

Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Gezgin Robot Bakım Yazılımı Geliştirilmesi

Development of Augmented Reality Based Mobile Robot Maintenance Software

Hakan GENÇTÜRK
Ar-Ge Bölümü
İnovasyon Mühendislik Ltd. Şti.
Eskişehir, TÜRKİYE
hakan.gencturk@inovasyonmuhendislik.com

Uğur YAYAN, PhD.
Ar-Ge Bölümü
İnovasyon Mühendislik Ltd. Şti.
Eskişehir, TÜRKİYE
ugur.yayan@inovasyonmuhendislik.com

Özetçe—Artırılmış Gerçeklik dijital verileri gerçek dünyaya ekleyerek gerçeklik algısını arttırmaya yaramaktadır. AG günümüzde eğlence sektörlerinden sağlık ve eğitim uygulamalarına kadar birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, android tabanlı bir cihaz kullanılarak Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin gezgin robot (evarobot) bakımı ve onarımı için kullanılması üzerine bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada eğitim amaçlı kullanılan Evarobot' un akü, motor, sensör ve elektronik kart değişim senaryoları belirlenerek bakım ve onarım adımları oluşturulmuştur. Bu adımlar belirtilen talimatlar gereğince görsellerle desteklenerek kullanıcıya, bu alanda uzman yetkili ya da bakım dokümanı gerektirmeden kolay bir şekilde bakım işlemini gerçekleştirebilmesi hedeflenmektedir. Çalışma sonucunda tecrübenin dijitalleştirilmesi ve bilginin kaybolmayarak kolay bir şekilde aktarılması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler—artırılmış gerçeklik; tecrübenin dijitalleştirilmesi; bakım; gezgin robot; android.

Abstract—Augmented Reality (AR) helps to increase the perception of reality by adding digital data to the real world. Nowadays, AR is used effectively in many areas from entertainment sectors to health and education applications. In this study, a mobile application has been developed by using Augmented Reality technology for maintenance and repair of the mobile robot (evarobot). In this study, battery, motor, sensor and electronic card replacement scenarios of Evarobot and maintenance and repair steps were determined. These steps are supported with visuals in accordance with the instructions given and are intended to enable the user to carry out the maintenance process easily without the need for an expert or maintenance document. At the end of the study, the digitization of the experience and the transfer of the information without getting lost has been realized in an easy way.

Keywords— augmented reality; digitalization of experience maintenance; mobile robot; android.

I. GİRİŞ

Günümüzde Artırılmış Gerçeklik (AG) uygulamaları birçok alanda kullanılmaktadır. Bunların başında; medikal, eğitim, sanayi, askeriye gibi alanlar gelmektedir [1]. AG kısaca, gelişmiş bir kullanıcı deneyimi yaratabilmek için doğal dünyamıza grafikler, sesler, yazılar ve dokunma geri bildirimleri ekleyerek kişinin mevcut gerçeklik algısını arttırmaya yaramaktadır. Teknoloji, Endüstri 4.0' a doğru ilerledikçe makineler ve onları çalıştıran sistemler daha akıllı, akıcı ve senkronize olmaya başlamaktadır. Modern çağdaki fabrikalar artık birlikte çalışmakta olan birden fazla makine ile sürekli olarak birbiriyle iletişim halinde olmakta ve canlı verilerle iletişim içerisinde olan çoklu sistemlere entegre olmaktadır [2]. Sistemin devamlı ve uygun bir şekilde çalışabilmesi için bakımın endüstride önemli bir yeri bulunmaktadır. Bakım, toplam üretim maliyetinin %60-70'ini oluşturduğu için üretim yaşam döngüsünün ana faaliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır [3].

Artırılmış Gerçeklik (AG), giderek karmaşılaşan bakım prosedürlerinin kolaylaştırılmasında kullanılan bir teknolojidir. Başa takılan ekranlar (HMD) veya portatif cihazlar sayesinde, AG sistem-kullanıcı etkileşimini ve çeşitli yolları test ederek birtakım çözümler sunmaktadır. Bilişim Teknolojileri araçları tarafından oluşturulan anlamlı bilgi, farklı işlevleri desteklemek için işletme genelinde sorunsuz bir şekilde paylaşılmaktadır [3]. AG sisteminin geliştirilmesi ve sürdürülmesi için gerekli olan temel beceriler: programlama, modelleme, animatör ve bilgi yönetimidir. Gelecekteki trendler, bilgiyi operatöre aktarmak için dokunma duyusu kullanımı üzerine çalışmaktadır. Kullanıcıların bakım işlemlerini gerçekleştirme niyetlerini sistematik olarak yakalayabilmeli ve herhangi bir bakım prosedürünün verilerini toplayabilmelidir. Toplanan bilgiler eğitim sürecini veya bakım prosedürünü geliştirmek için kullanılabilir. HMD' ler daha rahat ve güçlü hale gelmeli, tarama sağlamlığı geliştirilmeli ve AG için içerik araçları geliştirilmelidir [4].

Sivil uçaklar, karmaşık yapılara sahip olan son teknoloji, yoğun geniş ölçekli elektromekanik sistemlerdir. Bakım ve onarım sürecinde iş verimliliği düşüktür, önemli ölçüde insan gücü ve maddi kaynaklar tüketilmektedir. AG bakım kılavuz sistemi ile beraber görüntü yakalama, stereoskopik ekran ve sanal gerçek füzyon fonksiyonlarını elde etmek için 3D kayıt, görüntü tanıma, kılavuz bilgi modelleme ve insan-bilgisayar etkileşim teknolojilerini kullanarak asistan bakım uygulamasını, bakım kılavuzunu ve değerlendirmeyi tamamlayabilmektedir. AG, bakım zorluğunun ve hatalarının azaltılmasında, yetersiz bakım personeli problemlerinde ve büyük teknik verilerin çözülmesinde avantajlara sahip olmaktadır [5]. Altyapı bakımı, şebeke operatörü tarafından alandan alınan geri bildirimlere dayanan uzun vadeli bir süreçtir. Ortak uzaktan tanılama ile bakım müdahalelerinin verimliliğini ve güvenliğini desteklemeyi daha da ileriye taşımak amacıyla Enedis departmanı, artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanarak yeni teknisyen destek araçlarının geliştirilmesini sağlamaktadır. SIREA Group [6], endüstriyel elektrik tesisatları (ekipman tanıma, bakım prosedürü vb.) için tablet tabanlı işletim ve bakım desteği deneyimine sahiptir [7].

Endüstride bakım ve onarım alanlarında kullanılan ürünlerden bazıları; DAQRI, video, ses ve 3D ek açıklamaların kombinasyonunu kullanarak ekip arkadaşları ile iş birliği yapmaya izin vermektedir. İleri adımları teşhis etmeye veya müşterilere nihai ürün desteği sunmaya yardımcı olabilen uzmanlar sayesinde uzaktan da yardım alabilmektedirler. IBM Maximo [8], Honeywell BMS [9] gibi mevcut IoT sistemlerinden canlı veriler olarak bakım ve denetim gibi karmaşık görevleri daha kolay yönetebilmek için gerçek dünyadaki tesislere, nesnelere ve varlıklara kritik bilgi, not veya multimedya ekleyebilme olanağı sunmaktadırlar [10]. Scope AR, bakım ve onarım kullanım alanındaki sektöre en gelişmiş Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisini getirerek, maliyet, verimlilik ve kaliteye yönelik hızlı ve somut iyileştirmeler sağlamaktadır. WorkLink [11] ile kullanıcılar, uygulama içi açıklama araçlarıyla talimatlar hakkında geri bildirim sağlayabilir, 3D modelleri, animasyonları, metinleri, görüntüleri kullanarak bilgileri paylaşabilmekte ve güncellemeleri dünya genelinde birden fazla cihaza dağıtabilmektedir. Remote AR [12] sayesinde müşteriler hizmet merkezini arayarak zaman ve paradan tasarruf ederek, bileşen arızası tartışmalarını, analizlerini ve denetimini yapabilmektedirler [13]. PTC, Vuforia Engine [14] tarafından desteklenen mekânsal izleme, basit bir bağlantı ve ThingWorx View™ [15] uygulaması ile deneyimlerin paylaşılmasını daha da kolaylaştırmaktadır. Creo AR [16]'daki genişletilmiş AG kapasitesi, şirketlerin ürün geliştirme ve piyasaya sürülme maliyetlerini azaltmalarına, kaliteyi ve yenilikleri arttırmalarına, fikri mülkiyet haklarını korumalarına olanak sağlamaktadırlar [17]. RE'FLEKT, kodlama talimatları olmadan, adım adım talimatlar oluşturarak ve ürün bileşenlerini ve teşhis verilerini görselleştirerek 2D ve 3D içeriği, zengin medya ve videoyu kullanarak, kâğıt tabanlı kılavuzları Android, iOS, Windows ve Microsoft Hololens

[18] için etkileşimli kılavuzlara dönüştürmektedirler. RE'FLEKT Remote [19], şirketlere bakım, onarım ve destek süreçlerini önemli ölçüde iyileştirmek, uzmanların yerinde ve seyahat masraflarını azaltmak için müşterilerine uzaktan destek sunmalarını ve uzmanın artırılmış talimatları doğrudan teknisyenin görüş alanına çekip yerleştirerek teknisyeni yönlendirmesini sağlamaktadırlar [20].

Bu çalışmada, Evarobot [21]'un bakım ve onarımında AG ile beraber anlaşılır animasyon ve talimatlar kullanarak, kullanıcıya minimum gereksinim ve maliyet ile kolay bir şekilde işlemini gerçekleştirebilmesi sağlanmaktadır. Mevcut çalışmalara göre avantajı ise HMD ve Microsoft Hololens gibi pahalı cihazlara gerek duymadan, tablet ve akıllı telefonlarda çalışabilmektedir. İkinci bölümde Evarobot ve sistemde kullanılan cihaz ve yazılımlar, üçüncü bölümde yapılan çalışmanın kullanımı ve arayüzü, dördüncü bölümde bakım ve onarım senaryoları, beşinci bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

II. SİSTEM TANITIMI

Bu çalışmanın amacı; robotun arıza anında bakım ve onarımını gerçekleştirebilmek üzere artırılmış gerçeklik ile tasarlanmış bir yazılım geliştirilmesidir. Android 7.0 ve üstü cihazda kullanılabilen yazılım için Unity 2018.2.6f1 [22], ARCore SDK [23], Lean Touch SDK [24] ve Evarobot modeli için Blender yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Evarobot, eğitim amaçlı tasarlanmış bir robottur (Şekil 1).



Şekil 1. Evarobot (Eğitim ve Araştırma amaçlı Gezgin Robot)

Uygulamanın çalışması için kullanılan cihazın özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Cihaz Bilgileri	Kullanılan Cihazın Özellikleri ve Bilgileri	
	Cihazın Özellikleri	Cihazın Bilgileri
Donanım	Ekran Boyutu	5,7 inç
	İşlemci Kapasitesi	1,9 GHz Octa Core
	Kamera Çözünürlüğü	16 MP
	RAM Kapasitesi	3 GB RAM
Yazılım	İşletim Türü	Android
	Android Sürümü	8.0.0

Tablo 1. Kullanılan Cihazın Özellikleri

Uygulamada Blender ile 3 boyutlu modelin kullanılacak son hali oluşturulmuştur. Unity' e 3 boyutlu model eklenerek senaryolar ve animasyonlar oluşturulmuştur. Uygulamaya AG özelliği için ARCore SDK ve kullanıcının uygulamayı kullanırken modeli hareket ettirebilmesi, modeli döndürebilmesi için Lean Touch SDK' ları kullanılmaktadır.

Unity, 2D ve 3D oyunları kolaylıkla oluşturabilmeye, yüksek optimizasyonlu hale getirebilmeye ve kolaylıkla birçok platforma aynı anda yükleyebilmeye yarayan, grafik ve fizik motorudur [25]. ARCore, Google' ın artırılmış gerçeklik platformudur. Özel sensörlere gerek duymadan, akıllı telefonlarda artırılmış gerçeklik çalıştırmak için özel destek sağlar [26]. Lean Touch, Unity üzerinde kullanılan bir SDK' dır. Objelerin boyutlarını, eksen dönüşünü ve konumlarını tekrardan biçimlendirmemizi sağlayan bir yazılımdır. Blender, açık kaynak kodlu ve kendi içerisinde bir oyun motoru barındırmaktadır. 3D modeller, animasyonlar, oyunlar, video montajları yapılabilen bir yazılımdır [27].

III. YAPILAN ÇALIŞMA

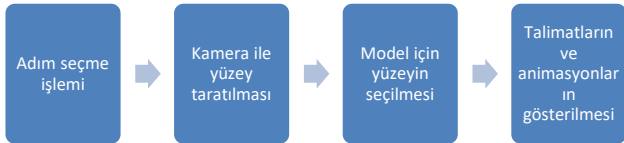
Artırılmış gerçeklik kullanarak tecrübeler sayısallaştırılmış, Şekil 2' de gösterilen Evarobot modellenmiş ve Evarobot üzerinden akü, motor, sensör ve elektronik kartın bakım işlemlerinin nasıl gerçekleştirileceği konusunda bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama ile, Evarobot bakım, onarım veya montajı hakkında bilgisi olmayan bir kişi Artırılmış gerçeklik uygulamasındaki adımları ve talimatları takip ederek kolaylıkla robot üstünde parça değişim işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Önerilen artırılmış gerçeklik uygulaması 2 modülden oluşmaktadır. Modüller aşağıda verilmektedir.



Şekil 2. Evarobot Katı Modeli

A. Görsel Modül

Görsel modül adımları Şekil 3' te verilmektedir.



Şekil 3. Görsel Modül Adımları

B. Arayüz Modülü

Kullanıcı uygulamayı ilk açtığı zaman adım seçme menüsü ekrana gelmektedir. Adım seçildikten sonra taratılmış alan seçilerek robot modeli yüzeyde oluşturulur. Robot modeli yüzeyde oluşturulduktan sonra ilk adımda (Adım = 0) modeli kaldırmak için sol üst köşede bulunan "Model Ekle/Kaldır" butonuna tıklanarak robot modeli yüzeyden kaldırılmaktadır. Yüzeyde oluşturulmuş robot modelini hareket ettirebilmek ve döndürebilmek için dokunmatik ekran yardımıyla etkileşimde bulunabilmektedir. Bu etkileşimi engelleyebilmek için sol üst köşede bulunan "Kilit" butonuna tıklanır. Etkileşimde tekrar bulunabilmek için "Kilit" butonuna tekrar tıklanması gerekmektedir. Ekranın üst kısmında mevcut adım sayısı gösterilmektedir (Örn. Adım = 3). Bulunan adımdaki talimatlar adım paneli sayesinde arayüzde yazı ile gösterilmekte ve yüzeye oluşturulmuş robot modeli üzerinden animasyonlarla desteklenmektedir. Yeni bir adım seçmek için "Menü" butonuna tıklanır. Önceki ve sonraki adımlara geçmek için sol ve sağ alt köşelerinde bulunan "Önceki Adım" ve "Sonraki Adım" butonlarına tıklanılır. Son adıma gelindiğinde "Sonraki Adım" butonu "Son" butonuna dönüşmekte ve tıklandığında adım seçme menüsüne geçiş işlemi sağlamaktadır.

IV. SENARYOLAR

Kullanıcı uygulamayı ilk açtığında Şekil 4' te gösterilen adım seçme menüsü ekrana gelir, buradan Akü Değişim, Motor Değişim, Sensör Değişim, Elektronik Kart Değişim seçeneklerinden birini seçerek işlemi gerçekleştirir ve Şekil 5' te gösterilen ekran gelir. Kullanıcı, adım seçtikten sonra ilk olarak cihazın kapalı olduğundan emin olmalıdır. Daha sonra uygun bir yüzeye tıklayarak cihaz modelini yerleştirir. Kilit tuşunu kullanarak modeli hareket ettirebilir veya döndürebilir.



Şekil 4. Adım Seçme Menüsü



Şekil 5. İlk Adım

A. Akü Değişimi

Kullanıcı akü kapağını, görselde gösterilen işaretlenmiş mandalı kullanarak açmalıdır. Aküleri önce yukarı sonra dışarı doğru çekerek makineden çıkartmalıdır. Aküleri çıkarırken, akü kablolarını çekmemeye dikkat etmelidir. Akü kablolarını, Şekil 6' da gösterilen işaretlenen yerlerden ve kabloları karıştırmadan çıkarması gerekmektedir. Eski aküleri yenileriyle değiştirmelidir. Yeni aküleri çıkarılan kablolar, doğru bir şekilde yerine takılmalıdır. Aküleri yuvalarına kaydırarak yerleştirmelidir. Kapağı kapatarak işaretlenmiş yerden mandalı kullanarak kapağı kilitlemelidir. Uygulamaya ait video linkte mevcuttur [28].



Şekil 6. Akü Değişim Adımı

B. Motor Değişimi

Tekerleğin vidaları sökülerek yuvasından alınır. Motorun arkasından kabloları sökülür. Motorun alt tabana bağlı olan yerinden vidaları sökülerek, Şekil 7' de gösterilen şekilde motor yuvasından dışarı çıkarılır. Motor vidaları sökülür, daha sonra rulman yatağının üstünde bulunan ve ok ile gösterilen vida sökülerek motor rulman yatağından ayrılır. Eski motor yenisi ile değiştirilir. Rulman yatağı motora takılır ve rulman yatağının üstünde bulunan ve ok ile gösterilen vida sıkılarak, motorun vidaları sıkılır. Motor, yuvasına geri takılır ve motorun alt tabana bağlı olan yerinden vidalar sıkılır. Motorun arkasında bulunan kablolar geri takılır. Tekerlek yuvasına takılır ve tekerleğin vidaları sıkılır. Uygulamaya ait video linkte mevcuttur [29].



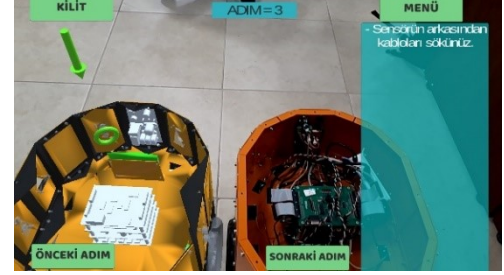
Şekil 7. Motor Değişim Adımı

C. Sensör Değişimi

Kullanıcı, üst kapağın vidalarını söker ve yerinden çıkarır. Şekil 8' de gösterildiği gibi sensörün arkasında bulunan kablolar sökülür. Sensörün vidaları sökülür ve sensör yuvasından çıkarılır. Eski sensör yenisi ile değiştirilir.

Sensör, tekrar yuvasına takılarak vidaları sıkılır. Sensörün

arkasında bulunan kablolar takılır. Üst kapak eski yerine takılır ve vidaları sıkılır. Uygulamaya ait video linkte mevcuttur [30].



Şekil 8. Sensör Değişim Adımı

D. Elektronik Kart Değişimi

Kullanıcı üst kapağın vidalarını söker ve yerinden çıkarır. Elektronik kart robotun ortasında ok ile gösterilen yerde bulunmaktadır. Kartın üzerinde gösterilen alandan kızılötesi sensörleri ve sonraki adımda bulunan sonar sensörlerinin kabloları sökülür. Şekil 9' da gösterilen alandan bumper sensörlerinin kabloları sökülür. Kartın üzerinde gösterilen alandan USB ve internet kablolarını ve diğer adımda gösterilen alanlardan motor kablolarını sökülür. Sol tarafta gösterilen alan sol motorun kablosunun, sağ tarafta gösterilen alan sağ motorun kablosunun bulunduğu alanı gösterir. Sonraki adımda gösterilen alandan güç kabloları sökülür. Elektronik kartın altındaki vidalar sökülür ve yeni kart ile değiştirilerek alttaki vidalar takılır. Kartın üzerinde gösterilen alana güç kabloları takılır. Sağ tarafta gösterilen alan sağ motorun kablosunun, sol tarafta gösterilen alan sol motorun kablosunun bulunduğu alanı göstermektedir ve motor kabloları takılır. Sonraki adımlarda sırayla gösterilen alanlara USB ve internet kabloları, bumper sensörlerinin kabloları, sonar sensörlerinin kabloları ve sonraki adımda kızılötesi sensörlerinin kabloları takılır. Üst kapak yerine takılır ve vidaları sıkılır. Uygulamaya ait video linkte mevcuttur [31].



Şekil 9. Elektronik Kart Değişim Adımı

V. SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Artırılmış Gerçeklik uygulamaları bakım ve onarım alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknoloji sayesinde, uzman kişiye ve karmaşık bakım prosedürlerine gerek olmadan dijital bilgiler ve animasyonlar sayesinde doğru bir şekilde bakım ve onarım işlemi gerçekleştirilebilir. Kullanıcı, artırılmış gerçeklik

uygulaması üzerinden, uygulamak istediği adımı seçerek kolay bir şekilde robot üzerinde istediği parça veya donanımı uzman yardımı olmadan, tamir edebilir. Bakım işlemini hızlıca gerçekleştirebilir. Bu çalışma sonucunda da tecrübenin dijitalleştirilmesi ve bilginin kaybolmayarak kolay bir şekilde aktarılması için bir mobil uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama ile kullanıcı evarobot üzerinde akü, motor, sensör ve elektronik kart değişimlerini herhangi bir teknik bilgiye sahip olmadan kolayca yapabilmektedir.

Gelecekte kullanıcı, telefon ya da tablet gibi aygıtların; robot, robotun parçaları veya diğer cihazları tanınması (izlenmesi) sağlanarak, o cihaz veya parça hakkında bilgi sahibi olması ve bakım, onarım senaryolarının sunulması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] C. Kohles. "Augmented Reality in Industry 4.0 – A Great Gimmick or Potential Industry Changer?" Wikitude website. <https://www.wikitude.com/blog-augmented-reality-101-ar-top-use-cases/> (accessed Oct. 17, 2018).
- [2] "Augmented Reality 101: Top AR use-cases" Machines4u website. <https://www.machines4u.com.au/mag/augmented-reality-industry-4-0-great-gimmick-potential-industry-changer/> (accessed Oct. 17, 2018).
- [3] Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2017). Augmented reality application to support remote maintenance as a service in the robotics industry. *Procedia CIRP*, 63, 46-51.
- [4] Palmarini, R., Erkoyuncu, J. A., Roy, R., & Torabmostaedi, H. (2018). A systematic review of augmented reality applications in maintenance. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 49, 215-228.
- [5] Wenhua, L. (2017, January). Architecture and Key Techniques of Augmented Reality Maintenance Guiding System for Civil Aircrafts. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 787, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- [6] "Sirea Group anasayfa" Sirea Group website. <https://www.sireagroup.com/en/> (accessed Oct. 16, 2018).
- [7] Cordonnier, M., Martino, S., Boisseau, C., Paslier, S., Recapet, J. P., Blanc, F., & Augustin, B. (2017). Contribution of augmented reality to the maintenance of network equipment. *CIREN-Open Access Proceedings Journal*, 2017(1), 87-90.
- [8] "IBM Maximo Asset Management" IBM website. <https://www.ibm.com/products/maximo> (accessed Oct. 16, 2018).
- [9] "Building Automation Systems" Honeywell website. <https://www.honeywell.com/buildings/automation-systems> (accessed Oct. 16, 2018).
- [10] "DAQRI anasayfa" DAQRI website. <https://daqri.com/> (accessed Oct. 16, 2018).
- [11] "WorkLink" Scope AR website. <https://www.scopear.com/products/worklink/> (accessed Oct. 16, 2018).
- [12] "Remote AR" Scope AR website. <https://www.scopear.com/products/remote-ar/> (accessed Oct. 16, 2018).
- [13] "Scope AR anasayfa" Scope AR website. <https://www.scopear.com/> (accessed Oct. 16, 2018).
- [14] "Vuforia Engine anasayfa" Vuforia Engine website. <https://engine.vuforia.com/engine> (accessed Oct. 16, 2018).
- [15] "Vuforia View" Google Play website. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ptc.vuforia.view&hl=tr&source=downloadatoz.com> (accessed Oct. 16, 2018).
- [16] "Creo AR" PTC website. <https://www.ptc.com/en/products/cad/creo/augmented-reality> (accessed Oct. 17, 2018).
- [17] "PTC anasayfa" PTC website. <https://www.ptc.com/> (accessed Oct. 17, 2018).
- [18] "HoloLens" Microsoft website. <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> (accessed Oct. 17, 2018).
- [19] "REFLEKT Remote" RE'FLEKT website. <https://www.reflekt.com/reflekt-remote> (accessed Oct. 17, 2018).
- [20] "RE'FLEKT anasayfa" RE'FLEKT website. <https://www.reflekt.com/> (accessed Oct. 17, 2018).
- [21] "Evarobot anasayfa" Evarobot website. <http://www.evarobot.info/> (accessed Oct. 18, 2018).
- [22] "Unity anasayfa" Unity website. <https://unity.com/> (accessed Oct. 18, 2018).
- [23] "ARCore anasayfa" ARCore website. <https://developers.google.com/ar/> (accessed Oct. 18, 2018).
- [24] C. Wilkes. "Lean Touch" Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/lean-touch-30111> (accessed Oct. 18, 2018).
- [25] Unity website. "Unity Nedir?". <http://unity3dturkiye.com/unity-nedir/> (accessed Oct. 18, 2018).
- [26] "Google ARCore nedir?" ARCore website. <https://www.eniyiandroid.com/google-arcore-nedir.html> (accessed Oct. 18, 2018).
- [27] "Blender Nedir?" Blender website. <http://www.yazilimcildunyasi.com/2013/10/blender-nedir.html> (accessed Oct. 18, 2018).
- [28] Akü Değişim Videosu, <https://www.youtube.com/watch?v=qQOGwG4xgMY> (accessed Dec. 19, 2018).
- [29] Motor Değişim Videosu, <https://www.youtube.com/watch?v=NMnkqLMHlc> (accessed Dec. 19, 2018).
- [30] Sensör Değişim Videosu, <https://www.youtube.com/watch?v=q-uKi7StOKQ> (accessed Dec. 19, 2018).
- [31] Elektronik Kart Değişim Videosu, https://www.youtube.com/watch?v=pRJjhHX_TbE (accessed Dec. 19, 2018).