и техники. Раздел четвърти обобщава технологичните сложности на PP. Раздел 5 разглежда някои индустриални приложения. Раздел 6 разглежда човешките фактори и взаимодействията в PP системите. Раздел 7 разглежда някои от бъдещите тенденции и развития пред заключителната част. Тази статия, представя някои от приложенията на PP в производствения сектор, въпреки че много от тях все още са в лабораторна фаза. Тя подчертава важността на проектирането и предоставянето на интуитивни и ефективни човешки интерфейси и разработването на подходящо съдържание, което да направи PP мощн инструмент в областта на производствения инженеринг.

Ong и др. (2008) заявяват, че разширена реалност (PP) е ново взаимодействие на човек-машина, което обхваща информацията, генерирана от виртуалния компютър в реална среда. През последното десетилетие бяха демонстрирани добри потенциални практики в много области като военно обучение, хирургия, развлечения, поддръжка, монтаж, проектиране на продукти и други производствени операции. Това проучване предоставя цялостен анализ на усъвършенствани и доказани PP приложения в производствената дейност. Целта му е да предостави полезна представа за най-новите технологии и разработки за изследователи, студенти и инженери, които използват или планират да използват PP като инструмент в производствените изследвания.

Kaufmann и Dünser (2007) изследват и оценяват използваемостта на приложението за разширена реалност при използване от страна на преподавателя. За обучението направено през 2000, 2003 и 2005 г. преподавателят обобщава три оценки за периода. Те представляват и обсъждат резултатите от използваемостта на симулатора, предоставящ насоки за това как да проектирате приложения с разширена реалност с помощта на монтирани на главата дисплеи.

Раздел 2

2. Анализ На Нуждите

2.1. Метод за анализ на нуждите

Начинът, по който ще се реализира работният пакет за анализ на нуждите на проекта се определя, както следва:

- Предварителна работа (анализ на заинтересованите страни) на партньорите по проекта върху вътрешните и външните заинтересовани страни, участващи в проекта;
- Определяне на целта, обхвата и метода на анализа на нуждите, заедно с партньорите, участващи в проекта;
- Оценка на нуждите, извършена от страна на партньорските страни с участието на всички заинтересовани страни;
- След приключване на проучването за анализ на потребностите се провежда среща за оценка на резултатите с партньорите, участващи в проекта, а резултатите от анализа на нуждите се предоставят на институцията, отговаряща за работната програма

В рамките на проекта са обяснени резултатите от проучването на тази среща, проведена с участието на всички поканени партньори и заинтересовани страни от университета Улудаг. Резултатите от тази среща са обсъдени, а примерите както за представянето, така и за доклада за анализ на нуждите са споделени на уебсайта на проекта.

2.2. Анализ на заинтересованите страни

За да се определят правилно очакванията на съдържанието и подбора на продуктите, които ще бъдат разработени в рамките на проекта и за да се осигури масово участие, анализът на заинтересованите страни беше проведен с цел да се вземат предвид мненията на всички страни, които имат връзка с „Техническото чертане“, което е един от основните елементи на проектирането. В първия етап на анализа, с цел определяне на заинтересованите страни се разглеждаха въпросите:

- Кои са обучаващите дейности по техническо чертане и кои са практикуващите ги в тази област?
- Кой ръководи тези дейности и услуги?
- Кои са възползвашите се от обученията, предлагани от институциите?
- Кои се влияят от образователните дейности и услуги, предоставяни от институциите, и кои влияят върху тях?

По време на определянето на заинтересованите страни бяха последвани три различни метода, формиращи общия знаменател на групите. Събраните под общ знаменател бяха определени като заинтересовани страни. Първият метод е национален и международен обзор на литературата, вторият метод е интервюта с представители от сектора и неправителствени организации (НПО), а третата фаза е мини семинар от комисията за развитие на програмата, проведен съвместно с членове на университета, преподаватели и обучатели в сектора.

Резултатите от тези проучвания, дадени в таблица 1, ще бъдат приложени в анализа на потребностите от обучение по техническо чертане. Заинтересованите страни се класифицират според функциите си като обслужвани / клиенти, основни партньори и доставчици на услуги под общи позиции, а според статута на заинтересованите страни, заинтересованите страни са класифицирани като вътрешен участник, външен участник и клиент. Заинтересованите страни, идентифицирани в този предварителен анализ на заинтересованите страни, ще бъдат тези, на които ще съдействано при измерване на увеличаването на компетенциите на лицата, т.е. в анализа на резултатите, на материала, който ще бъде разработен в рамките на проекта. Най-важната група сред заинтересованите страни несъмнено е основната група за обслужване, т.е. студентите. След това втората най-голяма група заинтересовани страни се състои от групата на преподавателите, предоставящи услуги, което се очаква и съответства на литературата на (Ashford 2017; Crawley et al 2007; Besterfield et al 2014).

Таблица 2.1. Заинтересовани страни и разпределение по приоритети

Заинтересовани страни	Взаимовръзка	Причина за заинтересованост	Приоритет
Обучаващи се	Клиент	Получаващ обучение	1.
Преподаватели	Вътрешен участник	Доставящ обучение	2.
Учители	Вътрешен участник	Доставящ обучение	3.
Университети	Външен участник	Разработват и доставят обучение	4.
Професионални гимназии	Външен участник	Разработват и доставят обучение	5.
Служители от сектора	Външен участник	Стратегически партньор	6.
Работещи в сектора	Външен участник	Получаващ обучение	7.
Обществени представители	Външен участник	Основен партньор	8.
Неправителствени организации	Външен участник	Получаващ обучение и Стратегически партньор	9.

2.3. Анализ на нуждите

Нуждата е определена с вземане предвид на разликата между настоящата ситуация и ситуацията, която се изисква или трябва да бъде. По принцип разликата се състои в това: „Какво е в момента“ и „Какво трябва да бъде?“ Това е процес, който е следван, за да се разкрие разликата между настоящата ситуация и желаната ситуация за проучванията, които трябва да се проведат за обучителната програма и материалното развитие. Този процес осигурява рационален подход за определяне на приоритети и използване на съществуващите ресурси.

Процесът на анализ на нуждите

Процесът на анализ на потребностите на обучението по техническо чертане, който беше последван, за да се разкрие разликата между съществуващата ситуация и ситуацията, която трябва да бъде постигната, се състои от четири етапа.

1. Подготовка: Завършване на необходимите подготовки за оценка на нуждите. Подготовка на скала (въпросници) за оценка на нуждите и подготовка на програма за кандидатстване и проучване (Google проучване) за групите, към които ще бъдат приложени.

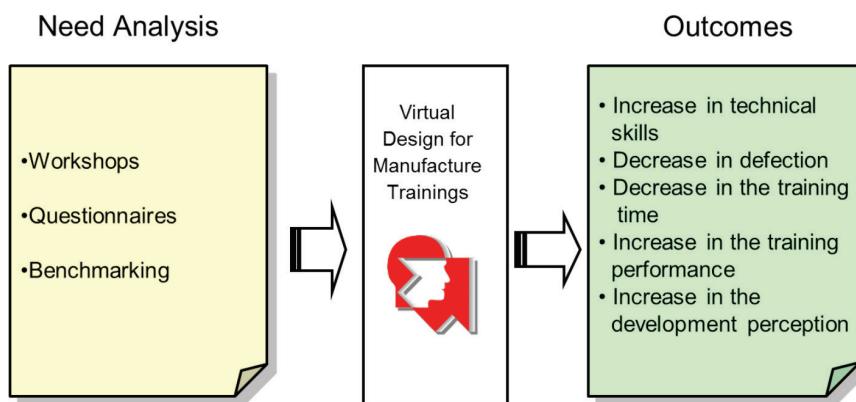
2. Събиране на информация: Анализ на нуждите. Събиране на информация от заинтересованите страни чрез въпросници.

3. Анализ на информацията: Класификация на информацията, предоставена от гореспоменатите източници и информация от други необходими области и определяне

на областите, от които се нуждае в зависимост от характеристиките на информацията. Информацията за анализ на нуждите, получена в рамките на проекта, беше оценена с помоща на Подход към Различията. Този подход; разкрива разликата между наблюдаваните и очакваните нива на успех. С помоща на този подход се открива разликата между очакваното ниво на умения и действителните/съществуващите умения. Тази разлика показва характеристиките на програмата и свойствата, които трябва да се придобият от физическите лица.

4. Отчет на информация: Приготвяне на доклад с подробна информация за всяка от идентифицираните нужди поотделно. Обхватът на нуждите, идентифицирани в настоящия доклад ще бъде разгледан заедно с причините си и с етап на предлагане на решения.

Анализ на нуждите и основните резултати са показани на фигура 2.1.



Фиг. 2.1.
Анализ на нуждите и основните резултати

За анализа на нуждите беше събрала информация от лица, избрани от заинтересованите страни и с анализирането и оценката на тази информация и материалите се идентифицираха области, в които е необходимо разработването на съдържанието им. За да се събере информация, въпросникът за анализ на нуждите бе използван за оценка на методите и технологиите за обучение. С анализа на резултатите от проучването бяха определени необходимите проучвания за разработване на материали. Информация за използваният за тази цел въпросник и обясненията за това как този въпросник се прилага и оценява са дадени в подзаглавието „отчети и оценка“.

2.4. Статистически анализ

В анализа на потребностите има 25 въпроса плюс 5 въпроса от отворен тип, които са дадени в таблица 2 и са оценени по 5-точковата скала на Ликерт. Първите 5 от тези въпроси са свързани с възприемането на техническите чертежи от страна на участниците, другите 20 въпроса са свързани с нивата на знания и умения на участниците и последните 5 въпроса са съставени с цел да измерят очакванията на групите относно обучението по техническо чертане. По време на анализа бе възможно да се констатира връзката между образователните нива, знанията и уменията на участниците, квалификацията на образователните им нива, а също така и разликата между институции и държави и т.н. В това проучване се противопоставиха разликите между настоящата ситуация и тази, която трябва да бъде, като се анализира разликата между двете. Въпросникът, пригответ по 5-точкова скала на Ликерт, беше насочен към всички страни, определени посредством анализ от заинтересованите страни чрез приложението за проучване на Google. Степенуване на отговорите по скалата на Ликерт: (5) напълно съгласен, (4) съгласен, (3) без коментар, (2) не съм съгласен и (1) категорично не съм съгласен. Въпросите за анализ, поставени на участниците чрез Google Survey са:(Strongly agree).

Мисля, че Вие като получил образование по техническо чертане:

1. Имате технически познания по чертане и умения, изисквани от вашата професия.
2. Можете да използвате общ език за комуникация в областта на техническото чертане и познавате стандарти като BS, ASME, ISO, DIN.
3. Имате практически умения, подкрепящи теоретичните Ви познания по техническо чертане.
4. Смятате, че способността за разчитане на технически чертежи е жизненоважна за едно техническо лице.
5. Смятате, че грешките, допуснати при техническите чертежи могат да доведат до брак или до лошо качество.
6. Можете да прочетете и интерпретирате напълно всеки технически чертеж.
7. Познавате в детайли техническите чертежи, можете да разчетете общите допуски, дадени на чертежа.
8. Познавате методите на проекция и можете да разчетете тези методи от символа в чертежа.
9. Познавате видовете и изискванията за разрези, можете да разграничате пълни и частични разрези.
10. Познавате методи за перспектива и можете да визуализирате перспективни чертежи.
11. Можете да разчетете допуските на размерите в производствените чертежи.
12. Знаете критичните подробности за абсолютните и спомагателните размери.
13. Можете да разчетете символите за допустимите отклонения на вала и отворите и да намерите допустимите отклонения в таблиците.
14. Можете да разчетете допустимите отклонения на ъгъла.
15. Можете лесно да разграничате монтажни и детайлни чертежи.
16. Знаете значението и разликата между допуск на формата и допуск на разположението.
17. Разпознавате символите за допуск на формата и разположението и знаете тяхното значение на чертежа.
18. Знаете подробности за допуска на разположението и максималното приложение на материала.
19. Знаете разликата между биене и пълно биене.
20. Познавате концепцията за гривавост на повърхността и стандартните символи Ra, Rz, Rmax. и т.н.
21. Смятате, че обучението по техническо чертане трябва да се обогатят с приложения за виртуална и разширена реалност.
22. Смятате, че обучението по техническо чертане е достатъчно за разбиране на чертежите, използвани в сектора.
23. Мислите, че техническото обучение по техническо чертане подобрява визуалната памет и способността за визуализиране на чертежи.
24. Когато четете технически чертежи, лесно прехвърляте двумерните чертежи в триизмерна среда.
25. Мислите, че използването на CAD софтуери не премахва необходимостта от основно обучение по техническо чертане.
26. Колко учебни часа седмично сте вземали по техническо чертане?
27. Проведохте ли обучение за подобряване на уменията Ви по техническо чертане след започване на работа? Ако сте провели такъв курс, каква бе продължителността и темата?
28. Използвали ли сте VR или PP (виртуална и разширена реалност) в приложения за игри или за образователни цели? Ако да, мислите ли, че мобилните телефони или устройства ще играят важна роля в образоването?
29. Когато търсите допълнителна информация по технически чертеж, към кои от следните се допитвате първоначално?

Google	Книги
Преподавател	Други
30. Коя беше последната книга или стандарт, свързана с техническите чертежи която прочетохте?

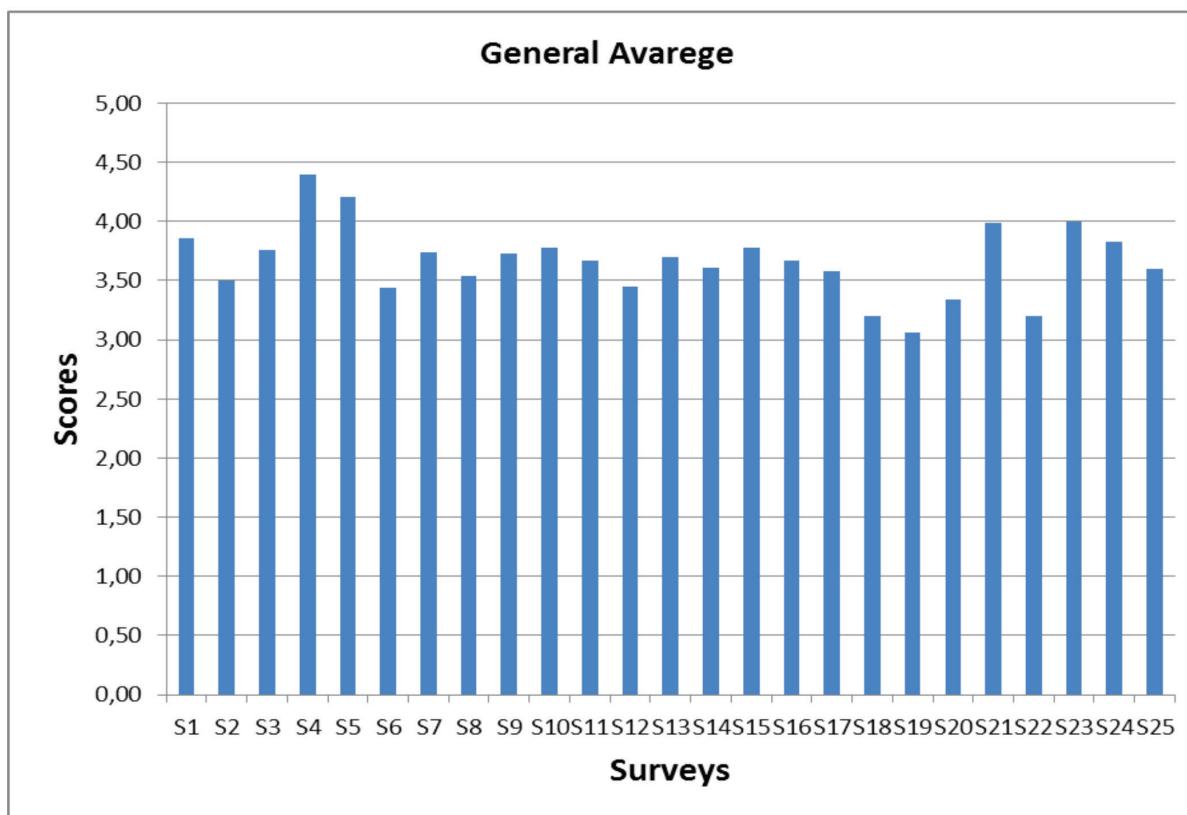
2.4.1. Резултати

В рамките на изследването бяха изследвани 320 души от различни образователни и секторни институции в три различни страни. Резултатите бяха анализирани със статистическа програма на Excel. Разпределението на учащищите по страни се реализира както следва: Турция 252, Великобритания 10, България 58 души. Разпределението на участниците по сектори е дадено на Фигура 2.2.



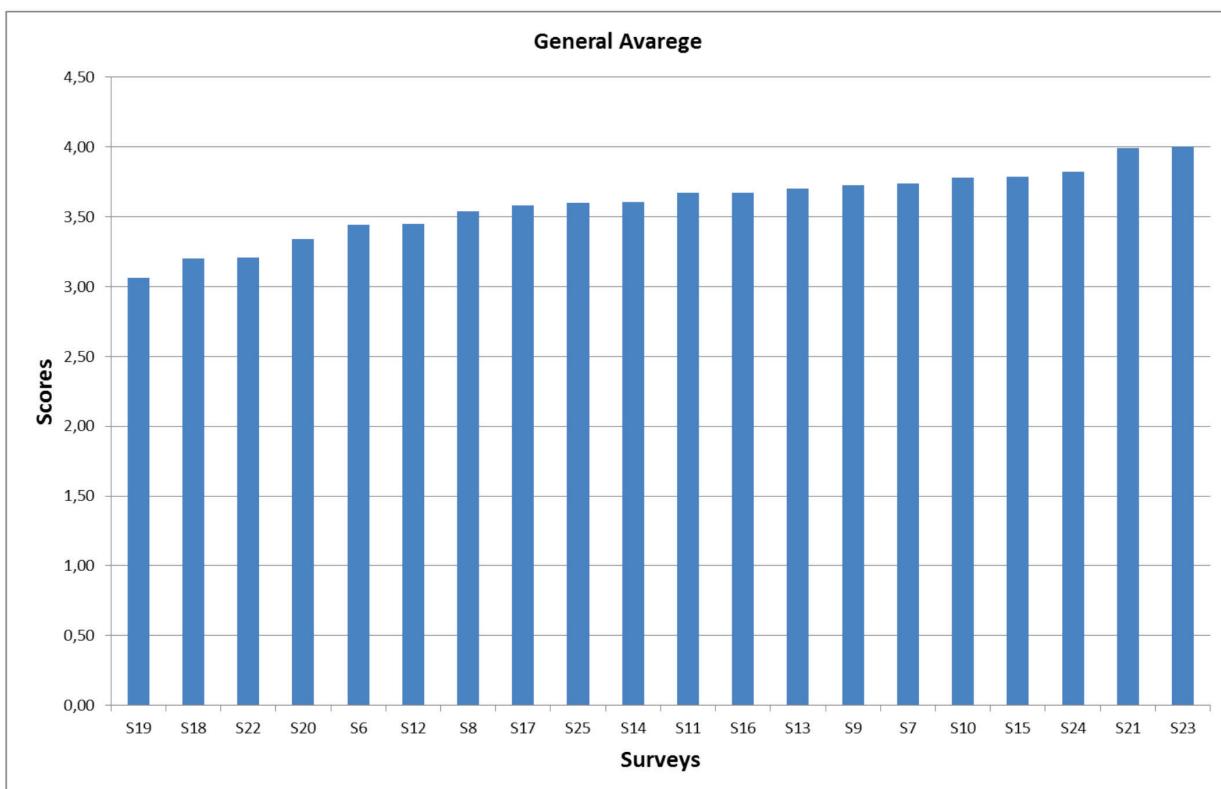
Фиг. 2.2 Разпределение на анкетираните групи

Както се вижда от фигура 2.2., учащите се в професионалните бакалаварски програми представляват важна част при разпределението на анкетираните групи. Студентите по инженерни науки заемат второ място, а учениците от професионални гимназии са на трето място. При това разпределение големият брой на учащите в професионалните бакалаварски програми също влияе върху резултатите от разпределението на учащите в професионалните гимназии, защото някои от тези студенти, въпреки че все още не са учили техническо чертане, използват знанията си, които са получили в професионалните гимназии. Като цяло може да се тълкува, че разпределението е съвместимо с пазара на труда и че статусът на лицата, преминали техническо обучение по техническо чертане, е смислено разпределен по отношение на представителствата.



Фиг. 2.3. Общи средни стойности на всеки от въпросите

1. Процентът на положителните отговори, дадени на въпрос 1 „Имате знанията и уменията, изисквани от професията ви“, е 76%, тоест 24% от участниците не намират знанията си в областта на техническото чертане за достатъчни.
2. Процентът на положителните отговори, дадени на въпроса „Използвате общ език за комуникация в областта на техническото чертане и познавате стандартите като BS, ASME, ISO, DIN“ е 70%, тоест 30% от участниците не намират знанията си за достатъчни, когато става въпрос за стандартите.
3. Процентът на положителните отговори, дадени на въпроса „Имате практически умения, за да подкрепите теоретичните знания по техническо чертане“ е 73%, т.e. 27% от участниците не намират знанията си за достатъчни.
4. Процентът на положителните отговори, дадени на въпроса „Смятате, че способността за разчетене на технически чертежи е жизненоважна за едно техническо лице“ е 88%, т.e. 12% от участниците не са съгласни с този въпрос. Този отговор е жизненоважен и както се очаква, голям процент от анкетираните разбираят важността му.
5. Процентите на въпроса „Смятате, че грешките допуснати при техническите чертежи могат да доведат до брак или до лошо качество“ са 84% с отговор „съгласен съм“ и „напълно съм съгласен“, т.e. 16% от участниците не са съгласни с този въпрос. Този процент показва, че част от хората не са достатъчно информирани за бракуваните продукти и тяхното значение.



Фиг. 2.4. Отговори на въпросите, определящи техническите умения в областта на техническото чертане

На фигура 2.4. са дадени отговорите на двайсетте въпроса, които са извън петте въпроса в скалата на фигура 2.3. и измерват техническите знания и умения на лицата, които са основният референтен източник. Отговорите са дадени във възходящ ред в проценти. По този начин може да се види в кои основни теми на техническото чертане има недостатъци и в какъв процент са те.

Когато бяха изследвани резултатите от анализа на нуждите, от полученият резултат беше възможно да се съпоставят групите с подобни въпроси па подобни теми. С други думи, геометричното оразмеряване и допуските (ГО&Д), която е една от най-трудните теми, се очертава като най-необходима за групите и отговорите на тези групи свързани с тази тема бяха много близки един на друг. Следователно нуждата от този анализ от първия въпрос с 40% до последния с 20%, беше както в таблица 2.2., с изключение на малки вариации. Има само един пример за незначително различие и това е отговорът на намиращия се на трети ред и даващ обща представа въпрос „Смятате, че обучениета по техническо чертане са достатъчни за разчитане на чертежите, използвани в сектора“. Тъй като това определение трябва да се счита за независимо от техническото съдържание, то не се тълкува като диференциране, засягащо анализа.

Таблица 2.2. Заглавия на темите според необходимостта след анализа на нуждите

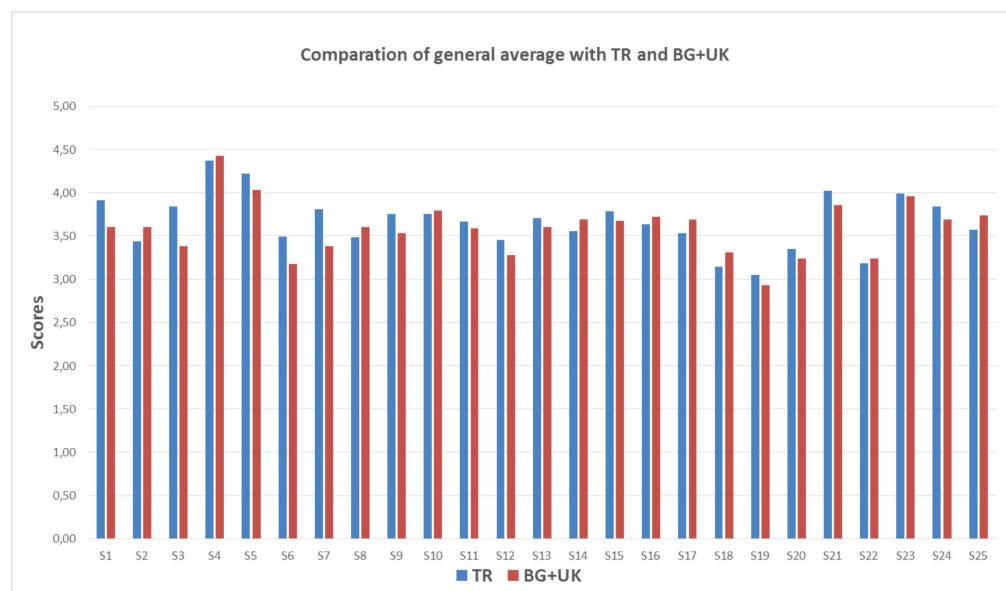
1. Знаете разликата между биене и пълно биене.
2. Запознати сте в детайли с допуските на разположението и максималното приложение на материала.
3. Смятате, че обучениета по техническо чертане са достатъчни за разчитане на чертежите, използвани в сектора.
4. Познавате стандартите и понятието за грапавост на повърхността, както и символите Ra, Rz, Rmax. и т.н.
5. Можете да разчетете и интерпретирате всеки технически чертеж (дори ако езикът е различен).
6. Знаете критичните подробности за абсолютните и спомагателните размери.
7. Знаете методите на проектиране и можете да разпознаете тези методи от символа в чертежа.
8. Разпознавате символите за допуск на формата и разположението и знаете тяхното значение на чертежа.
9. Мислите, че използването на CAD софтуери не премахва необходимостта от основно обучение по техническо чертане.
10. Можете да разчетете допустимите отклонения на ъгъла.
11. Можете да разчетете отклоненията на размерите в производствените чертежи.
12. Знаете значението и разликата между допуска на формата и допуска на разположението.
13. Разчитате символите за допустимите отклонения на вала и отворите и намирате допустимите отклонения в таблиците.
14. Познавате видовете и изискванията за разрези, можете да разграничите пълни и частични разрези.
15. Знаете подробностите по бланката на чертежа, можете да разчетете общите допуски, дадени в бланката.
16. Познавате методите за перспектива и можете да визуализирате чертежи в перспектива.
17. Можете лесно да разграничите монтажни от детайлни чертежи.
18. Докато разчетете технически чертежи, можете лесно да прехвърляте двумерните чертежи към триизмерни среди.
19. Мислите, че обучениета по техническо чертане трябва да се прехвърлят към приложения за виртуална реалност.
20. Мислите, че обучението по техническо чертане подобрява визуалната памет и способността за визуализация.

Когато от отговорите, се отстранят отговорите, дадени в резултат от общите преценки, данните от съдържанието на таблица 2.3. могат да бъдат сортирани според нуждите.

Таблица 2.3. Технически теми, сортирани според необходимостта след анализа на нуждите

1. Знаете разликата между биене и пълно биене.
2. Познавате в детайли допуските на разположението и максималното приложение на материала.
3. Познавате стандартите и понятието за граничността, както и символите Ra, Rz, Rmax. и т.н.
4. Знаете критичните подробности за абсолютните и спомагателните размери.
5. Познавате методите на проектиране и можете да разчитате тези методи от символа в бланката.
6. Разпознавате символите за допуск на формата и разположението и познавате тяхното значение на схемата.
7. Можете да разчитате допустимите отклонения на ъгъла .
8. Можете да разчетете отклоненията на размерите в производствените чертежи.
9. Знаете значението и разликата между допуска на формата и допуска на разположението.
10. Разчитате символите за допустимите отклонения на вала и отворите и намирате допустимите отклонения в таблиците.
11. Познавате видовете и изискванията за разрези, можете да разграничите пълни и частични разрези.
12. Знаете подробностите по бланката на чертежа, можете да разчетете общите допуски, дадени в бланката.
13. Познавате методите за перспектива и можете да визуализирате чертежи в перспектива.
14. Можете лесно да разграничите монтажни от детайлни чертежи.

В допълнение към общите оценки е полезно да се включат резултатите на фигура 2.5. Тези данни включват средната стойност на резултатите от България и други страни. Както се вижда от фигурата, последователни и подобни резултати са се появили както по отношение на въпросите, така и по отношение на общото образование. Това ни показва, че нуждите, отчетени от анкетите са едни и същи както за България, така и за Англия и Турция, и че този резултат е важно откритие от научна гледна точка.



Фиг. 2.5. Сравнение на направените анализи между България, Турция и Англия

Последните пет въпроса, в които бяха поставени под въпрос техническите очаквания, бяха разгледани подробно чрез разпределение и групиране на отговорите. Според тази оценка, дадена в таблица 2.5., на въпроса „Колко учебни часа вземахте седмично по техническо чертане?“ 56% от участниците са отговорили 4 часа, а 35% от участниците са отговорили 2-3 часа. Също така на въпроса „Получихте ли обучение за техническо чертане след започване на работа?“ „Ако да, каква е продължителността и темата?“ след като отговорите бяха разгледани, 80% от участниците заявяват, че не са получили такова обучение, 19% са получили основно обучение, а 1% заявяват, че са получили такова обучение и че съдържанието е стандарти, допуски и CAD.

На въпроса „Използвали ли сте приложения за виртуална и разширена реалност за игрови или образователни цели?“ „Ако да, мислите ли, че мобилните телефони или устройства ще играят важна роля в образованието?“ 55% от участниците са отговорили с „не“, а 31% са тези, които са отговорили с „да“. По-голямата част от анкетираните, дали отговор „да“ смятат, че ще бъде полезно за образованието. Отново на въпроса „Кое от следните неща първо бихте потърсили, когато търсите допълнителна информация за Техническо чертежи?“ 48% Google, 30% Преподавател, 16% Книги, а другите участници са дали отговор „други“ като интернет ресурси (Youtube и т.н.). Тук честотата на предпочтения на търсачките в интернет е важна. И като последно на въпроса „Коя книга или стандарт, свързан с техническото чертане сте прочели последно?“ отговорът е 37% не съм чел, 21% учебник и 19% стандарти.

Таблица 2.4. Анализ на последните 5 въпроса с отворен тип

No	Въпрос	TP	БГ+УК	Общо		Отговор	%
26	Колко учебни часа седмично вземахте по време на обучението си?	98 35	6 30	104 65	4 часа 2 -3 часа	186 186	0,56 0,35
27	Проведохте ли допълнително обучение след започване на работа?	147 16	38 5	185 21	Никакво Допуски / CAD	230 230	0,80 0,09
28	Използвали ли сте ВР или РР при игра или обучение, ако да, мислите ли, че ще играете важна роля за хората в образованието?	96 59	33 15	129 74	No Да	236 236	0,55 0,31
29	Когато имате нужда от допълнителна информация по техническо чертане, какво правите първо? Например търсene в google, в книга, учител или преподавател	109 40 75 2	27 7 12 2	138 47 87 4	Google Книги Преподавател Интернет	288 288 288 288	0,48 0,16 0,30 0,01
30	Коя е последната книга или стандарт, свързани с приложенията, който прочетохте?	55 29 30 8	16 11 7 9	71 40 37 17	Никакво Учебник Стандарти Autocad	190 190 190 190	0,37 0,21 0,19 0,09

2.5. Резултати

В това проучване, бе възможно да се извършат различни анализи и то представлява важна база данни по отношение на броя на участниците, разнообразието на участниците и разнообразието на държавите, участвали в него. Бе възможно да се направят и много поданализи, които не бяха предвидени в горните констатации. Промяна на диференциацията в училищата и професионалните групи, сравнение между страните и т.н. Проучванията бяха архивирани за използване при разработване на материали и оценяване по проекта. Очевиден е фактът, че на базата на всички заинтересовани групи и държави има важна празнина в областта на обучението по техническо чертане, която трябва да бъде запълнена, но не и по известните в момента методи.

Раздел 3

3. Разработване На Учебната Програма

3.1. Начална точка

Професионалното обучение е процес, който отнема значително време, независимо от това къде и по какъв начин се провежда. Младите хора, които постоянно обновяват своите знания и умения и се адаптират към реалните технологични условия, винаги ще имат по-големи възможности за подобряване на заетостта или работата си (Arslan и др., 2009). В напредналите и развитите технологични сектори количеството на бракуваните продукти в резултат от грешки на служителите понякога може да достигне нива, които представляват заплаха за компанията. Тези грешки зависят от степента на знания и опит и текущия психосоциален статус на служителите. Необходимо е да се разработят сериозни програми за обучение в тези три проблемни области, за да се сведат до минимум загубите, причинени от работещите в сектора служители. Особено в светлината на икономическите кризи и високата конкуренция в сектора значението на повишаването както на качеството, така и на производителността е напълно разбираемо. За да се отговори на тази необходимост, като цяло трябва да се проучат и прилагат различни подходи и модели, базирани на компетенции, като целенасочено обучение, вътрешно обучение или обучение за поддръжка.

Salas et al. (2012) заявяват, че само американските организации всяка година харчат милиарди долари за образование. Тези дейности за обучение и развитие предоставят на организацията възможност да се адаптират, да се конкурират, да се усъвършенстват, да правят иновации, да произвеждат, да осигуряват сигурност, да подобряват обслужването и да постигат цели. Обучението се използва успешно за намаляване на грешките във високорискови среди и компаниите разбират, че е нужно постоянно обучение на работната им сила, за да могат да останат конкурентоспособни в сектора. Обучението обаче не е толкова интуитивно, колкото изглежда. Тази програма има образователна цел, която показва правилните и грешните начини за проектиране, представяне и изпълнение на програмата. Инвестициите, направени от предприятия в неправилни методи на обучение, не са от полза и могат да доведат до сериозни икономически загуби.

Студентите в професионалното образование и обучение са по-малко квалифицирани и много от тях не са имали добър опит в официалното образование. В допълнение към това може да се прибави и факта, че повечето от преподавателите им или нямат съответна преподавателска квалификация, или ако я имат, може да нямат актуални знания, умения и компетенции. (Arslan et al., 2013). Учащите се нуждаят от знания и умения, които надхвърлят общите знания, които получават в училище, особено, когато навлязат в света на бизнеса, където очакваното от тях представяне надхвърля придобитите основните знания и умения.

Arslan и Uzaslan (2017) заявяват, че някои компании прилагат различни модели за вътрешно обучение, за да бъдат в крак с технологичните иновации в своите области. Те се стремят към разработването на целенасочена програма за вътрешно обучение и оценката ѝ по отношение на ефективността. Целта на нейната работа е в сътрудничество както с академичната, така и с автомобилната индустрия да разработи, внедри и оцени програма за обучение, ориентирана към конкретни компетенции и цели. В този процес 124 служители на Bosch Rexroth Company са били обучени чрез специфична целева програма. Ефективността на обучението е оценена с помощта на пред и следтестове, въпросник за оценка на курса и анализ на резултатите от партньорската оценка. В края на изследването степента на успеваемост на участниците на база сравнение на

результатите от предтест и следтеста се е увеличила с 54 точки от общо 100 точки. Най-важният резултат, според анализите на резултатите, е, че 26% от участниците са подобрili своите резултати. Целите и резултатите са обнадеждаващи за бъдещите програми.

3.2. методология

По време на фазата на разработване на учебната програма и различните сценарии, екипът, работещ по разработване на програмата, състоящ се от членове на проекта, учени и представители на заинтересовани страни, беше подкрепен от научни данни и беше създаден образователен курс, като се вземат предвид националните и международните критерии. Екипът за разработване на учебни програми е определил критериите за курса, като отчита следните характеристики:

- Структура, която отговаря на основните изисквания на сектора;
- Непрекъснатото подобреие и съвместимост;
- Гъвкавост в графика на времето и съдържанието на обучението;
- Модулен подход.

Екипът, работещ по разработването на програмата, който разгледа повече от 50 въпроса, първо ги класифицира според областите им а после според резултатите от анализа на нуждите бе започнат процеса на интеграция по темите. В последния етап чрез отчитане на съдържанието на подобни курсове или образователни съдържания в институциите за професионално образование бяха установени модулната структура и съдържанието на учебните курсове. След определянето на професионалното обучение също по този начин беше определено обучение за развитие, организация, съдържание и управление.

Фактът, че участниците, които ще вземат участие в курса, имат различни нива на знания и умения, означава, че е трудно да се подгответ общо подходящо съдържание за всеки. Общата философия на обучителната програма по курса обаче е, че който завърши курс, трябва да овладее знанията и уменията в този курс. Този приоритет беше ясно отчетен при планирането на съдържанието на курса и подробности, свързани с теоретичните и практическите часове за обучение. За тази цел курсът на обучение беше структуриран така, че да бъде кратък, базиран на компетентност и ориентиран към целите, и беше приет нов метод, ориентиран към студентите.

Следвайки определените основни критерии и методология, се премина на етап за определяне на прогнозите за съдържание, приоритет, време и материал. На този етап процесът на проучване се проведе, както следва:

- Определяне на резултатите от курса чрез изследване на общите форми на използване на съдържанието на курса по техническо чертане (резултати от обучението);
- Определяне на основните теми и подтемите, които ще осъществяват модулите;
- Разпределение на методите на ВР/ПР по модули и подтеми според анализа на нуждите;
- Разпределение на часовете по модули и формулиране на съдържание.

3.3. Разработване на програми

В тази фаза общият курс по техническо чертане, както и съдържанието му бяха подробно разгледани заедно с резултатите от анкетите и бяха адаптирани за нуждите на разработваната програма. По-специално, съдържанието на спецификациите на Pearson Education Edexcel BTEC предостави важна отправна точка на този етап. Целта разработената програма е да даде възможност на студентите да изработват детайлни и сборни чертежи, използвайки различни компоненти на различни техники за чертане, скициране и чертане с помощта на CAD софтуер.

Очакваните резултати от обучението след завършване на това ниво, се изразяват в способността на ученика да съставя инженерни компоненти, да интерпретира инженерни чертежи в съответствие със стандартите за техническо чертане, да изработва инженерни чертежи и т.н. (Edexcel, 2009).

Тук резултатите от анализа на нуждите съвпадат с прилаганото в целия свят общо съдържание на курса. Отделните теми са групирани в модули, като вместо цялото съдържание, при преподаване на някои предмети е приет методът за преподаване на съответния модул.

1. Геометрично оразмеряване и допуски
2. Грапавост на повърхнините
3. Допустими отклонения на линейни размери, отвори, валове и ъгли
4. Геометрични чертежи, проекция, оразмеряване, стандарти
5. Разрези, перспектива
6. Детайлни и сборни чертежи

Отново по отношение на съдържанието и на реда за предоставяне на темите на курса са изброени заглавията, както следва:

1. Геометрични чертежи, проекция, оразмеряване, стандарти
2. Разрези, перспектива
3. Допустими отклонения на линейни размери, отвори, валове и ъгли
4. Геометрично оразмеряване и допуски
5. Грапавост на повърхнините
6. Детайлни и сборни чертежи

3.4. Разработени модули, съдържание на курса и резултати от обучението

По време на фазата на разработване на модула беше сформирана международна комисия за разработване на програми под ръководството на преподаватели, работещи в областта на професионалното обучение. Съдържанието и резултатите от обучението бяха обявени в съответствие с основните критерии, дадени в раздела за методите и в резултат на проучванията, проведени в съответствие с приоритетите на анализа на нуждите (отговар на очакванията на сектора, възможност към непрекъснато развитие, спазване на гъвкави часове за обучение и модулен подход). Таблица 3.1 показва съдържанието, разработено според заглавията на модулите.

Table 3.1. Developed Modules

Номер на модула TD1
Заглавие на модула ОРАЗМЕРЯВАНЕ И ДОПУСКИ НА РАЗМЕРИТЕ

Съдържание на курса	<p>Въведение: Чертежни листове, формати, линии, мащаби, съкращения, правотъгълни координати, полярни координати. Методи на проекции, изгледи.</p> <p>Оразмеряване: Типове линии; Направляващи линии и специални отметки. Оразмерителни системи и видове (успоредни, ъглови, верижни) Поставяне на размерни линии в производствени и монтажни чертежи. Специални размери, спомагателни размери, абсолютни размери и т.н.</p> <p>Допуски на размерите: Причини за граничните отклонения, грешки в производството на машини и инструменти, измервателни уреди, топлинни и светлинни въздействия, лични грешки. Допуск, отклонение и практически символи. Методи за разчитене и визуализация на допуските. Гранични отклонения на размерите и сглобки. Определение и значение на допуските, класификация на допустимите отклонения, допустими отклонения (TS 1845, TS 450, TS 1980, TS 1506), допустими отклонения от формата и разположението (TS 1304, TS 1498), ISO 1101 английски (BS) и ISO допуски.</p>		
Резултати от обучението	1.1	Обучаващите се: чертаят на хартия, запознати са с координати, единици и основните методи за оразмеряване. Познават размерните линии, стрелки и шрифтове, водещи линии и специални знаци. Разграничават методите за проектиране на ISO-A и ISO-E, познавайки ревизионните символи и техните значения в техническите чертежи.	
	1.2	Опознават системите и типовете за оразмеряване (успоредни, ъглови, верижни). Умеят да поставят размерите на производствените и монтажните чертежи. Познават специални размери, спомагателни размери и абсолютни размери и разбиране на детайлите в чертежите. Разчитат стойностите и опознаване на основните стандарти за мащабиране.	
	1.3	Знаят причините за отклоненията, грешките на машините и инструментите при производството, ефектите от грешките на измервателните инструменти, топлинните и светлинни влияния, личните грешки. Могат на практика да разпознава допуск, отклонение. Могат да разчитат и визуализират символи.	
	1.4	Познават граничните допуски и сглобките. Разбират важността и връзката между грешните допуски и степента на производствен брак. Познават размерите, допуските на ъглите, допуските на формата и разположението, разпознават и разбират изискванията за употреба.	
Продължителност	45 минути		

Номер на модула **TD2**
Заглавие на модула **РАЗРЕЗИ, ПРОЕКЦИИ И ПЕРСПЕКТИВИ**

Съдържание на курса	<p>Разрези: Видове разрези: Хоризонтален; Вертикален (напречен, надлъжен); Наклонен; Прост; Сложен (начупен, стъпаловиден); Полуразрез; Частичен разрез; Разгънат разрез. Правила за изобразяване на разрези. Основни елементи на чертеж на детайл в разрез; равнина на разреза.</p> <p>Проекции и перспективи: методи за получаване на изгледи, ортографски проекции, първи и трети ъгъл. Преглед на перспективни чертежи. Видове перспектива; аксонометрична перспектива, изометрична перспектива, диметрична перспектива, коса перспектива. Различни стандарти на перспективни чертежи (BSI, DIN, ANSI и JIS) и техните приложения. Методи, използвани в перспективата.</p>
Резултати от обучението	<p>2.1 Обучаващите се: Познават методите за получаване на разрези; Знаят кой тип чертеж е най-подходящ за съответния тип разрез; Могат да разпознават разрезите в сложния чертеж; Могат да визуализират перспективни чертежи на машинни части от три изгледа или перспективни чертежи в техните напречни сечения.</p> <p>2.2 Могат да демонстрират подходящи техники за изобразяване в разрез на различни машинни елементи като болтове, шпонки, валове и др. в рамките на сборен чертеж.</p> <p>2.3 Могат да показват правилно линията на секущата равнина и познават правилата за линиите в различните изгледи.</p> <p>2.4 Могат да определят подходящата линия на секущата равнина и да използват символи за частите, дадени на чертежите.</p> <p>2.5 Могат да: а) генерират изгледи според методите ISO-E и ISO-A и да ги разчитат според стандартите. Познават разликите между чертежи на изгледи според стандартите BSI, DIN, ANSI и JIS. б) Разбират изометричната и наклонена перспектива с помощта на приложения за VR. в) Познават видовете линии, използвани при изобразяването на различните сечения.</p>
Продължи телност	80 минути

Номер на модула
Заглавие на модула

TD3

ДОПУСКИ НА ЛИНЕЙНИТЕ РАЗМЕРИ, ДОПУСКИ НА ЪГЛИ, ДОПУСКИ НА ВАЛ И ОТВОР

Съдържание на курса	<p>Допуски на линейните размери: Видове допуски за линейни размери, използвани в техническите чертежи. Избор на допустими отклонения в зависимост от типа производство, като се използват съответните стандарти.</p> <p>Допуски на ъглите: Символи и начини за изобразяване на допуските. Разлика между допуск на ъгъл и допуск на фаска и закръгление.</p> <p>Допуски на вал и отвор: Допуски на вала и отворите. Номинален размер, Максимален размер, Минимален размер, Минимална хлабина/стегнатост, Максимална хлабина/стегнатост. Разбиране на таблиците за допуски, избор на подходящия допуск съгласно таблицата по ISO.</p>	
Резултати от обучението	3.1	Обучаващите се: Могат да четат и показват допуски за линейни и ъглови размери, използвани в техническите чертежи.
	3.2	Могат да избират допустимите отклонения като използват съответните стандарти или могат да намерят група от допуски, съответстващи на вида производство.
	3.3	Могат да изобразят на чертежа допуски на ъглите. Могат да различат допуск на ъгъл от допуск на фаска и закръгление.
	3.4	Са запознати с допуските на вал и отвор и препоръчителните им стойности; умелят да подберат от ISO таблица стандартна сглобка с хлабина, стегнатост или преходна.
	3.5	Обучаващите се: Умелят да четат ISO стандарта за допуски на вал и отвор, използвайки таблици. Избират подходящия допуск на вала и отвора в зависимост от приложението им.
Продължи телност	60 минути	

Номер на модула **TD4**
Заглавие на модула **ДОПУСКИ НА ФОРМАТА И
РАЗПОЛОЖЕНИЕТО НА ПОВЪРХНИНИТЕ**

Съдържание на курса	Приложения на допуските при оразмеряване на компоненти, производство на подгрупи и монтажни елементи, използвайки съответните BS и ISO стандарти. Допуски на формата и разположението: Разлики между допуските на формата и разположението и останалите видове допуски; Разбиране на основните термини и определения; Умения за разпознаване и нанасяне в чертежите на символите, използвани за обозначаване на съответните допуски.	
Резултати от обучението	4.1	Обучаващите се: Ще се запознаят с основните термини и определения.
	4.2	Познават определенията за отклонение от цилиндричност, кръглост, овалност, ръбоватост, конусообразност, бъчвообразност, седлообразност, отклонение на профила в надлъжно сечение.
	4.3	Познават понятията за отклонение от равнинност, праволинейност в равнина, праволинейност в пространството, вдлъбнатост, изпъкналост.
	4.4	Знаят и прилагат концепциите за отклонение от успоредност, перпендикулярност, симетричност, наклон, позиционно отклонение, отклонение от пресичане.
	4.5	Познават сумарните отклонения – радиално биене, аксиално биене, биене в зададено направление, пълно радиално биене, пълно аксиално биене, отклонение от формата на зададен профил, отклонение на формата на зададена повърхнина.
	4.6	Познават методите за измерване на горепосочените отклонения.
	4.7	Са запознати с областите на приложение на тези допуски.
Продължителност	60 минути	

Номер на модула **TD5**
Заглавие на модула **ГРАПАВОСТ НА ПОВЪРХНИНИТЕ**

Съдържание на курса	<p>Грапавост на повърхнината: Причини за грапавостта на повърхнините при производството. Използване на подходящи символи за изобразяване на грапавостта на повърхнината. Различни стойности на грапавост като Rzmax, Rz1max, дадени в различни стандарти с маркировки за повърхностна обработка (Ra, Rz, Rmax, Pt и други)</p> <p>Стойности на повърхностната грапавост и клас на грапавост. Спецификация на грапавостта на повърхността в техническите чертежи и спецификация на метода на производство. Спецификация на базови дължини и дължини на измерен участък; Препоръки по избора на параметрите в зависимост от приложението на детайлите; Означаване на грапавостта върху чертежите.</p>
Резултати от обучението	<p>5.1 Обучаващите се: Запознати са с причините за съществуването на грапавостта и връзката между конкретните методи за обработване на детайлите и грапавостта им.</p> <p>5.2 Могат да разпознават, четат или записват различни стойности на грапавостта като Rzmax, Rz1max, дадени в различни стандарти с повърхностни марки (Ra, Rz, Rmax, Pt и други)</p> <p>5.3 Разпознават знака за грапавост на повърхността върху чертежите; Запознати са с препоръчителните стойности на грапавостта на основните типове машиностроителни детайли.</p> <p>5.4 Запознати са с детайли като базови дължини и дължини на измерен участък, съотношения между стойностите на параметрите Rz, Ra, Rm и базовата дължина l.</p>
Продължителност	60 минути

Номер на модула **TD4**
Заглавие на модула **ДЕТАЙЛНИ И СБОРНИ ЧЕРТЕЖ**

Съдържание на курса	<p>Детайлни чертежи: Правила за изработване на детайлни чертежи; Информация, съдържаща се в детайлните чертежи; Представяне на разрези, изгледи, сечения; Нанасяне на размери, допуски, гранични условия;</p> <p>Сборни чертежи: Правила за изработване на сборни чертежи; Информация, съдържаща се в сборните чертежи; Представяне на разрези, изгледи, сечения; Оразмеряване на сборни чертежи; Изготвяне на списък на спецификациите;</p>	
Резултати от обучението	6.1	Обучаващите се: Могат да изготвят детайлни чертежи на машинни елементи с необходимите изгледи и разрези.
	6.2	Запознати са с информацията, която трябва да дава детайлният чертеж, в това число размери, допуски, гранични условия на повърхнините.
	6.3	Могат да изготвят сборен чертеж на изделие с необходимите изгледи, разрези, размери, сглобки; Запознати са с правилата за попълване на списък на спецификациите.
Продължителност	60 минути	

Раздел 4

4. Разработване На Приложениета Вр / Рр

Процесът на разработване на ВР / РР приложения в рамките на проекта включва анализ на съдържанието и разработване на материали в съответствие с приоритетите, определени от анализа на нуждите. Цикълът за разработване на приложения е показан на фигура 4.1.

Фиг. 4.1.
Процес на разработване на приложението.

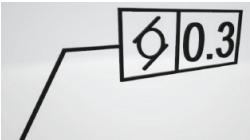
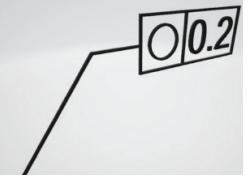
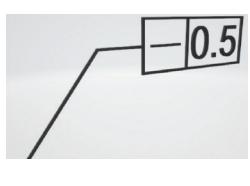
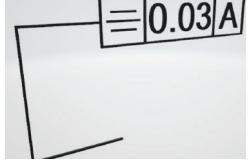
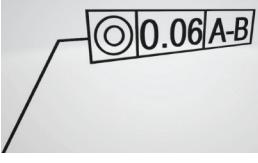
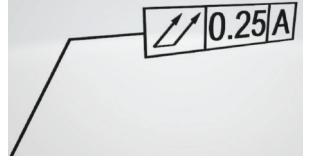
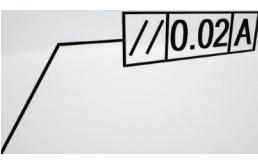
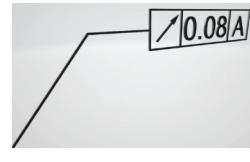


Сценарите, определени по време на етапа на разработване на съдържание и използвани за ВР/РР приложения, са предназначени да обяснят темата „Техническо чертане“ по ясен и разбираем начин. По време на фазата на подготовка на сценарии бяха взети под внимание възможностите на безплатната образователна версия на софтуера Unity3D и възможностите на библиотеката ARCore. След това текстовете, които ще бъдат използвани за дублиране на приложениета, бяха написани в последната фаза на разработването на сценария. В процеса на разработване на приложения първо бяха проектирани анимации, а след това тези анимации бяха превърнати в приложения чрез събирането им в интерфейс. В последния етап структурните и логическите проблеми и грешки бяха определени чрез тестване на приложението. В този процес бяха разгледани отзиви, получени от експертите по обучение по техническо чертане, за актуализиране и подобряване на приложениета.

4.1. Разработване на РР приложения

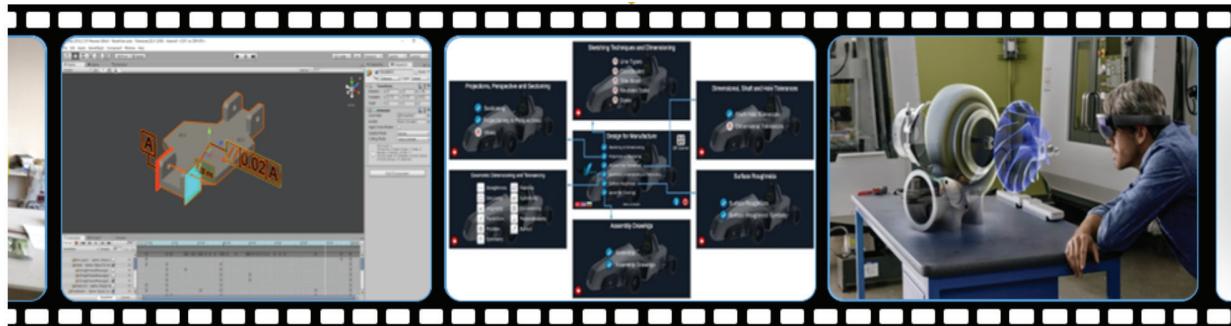
Разработка на анимация: Разработени са приблизително 30 анимации в 18 отделни сцени, които се използват в приложението РР, като се използват плътни модели. Докато някои от плътните модели бяха предоставени от българския партньор, несъществуващите спомагателни модели бяха реконструирани с помощта на софтуера за моделиране. Моделите, подгответи за темата „Допуски на формата и разположението на повърхнините“, са показани в таблица 4.1.

Таблица 4.1. Спомагателни модели, използвани в анимациите

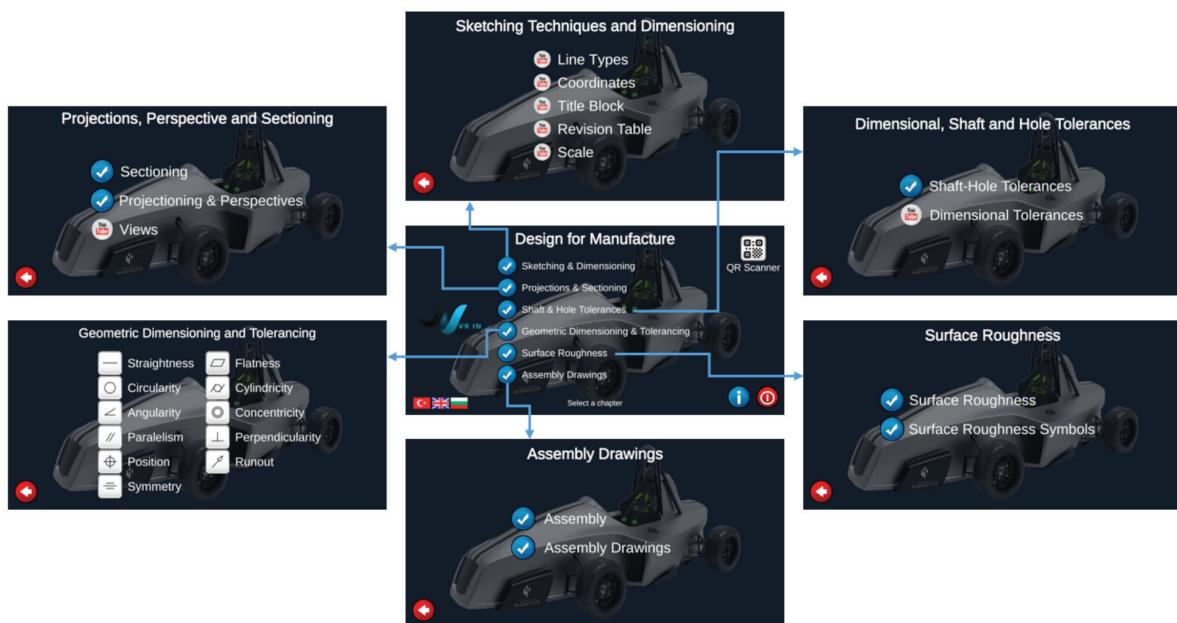
Твърд Модел	Описание	Твърд Модел	Описание
	Допуск на отклонение от цилиндричност		Допуск на отклонение от перпендикулярност
	Допуск на отклонение от равнинност		Допуск на позиционно отклонение
	Допуск на отклонение от кръглост		Допуск на отклонение от праволинейност
	Допуск на отклонение от наклона		Допуск на отклонение от симетричност
	Допуск на отклонение от съосност		Допуск на пълно биене
	Допуск на отклонение от успоредност		Допуск на биене

Подгответните модели бяха записани в obj / fbx формат и най-подходящата структура на мрежата, за да се използват в Unity3D и да не се намали качеството им. След приключване на фазата на подготовка на модела започнаха да се разработват анимации. Анимационният блок, който софтуерът Unity3D предлага на потребителите, е достатъчен за основните действия по отношение на анимацията.

Интерфейсен дизайн: При проектирането на интерфейса на приложението бяха взети под внимание естетиката, удобството за потребителя и ефективността. Приложението беше опростено чрез предпочитане на често използвани икони.



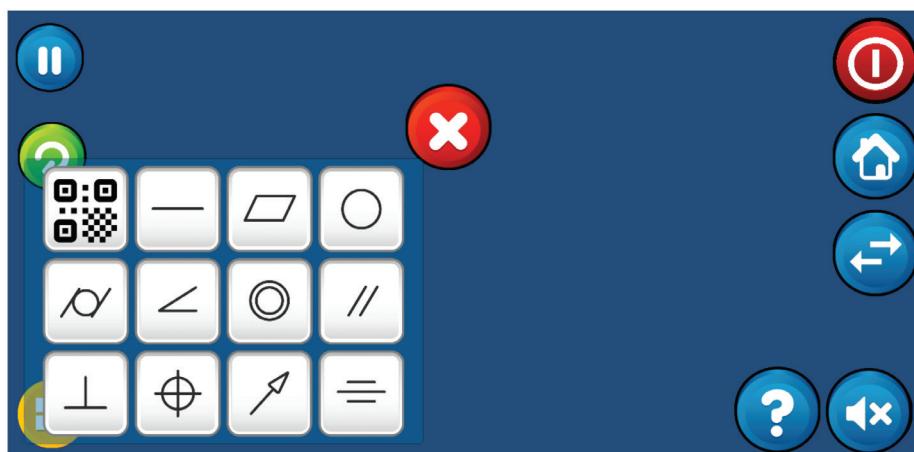
Фиг. 4.2. Интерфейсен дизайн



Фиг. 4.3. Приложен интерфейс

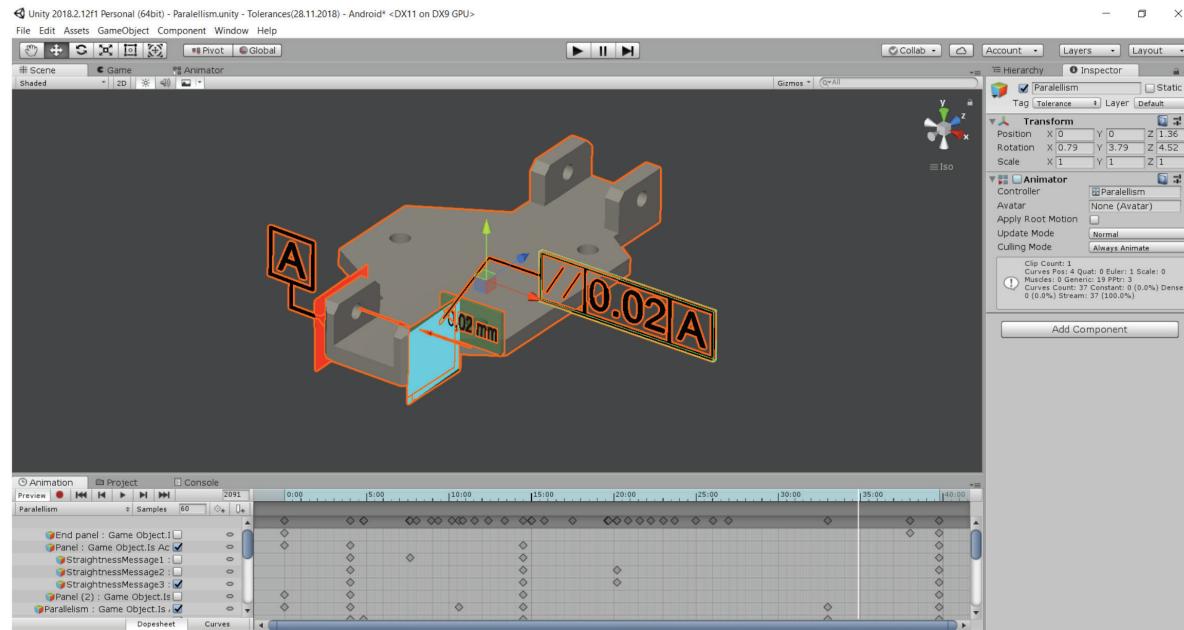
Интерфейсът на приложението има шест междинни менюта, тъй като темите в приложението са обхванати в шест основни заглавия. Фигура 4.3 показва тези междинни менюта. Всички символи на интерфейсите са свързани към съответния уебсайт или тема. По този начин потребителите могат да получат достъп до по-подробна информация по темата, като отидат бързо на уебсайта.

Има само бутони „стоп“, „рестартиране“ и „меню“, разположени отгоре надолу в лявата част на екрана, докато гледате анимация, за да бъде приложението удобно и ефективно. Опциите се появяват чрез натискане на бутона „Меню“. Тук бутона в долната лява страна затваря това меню, докато бутоните в горния десен ъгъл изпълняват функциите „затворете приложението“, „върнете се в менюто на приложението“, „променете режима на РР“ и „включете / изключете звука“ съответно. И накрая, бутона „?“ показва функциите на бутоните в менюто, както се вижда на фигура 4.4. Допълнителното меню е създадено специално за менютата на „Допуски на формата и разположението на повърхнините“ и „Грапавост на повърхнините“.



Фиг. 4.4. Съдържание на бутоните от менюто в „Допуски на формата и разположението на повърхнините“

При разработването на сценарийите и материалите са използвани софтуерни кодове и CAD модели на болида от серията „Формула Стюдънт“, проектиран в Технически университет София. Частите и спомагателните елементи на болида бяха преобразувани във формат obj и fbx с помощта на 3Ds MAX и Inventor софтуер и прехвърлени в среда на Unity3D като триизмерни анимации, за да се съживят сценарийите. Както се вижда от фигура 4.5, за всеки тип допуск е създадена различна сцена и библиотеката на ARCore на Google е добавена към UNITY3D.



Фиг. 4.5. Разработване на модел в UNITY3D

Завършена сцена е показана на фигура 4.6. По подобен начин в другите сцени се използват референтна маркировка, поле за допуск, спомагателни равнини и стрелки за описание на допуска.



Фиг. 4.6. Мобилна снимка на приложението

От момента, в който се пуска въвеждащото видео в началото на анимацията, камерата на мобилното устройство започва да сканира повърхностите в зрителното поле и задава някои референтни точки на изгледа. След идентифициране на референтните точки виртуалните обекти се поставят в триизмерно пространство в съответствие с тези референции. Тъй като виртуалните части са динамични по време на анимация, към частите се добавя въртене. Така те могат да се завъртят с едно докосване с пръст върху екрана на мобилното устройство както по вертикална, така и по хоризонтална ос, чрез плъзгане във вертикално или хоризонтално положение.



Фиг. 4.6. Мобилна снимка на приложението

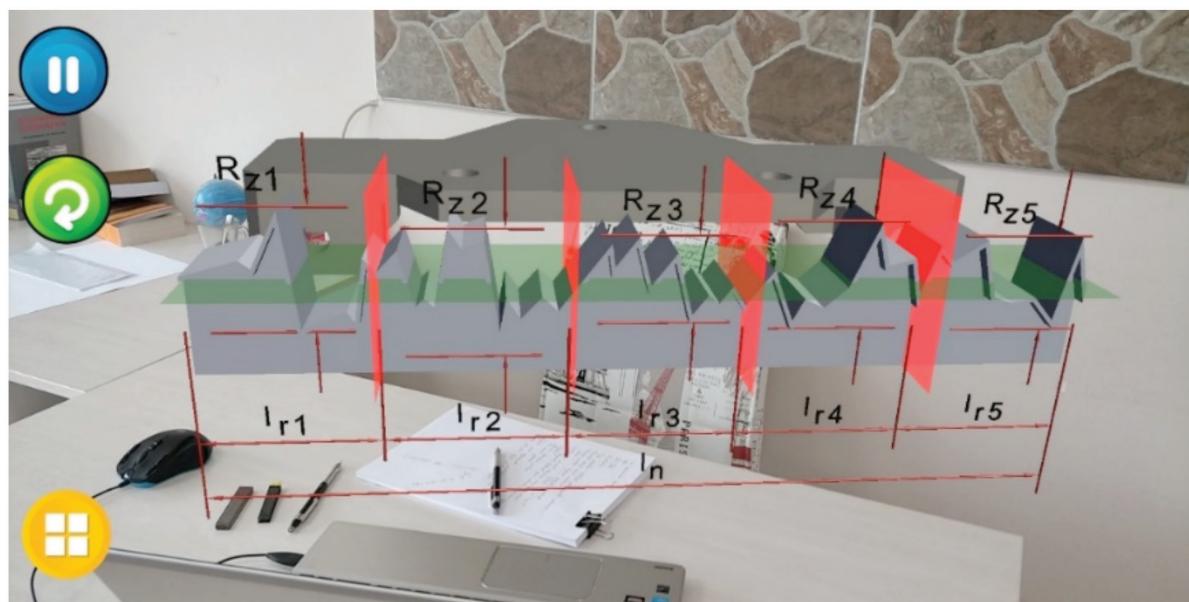
При използване на приложението, виртуалните обекти могат да изглеждат големи или малки на екрана на мобилното устройство. За да помогне на потребителя в такива случаи, към приложението е добавена възможност за промяна на размерите на виртуални обекти (увеличение/намаляване). Благодарение на развиващата се технология, вече повечето приложения могат да четат QR код, за да изпълняват определени функции или да насочват потребителя към уебсайт. Следователно към разработеното AR приложение се добавя възможност за четене на QR кодове.

Примерни снимки на приложения на РР

В този раздел са показани няколко примера за приложение с отворен код, което може да се използва от всеки, притежаващ подходящото мобилно устройство. Отново образователното съдържание, анимации и други подкрепящи материали и РР приложения, разработени или произведени в този проект, както и методи за обучение и преподаване за студенти и преподаватели, са достъпни бесплатно на уебсайта на проекта на адрес <http://vrindesign.org> / (виж Фигура 4.8.).



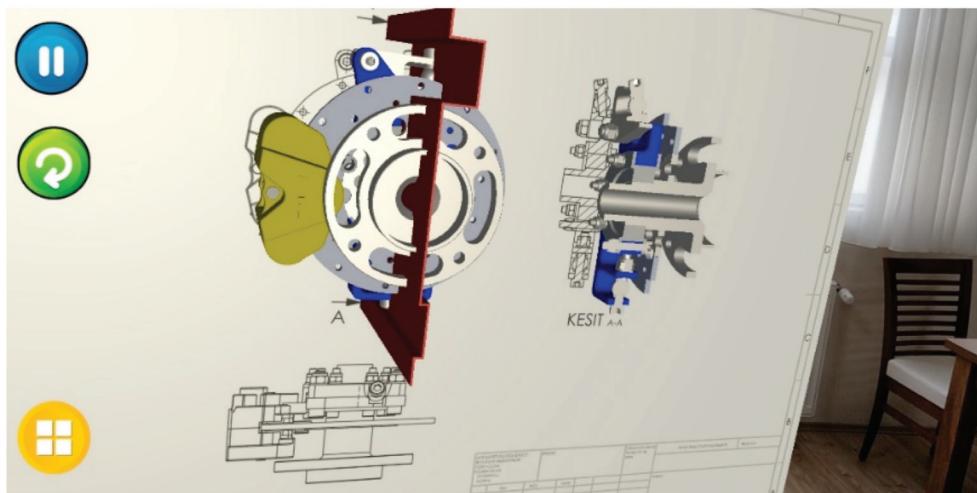
Фиг. 4.8 Снимка на менюто за обучение на WEB страница на проекта



Фиг. 4.9 Грапавост на повърхнините



Фиг. 4.10 Монтажен чертеж



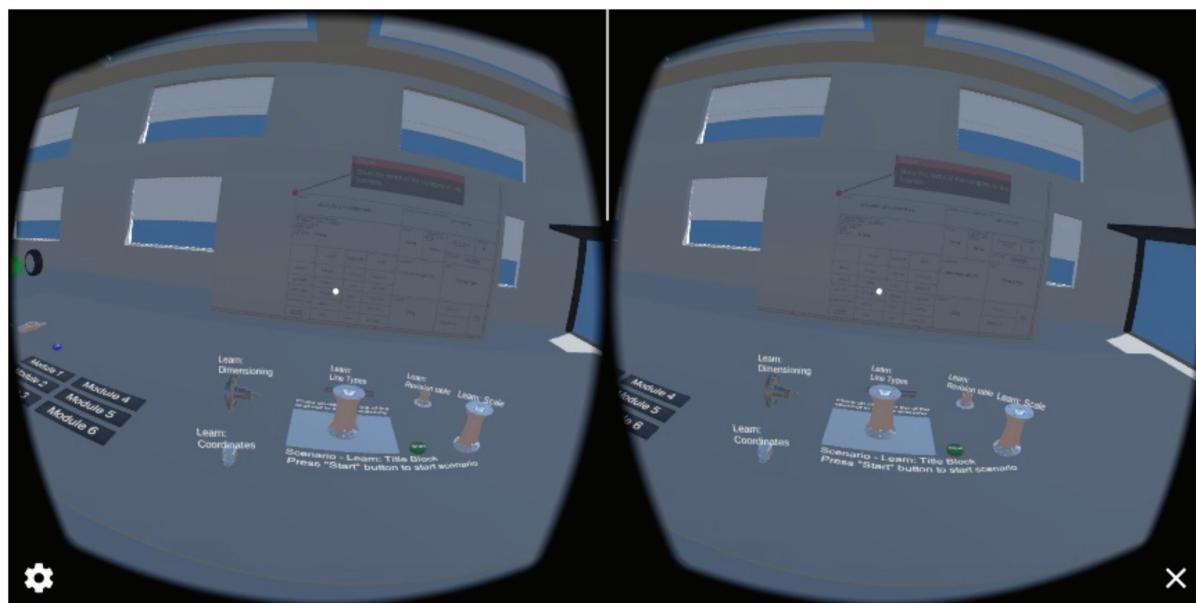
Фиг. 4.11 Разрези



Фиг. 4.12 Допустими отклонения на вала и отвора

Разработка на приложения за виртуална реалност (VR)

В рамките на проекта, VR приложения бяха разработени от Технически университет-София. Фазите на разработка на VR и PP приложението бяха проведени съвместно. На фигура 4.13. е показан скриншот на VR приложението. То е разработено така, че да бъде използвано с очилата на Google Cardboard. Поради тази причина, вместо кликвания се използва функцията GazeClick.



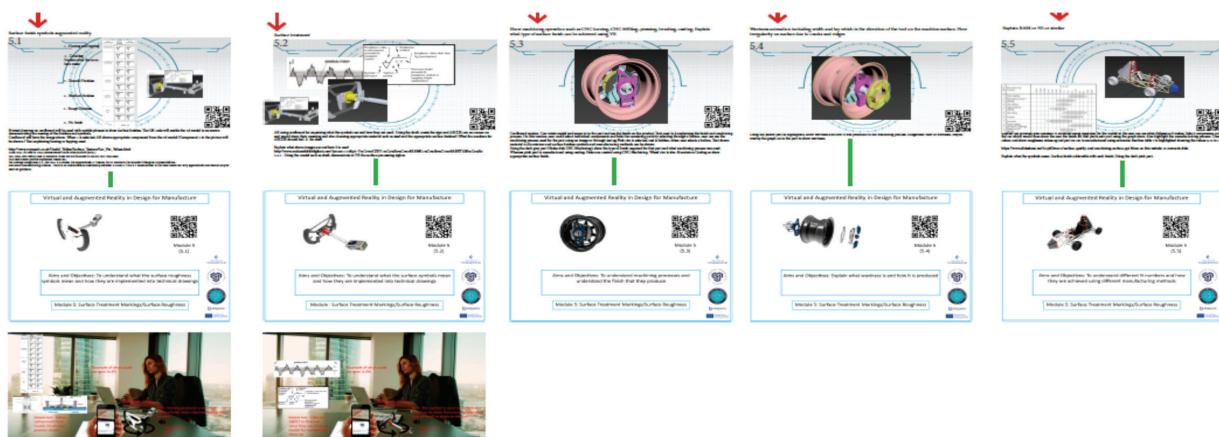
Фиг. 4.13 Скриншот на VR на приложението

При разработване на VR приложението, за сцената е избрана работилница. За да се увеличи визуалното въздействие на приложението, в работилницата е поставен модел на болида, проектиран в Технически университет-София. За лесен достъп до темите по време на употреба, е включена и таблица, съдържаща основните учебни модули.

В този аспект на проекта бяха обработени шест основни теми. Всяка тема е представена като модул. Модулите са прикрепени към работната маса като бутони. Когато е избран модул, 3D визуализации на частите, свързани с темата, която трябва да се обясни, се поставят на масата. По този начин, когато са избрани всякакви части, видеоклипът на свързаната тема се възпроизвежда от екрана на масата. Тъй като разработеното приложение за PP е по-ефективно от VR приложението, приложениета са разработени най-вече като PP.

4.2. Разработване на анимацията

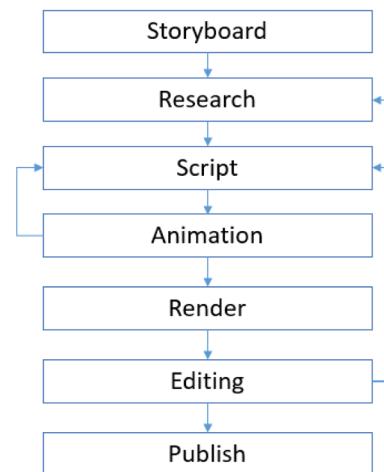
Анимацията е ефективен носител за комуникация поради използването на различни стилове текст, цветове, аудио и видео, които могат да бъдат показани на учениците. Исмаил и др. (2017) заявяват, че използването на анимация в преподаването и обучението (T&L) увеличава степента на разбиране с повече от 30% в сравнение с традиционните методи на преподаване. Използването на видео анимации може да помогне на ученика да си представи и визуализира по-добре, като същевременно повиши мотивацията и ангажираността му. Фазата на разработване на анимация и BP / PP започна с разработването на сюжети за всеки от 6-те модула. Фигура 4.14 показва фазата на планиране на модул 5 и как работата може да бъде извършена от съответните партньори.



Фиг. 4.14 Сценарий за модул 5.

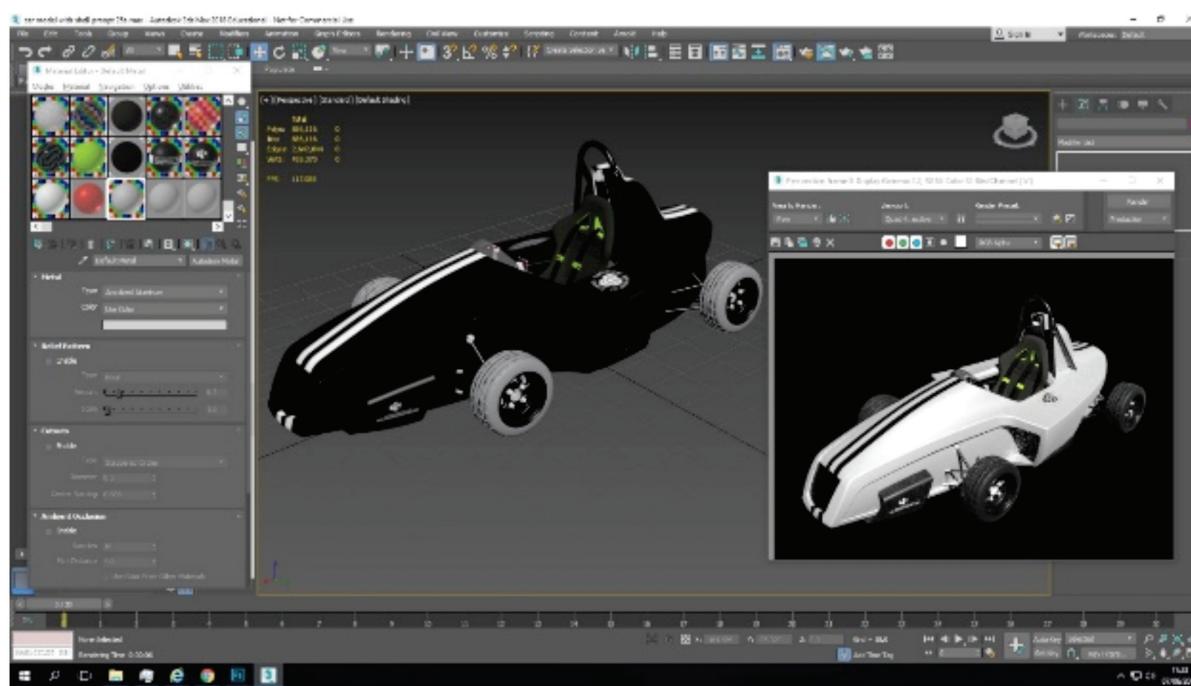
По време на тази фаза екипът, работещ по проекта, провеждаше редовни видеоконферентни срещи, на които всеки партньор демонстрира своя напредък и получаваше конструктивна обратна връзка. Споделянето на экрана беше прието като полезен инструмент за демонстриране на свършената работа. Срещите, отчитащи напредъка, провеждани на всяко тримесечно, бяха от решаващо значение за успешното изпълнение на проекта, в чиято първа фаза трябваше да бъдат спазени конкретни срокове и цели.

Фигура 4.15 показва процеса, използван за създаване на анимации, при които разработването на сюжет е важна част от процеса. Той предоставя ясна последователност от действия и посочва елементите, необходими за всеки модул. След това се провеждат анализи на разработваното техническо съдържание, за да се разберат изискванията на модула, където се създават скриптове. При анимация скриптът може да бъде коригиран в зависимост от времето, определено за съдържанието, необходимото ниво на умения и важността на съдържанието. Постоянната обратна връзка от съответните членове на екипа е важен елемент в този итеративен процес на разработване.

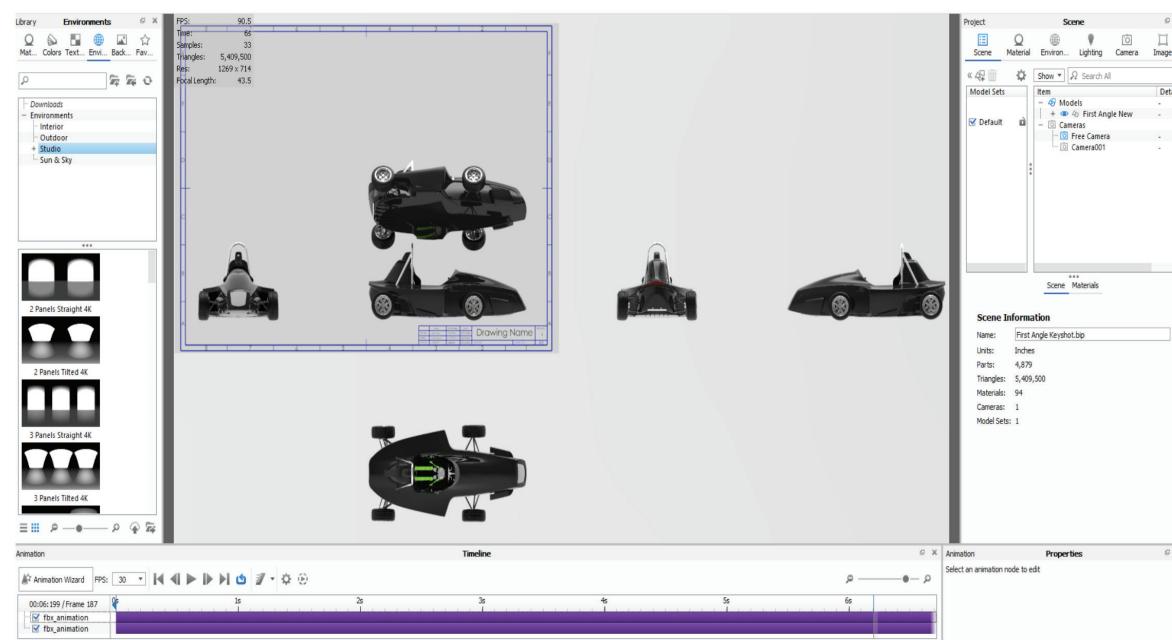


Фиг. 4.15
Разработване на анимация и BP / PP

Екипът на проекта реши да използва болид от серията Формула Стюдънт като основа за разработваните приложения (Фигура 4.16). Този автомобил е проектиран чрез CAD софтуер и е произведен физически от студентите от Техническия университет - София. Моделът на болида предоставя широка гама от различни компоненти, които могат да бъдат използвани в VR / AR и анимация.



Фиг. 4.16 3D моделиране на състезателен автомобил Формула Стюдънт



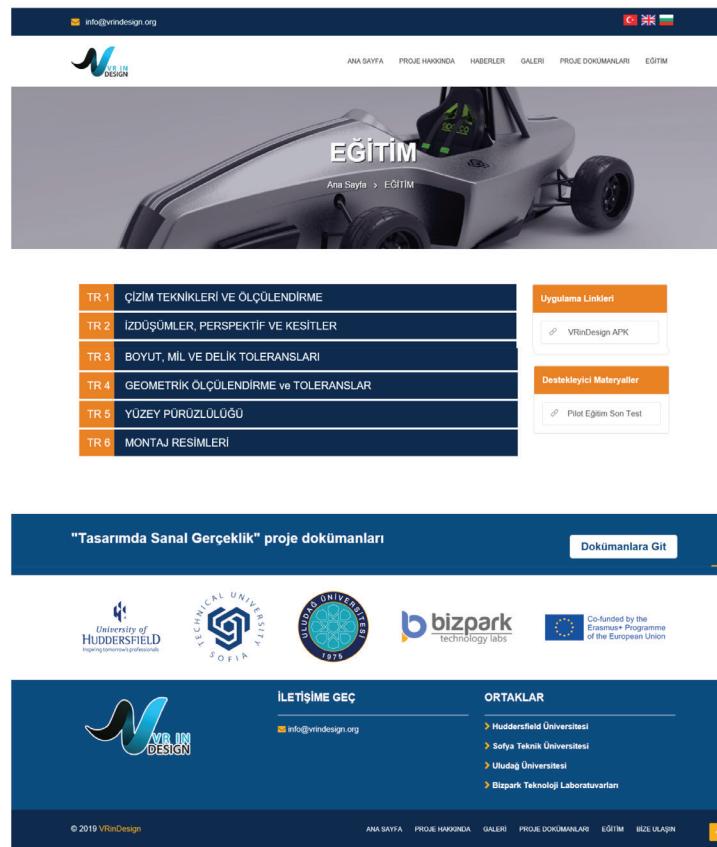
Фиг. 4.17 CAD моделиране и създаване на анимация

След това анимацията се експортира в софтуера Keyshot за добавяне на подходящи материали към преди ренерирането, както е показано на фигура 4.17. Няколко софтуерни пакета бяха използвани за постигане на необходимия резултат, включително Adobe Suite (Photoshop, Illustrator и InDesign) за създаване на сюжети и графики. За проектирането на болида е използван софтуерният продукт SolidWorks. След това 3D моделите са импортирани в 3D Studio Max за стартиране на анимационния процес. Към модела бяха приложени подходящи текстури и бяха използвани различни методи за анимация за създаване на съдържанието, включително движението на камерата и обекта (Huerta et al., 2019).

4.3. Подготовка на WEB страница за онлайн обучение

Уебсайтът <http://vrindesign.org/> осигурява свободен достъп до приложения за виртуална и разширена реалност, анимации и други помощни материали, разработени в рамките на проекта. От този сайт (виж Фигура 4.18) може да се получи достъп до:

- Съдържание на обучението;
- Методи за обучение и преподаване за студенти и преподаватели;
- Връзки за приложения за виртуална или добавена реалност;
- Анимации и други помощни материали, разработени в рамките на проекта.



Фиг. 4.18 Изображение на екрана на уеб сайт на проекта

Раздел 5

5. Пилотно Обучение И Анализ На Резултатите

В рамките на този проект беше разработено приложение, което да се използва в професионалното и техническото обучение, главно чрез използване на технология за добавена реалност. В това приложение се обясняват правилата за разчитане и изработване на технически чертежи в това число допуски и грепавости. В рамките на проучванията бяха разработени нови съдържание и материали, за да се осигури обучение за техническо чертане в среда на виртуална и добавена реалност. Разработените материали се публикуват като отворен код на цифрова платформа. По този начин към двумерните обекти с разширена реалност може да се добави трето измерение; детайлите на отделните части могат да бъдат разбрани за по-кратко време от студента и недоразуменията могат да бъдат сведени до минимум. Това позволява темата за техническото чертане, която обикновено се преподава за ограничено време и с традиционни методи, да бъде разбрана лесно.

Martin et al. (2015) изследват връзката между образованието и възприятието, като използва концептуални знания с лабораторни практики, поддържани от AR. Те установяват, че студентите се чувстват комфортно при взаимодействие в AR среда и смятат, че проектирането на съоръжения и машини е подходящо като тема и съдържание за тяхната цел. По подобен начин те споменават и за използване на AR приложения за подобряване на пространствените възприятия на студентите по инженерство. Martin et al. (2010) са разработили 3D виртуални модели, за да помогнат на студентите по инженерство да изпълняват задачите си, свързани с необходимостта от визуализация, както и да подпомогнат развитието на техните пространствени способности. Резултатите от така приложения подход са положителни..

Проучвания за изследване на въздействието на учебните материали или учебните програми върху компетентността и резултатите от дадено обучение показват, че обикновено се използват експериментални методи с една група или контролна група с предварително тестване и последващо тестване. Например, Akçayır и др. (2016) изследват ефектите от приложението на AR върху лабораторните умения на студентите и отношението им към лабораториите. Използва се квазиексперименталният дизайн на контролна група преди тест / след тест. Резултатите показват, че AR технологията значително развива лабораторните умения на студентите. Çepni et al. (2006), от друга страна, изследва ефектите на компютърно подпомаганите учебни материали върху когнитивното развитие на учениците, погрешните схващания и нагласите. Приложен е експериментален изследователски дизайн с преди и след тест чрез администриране на тест за постижения, тест за концепция и скала за научно отношение. След използването на компютърно подпомагани материали, в общия тест за постижения е наблюдавано увеличение с 10% в полза на експерименталната група.

5.1. Материали и методи

За да се оценят ефектите на VR/PP, разработени за обучение по техническо чертане, беше проведено пилотно проучване, включващо обучение и оценка в рамките на проекта, наречен „Виртуална и добавена реалност в проектирането с отчитане на технологиите за производство“, който е подкрепен от Програма за стратегическо партньорство за професионално обучение на EC ERASMUS +.

Пилотно обучение

Пилотното проучване е проведено с използването на PP приложения в курсовете за техническо рисуване, дадени в университета. На този етап приложението PP беше използвано при обучението на студенти, избрани като извадка от изследването. Експерименталната група на изследването се състои от 30 студента, които учат в автомобилна техника. Продължителността на пилотното обучение беше един месец и обхващаща общо 12 лекции. В този процес методите на обучение и преподаване, определени в рамките на проекта, бяха използвани вместо традиционното обучение, което е ориентирано към преподавателя и се поддържа от двуизмерни презентации. Темите и шестте идентифицирани модула бяха преподавани с помощта на PP и в същото време студентите бяха помолени да изтеглят приложението на своите мобилни телефони и да го използват индивидуално.

Тъй като приложението работи само на мобилни устройства с операционна система Android 7.0, за студентите, които не разполагат с тези устройства, беше осигурен проектор, свързан с един от телефоните. Този подход обогати учебната среда, добавяйки визуализации като анимации и взаимодействия в 3D пространството, вместо традиционно преподаване, базирано на презентация. Отново същото съдържание беше преподадено от същия лектор за същото време на 20 студента от същия курс, но този път без да бъдат използвани PP материали.

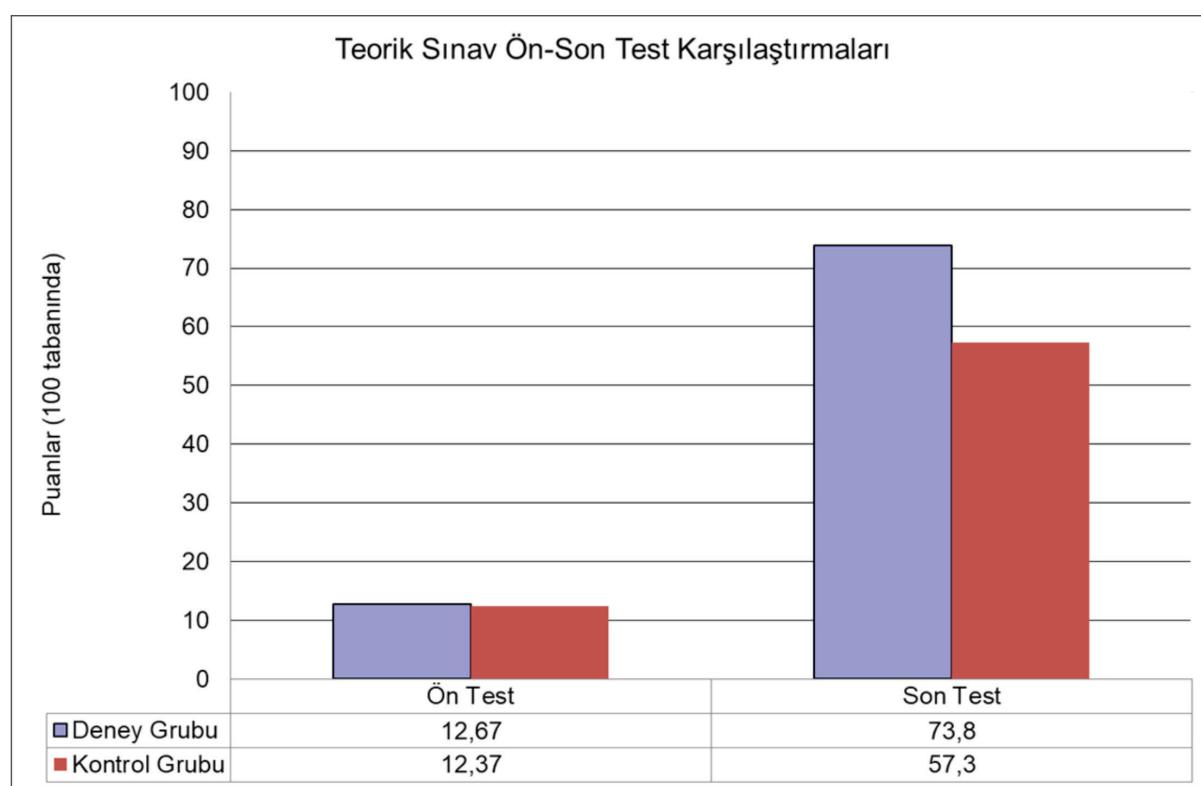
Оценка на резултатите

За да се оцени успеха на приложението и неговия принос към компетенции на отделните обучаващи се, беше проведен сравнителен анализ между резултатите на групите студенти, които използват и не използват PP приложение. За тази цел с помощта на статистически софтуер беше анализирана първо скалата, която е разработена за оценка на администрираните резултати.

За да се оцени обучението, разработено в рамките на изследването, беше разработен експериментален сценарий с контролна група, която проведе традиционното обучение с подобно съдържание. В рамките на този метод като предварителен тест и за двете групи бяха администрирани чрез Google Forms традиционен изпит и въпросник, състоящ се от 20 въпроса. През третата седмица от обучението общо шест студенти от изследваната група с различни нива на компетентност, определени на база отговорите им на предварителния тест, бяха интервюирани, като като им бяха задададени десет въпроса. На края на обучението предварителният тест и въпросникът бяха отново приложени. След това данните бяха анализирани.

5.2. Резултати

Резултатите от сравнението между отговорите на контролната и изследваната групи преди и след проведеното обучение са дадени на фигура 5.1. В предварителните тестове, поставящи под въпрос основните познания на участниците в областта на техническо чертане, анализът показва, че и двете групи са на едно и също ниво. Въпреки това, изследваната група повишава успеха си с 480%, а контролната група - 360% в теста след края на обучението. Тези резултати показват, че изследваната група е повишила познанията си с почти 30% повече в сравнение с контролната група.

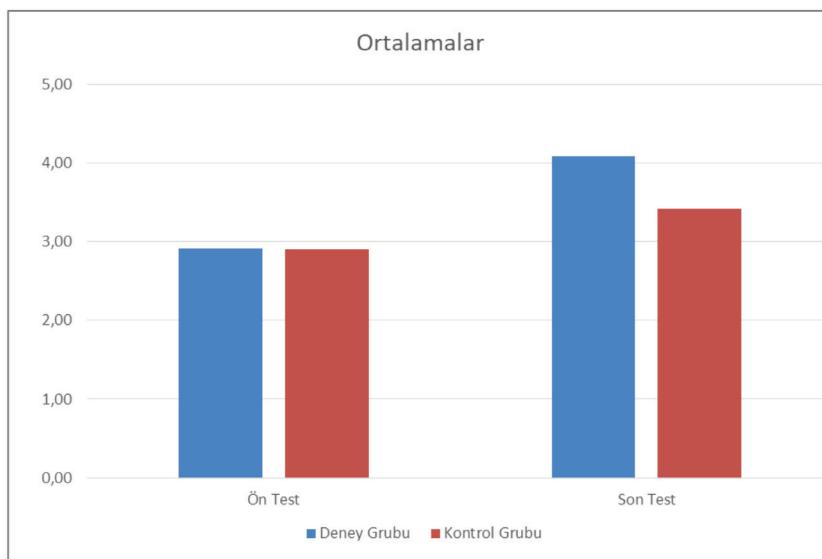


Фиг. 5.1. Теоретичен изпит и сравнение между предварителен и последващ изпит

Статистически анализ

Общо 50 участници, от които 30 в изследваната и 20 в контролната група, попълниха въпросника тип Likert, състоящ се от 20 точки, които се отнасят до възприемането на техническите концепции (8 точки), уменията (7 точки) и поведение-мотивация (5 точки). Въпросникът, използван за анализа, се основава на скалата на Ликерт, варираща от 1 (отрицателна) до 5 (положителна).

За сравняване на резултатите на участниците в изследваната и контролната група беше проведен и независим t-тест със софтуера SPSS.23. Общите резултати от t-теста на изследваната група са -8.079 (р стойност от .000). Общите резултати от t-теста на контролната група са -3.437 (р стойност от .001). Тези резултати са важни за оценка и на други детайли от анализа.



Фиг. 5.2. Резултати от анализа на представянето

Резултатите от представянето на изследваните групи са дадени на Фигура 5.2. Средният резултат преди теста на изследваната група е 2,92, а на контролната група - 2,91 от 5. Тези много близки резултати преди теста означават, че и двете групи са имали сходни познания преди обучението. Средният резултат след теста на изследваната група е 4,08, а на контролната група - 3,41 от 5. Увеличението в резултат на обучението е 39,7% в изследваната група и 17,2% в контролната група. Тези резултати показват 19,6% по-висока ефективност в изследваната група в сравнение с контролната. Те са много важни и показват ефекта от прилагането на AR върху придобиването от страна на участниците на знания и умения по техническо чертане

Анализ на съдържанието

Мотивация: Студентите, участвали в интервюто, не са използвали ВР/РР приложения преди. ВР/РР с триизмерната си природа улеснява фокусирането и разбирането на учениците, както и повишава мотивацията за учене.

Постижения и способности: Приложението повишава постиженията на студентите в областта на техническото чертане, тъй като развива способностите им да пренесят 2-D чертежи в 3-D среда. Студентите оцениха приложението като успешно.

Необходимост: Студентите считат, че е необходим учебник по техническо чертане, подкрепен от РР приложение, за задоволяване на необходимостта от познания в областта. Тази необходимост нараства още повече с разпространението на различните CAD-CAM софтуери. За да отговори обучението по техническо чертане на нарастващите потребности от знания, е необходимо интегрирането на повече визуални илюстрации в темите, които се възприемат като най-проблемните предмети сред студентите, а именно темите за допуски и сглобки, грапавост на повърхнините, изгледи, разрези и сечения.

Предпочтение: Установено беше, че участниците предпочитат мобилни устройства (телефони и таблети,) поради тяхната достъпност и практичност. Няколко студенти обаче заявиха, че РР очилата също могат да се използват активно. Като цяло студентите изразиха мнение, че приложението трябва да бъде интегрирано в самите лекции, а не да се използва отделно, при което би се намалил иначе положителния му ефект.

5.3. Заключение и предложения

В това проучване се оценяват всички аспекти на разработеното оригинално РР приложение, което е бесплатно и достъпно за всички и би могло да се използва за по-добро разбиране на предметите, изучавани в рамките на професионалното образование. Очаква се разработеното РР приложение да отговори на индивидуалните потребности от обучение на всички нива, от професионалните гимназии до университетите и да повиши компетенциите на учащите в областта на техническото чертане. Анализът на данните за резултатите и приносите към концептуалното, както и когнитивното ниво на обучение показват, че разработеното приложение има значителен принос за повишаване на учебни постижения.

Други важни резултати от анализа разкриват необходимостта от създаване на интерактивни учебници по техническо чертане, интегрирани с мобилни устройства и разработване на специални приложения за тези мобилни устройства (Emreli et al, 2019).

Раздел 6

Заключение

Всички работни пакети, предвидени в рамките на проекта, стартираха на 01.10.2017 г. и успешно приключиха на 01.10.2019 г. Очакваните резултати от проекта, които са подробно описани в този доклад, бяха постигнати и разработените продуктите бяха направени публично достъпни. Бяха проведени четири международни срещи, планирани в рамките на проекта, а резултатите от тях записани. Уебсайтът, които трябваше да бъдат завършен в рамките на първите шест месеца от проекта, беше публикуван на три езика в домейна <http://www.vrindesign.org/> с инфраструктура, която позволява разработените образователни материали да бъдат изтегляни безплатно. Материалите, разработени по време на проекта, както и множество международни научни публикации, доклади, ръководство за употреба и разработени учебни програми бяха публикувани на уеб сайта в рамките на дейностите по разпространение. В допълнение към тези дейности бяха публикувани и новини в някои медии.

В този процес всички партньори постигнаха значителни успехи, работеще се в условия на много динамично международно сътрудничество, особено на етапа на формулирането на очакваните академични резултати и при самото разработване на приложенията. Очаква се резултатите от проекта да осигурят ползи за студентите, в чиято учебна програма присъства дисциплината „Техническо чертане“, както и за всички хора, работещи в сектора на машиностроенето.

References

- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016) Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories, *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Arslan, R., Tekin, Y., Yazıcı, M., Kuş, A., & Kaynak, Z. G. (2009). A modular training project for vocational education and improvement in Turkey. *Industry and Higher Education*, 23(2), 127-132.
- Arslan R, Özdemir E, O'Mahony P, Parsons R, Di Bono S, Battipaglia A, Jociunas J, Lovsin M, Muresan SS (2013) A comparative study: challenges and opportunities for european union dual vocational training systems. *J Co-operative Educ Internships* 47(1):4–18, Cincinnati
- Arslan R, Uzarslan N T. "Impact of competency-based and target-oriented training on employee performance". *Industry and Higher Education*, 35(5), 289-292, 2017
- Ashford, N. A. (2004). Major challenges to engineering education for sustainable development: what has to change to make it creative, effective, and acceptable to the established disciplines?. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(3), 239-250.
- Balak, M. V., & Kısa, M. (2017). Akıllı Telefonlu Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Resim Eğitiminde Kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1(2).
- Besterfield Sacre, M., Cox, M. F., Borrego, M., Beddoes, K., & Zhu, J. (2014). Changing engineering education: Views of US faculty, chairs, and deans. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 193-219.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). Rethinking engineering education. The CDIO Approach, 302, 60-62.
- Çepni, S., Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46(2), 192-205
- Edexcel BTEC Level 3 Nationals specification in Engineering— Issue 1 – January 2010 © Edexcel Limited 2009
- Emreli, D., Kofoglu M., Arslan R., Kuş A., Unver A (2019 "Teknik Resim Eğitimi İçin Geliştirilen Sanal Gerçeklik Öğretim Materyalinin Öğrencilerin Kavramsal Ve Bilişsel Öğrenme Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi", Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi, İzmir, 2019
- Huerta, O., Kus, A., Unver, E., Arslan, R., Dawood, M., Kofoğlu, M., Ivanov, V. 2019. A Design-based Approach to Enhancing Technical Drawing Skills in Design and Engineering Education using VR and AR Tools. In Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, 3(1): 306-313.
- İbili, E., & Şahin, S. (2015). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3D geometri kitabı yazılımın tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D.
- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 111-136.
- Ismail, M. E., Othman, H., Amiruddin, M. H., & Ariffin, A. (2017). The use of animation video in teaching to enhance the imagination and visualization of student in engineering drawing. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 203(2), 12–23
- Kaufmann, H., & Dünser, A. (2007). Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application. *Virtual Reality*, 660-669
- Kuş, A., Arslan, R., Unver, E., Huerta, O., Dimitrov, L., Tomov, P., & Tekin, Y. (2018) An Evaluation of Technical Drawings Training Needs For Developing New Training Methods, *XXVII-th International Scientific and Technical Conference Automation of Discrete Production "ADP2018"*, Sozopol, Bulgaria
- Martin-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010) Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students, *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Martin-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education, *Computers in Human Behavior*, 51, 752-761.
- Ong, S. K., Yuan, M. L., & Nee, A. Y. C. (2008). Augmented reality applications in manufacturing: a survey. *International journal of production research*, 46(10), 2707-2742.
- Salas, E., Tannenbaum, S. I., Kraiger, K., & Smith-Jentsch, K. A. (2012). The science of training and development in organizations: What matters in practice. *Psychological Science in the Public Interest*, 13(2), 74-101.
- Unver, E. (2006). Strategies for the transition to CAD based 3D design education, *Computer-Aided Design and Applications*, 3(1-4), 323-330
- Webel, S., Bockholt, U., Engelke, T., Gavish, N., Olbrich, M., & Preusche, C. (2013). An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(4), 398-403.

Notes

Notes

Try the app



vrindesign.org

