

3D MODELLERDE POLİGON YAPISININ ARTTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

¹Muhammed Kofoğlu,²Caner Dargut,³Rıdvan Arslan, ³Abdil Kuş,

¹Uludağ Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Bursa, Türkiye

²Bizpark Bilişim, Bursa, Türkiye

³Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bursa, Türkiye

Corresponding Author: Abdil Kuş, abdikus@uludag.edu.tr

ÖZET

Günümüzde, iş hayatına başlayacak bireylerin üretime bir an önce katılabilmeleri büyük önem arz etmekte vemesleki alanları ile ilgili bilgi ve becerileri eğitimleri esnasında kazanmaları gerekmektedir. Özellikle mühendislik eğitimlerinde teknik konu ve kavramların öğrenilebilmesi için iyi teknolojilerin eğitime adapte edilmesi gerekir. Bu amaçla yıllarda arttırılmış gerçeklik (AR)teknolojileri kullanıcıya verdiği “cisimlerdeki derinlik algısı” ve “cisimlerle görsel olarak etkileşim” imkânı ile oldukça etkili bir teknik olarak ön plana çıkmaktadır. AR kurulum, kullanım ve sürdürülebilirlik açısından da bireylerin hayat boyu öğrenmelerine yardımcı olacak ve bilgi ve becerilerin daha anlaşılabilir bir şekilde aktarılmasını sağlayacak bir yöntemdir.Bu çalışmada, Unity3D uygulaması üzerinde AR ile makine imalat-montaj süreçlerinde kullanılacak olan 3 boyutlu nesnelerin poligon sayılarının uygulama üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı, farklı poligon sayılarının AR uygulaması üzerindeki etkilerini araştırarak en uygun poligon sayısı seçimi için kriterler geliştirmektir. Çalışmada model olarak kullanılan montajı yapılmış birsantrifüj pompaInventor2018 programında farklı mesh özelliklerine göre kaydedilerek Unity3D ortamına aktarılmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arttırılmış Gerçeklik, Montaj, Mesh Yapısı

ABSTRACT

Nowadays, it is very important for the individuals who will start work life to participate in the production as soon as possible and they need to acquire knowledge and skills related to their professional fields during their training. In order to learn technical subjects and concepts, especially in engineering education, good technologies should be trained and adhered to. For this purpose, with the possibility of "depth perception in objects" and "visual interaction with objects" given to the user by the Augmented Reality (AR) technologies in the last years, it is becoming a very effective technique. AR is also a way to help individuals learn lifelong in terms of installation, use and sustainability and to ensure that information and skills are conveyed in a more understandable way. In this study, the number of polygons of the objects that will be used in the manufacturing and assembly processes of the machine with AR on the Unity3D application are examined. The aim of the study is to investigate the effects of different polygon numbers on the AR application and to develop criteria for choosing the most appropriate number of polygons. An assembled centrifugal pump used as a model in the study was recorded according to different mesh properties in Inventor program and transferred to Unity3D environment and the results were examined.

Keywords: Augmented Reality, Assembly, Mesh Network

1. GİRİŞ

Geleceğin vazgeçilmez teknolojisi olarak görülen Arttırılmış ve Sanal Gerçeklik(A/VR) uygulamaları çok hızlı geliştirilen bir platform haline gelmiştir ve gündelik hayata her geçen gün daha fazla adapte edilmektedir.Mühendislik

öğrencileri için çizim-tasarım dersleri tüm dünyada öğrenilmesi ve öğretilmesi zor ancak iş hayatı içinde bir o kadar gereklidir. Mühendislik objelerinin grafiksel gösterimini anlama ve tasvir etmenin yanı sıra, bu derslerin amacı öğrencilere üç boyutlu (3D) nesnelere ve onların projeksiyonları arasındaki ilişkiyi anlamalarını sağlamaktır. Ancak, zamanın sınırlı olduğu sınıfta, 3D geometriyi sadece kâğıt üzerinde veya tahtadaki çizimlerini kullanarak açıklamak çok zordur (Chen, Chi, Hung, Kang 2011). Webela ve arkadaşlarına (2013) göre artırılmış gerçeklik, bakım ve montaj eğitimi için faydalı bir eğitim materyalidir. AR ile eğitim, mekândan bağımsız olduğundan dolayı istenilen yerde gerçekleştirilebilir. Bu sayede sanal parçaların herhangi bir ortamda montajı ve bir makinenin bakımı yapılabilir. Ayrıca sanal parça ve makinelerin, bakım ve montaj talimatlarının ve tanıtım videoları her bir eğitim için üretilmesi gereken ürün olmadıklarından maliyetleri sadece harddisk içinde kapladıkları baytlar ve ilk satın alınma ücretleridir.

Somyürek (2014) AR teknolojilerinin eğitim amacıyla kullanıldığı alanlardan bazılarını; iki boyutlu kitaplara üçüncü bir boyut kazandırma, bilişsel ve psikomotor bakım/onarım görevleri hakkında eğitim verme, mühendislik eğitiminde araçlar ve malzemeler hakkında bilgi/beceri kazandırma gibi çok geniş bir uygulama alanı olarak ifade etmektedir. 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. Neeve ark. (2012) tasarım ve imalatta AR uygulamalarının geliştirilmesini gözden geçirmiştir. Çalışmada AR uygulamalarının imalat mühendisliği alanında güçlü bir araç haline getirmek için, sezgisel ve etkili insan ara yüzlerinin ve uygun içerik geliştirmenin tasarlanmasının ve sunulmasının önemini vurgulamaktadır.

Li ve ark. çalışmalarında, mühendislik veri türlerini içeren analiz ve simülasyonlar bir AR platformu kullanarak doğru ve etkili bir şekilde görselleştirilmesi yanlış öğrenmeyi ve yorumlamayı azalttığını belirtmektedirler. Son yıllarda, AR uygulamaları masaüstü bilgisayardan mobil cihazlara doğru geçiş göstermiştir. Taşınabilirlik kolaylığı ile mobil platformlar, mühendislere, yerinde bulunan ilgili bilgilere uygun erişim imkânı sağlamıştır. Mühendislik analizinde AR'nin görsel ve mobil platformlarda uygulamaları karşılaştırıldığında her tekniğin, uygulamada birtakım artıları ve eksileri olduğu ve geliştirme sürecinin yoğun biçimde devam edeceği belirtilmektedir. AR'nin geleceğinin tamamen işlevsel bir mobil AR platformu şeklinde olacağı ve bu geliştirme fazının henüz emekleme aşamasında olduğu belirtilmektedir (Live ark. 2017). AR mühendislik uygulamalarının henüz karmaşık 3D modellerin fotogerçekçi sunumunda donanım ve yazılım eksikliklerin ve geliştirilmesi gereken kısımlarının olduğu açıktır (Pejicve ark. 2014). AR uygulamaları geliştirenlerin bu eksiklikleri gidermek üzere çalışmaları sürmektedir ve geleceğin mühendislik çözümlerinde AR'nin çok etkin olacağı öylenebilir.

Ongve ark. (2008) AR'nin, sanal bilgisayar tarafından üretilen bilgileri gerçek bir dünya ortamına yerleştiren yeni bir insan-makine etkileşimi olduğunu belirtmiştir. Yazarlar AR'nin son on yılda askeri eğitim, ameliyat, eğlence, bakım, montaj, ürün tasarımı ve diğer üretim faaliyetleri gibi birçok alanda iyi potansiyel uygulama alanı bulunduğunu belirtmektedir. İnsan bilgisayar etkileşimi alanında yapılan çalışmalar doğrultusunda AR için birçok kütüphane oluşturulmuştur (Özarslan, 2013). Bu kütüphanelerde AR uygulaması geliştirmek için ücretsiz olarak kullanılabilecek yazılımlar bulunmaktadır. Bu yazılımlardan yaygın olarak kullanılan "Unity3D" kullanıcılarına sunduğu avantajlarla çok fazla tercih edilmektedir. Bilgisayarda görüntü oluşturmak için cisimler analitik olarak temsil edilemez ve bunun yerine sayısal yöntemler kullanılır. Bu nedenle eğriler, birbirine eşit uzaklıktaki veya bir merkez etrafında eşit açılarla yerleştirilen noktalardan geçen doğruların birleşimi olarak ifade edilir. Bu noktaların birleşimi ile oluşan kapalı şekle poligon denir ve katı modeller poligonlarla temsil edilir.

Bu çalışmada, Unity3D uygulaması üzerinde AR ile makine imalat-montaj süreçlerinde kullanılacak olan nesnelere poligon sayıları incelenmiştir. Bu amaçla model olarak kullanılan montajı yapılmış bir santrifüj pompa Inventor programında farklı mesh özelliklerine göre kaydedilerek Unity3D ortamına aktarılmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

2. ARTTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMALARI

AR kavramı, gerçek hayattan elde edilen görüntülerin üzerine bilgisayar ortamında oluşturulmuş olan nesnelere eklenerek bilgisayar ekranından kullanıcıya sunulmasıdır. AR uygulamalarında yaygın olarak kullanılan "Unity3D" yazılımı ile artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmek için "vuforia" paketi kullanılır. Bu paketin içinde AR Camera, ImageTarget, MultiTarget, ObjectTarget gibi kullanıma hazır kodlar mevcuttur. Geliştirilecek uygulamalarda kullanılmak üzere Unity3D yazılımının uzantıları olan hazır nesnelere indirilerek uygulamada rahatlıkla kullanılabilir. Bunun yanı sıra eğer hazır nesnelere dışında bir katı modele ihtiyaç duyulursa CAD programlarından yararlanılır. Bu amaçla kullanılabilecek birçok CAD yazılımı mevcuttur. Ancak Unity3D programı oluşturulan her katı model dosya formatını desteklemediğinden genellikle ".obj" ve ".fbx" dosya uzantıları kullanılmaktadır.

AR uygulamalarında 3D mekanik modellerin gösteriminde en önemli faktör, gerçek zamanlı olarak fotogerçekçi görüntüsü (render) yapılan modellerin boyutudur. 3D model boyutlarının büyüklüğü ve karmaşıklığı nedeniyle, taşınabilir aygıtların eş zamanlı arttırılmış gerçeklik görüntüleri ve render işlemi için genellikle çok fazla işlem gücü gerektirir. Bu nedenle, en ideal AR performansını elde etmek için, model poligon sayılarının optimize edilmesi gerekir. Bu, ideal olarak, AR' de bir defada görüntülenen her modelin dosya boyutu sınırına uygun olması gerektiği anlamına gelir, böylece program en iyi resim kare frekansını ve performansını izleyebilir.

Nesnelerin geometrik şeklini, bilgisayar ortamında en yakın çizgilerle oluşturma işlemine “mesh” denir. Her çizgi bir elemanı temsil eder ve her iki elemanı birleştiren düğüm noktaları (node) vardır. Elemanların birleşerek oluşturduğu kapalı şekle poligon denir ve poligonlar birleşerek mesh yapısını oluşturur. Mesh yapısı bilgisayar ortamında genellikle otomatik olarak üretilir. Üretilen mesh yapısı, şeklin karmaşık olması veya uygun elemanlar seçilmediğinden dolayı bazı bölgelerde aşırı şekil bozukluğuna uğrar ve bu durumda şekil bozukluğu kabul edilebilir sınırlar içinde tutulmalıdır.

2.1. Uygulamada Kullanılan Donanım

Uygulamada Şekil 1 de gösterilen ve Microsoft firmasının geliştirdiği Microsoft Hololensarttırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılmıştır. Bu gözlük üzerindeki gelişmiş sensörler ile yaptığımız ve bulunduğunuz ortam hakkında bilgi toplar. Microsoft HoloLens, etrafınızdaki fiziksel mekânları, boşluğu ve nesnelere görebilir, haritalandırabilir ve anlayabilir. Ortalama dizüstü bilgisayardan daha fazla bilgi işlem gücü sağlayan Microsoft HoloLens, fanlar olmadan pasif olarak soğutulur. Kullanıcıya kablolar, harici kameralar veya telefon veya PC bağlantısı gerektirmeden, özgürce ve bağımsız olarak hareket edebilme imkânı sunar (URL-1).

2.2. Mesh Yapısının Oluşturulması

Nesne :“.obj” formatına dönüştürülürken bazı parametreler kullanılarak istenilen şekil bu parametrelere uygun noktalarla temsil edilir.

SurfaceDeviation(Yüzey Sapması): Oluşturulacak yüzeylerin gerçek yüzeylerden sapmasının bir ölçüsüdür(% olarak).

Normal Deviation(Normal Sapma): Noktaların sapma miktarıdır (değeri 0-41 arasındadır).

Max. EdgeLength(Maksimum Kenar Uzunluğu): İki nokta arasındaki en uzun mesafedir(% olarak).

AspectRatio(Görüntü Oranı): Görselin genişliğinin yüksekliğine oranıdır (değeri 0-21.5 arasındadır).

Polys(Poligonlar): Nesneyi oluşturacak poligon sayısını ifade eder.

3. MESH YAPISININ İNCELENMESİ

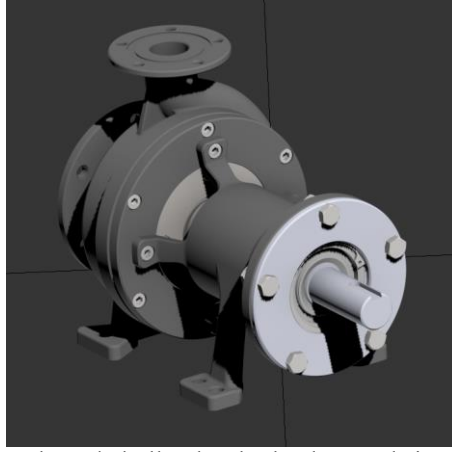
Bu çalışmada poligon sayısının uygulama üzerindeki etkisini incelemek amacıyla Şekil 2’de gösterilen montajdan alınan örnek parça (santrifüj pompa çarkı), Unity3D ortamına aktarmak için Tablo 1’de özellikleri verilen notebook ile farklı mesh yapıları oluşturularak Tablo 2ve 3’deki özellikler ile kaydedilmiştir. Tablo 1’de özellikleri verilen Desktop bilgisayar ile Unity3D ortamında Microsoft Hololens için AR uygulaması geliştirilmiştir.

Tablo 1 İncelemede kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri.

Özellik	İşlemci	Sistem Türü	Grafik Kartı	RAM
Notebook	Intel® Core™ i7-4720HQ CPU @ 2.60 GHz	64-bit	Intel® HD Graphics 4600 Bellek: 2048 MB	16 GB
Desktop	Intel® Core™ i7-5930K CPU @ 3.50 GHz	64-bit	NVIDIA Quadro K4200	32 GB



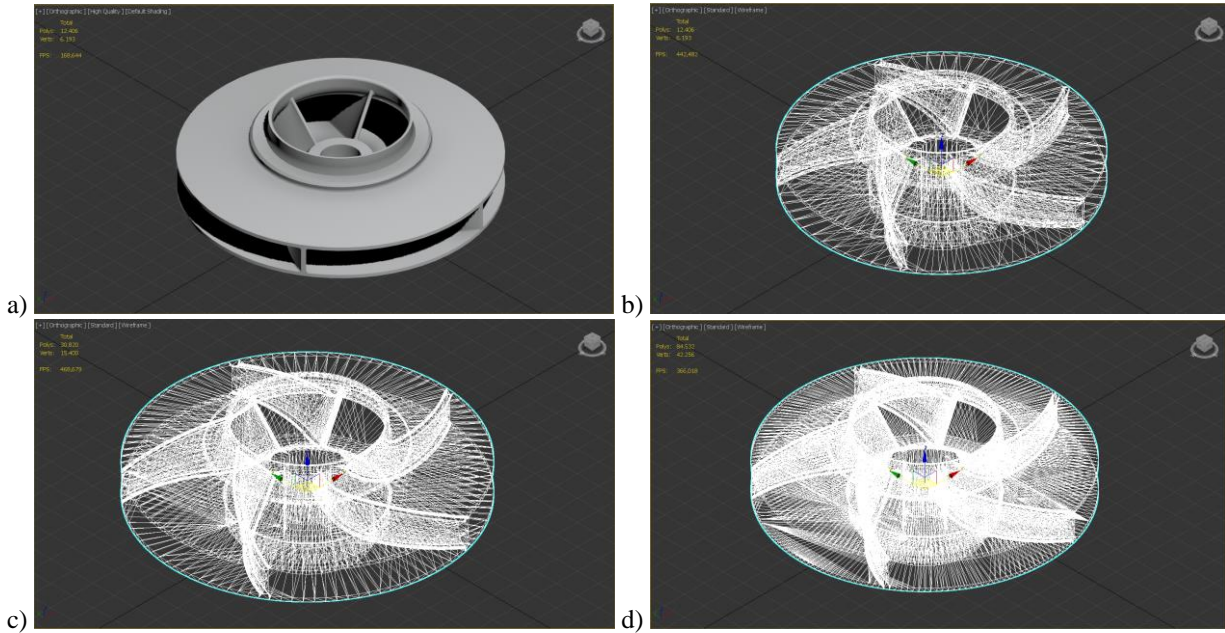
Şekil 1.Microsoft Hololensarttırılmış gerçeklik gözlük ve sensörleri (Microsoft 2018).



Şekil 2. Uygulamada kullanılacak olan konstrüksiyonun montajı

Tablo 2. Montajdan alınan örnek parçanın farklı poligon sayılarına ait modelleme özellikleri

Katı Model(Şekil 3a)	Düşük Kalite(Şekil 3b)	Orta Kalite(Şekil 3c)	Yüksek Kalite(Şekil 3d)
SurfaceDeviation	0.04	0.016	0.005
Normal Deviation	30	15	10
MaxEdgeLength	100	100	100
AspectRatio	21.5	21.5	21.5
Polys	12406	30820	84532

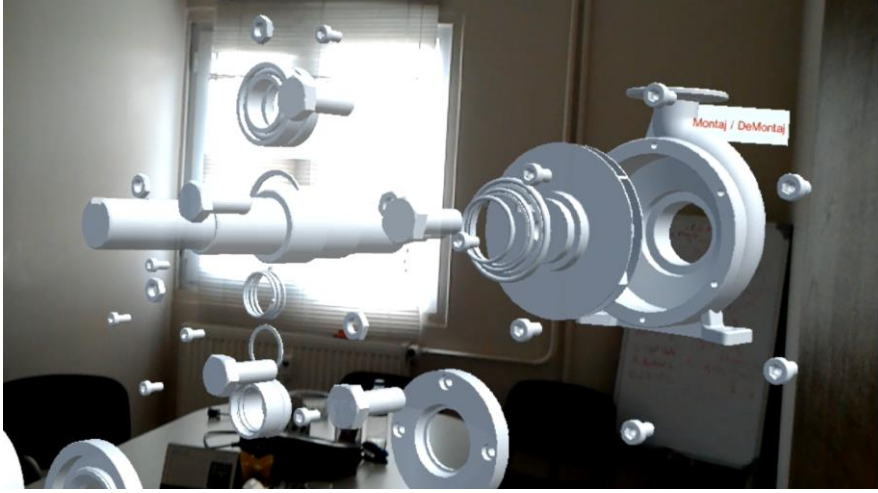


Şekil 3. Seçilen örnek parçanın; a) katı modeli, b) düşük yoğunluktaki mesh yapısı, c) orta yoğunluktaki mesh yapısı ve d) yüksek yoğunluktaki mesh yapısı

Çalışmada her kalitedeki parça yüzeyi, Unity3D ortamında yeterli şartları sağlamıştır. Fakat yüksek kalitedeki parçanın yoğun mesh yapısının, uygulamada aynı anda birçok parça kullanılması halinde çalışma performansını düşürdüğü ve görüntüde “titreme” gözlemlenmiştir. Benzer biçimde Microsoft Hololens artırılmış gerçeklik gözlüğü için yapılan ve 1 milyon poligon sayısına sahip çalışmada da gözlüğün çok yüksek poligon sayılarında görüntüyü yinleme frekansı, gözün doğal frekansından daha küçük olduğu için görüntüde “titreme” meydana gelmiştir.

Tablo 3. Montajın farklı poligon sayılarına ait modelleme özellikleri

Katı Model	Düşük Kalite	Orta Kalite	Yüksek Kalite
SurfaceDeviation	0.04	0.016	0.005
Normal Deviation	30	15	10
MaxEdgeLength	100	100	100
AspectRatio	21.5	21.5	21.5
Polys	151314	329034	874622

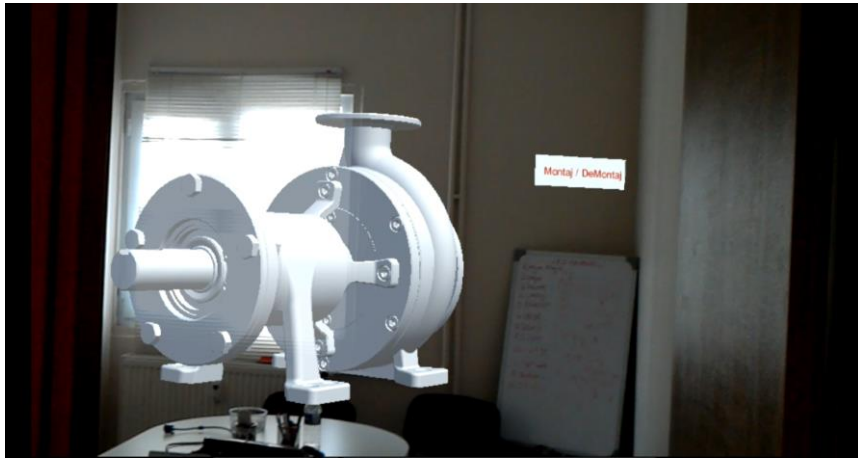


Şekil 4. Montaj yapılacak parçalar

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda geliştirilmiş olan arttırılmış gerçeklik uygulaması Şekil 4,5 ve 6'da görülmektedir. Bu uygulamada her bir parça Unity3D programına aktarılmıştır. Hareketleri sağlamak için her bir parçaya animasyon içinde izleyeceği yol tanımlanmıştır. Montaj ve demontaj animasyonunu başlatacak, Şekil 6'da sağ üst köşede net bir şekilde görülmekte olan tuş uygulamaya eklenmiştir. Tuş, animasyon ile ilişkilendirilmiştir. Animasyon etüdü, Unity3D ortamında test edildikten sonra Microsoft Hololens için kaydedilmiş ve cihaza aktarılmıştır. Uygulama Microsoft Hololens ile uygulama başlatılmış ve çalışma performansı test edilmiştir.



Şekil 5. Montaj aşaması



Şekil 6. Montajın tamamlanması

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak, parçaları, mümkün olduğunca, geometrilerinin bozulmadığı en düşük poligon sayısı ile temsil etmek, cihazın işlemci kapasitesini doldurmamak açısından önemlidir. Bu sayede parçalara farklı hareket ve montaj işlevleri ve bunların yanında eğitimi destekleyen tanıtım ve/veya sunum videoları eklenebilir.

Arttırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanılacak poligon sayısı sadece eğitsel çalışmalarda değil, aynı zamanda üretilen herhangi bir parçanın ürün ağacını oluşturarak; üretimde izlenecek en kısa ve etkili yolun belirlenmesinde de önemlidir. Bunlara ek olarak ürün ağacı listesinde her bir parçaya barkod oluşturularak kağıt üzerinde görselliğin arttırılması sağlanabilir. Üretilmiş parça uygulamaya tanıtılarak üzerinde sanal olarak değişiklikler yapılabilir.

Yapılan uygulama ile her bir parçanın montajını gözlemlemek mümkündür. Bu sayede kullanıcı montaj sırasını ve montaj şeklini gerçek zamanlı olarak tecrübe edebilir. Eğitim uygulamalarında anlaşılabilirliği arttırmak adına görselliğin yanında montaj esnasında kullanıcıya parçaların birleştirilme sesleri de sunulabilir. Böylece kullanıcının beş temel duyusundan ikisi (görme ve işitme) çalıştırılmış olunur ve eğitimin kalıcılığı artar. Bunlara ek olarak, ileriki çalışmalarda geliştirilen parçaların gerçek parça ölçüsüyle aynı ölçülerde olması eğitimin etkinliğini arttıracaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, AB Erasmus+ Programı Mesleki Eğitim Stratejik Ortaklıklar kapsamında yürütülmekte olan 2017-1-TR01-KA202-45941 numaralı “Virtual and Augmented Reality (V&AR) in Design for Manufacture” isimli proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Chen, Y., Chi, H., Hung, W., Kang, S. (2011) “Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses”, *Journal Of Professional Issues In Engineering Education & Practice Asce Dergisi*, 137, 4, s.1
- [2] Özarslan, Y. (2013). Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi.
- [3] Somyürek, S. (2014). Öğretim Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: Arttırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- [4] Zhou, F., Duh, HBL., Billingham, M. (2008) “Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: a Review of Ten Years of ISMAR”, *Proceeding of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 15–18 Eylül 2008, s.193–202.
- [5] Balak, M. V., & Kısa, M. (2017). Akıllı Telefonlu Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Teknik Resim Eğitiminde Kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1(2).
- [6] 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.
- [7] Nee, A. Y., Ong, S. K., Chryssolouris, G., & Mourtzis, D. (2012). Augmented reality applications in design and manufacturing. *CIRP Annals-manufacturing technology*, 61(2), 657-679.
- [8] 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.
- [9] Li, W., Nee, A. Y. C., & Ong, S. K. (2017). A State-of-the-Art Review of Augmented Reality in Engineering Analysis and Simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(3), 17.
- [10] Pejić, P., Rizov, T., Krasić, S., & Stajić, B. (2014). Augmented reality application in engineering. In 3rd international congress, SMAT 2014-SIAR (pp. 39-44).
- [11] URL-1: Microsoft (2018), Dünyanızı görmenin yeni yolu. Microsoft, <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/hardware>, 09.04.2018.