

# SU VE ATIKSU HATLARI İÇİN KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMASI GELİŞTİRİLMESİ

A. C. Tekin<sup>a,\*</sup>, T. Gökğöz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler İstanbul – a.cantekin@hotmail.com

<sup>b</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler İstanbul – gokgoz@yildiz.edu.tr

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Artırılmış Gerçeklik, Mobil Uygulama, Android, Unity 3d, Mapbox, Altyapı

## ÖZET:

Geleceğin teknolojilerinden biri olarak görülen artırılmış gerçeklik, yazılım kullanılarak gerçek dünya görüntüsü ile sanal görüntünün üst üste getirilerek görüntülenmesidir. Son yıllarda akıllı mobil telefonların donanımlarındaki teknolojik gelişme ile mobil cihazlar için geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulamaları, hayatımızda daha fazla yer almaya başlamıştır. Özellikle son iki yılda, Google ve Apple firmalarının, Android ve IOS işletim sistemleri için kendi artırılmış gerçeklik platformlarını kullanıma sunmaları ile artırılmış gerçeklik konusu ilgi odağı olmuştur. Eğitim, pazarlama, turizm, mühendislik, eğlence gibi birçok alanda geliştirilen uygulama sayısı hızla artmıştır. Literatür taraması yapıldığında, artırılmış gerçeklik uygulamalarının genellikle işaretçi tabanlı, işaretleyicisiz tabanlı, konum tabanlı olarak sınıflandırıldığı görülmüştür. Bununla birlikte yapılan incelemede, konum tabanlı artırılmış gerçeklik konusunda nispeten daha az araştırma yapıldığı görülmüştür

Bu çalışmada akıllı mobil telefonlar için konum tabanlı bir artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilerek, Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesindeki su ve atıksu hatlarının cihaz ekranında gerçek görüntü ile birlikte gerçek konumlarında gösterilebilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, AutoCAD ve NetCAD dosya formatlarında alınan altyapı verileri düzenlenerek Mapbox harita web servisine kaydedilmiştir. Mobil uygulama Android işletim sistemi hedef alınarak, Unity 3d platformunda, Mapbox harita servisi, ARCore yazılım geliştirme aracı ve Mapbox yazılım geliştirme aracı kullanılarak geliştirilmiştir. Bu mobil uygulamanın Davutpaşa Yerleşkesinde gelecekte yapılacak altyapı çalışmalarına maliyet ve zaman bakımından önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## DEVELOPING A LOCATION BASED AUGMENTED REALITY APPLICATION FOR INFRASTRUCTURE MAPS

**KEYWORDS:** Augmented Reality, Mobile Application, Android, Unity 3d, Mapbox, Infrastructure

## ABSTRACT:

Augmented reality is a technology that superimposes computer-generated images onto the real-world scene using specific software and is considered as one of the technologies of the future. It has become more accessible and frequently used with the technological improvements of smartphones. Especially in the last two years, Google and Apple released their own augmented reality platforms for Android and IOS operating systems and as a result, augmented reality has become a focus of interest. As a result, the number of applications developed in many areas such as education, marketing, tourism, engineering and entertainment has increased rapidly. In literature studies, augmented reality applications are classified into various categories such as marker-based, marker-less, location-based. Among these, literature reviews relatively little research has been made on the location-based augmented reality in literature.

The aim of this study is to develop a location based augmented reality application for smartphones, which is designed to show water - wastewater infrastructure objects in the Yıldız Technical University Davutpasa Campus at their real locations. Accordingly, the received infrastructure data in AutoCAD and NetCAD file formats have been stored and edited using the Mapbox map service account. The application is developed for Android operating system using Unity3d editor, Mapbox map service, Arcore SDK and Mapbox SDK. It is expected that this mobile application will have a significant contributions for future infrastructure works at Davutpaşa Campus in terms of cost and time.

---

\* Corresponding author.

## 1. GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik, fiziksel dünya görüntüsünün gerçek zamanlı olarak ve doğrudan ya da dolaylı olarak bilgisayar tarafından üretilen sanal bilgi ile zenginleştirilmesi/artırılması olarak tanımlanmaktadır (Furht, 2011). Bu kavram genellikle sanal gerçeklik kavramı ile karıştırılmaktadır. Sanal gerçeklik, bilgisayar tarafından üretilen tamamen sentetik bir ortamdır ve kullanıcı gerçek dünyayı göremez (Azuma, 1997).

Artırılmış gerçeklik, son yıllarda araştırma ortamlarından çıkarak herkes tarafından kullanılabilir bir teknolojiye dönüşmüştür ve geleceğin teknolojilerinden biri olarak da görülmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin önümüzdeki yıllarda, özellikle giyilebilir cihazlar ile birlikte, günümüzde kullandığımız akıllı telefonlar gibi günlük ve yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir (Peddie, 2017). Günümüzde askeri, tıp veya mühendislik gibi alanlarda yüksek bütçe ile özellikle giyilebilir cihazlar tasarlanabilirken, gündelik kullanımda son kullanıcılar için özel geliştirilmiş yaygın bir artırılmış gerçeklik cihazı henüz bulunmamaktadır. Son kullanıcılar artırılmış gerçeklik deneyimine, uygulama için başlıca gerekli olan; işlemci, algılayıcı, giriş aygıtları ve görüntüleyiciye sahip bilgisayar, akıllı mobil telefon ve tablet gibi cihazlarla ulaşmaktadırlar. Özellikle akıllı mobil telefonlar uygulama geliştirmek için hedef haline gelmiştir. Bu duruma akıllı telefonların yaygın kullanımı ve mobil cihaz donanımlarında yaşanan teknolojik gelişmeler etkili olmuştur. Günümüzde akıllı mobil cihazlar, artırılmış gerçeklik uygulaması çalıştırabilecek düzeyde işlemci ve çeşitli algılayıcılara bütünlük olarak sahiptir. Bu sebeplerle hali hazırda birçok alanda mobil uygulamalar geliştirilmiştir. Bu alanlardan biri de haritacılıktır. Mekânsal verilerin artırılmış gerçeklik ile görüntülenmesi, kullanıcının detayları kolay anlama ve karar verme deneyiminin artmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle yer altında kalan ya da fiziksel olarak yerinde görünmeyen mekânsal detayların yerinde artırılmış gerçeklik teknolojisi ile görüntülenmesi kullanıcıya görsel olarak yeni bir boyut kazandırmaktadır.

Artırılmış gerçeklik sistemi temelde algılayıcı girişleri, işlemci ve sonuç ürün görselin olduğu bir bilgisayar sistemidir. Tüm bu bileşenleri birleştirip, artırılmış gerçeklik algoritmaları ve işletim sistemi aracılığıyla bir uygulamaya dönüştürmek için yazılıma ihtiyaç vardır. Günümüzde mobil cihazlarda artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmek için mobil işletim sistemine, yazılım platformuna ve izleme/takip tekniğine göre birçok Yazılım Geliştirme Aracı (SDK: Software Development Kit) bulunmaktadır. Bu yazılımlar donanım bileşenleri arasındaki işlemleri yaparak geliştiriciye altyapı sağlamaktadır. Bunlar daha kısa sürede, daha az programlama bilgisi, daha az teorik bilgi ile artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmeyi sağlarken, yazılım geliştirme aracının becerisine göre kısıtlamalarda da bulunmaktadır.

Artırılmış gerçeklik yazılımlarının mantığı, sanal içeriğin gerçek dünyaya göre konumlandırılması ve takip edilebilmesi için cihazın 3 boyutlu uzayda pozisyonunu hassas bir şekilde hesaplamaya dayanır. Başka bir deyişle, cihazın nerede ve hangi yönde hareket ettiğinin bilinmesi gereklidir. Bu hesaplama, altı serbestlik dereceli (six degree of freedom- 6DOF) takip olarak tanımlanmaktadır. Buna göre izleme, 3 konum/öteleme (x, y, z) ve 3 yönelme, yani sapma (yaw), yunuslama (pitch) ve yuvarlanma (roll) hareket değişkeninin gerçek zamanlı olarak hesaplanmasıyla yapılmaktadır (Schall, 2013). Böylelikle üretilen sanal objelerin, kamera görüntüsü üzerinde cihazın konum ve yön bilgilerine göre sürekli olarak gösterilmesi sağlanarak kullanıcıya artırılmış gerçeklik hissi verilmektedir.

İzleme yöntemleri, algılayıcı tabanlı (sensor based), bilgisayarla görme tabanlı (computer vision based) ve hibrit tabanlı (hybrid based) olarak ayrılmaktadır. Bu izleme yöntemlerinin birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin, bilgisayarla görme tabanlı yöntem ile izleme yapılırken cihazın fazla hareket ettirilmemesi en iyi sonucu verir; ani hareketlerde sistemin performansı düşer. Diğer taraftan, atalet ölçüm sensörleri ile izleme yapılırken cihaz az hareket ettirilirse algılayıcı değerlerinde fazla sapmalar olabilir ve en iyi sonucu vermez. Bu yöntemlerin genellikle birbirine zıt özelliklerinin tamamlayıcı nitelikte olması nedeniyle, çoğu hibrit sistemde bir araya getirilmelerine yol açar (Furht, 2011).

Bu çalışmada, akıllı mobil telefonlar için artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilerek, Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesindeki su ve atıksu hatlarının cihaz ekranında gerçek görüntü ile birlikte gerçek konumlarında gösterilebilmesi amaçlanmıştır.

## 2. UYGULAMANIN TASARIMI

Uygulamada kullanılacak yazılım ve kütüphanelerin özellikle açık kaynak kodlu veya ücretsiz olması tercih edilmiştir. Uygulamada, çalışma alanına ait kullanılacak altyapı veri setinin güncellenebilir olması hedeflenmiştir. Çalışmaya dünya genelinde akıllı telefonların yaklaşık %87'si tarafından kullanılan Android işletim sistemi hedef alınarak başlanmıştır.

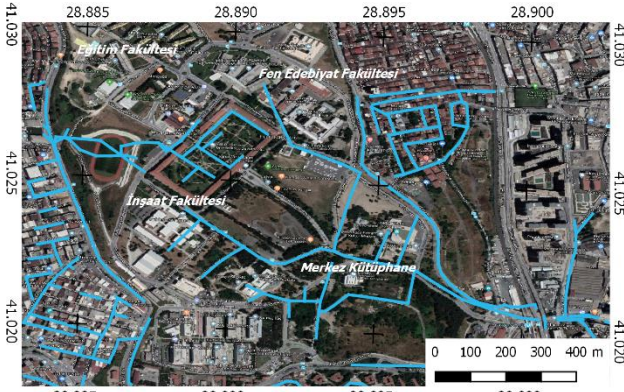
Uygulamayı geliştirmek için, birçok 3 boyutlu grafik ve yazılım geliştirme aracını destekleyen, Unity Technologies firmasının ürünü olan Unity 3d oyun motoru kullanılmıştır (Unity, 2019). Unity 3d, birden fazla işletim sistemini destekleyebilen çapraz platform bir oyun motoru olması nedeniyle tercih sebebi olmuştur. Başka bir deyişle, Unity 3d platformunda geliştirilen bir uygulama, herhangi bir altyapı değişikliği olmadan, gerekli ayarlamaları yapılarak hem Android hem de IOS işletim sistemine sahip cihazlarda çalıştırılabilmektedir. Böylelikle geliştirilen uygulamanın ileride IOS işletim sistemine uygun sürümünün çıkarılması da hedeflenmiştir. Bir diğer tercih sebebi de Unity 3d platformunun birçok 2 ve 3 boyutlu model formatını desteklemesi ve gerçek zamanlı olarak 3 boyutlu görselleştirme özelliği bulunmasıdır. Ayrıca, programın temel bireysel sürümü ücretsiz olarak sunulmaktadır. Ancak, geliştirilen ürünün 100 bin Dolar gelir elde etmesi durumunda ücretli sürüme geçilmesi gerekmektedir.

Yazılım kısmında Google firmasının artırılmış gerçeklik için geliştirdiği ARCore yazılım geliştirme aracı kullanılmıştır. ARCore yazılımı cihaz kamerasından fiziksel ortamın algılamasını ve sanal bilgi ile etkileşime girmesini sağlar. Bir başka deyişle, uygulamanın tanıma ve izleme yöntemidir. Bunu artırılmış gerçeklik sisteminin gözü ve beyni olarak nitelendirilebiliriz. ARCore yazılımının, sanal içeriği gerçek dünya ile bütünlüştürmek için ortam tanıma (motion tracking), hareket izleme (environmental understanding) ve ışık tahmini (light estimation) özellikleri bulunmaktadır. ARCore, bilgisayarla görme ve algılayıcı tabanlı izleme yöntemlerini birlikte kullanan bir hibrit yazılımdır. ARCore yazılımı temelde işletim sistemi Android 7.0 ve sonrası sürümlere sahip cihazlarda çalışmaktadır. Ancak üretici firmanın, ARCore yazılımının cihazlarda sorunsuz çalışması için Android sürümüne ilave olarak cihazın kamera, hareket sensörleri ve işlemcisini içeren bir sertifikasyon süreci bulunmaktadır. Buna göre desteklenen cihaz modelleri ARCore internet sitesinde yayınlanmaktadır ("Supported Devices | ARCore", 2019).

Uygulamayı geliştirme için Mapbox harita servislerinden ve Mapbox'ın Unity 3d platformu için kullanılan yazılım geliştirme aracından yararlanılmıştır (Mapbox, 2019). Yazılım geliştirme aracının güncel sürümü (v.2.0.0) kullanılmıştır. Mapbox uygulaması, web harita sunucusunun yanında artırılmış gerçeklik modülünün bulunması nedeniyle tercih edilmiştir. Bu sayede veri setinin saklanması, harita servisi, haritanın mobil uygulamada gösterilmesi ve artırılmış gerçeklik işlemleri tek bir yazılım kullanılarak sağlanmıştır. Böylelikle kodlamada kolaylık ve zaman tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca, Mapbox yazılım geliştirme aracı, açık kaynak kodlu bir yazılım olup ayda 50 bin aktif mobil kullanıcı, ayda 50 bin harita gösterimi ve 5.4 GB veri seti depolama alanına kadar ücretsiz olarak sunulmaktadır.

### 3. UYGULAMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE TEST EDİLMESİ

Çalışma alanı olarak Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesi seçilmiştir. Veri olarak, kampüs içerisinde yer alan altyapı tesisleri ve hatlarına ait CAD ortamında üretilmiş haritalar kullanılmıştır. Hazırlanan uygulamada özellikle yer altında olduğu için görünmeyen detaylar, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile gösterilmek üzere seçilmiştir (Resim 1).



Resim 1. Çalışma alanının Yandex uydur görüntüsü ve atıksu şebeke borusu katmanı

Tasarlanan uygulama aşağıdaki işlem adımları izlenerek gerçekleştirilmiştir.

**Adım 1:** AutoCAD ve NetCAD yazılımlarının dosya formatında (DWG ve NCZ) elde edilen vektör veriler (altyapı haritaları) QGIS programına aktarılmış ve katmanlar, oluşturulacak harita web servisi için veri setine eklenmek üzere, GeoJSON dosya formatına dönüştürülmüştür.

**Adım 2:** Oluşturulan veri seti, web tabanlı Mapbox Studio uygulamasının bulut depolama alanına eklenmiştir. Mapbox Studio uygulamasının sunduğu veri seti editörü ile altyapı hatlarına ait öznelik verileri düzenlenmiştir. Oluşturulan harita, sunucunun vektör tile servisine kaydedilmiştir.

**Adım 3:** Unity 3d editörüne mobil uygulamada kullanılan yazılım geliştirme araçları eklenmiştir. Kodlama dili olarak C# kullanılmıştır. Mapbox web servisinden harita verisinin alınması ve çözümlemesi için ayrıca kod yazılmasına gerek kalmamış, Mapbox yazılım geliştirme aracının menüleri kullanılarak ayarlamaları yapılmıştır. Oluşturulan katmanlar için 3 boyutlu görselleştirme ayarları yapılmıştır.

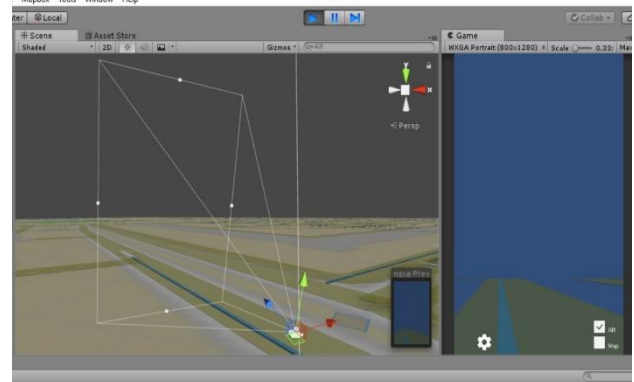
**Adım 4:** ARCore yazılımı ile düz zemin tespit edilmekte ve izleme yapılmaktadır. Bununla birlikte, cihazın konum servsinden konum bilgisi alınarak Unity 3d editörünün

kartezyen koordinatlarına dönüştürülmektedir. Sanal görüntü ile gerçek görüntünün hizalanabilmesi için cihazın doğrultusunun bilinmesi gereklidir. Yapılan çalışmada, doğrultu bilgisinin cihazın manyetometre (pusula) sensörü yerine konum servsinden alınan coğrafi koordinatlarla hesaplanmasının daha doğru sonuç verdiği tespit edilmiştir. Buna göre, geliştirilen uygulamada doğrultu bilgisi, düz bir hattın başlangıç ve son noktasında alınan konum verisi ile hesaplanmaktadır. Fakat konum verisi yeterli doğruluğa gelmeden kullanıcının hareket etmesi ile Resim 2'de görüldüğü gibi, sanal görüntü ile gerçek görüntü arasında hizalama problemi ortaya çıkmaktadır. Bunun için kullanıcının bir noktada GPS doğruluğu belli bir seviyeye gelene kadar sabit beklemesi, bu noktada konum verisi alındıktan sonra düz bir hat boyunca yürütmesi ve hattın sonunda yine konum verisi alınmaya kadar beklemesi gerekmektedir. Kullanıcının beklemesi ve düz bir hat boyunca yürütmesine yardımcı olmak için yöneltme ekranları eklenmiştir. Ayrıca, kullanıcının, Mapbox harita servsinden yol katmanından yararlanarak, el ile hizalama ve doğrultu düzetmesi yapması sağlanmıştır (Tvfukufuk, 2019). Böylece, kullanıcının, kameradan alınan gerçek yol görüntüsü ile harita yol katmanının sanal görüntüsünü çakıştırarak konum ve hizalama hatalarını azaltması sağlanmıştır.



Resim 2. Sanal görüntünün hatalı konum ve doğrultuda görünmesi

**Adım 5:** Ekran üzerinde görüntünün sade olması ve el ile hizalamanın kolay yapılabilmesi için, kullanıcının konumuna göre maksimum 30 metre uzağındaki sanal görüntü görünecek şekilde ayarlanmıştır (Resim 3).



Resim 3. Unity editöründe uygulamanın görüntüsü

Yukarıda açıklanan beş adımda gerçekleştirilen uygulama, Adım 4'te bahsedilen düz hattın başlangıç ve son noktasında GPS

doğruluğu yaklaşık  $\pm 8$  m seviyesine gelene kadar beklenerek ve ayrıca el ile hizalama yapılarak test edilmiştir. Test, Samsung Galaxy A3 (2017) cihazıyla yapılmıştır. Test konumu Resim 4a'da, uygulamadan alınan ekran görüntüleri ise Resim 4b ve 4c'de görülmektedir.



(a)



(b)

(c)

Resim 4. (a) Mapbox uydü görüntüsü üzerinde atıksu şebeke boruları (mavi çizgiler) ve uygulamadan alınan ekran görüntüsünün konumu (kırmızı nokta), (b) ve (c) İnşaat Fakültesi önünde uygulamadan alınan ekran görüntüleri

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesindeki su ve atıksu hatları için bir konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması tasarlanmış, gerçekleştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışmada, açık kaynak kodlu ve ücretsiz yazılımlar kullanılmıştır. Veri setinin Mapbox bulut depolama alanına kaydedilmesi ile verinin internet servisinden güncellenebilir olması sağlanmıştır. Uygulama, ileride yapılacak geliştirme ile IOS işletim sistemine sahip cihazlarda da kullanılabilmesi için, çapraz platform olacak şekilde tasarlanmıştır.

Kullanılan test cihazı da dâhil olmak üzere genel olarak akıllı telefonların bütünsel donanımı ile konum belirleme doğruluğunun yaklaşık  $\pm 5$  metreye kadar olması karşımıza donanımsal bir limit olarak çıkmıştır. Yapılan araştırmada benzer konum tabanlı uygulamalarda daha çok noktasal verilerin artırılmış gerçeklik ile gösterildiği görülmüştür. Bu tarz uygulamalarda cihaz donanımlarının, konum ve doğrultu

doğruluğunun uygulama için nispeten daha yeterli olduğu görülmüştür. Fakat boru hattı gibi çizgisel detayların gerçek yerinde gösteriminde konum doğruluğunun dışında hizalama sorununun olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan geliştirmeyle kullanıcının, harita servisinin yol verisi ile kameradan alınan gerçek yol görüntüsünü el ile karşılaştırarak hizalama ve konum doğruluğunu artırması düşünülmüştür. Bu sayede görsel açıdan daha tatmin edici sonuç elde edilmiştir. Yapılan literatür incelemesinde konum doğruluğunun artırılması için ekstra donanım kullanıldığı ya da diferansiyel GPS yönteminin kullanıldığı görülmüştür (Li vd., 2018). Mevcut durumuyla uygulamanın yer altında görünmeyen altyapı hatları hakkında bilgi vermesi, kullanıcının görüşünü artırılmış gerçeklik teknolojisi ile zenginleştirilmesi bakımından yararlı olacağı düşünülmektedir. Gelecekte kullanıcının uygulamada gördüğü veriye öznelik ekleme gibi işlevler kazandırılabilceği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Furht, B. (Ed.). (2011). *Handbook of Augmented Reality*. Springer, NY, <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>
- Li, W., Han, Y., Liu, Y., Zhu, C., Ren, Y., Wang, Y., & Chen, G. (2018). Real-Time Location-Based Rendering of Urban Underground Pipelines. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(1), 32. <https://doi.org/10.3390/ijgi7010032>
- Mapbox. (2019). Mapbox. Mapbox website: [www.mapbox.com/unity/](http://www.mapbox.com/unity/) (15 Nisan 2019)
- Peddie, J. (2017). *Augmented Reality*. Springer, Cham <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54502-8>
- Samsung TR. (2019). Galaxy A3 (2017) | Samsung TR web site: <http://www.samsung.com/tr/support/model/SM-A320FZKATUR/> (16 Nisan 2019)
- Schall, G. (2013). *Mobile Augmented Reality for Human Scale Interaction with Geospatial Models*. Springer, Wiesbaden, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00197-1>
- Supported Devices | ARCore. (2019). Google Developers web site: <https://developers.google.com/ar/discover/supported-devices> (15 Nisan 2019)
- Tvfkufuk. (2019). [C#]. <https://github.com/ufktvfk/Instagram-World-Scale-AR> (1 Şubat 2019)
- Unity. (2019). Unity. <https://unity3d.com/> (07 Mart 2019)