





**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK MOBİL UYGULAMASI;  
İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Rashid RAMAZANOV**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**

**ARALIK 2017**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK MOBİL UYGULAMASI;  
İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Rashid RAMAZANOV  
(706141037)**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**

**ARALIK 2017**



İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 706141037 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Rashid RAMAZANOV, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK MOBİL UYGULAMASI; İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ" başlıklı tezini aşağıdaki imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Bülent BAYRAM** .....

Yıldız Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **17 Kasım 2017**

**Savunma Tarihi :**      **15 Aralık 2017**







*Babam Sahib RAMAZANOV'a,*



## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında günümüzün güncel teknolojileri araştırılarak ve uygulanarak İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak Kampsününde artırılmış gerçeklikli navigasyon oluşturulmuştur. Mobil cihazların, artırılmış gerçeklik teknolojisinin ve mobil uygulamaların durmadan gelişmesi ve günlük hayatta çok kullanılması nedeniyle bu alanda daha fazla kullanıcıya ulaşabilmek hedef olarak belirlenmiştir.

Öncelikle tez konumu seçerken isteklerimi ve motivasyonumu göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, tez için gerekli veriyi sağlayan, tüm konularda değerli tavsiyelerini eksik etmeyen tez danışmanım Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi yüksek lisans eğitimim boyunca beni destekleyen ve hiçbir yardımını esirgemeyen çalıştığım firma Magis Technology ve özellikle şirketin kurucu ortağı Çağatay ÇAKAN'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımda hep yanımda olan sevgili Bilge UĞUR'a, arkadaşlarım Can Eren ALADAĞ ve Begüm ENEREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, eğitimimi hep destekleyen ve Atatürk'ün "Hayatta en hakiki mürşit ilimdir." sözlerini benim için bir hayat felsefesi haline getiren aileme minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Aralık 2017

Rashid RAMAZANOV  
(Yazılım Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET .....	xv
SUMMARY .....	xvii
1. GİRİŞ .....	1
2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK .....	5
3. KONUM BAZLI MOBİL UYGULAMALAR VE CBS.....	11
4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK MOBİL UYGULAMASI; İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ.....	15
4.1 Veri tabanı.....	16
4.2 Yöntem .....	16
4.3 Uygulama Yazılımı .....	18
4.3.1 Coğrafi veri tabanının oluşturulması ve yönetilmesi .....	23
4.3.2 Uygulama programlama arayüzü .....	25
4.3.3 Mobil uygulamaların geliştirilmesi .....	26
4.4 Kullanıcı Arayüzleri .....	28
4.5 Mobil Uygulama Sistem Tasarımı .....	33
5. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME .....	37
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ .....	43



## **KISALTMALAR**

<b>JSON</b>	: JavaScript Object Notation
<b>GeoJSON</b>	: Geographical JavaScript Object Notation
<b>HTTP</b>	: HyperText Transfer Protocol
<b>AG</b>	: Artırılmış Gerçeklik
<b>SG</b>	: Sanal Gerçeklik
<b>MARTA</b>	: Mobile Augmented Reality Technical Assistance
<b>6DoF</b>	: 6 Degrees of Freedom
<b>GPS</b>	: Global Positioning System
<b>GNSS</b>	: Global Navigation Satellite System
<b>A-GPS</b>	: Assisted Global Positioning System
<b>WLAN</b>	: Wireless Local Area Network
<b>IDE</b>	: Integrated Development Environment
<b>CSV</b>	: Comma-separated values
<b>XML</b>	: eXtensible Markup Language
<b>NFC</b>	: Near Field Communication
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design
<b>API</b>	: Application Programming Interface
<b>SDK</b>	: Software Development Kit
<b>JDBC</b>	: Java DataBase Connectivity
<b>RESTful</b>	: Representational State Transfer
<b>SSL</b>	: Secure Sockets Layer
<b>SVN</b>	: SubVersioN
<b>ANR</b>	: Android Not Responding
<b>CMS</b>	: Content Management System
<b>GIS</b>	: Geographical Information Systems
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>WGS84</b>	: World Geodetic System 1984





## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Sanal gerçeklik - enjekte edilmiş akıllı telefon. ....	5
Şekil 2.2 : Artırılmış gerçeklik - Quest Visual.....	7
Şekil 2.3 : Serbestlik Derecesi. 1-ileri-geri, 2-yanlara, 3-yukarı-aşağı. ....	8
Şekil 4.1 : Mobil Uygulama - Web Arayüz - Veri Tabanı son noktaları.....	16
Şekil 4.2 : JIRA'da Kusur iş-akış diagramı.....	20
Şekil 4.3 : JIRA'da Test Durumu iş-akış diagramı.....	21
Şekil 4.4 : JIRA'da Test Çalışması iş-akış diagramı. ....	22
Şekil 4.5 : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İlk hali).....	23
Şekil 4.6 : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İşlenmiş) – Binalar. ....	24
Şekil 4.7 : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İşlenmiş) – Binalar ve Yollar.....	24
Şekil 4.8 : RESTful API'lerin akış şeması.....	25
Şekil 4.9 : HTTPS bağlantısında SSL Pinleme.....	27
Şekil 4.10 : Artırılmış Gerçeklikli Kamera Arayüzü (Wireframe). ....	29
Şekil 4.11 : Harita Arayüzü (Wireframe).....	29
Şekil 4.12 : Artırılmış Gerçeklik Arayüzü.....	30
Şekil 4.13 : Çap Belirleme Arayüzü. ....	31
Şekil 4.14 : WebView Arayüzü.....	31
Şekil 4.15 : Harita Arayüzü. ....	32
Şekil 4.16 : Marker sınıf diagramı. ....	33
Şekil 4.17 : MixView sınıf diagramı.....	34
Şekil 4.18 : MixView sınıfı tetikleyici arayüzler.....	35
Şekil 4.19 : Android API versiyonuna göre cihaz kapsamı.....	36



## **ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK MOBİL UYGULAMASI; İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ**

### **ÖZET**

Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin navigasyon amacıyla kullanılması araştırılarak İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak Kampüs asistanı oluşturulması sağlanmıştır. Günümüzün güncel veritabanları, konum alma yöntemleri, kullanıcıların tercih ettiği teknolojiler, proje yönetim, ve mobil uygulama geliştirme süreçleri araştırılarak mobil uygulamalarda artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulanmış ve kullanıcıların kampüs içinde navigasyonunu kolaylaştırmak için Android mobil uygulama geliştirilmiştir.

Çalışmada CAD (Computer Aided Design) ortamında oluşturulmuş olan 3 boyutlu İTÜ Maslak kampüs haritası işlenerek PostGIS veri tabanına dönüştürülmüş ve mobil uygulamalarla veri tabanı arasındaki bağlantıyı sağlamak amacıyla RESTful (Representational State Transfer) uygulama programlama arayüzleri kullanılmıştır.

Mobil uygulamaların RESTful web arayüzlerini kullanarak çağrı yapması sonucunda etraftaki içeriği artırılmış olarak gösterebilmesi için Java Spring Framework'ünde sunucu uygulaması geliştirilmiştir. Uygulama programlama arayüzleri mobil uygulamalarla PostGIS veritabanı arasında yer alan ara katman olarak, kullanıcının mevcut konumuna göre gerekli içeriğin gösterilmesini sağlamıştır. Yapılan arayüz isteğine göre beklenen yanıtı alan mobil uygulamalar cihazın kamerasını sıfır noktası olarak belirleyerek coğrafi objeleri konumuna (enlem, boylam, yükseklik) göre onları kamera katmanı üzerinde artırılmış olarak listelemektedir.

Çalışmada geliştirilen yazılımların takibi için en güncel teknolojiler araştırılarak JIRA proje yönetim aracı, Gradle versiyon yönetim sistemi, Git kod versiyon kontrol sistemi kullanılmıştır.

Mobil uygulamada konum, kamera, dahili sensörler gibi yüksek performans gerektiren işlemlerin optimum çalışması için araştırma ve çalışmalar yapılmış, uygulamanın akıcı çalışması temin edilmiştir. Son olarak artırılmış gerçeklik kullanılarak İstanbul Teknik Üniversitesinin Maslak kampüs asistanı olan mobil uygulama geliştirilmiştir.



## **AUGMENTED REALITY MOBILE APPLICATION ITU CAMPUS ASSISTANT EXAMPLE**

### **SUMMARY**

This thesis study created Istanbul Technical University Campus assistant by researching use of augmented reality for navigational purposes. By researching latest databases, mostly preferred technologies by users, project management and mobile application development processes, augmented reality technology has been applied in mobile application and created Android mobile application to help users in navigation.

Thesis study helped to process CAD based 3 dimensional ITU Maslak campus map, convert it to PostGIS database and to provide connection between database and mobile applications, to use RESTful application programming interfaces.

Java Spring Framework used to develop server application with RESTful web interfaces to query necessary data from database and return it requesting mobile applications. Application Programming Interfaces take place as a gateway between mobile applications and PostGIS database to return response according to user's current location.

Smart mobile phones, nowadays, can use satellite connections and much more technologies to retrieve location data of users with high accuracy. Any mobile phone starting the ITU Campus Assistant application, user location is being determined using GNSS (Global Navigation Satellite System). After the location is determined, the building names in this area are inquired by creating a buffer of a certain diameter circularly with the condition that the detected location data is considered to be the center. Once the data is queried, direction information is calculated using the sensors of the device to implement augmented reality, and information about the buildings is displayed on the camera of the smartphone.

After receiving expected response from requested interface, mobile applications overlays geographical objects according to their locations (latitude, longitude, altitude) in the camera layer by accepting device camera as zero point.

To trace software development status in the study, the latest technologies has been researched and JIRA project management tool, Gradle version management system, Git code version control system have been used.

In the mobile application, research and studies have been carried out for the optimum operation, even though high-performance processes such as position, camera, internal sensors are used. In final stage, mobile application has been developed as a navigation assistant to Istanbul Technical University Maslak campus.

The goal of the study is to create smart navigation within the ITU campus and to help current students or guests to find the places they are looking for without losing time.

Augmented real-world technology, which is widely used today, has become a major field of use with the rapid expansion of mobile phones and mobile applications

in parallel. The use of Bluetooth beacons, similar applications like Near Field Communication (NFC) technology, has been a source of inspiration for the work of this thesis. Our study aims to create an intelligent navigation course for students and guests within the ITU Maslak campus.

The constant development of mobile phones and applications, and the fact that phones are hardware and performance have created a lot of needs and new generation applications today. Previously, mobile beacons connected to the museums or parks using Bluetooth beacons and NFC technology were used to inform the users and were preferred by the them. Augmented reality technology has also been developed along with the development of mobile phones and used together with location information.

After a long duration of development, iOS 11 mobile operating system launched in September 2017, a new opportunity for Augmented Reality was available, and game development companies started to apply the new feature. After Apple released its ARKit software development tool on the IOS 11 mobile operating system, the number of new applications related to augmented reality in the Apple Store application market began to increase.

This is an example to the creation of a PostGIS database using 3D data in a CAD environment and implementation of RESTful application programming interfaces functioning as a gateway for exchanging data with mobile applications and the database. RESTful web services is described in details in the section 4.3.2. Application Programming Interface. As a solution to the inability of mobile devices to obtain accurate location only with GNSS / GPS connection, during the study and research period, other location retrieving alternatives were also used to optimize users' location and create augmented reality layer using inertial sensors.

Since the application runs processes that require high performance, it has been worked on to support devices with low software performance, and necessary enhancements have been implemented for the fluent operation of the used user interface components. Apart from this, SSL (Secure Sockets Layer) pinning technology has been applied for the security between applications with RESTful interfaces and an interface layer has been created for the security of the user data that the navigation assistant receives. Created SSL layer is explained in details in section 4.3.3. Development of mobile applications.

Modern researches related to Augmented Reality is explained in details in Section 2 and required inertial sensors for tracking objects are described with the camera movements after the virtual objects are placed in the physical environment.

The study summarizes the methodologies of location data retrieval and processes by operating systems. The methodologies used to retrieve the location data detailed in Chapter 3 are taken in Android and IOS core operating systems, and facilitate the software engineers who develop mobile applications, while maintaining the data privacy of smartphone users.

The processing of the necessary data related to the augmented reality and the implementation of process, from its software to its follow-up are described in Chapter 4. Implementation of current technology and standards in today's mobile application software process and follow up of the latest technologies in the management of this process has set an example for future software applications.

Today, there are open-source interfaces from organizations like Wikipedia, Twitter, OpenStreetMap, and they give availability to query nearby geographic objects based on the location of the requesting user. In our study, additionally, we have built an infrastructure that can be dynamically managed and aim to work as a part of the software which is a mobile software development kit, in the future.

Application development interfaces are designed for geographic information data exchange without being deliberately restricted. This aims to contribute to the creation of an enhanced augmented mobile application by ensuring that future work will be used as a software development kit, with little application development knowledge.







## 1. GİRİŞ

Artırılmış Gerçeklik İTÜ Maslak Kampüs Asistan çalışmasının amacı; Coğrafi Bilgi sistemlerinden yararlanarak yaygın olarak kullanılan akıllı telefonlarda artırılmış gerçeklik özelliği bulunan kampüs içi bir navigasyon asistanı geliştirmektir.

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) kullanılarak, mobil telefonlarda kullanılmak üzere geliştirilen bu uygulama sayesinde, İTÜ kampüsü içerisinde kullanıcıların gitmek istedikleri yöne çevirdikleri akıllı telefonları; gerçek görüntüler mesafe varış bilgisi, ekran içerisinde görünen belli açı içerisindeki binaların ismini ve tıklandığında bina hakkında detaylı içerik gösteren bir asistan geliştirilmiştir.

Akıllı mobil cihazlarda uydu bağlantıları ile konum verileri yüksek orantılı doğruluk payı ile alınmaktadır. Mevcut kullanıcının İTÜ kampüs içerisinde herhangi bir noktada uygulamayı başlatması ile GNSS (Global Navigation Satellite System) kullanılarak konum verileri tespit edilmektedir. Konum verileri tespit edildikten sonra, tespit edilen konum verisi merkez kabul edilmek koşulu ile dairesel olarak belirli bir çapta bir buffer oluşturularak, bu alan içerisindeki bina isimleri sorgulanmaktadır. Veriler sorgulandıktan sonra, artırılmış gerçekliği uygulamak için cihazın sensörleri kullanılarak yön bilgisi teyit edilmekte ve akıllı telefonun kamerası üzerinde binalarla ilgili bilgiler gösterilmektedir.

Çalışmanın ulaşmak istediği hedef; kampüs içindeki hareketliliğin akıllı bir şekilde gerçekleştirilmesini, mevcut öğrencilerin veya dışardan gelen misafir öğrencilerin zaman kaybetmeden aradıkları noktaları bulabilmesini sağlamaktır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan artırılmış gerçeklik teknolojisi mobil telefonların ve paralelinde mobil uygulamaların hızla yaygınlaşmasıyla beraber büyük bir kullanım alanı oluşturmuştur. Bluetooth beacon'ları, NFC (Near Field Communication) teknolojisi gibi benzer uygulamaların sıkça kullanılıyor olması bu tezin çalışmasına ilham kaynağı olmuştur. Çalışmamız İTÜ Maslak kampüsü

içerisinde öğrenci ve misafirlerin kampüs içinde akıllı bir navigasyon akımı oluşturmayı amaçlamaktadır.

Mobil telefon ve uygulamaların aralıksız olarak gelişmesi, telefonların donanım ve performans olarak geldiği nokta günümüzde çok fazla ihtiyaç ve yeni nesil uygulamalar oluşturmuştur. Daha önce Bluetooth beacon'ları ve NFC teknolojilerinden faydalanarak müzelerde veya parklarda bağlanan mobil telefonların sahiplerini bilgilendirme amaçlı çalışmalar yapılmış ve kullanıcılar tarafından tercih edilmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi de mobil telefonların gelişmesinin beraberinde daha da gelişmiş ve lokasyon bilgileriyle beraber kullanılmıştır.

Uzun zamandır beta versiyonlarıyla takipte ve geliştirilmekte olan IOS 11 mobil işletim sisteminin 2017 yılı Eylül ayında Apple tarafından yayınlanmasıyla artırılmış gerçeklik sektörü için yeni bir fırsat oluşmuş, birçok oyun ve uygulama üreticileri tarafından uygulanmaya başlanılmıştır. Apple şirketi bahsedilen işletim sisteminde kendisinin geliştirdiği ARKit yazılım geliştirme aracını IOS 11 mobil işletim sistemiyle yayınladıktan sonra Apple Store uygulama marketinde artırılmış gerçeklikle ilgili yeni uygulamaların sayısı artmaya başlamıştır [1].

Tez çalışması; CAD ortamındaki 3 boyutlu verileri kullanarak PostGIS veritabanının oluşturulması, oluşturulan veritabanının mobil uygulamalarla veri alışverişinde bulunması için RESTful uygulama programlama arayüzlerinin tek bir sistem halinde çalışmasının örneğidir. RESTful web servisleri 4.3.2. Uygulama Programlama Arayüzü bölümünde detaylı anlatılmıştır. Çalışma ve araştırma süresinde mobil cihazların sadece GNSS/GPS bağlantısıyla yeterli konum elde edilememesine çözüm olarak diğer konum alma alternatifleri de kullanılarak kullanıcı konumu optimum şekilde alınmış ve atalet sensörleri kullanılarak artırılmış gerçeklik katmanı oluşturulmuştur.

Uygulama yüksek performans gerektiren işlemleri çalıştırdığı için yazılım olarak düşük performanslı cihazların da desteklenmesi adına çalışmalar yapılmış, kullanılan kullanıcı arayüzü bileşenlerinin akıcı çalışması için gerekli geliştirmeler uygulanmıştır. Bunun dışında RESTful arayüzlerle uygulamalar arasında güvenlik amacıyla SSL (Secure Sockets Layer) pinleme teknolojisi uygulanmış ve navigasyon asistanının almakta olduğu kullanıcı verilerinin güvenliği için ara katman oluşturulmuştur.

Oluşturulan SSL katmanı 4.3.3. Mobil uygulamaların geliştirilmesi bölümünde detaylı anlatılmıştır.

Artırılmış Gerçeklik ile ilgili modern araştırmalar 2. Bölümde detaylandırılmış ve objelerin takibi için gerekli olan atalet sensörleri, sanal objelerin fiziksel ortama yerleştirildikten sonra kamera hareketleriyle güncellenme işlemleri anlatılmıştır.

Çalışma konum bilgilerinin alınmasında olan araştırmalarıyla mobil işletim sistemlerinin konum verilerini hangi yöntemlerle aldığını ve işlediğini özetlemiştir. 3. Bölümde detaylı olarak anlatılan konum verilerinin alınmasında kullanılan yöntemler Android ve IOS çekirdek işletim sistemlerinde alınmakta ve mobil uygulamaları geliştiren yazılım mühendislerine kolaylık sağlarken, akıllı telefon kullanıcılarının da veri gizliliğini korumaktadır.

Artırılmış gerçeklikle ilgili gerekli verilerin işlenmesi ve uygulamanın yazılımından başlayarak bu sürecin takibine kadar uygulanması 4. Bölümde anlatılmıştır. Mobil uygulama yazılım sürecinde günümüzün güncel teknoloji ve standartlarının uygulanması ve bu sürecin yönetiminde de en güncel teknolojilerin takip edilmesi başarılı yazılım süreci adına gelecek uygulamalara örnek oluşturmuştur.

Günümüzde Wikipedia, Twitter, OpenStreetMap gibi kuruluşların açık-kaynaklı arayüzleri mevcuttur ve istek yapan kullanıcının konumuna göre etraftaki coğrafi objelerle ilgili dönüş yapmaktadırlar. Çalışmamız bunlara ek olarak dinamik olarak yönetilebilecek bir altyapıyı kurgulamış ve gelecekte bir mobil yazılım aracı olarak yazılımların bir parçası olarak çalışmayı hedeflemektedir.

Uygulama geliştirme arayüzleri bilinçli olarak kısıtlanmayarak coğrafi bilgi veri alışverişi için tasarlanmıştır. Bu da, gelecekte çalışmanın yazılım geliştirme aracı olarak kullanılacağını, çok az uygulama geliştirme bilgileriyle yetinerek artırılmış gerçeklikli mobil uygulama oluşturmaya katkıda bulunacağını hedeflemektedir.



## 2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK

Artırılmış Gerçeklik, üretilmiş görsel verilerin anlık olarak gerçek dünya görsellerinin üzerinde gösterilme teknolojisidir. Sanal Gerçeklik teknolojisinde yansıtılan gerçek dünya görselleri de sanal olduğundan dolayı AG (Artırılmış Gerçeklik) ile SG (Sanal Gerçeklik) farklılık göstermektedir.

Sanal gerçeklik, gerçek dünyanın değiştirilerek veya direkt olarak sanal ortama taşınmasından oluşmaktadır. Sanal gerçeklik son kullanıcının kendisini sanal ortamda hissettirmeye yönelik kurulmuştur. Günümüzdeki yaygın kullanım alanları da incelendiğinde, Sanal Gerçekliğin modern oyunlarda daha çok kullanıldığı görülmektedir. Oyunlarda sanal gerçeklik özel gözlüklerle son kullanıcıların kendilerini sanal bir ortamda hissetmelerini sağlamaktadır. Gözlükler aynı zamanda IOS veya Android işletim sistemine sahip bir telefonun, kullanıcının gerçek dünyayı görmesini engelleyecek şekilde herhangi bir kutuya enjekte edilmesi ve gerekli yazılımlarla da gerçekleştirilmektedir.



**Şekil 2.1** : Sanal gerçeklik - enjekte edilmiş akıllı telefon.

Sanal gerçeklik için kullanılan mobil uygulamalar yaygın olarak Unity – 3 boyutlu oyun geliştirme platformunda tasarlanmaktadır. Platformda geliştirilen uygulamalar, objelerin 3B görünmesini sağlamaktadır. Sanal gerçeklik, aynı zamanda, kullanıcıların sanal ortamı daha efektif hissedebilmeleri için ses ve diğer sensör efektlerini de içerebilmektedir.

Sanal gerçeklikle artırılmış gerçeklik arasındaki fark, ortamın sanal veya gerçek olmasıyla belirlenmektedir. Artırılmış gerçeklik sanal gerçeklikten yola çıkarak gelişmiş ve gerçek dünya bilgilerini de içerdiği için daha fazla dikkat çekmiştir. Kullanıcı deneyimi açısından bakıldığında da, gerçek dünya üzerinde sanal bilgilerin görüntülenmesi daha etkileyici olmuştur. Artırılmış gerçeklik, gerçek ortamın sanal veri veya görsellerle zenginleştirilmesinden oluşarak gerçek ve sanal dünya arasındaki boşlukta yer almaktadır [2].

Artırılmış Gerçeklikte nesnelerin anlık olarak tanınması için görsel işleme veya konum verileri aktif olarak kullanılmaktadır. Günümüzün akıllı cihazları (telefon ve tabletler) ister kamera özellikleri, isterse de GNSS teknolojisiyle konum alma özelliğine sahip oldukları için aktif olarak AG kullanımında tercih edilmektedirler.

Artırılmış Gerçeklik terimi 1990 yılında, Boeing araştırmacısı Tom Caudell tarafından kullanılmaya başlanmıştır [3]. Meslektaşları David Mizell ile bir araya gelerek Caudell, yeni çalışanları eğitmek için kullanılan pahalı diyagramlara ve işaretleme aletlerine alternatif olarak AG teknolojisini kullanmıştır. Çalışmalar, eskiden kullanılan büyük kontrplaklar yerine çalışanların başa takılı artırılmış gerçeklik araçlarının kullanımıyla sonuçlanmıştır. Artırılmış gerçeklik araçları uçak yapımının farklı süreçlerinde çalışanlar tarafından kullanılarak, uçağın parçalarının gerçek dünya üzerine yansıtılmasını sağlamıştır.

Daha sonra, 1992 yılında, ilk fonksiyonel AG sistemlerinden olan uzaktan kontrol edilebilir sistem, Louis Rosenberg tarafından geliştirilmiştir. Hava kuvvetleri için geliştirilen sistem, kullanıcıların üst vücutlarına giyilerek, sanal olarak uçakları kullanmalarını sağlamıştır. Oluşturduğu sistemle, Rosenberg, ilk Sanal Fikstürün kurucusu olarak bilinmektedir.

1994 yılında, Julie Martin, ilk artırılmış gerçeklikli tiyatroyu - "Danseden Siber" (Dancing Cyberspace) ismiyle oluşturmuştur. Avustralya Sanat Konseyi tarafından finanse edilen "danseden siber", sanatçının fiziksel objelerin üzerinde projeksiyonuyla oluşmuştur. Akrobatların yansıtılması Silicon Graphics bilgisayarları ve Polhemus nesne algılama sistemleriyle yapılmıştır.

Hirokazu Kato tarafından 2000 yılında açık kaynak olarak yayınlanan ARToolkit yazılım geliştirme kiti, artırılmış gerçeklik alanında büyük hızlanmaya neden olmuştur

ve günümüzde hala yoğun olarak kullanılmaktadır. İlk olarak bilgisayar kameralarıyla sanal objelerin yerleştirilmesinde kullanılan araç, günümüzde mobil uygulamalarda da kullanılarak, cihaz kameralarındaki görüntülere artırılmış gerçeklik uygulamaktadır. 2009 yılında Web tarayıcılarına destek vermeye başlayan ARToolkit, AG sektörüne büyük katkılarda bulunmuştur.

Esquire dergisi, 2009 yılında, kullanıcılarına dergi kapağını taratarak artırılmış gerçeklik teknolojisiyle Robert Downey Jr.'ın hareket etmesi şeklinde bir uygulama gerçekleştirmiştir. Dergi kısa sürede büyük dikkat çekmiş ve artırılmış gerçeklik alanında rakabet oluşmasına yol açmıştır.

2010 yılında, video oyun geliştiricisi Otavio Good; 4 yazılımcıdan oluşan bir ekiple Quest Visual şirketini kurmuştur. Aynı yılın Aralık ayında şirket, Word Lens uygulamasının 1.0 versiyonunu yayınlamıştır [4]. Bu uygulama AG teknolojisini kullanarak kamerada görüntülenen kelimeleri farklı dillere çevirme amacıyla kullanılmıştır. 2013 yılında, Google'ın Gözlük Geliştirme Aracı'nı (Glass Development Kit) yayınlamasıyla, Word Lens uygulaması akıllı gözlüklerde de desteklenmeye başlanmıştır. Uygulama sayesinde kullanıcılar, okuma ve yazmayı bilmedikleri dillerde olan kelimeleri artırılmış gerçeklik yardımıyla kendi dillerinde okuyabilir duruma gelmişlerdir. 2015 yılı Ocak ayında, uygulama Google tarafından satın alınmış ve hala devam etmekte olan şirketin Google Translate (Google Çeviri) uygulamasında kullanılmıştır.



**Şekil 2.2** : Artırılmış gerçeklik - Quest Visual.

2013 yılında araba üreticileri, artırılmış gerçeklik kullanmaya başlayarak araba manuelllerinde yeni bir çağ başlatmışlardır. Volkswagen, servis teknisyenlerinin kullanması için MARTA (Mobile Augmented Reality Technical Assistance) uygulamasını yayınlamıştır. Uygulama, artırılmış gerçeklikle adım-adım teknik asistanlık yaparak teknisyenlerin gerçek araçta servis hizmetlerini öngörmelerini sağlamamıştır.

20. yüzyılın sonlarından başlayarak hızlı bir şekilde gelişen artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileri, 2014 yılında 50 milyon, 2015 yılında 700 milyon, 2016 yılında 1.1 milyar dolar yatırımın bu alana yapılmasına neden olmuştur. Microsoft, 2016 yılında HoloLens Yazılım Kitini satışa sunmuş, yazılım aracıyla beraber çalışarak kullanıcıların aynı zamanda gözlük olarak kullandığı HoloLens ürününün artırılmış gerçeklik alanında hizmetine başlamıştır. AG/SG Microsoft ve Google dışında, Facebook ve Apple gibi büyük şirketlerden tarafından da desteklenmekte ve yatırımlar yapılmasına neden olmaktadır.

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya üzerinde sanal nesnelerin yerleştirilmesi gibi, nesnelerin izlenmesi aşamasını da kapsamaktadır. 3B grafiklere bakış açısı değiştiğinde, sanal nesnenin de değişime uygun hareket etmesi için 6DoF (6 Degrees of Freedom) yöntemiyle takip edilmesi gerekmektedir [5]. 6DoF, cismin 3B alanda hareket etmesini sağlar. Cisim, ileri-geri (dalgalanma), yukarı-aşağı (kabarma), sol-sağ (sallanma) hareketi yapabilir ve normal, yatay ve yükseklik eksenlerinde döndürülebilir.



**Şekil 2.3** : Serbestlik Derecesi. 1-ileri-geri, 2-yanlara, 3-yukarı-aşağı.



Objenin gerçek veya sanal ortamda konumlanması çalışması için gerekli olan izleme, sadece AG'de değil, SG'de de en önemli sorunlardan biridir. Artırılmış gerçeklikte sanal objenin yerleştirileceği konum belirlenmeli ve hareket olduğunda objenin aynı konumda kalması sağlanmalıdır. Bunun için, içten-dışa ve dıştan içe olmak üzere 2 strateji uygulanmaktadır. İçten-dışa izleme zamanı, artırılmış gerçeklik sistemi algılayıcıların yardımıyla sanal objenin pozisyonunu belirlemektedir. Dıştan-içe izleme de mobil artırılmış gerçeklik sistemi dışarıdan takip edilerek, yön, yükseklik, konum ve hız gibi verilerle sağlanmaktadır.

Mobil cihazlarda sanal objelerin yerleştirilmesi ve izlenmesi için GPS/GNSS, WLAN (Wireless Local Area Network) ve atalet sensörleri kullanılmaktadır. Atalet sensörlerinden ivmeölçer cihazın hızını, kompas (veya manyotometre) yönünü ve giroskop cihazın dönme hareketlerini gözlemler.

İzleme yöntemlerinden olan Optik İzleme, cihazın optik algılama ve resim işleme ile yönünü algılamaktadır. Bu yöntemi işaretleyicisiz (1) ve işaretleyici-yardımlı (2) olmak üzere iki stratejiyle uygulanmaktadır. İşaretleyicisiz takip yöntemi aktif olarak resim işleme yaparak cihazın yönünü takip etmektedir. Bunun için algılanan objelerin verilerinin bilinmesi gerekmektedir. İşaretleyici yardımıyla yapılan takip yöntemi gerçek dünyada işaretleyiciler yerleştirilerek onları algılamaktadır. Algılayıcılar anlık olarak görsel işleme ile teyit edilmekte ve cihazın aktif yönünü belirlemektedir.

Artırılmış gerçeklikte obje yönünün takip edilmesi bir çok metodolojinin beraber işlev yapması ile daha verimli çalıştığı gibi, cihaz özellikleri ve algoritmik hesaplamalara göre de değişkenlik göstermektedir. Görsel işleme yüksek CPU gerektirdiği için tüm cihazlarda verimli sonuç alınmamaktadır, ama günümüzün akıllı telefonları artırılmış gerçeklikte anlık görsel işleme yaparak objenin takip edilmesi için yeterli performanstadır [6].



### 3. KONUM BAZLI MOBİL UYGULAMALAR VE CBS

Akıllı telefonların hızla yaygınlaşması 2007 yılında Apple şirketinin IOS işletim sistemiyle iPhone'ları üretmesiyle başlamıştır. Apple sadece akıllı telefon üretmekle kalmamış, kullanıcıların ve uygulamaların döngüsünden oluşan bir eko-sistem oluşmasına katkıda bulunmuştur. Bu süreç, 2008 yılında Google şirketinin Android platformunu oluşturmasıyla, büyük ve hızlı bir rekabetin oluşmasına sebep olmuştur.

Günümüzde, %86.2 Android, %12.3 IOS işletim sistemli 2 milyar dolayında akıllı telefon bulunmaktadır [7]. Bu 2 platformda desteklenen uygulamalar çok büyük bir kullanıcı kısmını kapsadığı için başarılı uygulamalar olarak nitelendirilebilmektedirler. Artırılmış gerçeklik mobil uygulaması her 2 platformu destekleyerek en yüksek kullanıcı kitlesine ulaşmayı hedeflemektedir.

iPhone platformunda uygulama geliştiren yazılım mühendisleri, IDE (Integrated Development Environment) olarak Xcode'u kullanmaktadırlar. 2015 yılında Swift dilinin resmi olarak Apple tarafından yayınlanmasına kadar, uygulamalar, Objektif-C dilinde geliştirilmiştir. Büyük bir hızla yaygınlaşmayı başaran Swift dili geliştirilmeye devam edilmekte ve yazılım dilleri arasında üst sıralara yükselmektedir.

Android platformu, 2014 yılında Android Studio'nun yayınlanmasına kadar yaygın olarak Eclipse geliştirme ortamını 2017 yılına kadar kullanmıştır. 2017 yılında Eclipse resmi olarak Android geliştirme ortamına desteğini kaldırdığını açıklamıştır. Günümüzde Android uygulamalar Android Studio'da Java yazılım dili ve arayüz tasarımlarında XML (eXtensible Markup Language) kullanılarak geliştirilmektedir. 2017 yılı Mayıs ayında Google resmi olarak Kotlin yazılım dilinin de Android geliştirilmesinde kullanılabilirliğini açıklamış ve Kotlin yazılım dili Android uygulamaların geliştirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır.

Akıllı telefonların GNSS teknolojisini barındırması, mobil uygulamalar sektöründe konum servislerinin kullanılarak geliştirilen uygulamaların ayrı bir sektör oluşturmasına neden olmuştur. Kullanıcılara buldukları konuma göre içerik

görüntülemesini sağlayan uygulamalar, aynı zamanda, Google'un patentini almış olduğu "Konum bazlı reklam" alanında da gelişmelere neden olmuştur.

Akıllı telefonlar çeşitli yöntemlerle cihazın bulunduğu konum bilgilerinin alınmasını sağlamaktadırlar. Aktif olarak GNSS/GPS, A-GPS (Assisted Global Positioning System), Synthetic GPS, Cell ID ve Wi-Fi konum bilgilerinin alınmasında kullanılmaktadır.

GNSS/GPS diğer teknolojilere göre en yaygın kullanılan yöntemdir. GNSS/GPS ile cihazın konumunun alınması için, cihazın en az 3 uydula bağlantı kurmuş olması gerekmektedir. 20-ci yüzyılda üretilen telefonlarda yerleştirilmeye başlayan sistem, Amerika Birleşik Devletleri Savunma bakanlığı tarafından üretilmiştir. Rusyada GLONASS, Çinde Compass, Avrupada Galileo ve Japonyada Quasi-Zenith gibi alternatif uydu sistemleri de kullanılmaktadır.

Kapalı alanlarda cihazların uydu bağlantıları zorlaştığından, A-GPS yöntemi, uydu bağlantılarında sonraki 1 saat için uyduların rota bilgilerini almaktadır. Bu yöntem, uydu bağlantı sürelerini 45saniyeden 15 saniyeye indirmektedir.

Bazı erişilmez durumlarda A-GPS de yetersiz kalmaktadır ve bu nedenle Sintetik GPS kullanılmaktadır. Sintetik GPS hesaplamalar yaparak uyduların günler ve hatta haftalar içinde hangi rotaları takip edeceklerini teyit etmektedir ve bununla uydu bağlantılarının daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Cihazların konum bilgileri taşıyıcılar (operatörler) tarafından da belirlenebilmektedir. Şöyle ki, operatörler Cell ID yöntemiyle telefonların hangi Cell'e bağlı olduğunu bilmektedirler. Operatörler bağlanılan baz istasyonlarının konum bilgilerine sahip olduklarından dolayı, belirli bir çapta cihazın yerini teyit edebilmektedirler.

Bazı alanlarda bu yöntem daha düşük doğrulukta konum belirlediği için farklı bir yöntem olan Wi-Fi yöntemi konumun belirlenmesi için daha kullanışlı olabilmektedir. Şöyle ki, Wi-Fi erişim noktalarının konumları belli olduğu için cihazın bağlanmış olduğu erişim noktasının kapsama alanı, kullanıcının konumu olarak nitelendirilmektedir.

Bunların dışında cihazın atalet sensörleri ve barometresi, bluetooth beacon'ları, ultrases teknolojisi, karasal vericiler de kullanılarak konum teyit edilebilmektedir. Atalet sensörleri cihazın yönünü, barometre deniz seviyesinden yüksekliğini, bluetooth

beacon'ları Wi-Fi yöntemi şeklinde çalışarak daha yüksek doğruluklu konum verisi sağlamaktadır. Ultrases teknolojisi NFC ile yaygın olarak kullanılarak cihazların konumunu belirlemektedir.

Karasal vericiler yer yüzünde olan uydu fonksiyonuyla GNSS/GPS yönteminden daha kesin konum bilgileri teyit etmektedir. Vericiler gökdelenler veya baz istasyonlarında monte edilmekte ve GNSS/GPS uydularından daha güçlü sinyallere sahip olmaktadır.

Günümüzde, akıllı telefonların çeşitli konum teyit etme yöntemleriyle cihazın coğrafi koordinatlarının, aynı zamanda detaylı yön bilgilerinin alınabilirliği farklı alanlarda mobil uygulamaların geliştirilmesini sağlamıştır.

Konum verilerinin anlatılan çeşitli yöntemlerle alınması yeni kullanıcı gereksinimlerini oluşturmuş ve bu alanda geliştirilen uygulamaların sayısını artırmıştır. Çalıştırıldığı ortamdan bağımsız olarak herhangi bir uygulamanın GIS (Geographical Information Systems) olarak nitelendirilmesi için sistemin coğrafya, kartografi, uzaktan algılama, fotogrametri, bilgisayar bilimleri, matematik ve istatistik alanlarıyla beraber çalışıyor olması gerekmektedir. Günümüzün dijital haritaları arasında en yaygınlarından olan Google Maps ve Apple Maps uygulamaları kartografi, bilgisayar bilimleri ve fotogrametri alanlarını kapsadığı için CBS uygulamaları olarak nitelendirilmektedirler.

8 Şubat 2005 tarihinde yayınlanan Google Maps günümüzde web tarayıcıları, Android ve IOS uygulamalarıyla son kullanıcılara CBS çözümü sağlamaktadır. Apple tarafından 2012 yılında iPhone cihazlarında sunulan Apple Maps, aynı zamanda Google Maps, günümüzde mobil, web ve masaüstü yazılımlarıyla güncel trafik durumu, rota hesaplamaları, sokak yürüyüşü, coğrafi objeler hakkında detaylı bilgilerin alınması gibi CBS çözümlerini son kullanıcılara uygulamakta, sundukları harita API (Application Programming Interface) ve SDK'larıyla (Software Development Kit) diğer uygulamalarla da veri alışverişinde bulunmaktadır.

Çalışma, kullanılmış olan Google Maps yazılım geliştirme kitinin harita katmanı ve üzerinde harita pimlerini gösteren görsel katmanı da içermektedir. GoogleMaps WGS84 (World Geodetic System 1984) koordinat sistemini kullanmakta ve harita pimlerini enlem ve boylam bilgileriyle harita katmanına yerleştirmektedir.

Harita katmanı yol haritası, uydu, arazi ve karışık olmak üzere dört çeşit veri modelini desteklemektedir. Yol haritası uydu görsellerinden görsel işleme, kullanıcılardan alınan veriler, navigasyon sistemi verileri ve çeşitli yöntemlerle alınan trafik verilerini de gösterebilmektedir. Uydu haritası belirli aralıklarla uydulardan alınan ve işlenen verilerden oluşmaktadır. Arazi haritası arazi bilgilerini baz alarak fiziksel haritayı göstermektedir. Karışık harita normal ve uydu görsellerinin birleştirilmesiyle oluşan harita modelidir.

İTÜ Kampüs asistanı çalışması işletim sisteminden çeşitli yöntemlerle alınan konum verilerini artırılmış gerçeklik için kullanmak dışında, harita katmanı ile GoogleMaps SDK'sı üzerine yansıtılmakta, kullanıcı ve objelerin harita üzerinde görüntülenmesini sağlamaktadır. Google Maps'in tüm harita tiplerini destekleyen uygulama farklı görüntüleme çeşitleriyle kullanıcı deneyimini kolaylaştırmaktadır.

Tez çalışması günümüzün konum bazlı mobil uygulamalarının kullandığı teknikleri araştırarak veri tabanı ile bağlantıları sağlayan uygulama geliştirme arayüzlerini karar verme sistemi olarak belirlemiştir. Uygulama geliştirme arayüzleri kullanıcının konum bilgilerini (enlem, boylam, yükseklik) alarak veri tabanı sorgulamalarını yapmakta ve sonuçları hızlı bir şekilde mobil uygulamalara yanıtlamaktadır.

#### **4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK MOBİL UYGULAMASI; İTÜ KAMPÜS ASİSTANI ÖRNEĞİ**

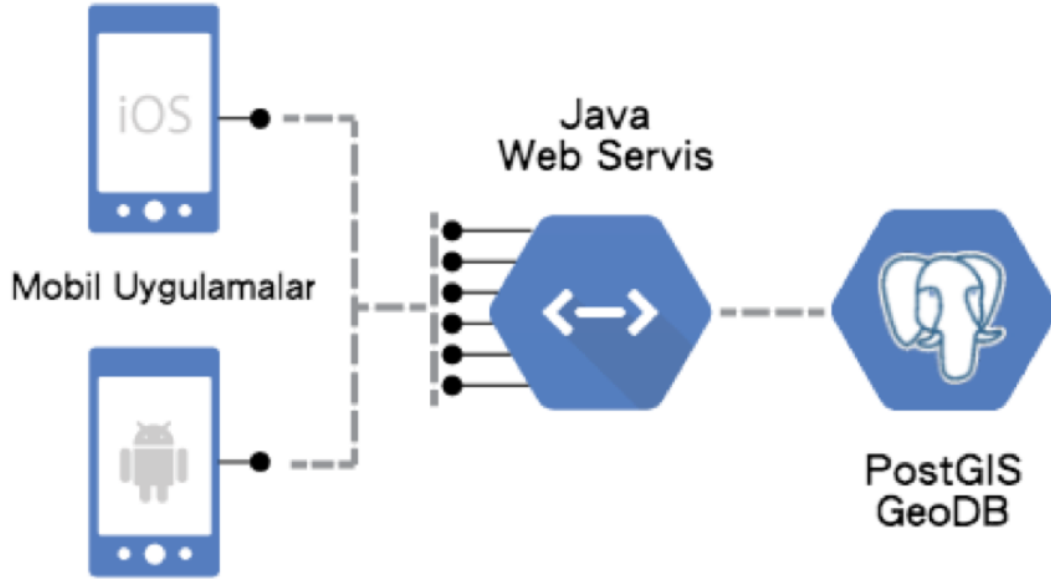
Akıllı telefonların kullanımının artması ve teknolojinin gelişmesi mobil uygulama alanında yeni ihtiyaçlar doğurmaktadır. Son kullanıcı rahatlığı için günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojisi aktif olarak kullanılmaktadır. Bununla, belirli bir alanın 3B modeli oluşturularak artırılmış gerçeklikli haritaya dönüştürülmesi sağlanmaktadır.

Çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak kampüsünde yapılan çalışmalarla, kampüsün 3B modelini oluşturmakta ve son kullanıcıların, geliştirilen mobil uygulamayı kullanarak kampüs içindeki konumlar hakkında bilgi alabilmeleri için artırılmış gerçeklik haritası oluşturmaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin uygulanması için işlemci, ekran ve atalet algılayıcıları gibi donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların yanı sıra, artırılmış gerçeklik haritalarının çıkarılması için gerekli olan uydu bağlantılarını da sağlayabilen günümüzün akıllı telefonlarının bir çoğu kamera fonksiyonunu kullanarak son kullanıcı ihtiyacını karşılamaktadır.

Artırılmış gerçeklikli kampüs asistanı çalışması; kullanıcının mobil cihazının bulunduğu konum (enlem, boylam, yükseklik) ve yön bilgilerini kullanarak, bu amaçla geliştirilmiş uygulama ile etrafta bulunan konumlar hakkında bilgileri görüntülemesini sağlamaktadır.

Çalışma; coğrafi veri tabanı, web servis entegrasyonu ve mobil uygulama olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.



**Şekil 4.1** : Mobil Uygulama - Web Arayüz - Veri Tabanı son noktaları.

#### 4.1 Veri tabanı

Kampüs içerisindeki objelerin mekânsal olan ve olmayan güncel verilerinin tutulduğu veri tabanıdır. Her objenin sahip olduğu konum (enlem, boylam, yükseklik), kapsama alanı, ismi gibi zorunlu alanların dışında, bina hakkında bilgileri ve gerekli verileri içermektedir. İçerilen veriler, 3B modelin oluşturulmasını sağlamaktadır. Veriler, Java Web arayüzlerinde işlenerek isteği yapan Android ve IOS mobil uygulamalarına gerekli içeriği JSON (JavaScript Object Notation) ve GeoJSON (Geographical JavaScript Object Notation) formatlarında temin edebilmektedir.

Coğrafi veri tabanı olarak; PostgreSQL sisteminin coğrafi obje destekli ilişkisel veri tabanı PostGIS kullanılmıştır. Literatürde; mekânsal Oracle (Oracle Spatial), MySQL'in mekânsal uzantısı (MySQL Spatial Extension) gibi tercihler yapılmasına rağmen, açık kaynak kod olması ve PostgreSQL'in desteğini içerdiğinden dolayı PostGIS en çok tercih edilen teknolojilerin başında yer almaktadır.

#### 4.2 Yöntem

Veri tabanı ile yapılan tüm bağlantılar web servis arayüzleri ile gerçekleşmektedir. Web servis entegrasyonu; kampüs içindeki obje verilerinin girilmesi, güncellenmesi ve gerektiğinde kaldırılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, mekânsal sorguları



uygulayarak mobil uygulamaya gerekli bilgileri vermektedir. Web servis sistemi olarak Java tabanlı web servis yapısı tercih edilmiştir.

Web servis yapısının ana amacı; en son Java teknolojilerini kullanarak, PostGIS coğrafi veri tabanından verileri almak ve onları mobil uygulamalar için hazırlamaktır. Veri tabanının coğrafi objeler içermesi ve mobil uygulamanın artırılmış gerçeklik zorunluluğuyla istekleri hızlı şekilde alma gereksinimi; çalışmada web servis yapısının büyük bir sorumluluk almasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı tercih edilen Java teknolojisi, üstün HTTP (HyperText Transfer Protocol) protokolü performansı sergileyerek, mobil uygulamanın isteklerine göre JSON formatında konumsal olan ve olmayan içerikleri kullanıcılara sağlamaktadır.

HTTP protokolü istemci-sunucu hesaplama modelinde istek yapanla sunucu arasında iletişimi sağlamaktadır. Protokol istek yapılan verinin tipini Content-Type başlık parametresiyle belirlenmesine izin vermektedir [8]. Çalışmamızda applicaton/json veri tipi kullanılmıştır. JSON hafif veri değişim formatı olup ECMA-404 The JSON Data Interchange Standard başlığıyla standartlaştırılmıştır [9]. Bilgisayarların okuması ve oluşturması için oldukça elverişli olup herhangi bir yazılım diline bağımlı değildir. Dil bağımlılığı olmamasına bakmayarak, C-ailesi programlama dillerini kullanan yazılımcıların aşına olduğu bir veri modeline sahiptir.

Versiyon kontrolü ve güncel kodun erişebilir olması adına Git versiyon kontrol sistemi kullanılmıştır. Sunucu uygulamasının ve mobil uygulamaların güncel kodları bu şekilde güncel olarak Git sisteminde tutulmaktadır. Versiyon kontrol sistemi aynı çalışmada ve aynı anda birden fazla mühendisin çalışmasını sağlamaktadır. Takım halinde çalışan ekipler bu yolla senkron çalışmayı başarmaktadırlar.

Mobil uygulamalarda kullanılan kütüphanelerin yönetimi için Android'de Gradle, IOS platformunda ise CocoaPods versiyon yönetim sistemleri kullanılmıştır. Bünyesinde 36 binden fazla kütüphane barındıran CocoaPods Ruby yazılım dilinde IOS uygulamaları sadece OS X işletim sistemli bilgisayarlarda geliştirildiği için sadece OS X için tasarlanmıştır.

Gradle sistemi sadece Android platformunda kullanılmamakta olup, yazılımda kullanılan kütüphanelerin versiyon yönetimini sağlamaktadır. Android Studio, Eclipse, NetBeans ve IDEA (JetBrains) olmak üzere dört IDE'de çalışmaktadır.

Gradle ve CocoaPods sistemleri yazılımların farklı modüllerini farklı ekipler tarafından geliştirilmesini, yönetilmesini ve yayınlanmasını sağlamaktadır. Günümüzde çoğunlukla her iki sistemdeki modül versiyonlama işlemi Git versiyon kontrol sistemi üzerinden sağlanmakta, yeni versiyonlar için değişikliklerin listelendiği dokümantasyonlarla takip edilmektedir. Bununla ana uygulamayı geliştiren yazılım mühendisleri kullandıkları Gradle veya CocoaPods modüllerinden bağımsız olarak geliştirmelerine devam etmekte, kullandıkları modüllerde herhangi bir güncelleme olduğunda, yeni versiyonu otomatikleştirilmiş bir şekilde almaktadır.

Bu çalışmada, otomatikleştirme çalışmasından ve farklı modüllerde çalışan ekiplerin aynı anda bağımsız yazılım geliştirebildiğinden dolayı Gradle ve CocoaPods sistemleri kullanılmış ve tüm standartlarına uyum sağlanmıştır.

### **4.3 Uygulama Yazılımı**

Uygulama kampüs içerisinde uydu verilerini kullanarak kullanıcının aktif konum (enlem, boylam, yükseklik) bilgilerini almaktadır. Alınan verilerle web arayüzlerle bağlantı kurularak güncel bina bilgileri sorgulanmaktadır. Akıllı telefonun atalet algılayıcıları kullanılarak, cihazın hız ve yön bilgileri de hesaplanmakta ve kamera üzerinde güncel bina, yol ve b. bilgiler görüntülenmektedir. Uygulama artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak 3B verileri akıllı telefonun kamera görselleri üzerine yansıtmaktadır.

Literatürde; oyun, eğlence ve eğitim gibi farklı alanlarda rakipleri arasında ön sırada yer alan Mixare açık-kaynak yazılım geliştirme kiti (SDK) artırılmış gerçeklik aracı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise, Mixare; İstanbul Teknik Üniversitesi kampüsündeki bina ve objelerin bilgilerini yansıtmak için kullanılmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen mobil uygulama, Coğrafi Veri Tabının oluşturulması ve yönetilmesi (1), Uygulama programlama arayüzlerinin geliştirilmesi (2) ve akıllı telefonlarda çalışmak üzere mobil Android ve IOS uygulamalarının geliştirilmesi (3) olarak 3 aşamada geliştirilmiştir.

Android uygulaması Java programlama dili kullanılarak Android Studio IDE'sinde (Integrated Development Environment), IOS uygulaması ise Swift ve Objective-C dilleri kullanılarak Xcode ortamında geliştirilmiştir.

Uygulama geliştirme süreçlerini hızlandırmak, farklı disiplinlerden olup beraber çalışan ekiplerin beraber çalışmasını sağlamak için günümüzde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Uygulamada oluşan sorunların güncel olarak takip edilmesi ve çözüm süreci için Git ürününü kullandığımız Atlassian'a ait olan JIRA platformu kullanılmıştır.

2002 yılında Sidney'de kurulan Atlassian günümüzde 60 bin müşteri sunucusunda çalıştırılmaktadır. JIRA, Bitbucket (Git), Fisheye gibi 10dan fazla kurumsal ürünü olan Atlassian yazılım mühendisleri, proje yöneticileri ve içerik yöneticilerine hitap etmektedir. JIRA Atlassian'ın ilk ürünü olmasına rağmen günümüze kadar düzenli olarak destek almakta ve kendisiyle ilgili problemlerin yönetimini de JIRA üzerinden çözümlenmektedir.

Çalışmada Android, IOS, Web arayüzler ve coğrafi veri tabanlarıyla ilgili olan problemler JIRA üzerinden takip edilmiş ve çözümlenmiştir. JIRA test mühendislerinin, yazılım mühendislerinin ve proje yöneticilerinin aynı ortamda projeyi takip etmesini sağlamaktadır. Çalışmada yazılımların testi zamanı oluşan hatalar test mühendisine ait JIRA rolüyle kusur (defect) oluşturulmasıyla başlamakta ve yazılım rolünü taşıyan JIRA kullanıcısının onu çözümlyerek yeni bir uygulama versiyonunun devreye alınmasıyla devam etmektedir.

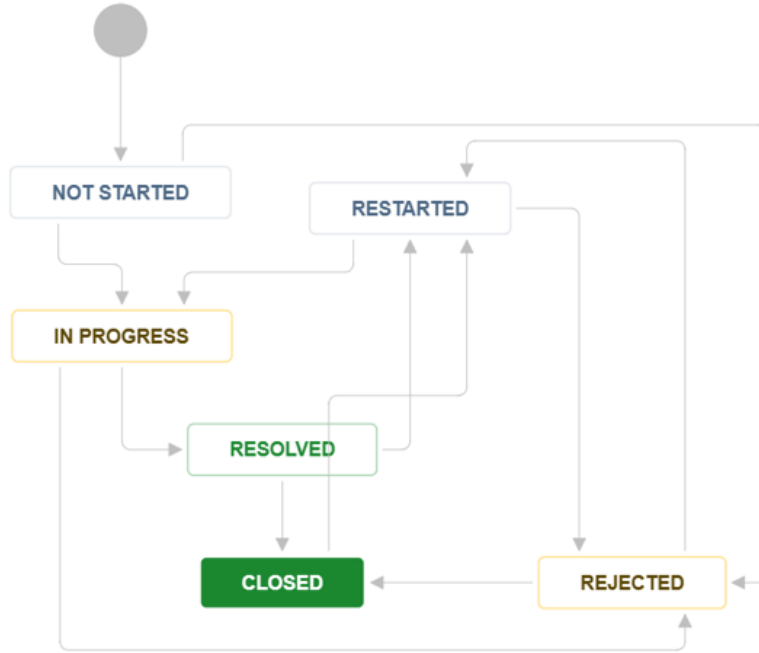
Çalışmanın ihtiyaçlarına uygun olarak JIRA üzerinde 3 farklı iş akışı oluşturulmuştur [10].

1. Kusur (Defect)
2. Test durumu (Test Case)
3. Test çalışması (Test Execution)

Kusurlar yazılım ekiplerine atanmak üzere tasarlanmıştır. Sürecin takibinin kolaylığı adına çalışmada kusurlar 6 statüde olmaktadır.

1. Başlatılmamış kusur yeni açılmıştır. Yazılımcı incelenmesini beklemektedir. İncelemeyi yapan yazılımcı kusur'u geliştirme aşamasına alabilir veya hatalı olduğunu belirterek reddedebilir.

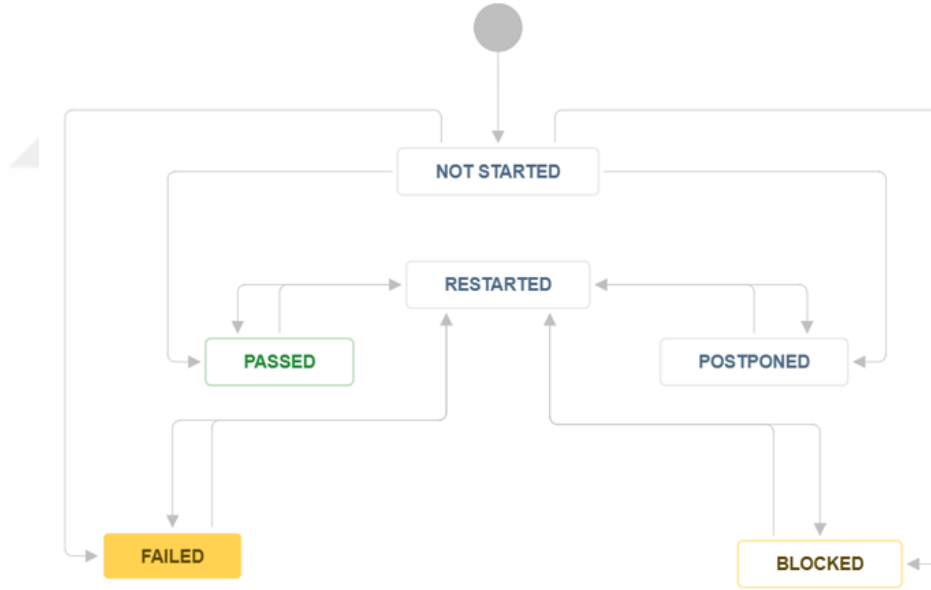
2. Geliştirme aşamasında olan kusur yazılımcı tarafından onaylanmış ve geliştirmeleri devam etmektedir.
3. Çözümlemiş kusurlar yazılım mühendisleri tarafından 2. aşamada çözümlenen kusurlardır. Bu statü'deki kusurlar test mühendislerinin sorumluluğundadırlar ve onay durumunda kapatılabilir veya hatanın devam ettiği tespit edilerek yeniden 1. statüye alınabilirler.
4. Kapalı kusurlar test mühendisi rolü tarafından onaylanarak kapatılmışlardır.
5. Reddedilmiş - 1. veya 2. aşamada yazılım mühendisi tarafından reddedilmiş kusurlardır.
6. Yeniden Başlatılmış - test mühendislerinin yeniden başlattığı kusurlardır. Reddedilmiş kusurlar daha detaylı bilgi verilerek yeniden başlatıldığı gibi, test'ler sırasında farklı bir sorun çözümlenirken tekrar oluşmuş kusurların da girebildiği bir statüdür.



**Şekil 4.2** : JIRA'da Kusur iş-akış diagramı.

Test durumu iş akışı, test sürecinde kullanılan adımların ve beklenen sonuçların yazılması için tasarlanmıştır. Test durumlarını değiştirme yetkisi sadece test mühendislerinin sahiğ olduğu rol tarafından yönetilmektedir. Test durumları 6 statü'de değerlendirilmektedirler:

1. Başlatılmamış - test durumlarının başlangıç statü'südür.
2. Başarılı test durumları test adımlarında anlatılan tüm sonuçlara uyarak başarıyla tamamlanmıştır.
3. Başarısız test adımlarından biri veya birkaçı başarısız sonuçlanmıştır.
4. Yeniden başlatılmış - Dönüş (Regression) veya Duman (Smoke) test süreçleri için yeniden başlatılmış test durumlarının aldığı statü'dür.
5. Bloke - birden fazla test durumunun bloke olmasına neden olan kusurların ilişkilendirildiği ve test durumunun gerçekleştirilmesinin imkansız olduğu durumlar için tasarlanmıştır.
6. Ertelenmiş - test durumları çalışmanın daha iyi olması için açılmış, ama proje planının sonraki fazlarında yapılmasına karar kılınmıştır.

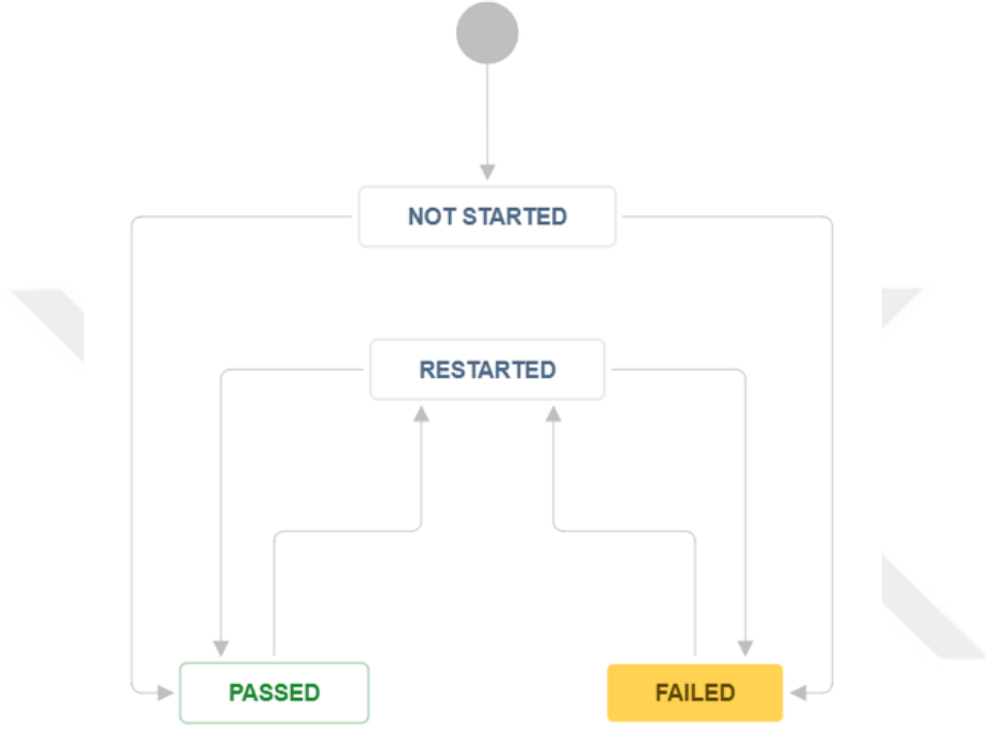


**Şekil 4.3** : JIRA'da Test Durumu iş-akış diagramı.

Her test durumunun altında alt-görev alan test çalışmaları, bir test durumunun bir veya birden fazla test edilmesini sağlamaktadır. Test çalışmaları test zamanı karşılaşılan hatalarla ilgili log dosyalarını, ekran görüntülerini ve detaylı içeriği göstermektedir. Test çalışmaları 4 statü'de değerlendirilmektedirler:

1. Başlatılmamış - test durumlarının başlangıç statü'südür.

2. Başarılı - tüm test adımları başarıyla sonuçlanmıştır.
3. Başarısız test adımlarından en az bir tanesi başarısız olmuştur.
4. Yeniden başlatılmış - test çalışması herhangi bir hatadan dolayı yeniden başlatılmıştır.



Şekil 4.4 : JIRA'da Test Çalışması iş-akış diagramı.

JIRA'da tüm ekranlar (screen) iş akışı veya sorun tipine (issue type) göre özel tasarlanmıştır. Sorunların çözümlenme, görüntülenme ve değiştirilme ekranları aynı zamanda kullanıcı rollerine göre de farklılık göstermektedir. Örneğin, test mühendisi rolünü taşıyan bir kullanıcı test durumunun statü'sünü değiştiriyorken, yazılım mühendisi rolüne ait bir kullanıcı bu işlemi yapamamaktadır.

JIRA'da oluşan sistemsel hatalardan dolayı oluşacak veri kaybını önlemek için JIRA'nın Yedek Yönetimi kullanılmaktadır. Oluşan herhangi bir hatadan dolayı kayıp olan veriler yedeklerden alınarak restore edilecektir.

Test Durumlarının yazılımında hızlı geliştirme sağladığı için ve çevrimdışı çalıştığından dolayı CSV (Comma-separated values) dosyaları kullanılmaktadır. CSV dosyaları aynı veri tipine ait olan değerlerin virgül işaretiyle birleştirilmesinden oluşmaktadır. Bu dosyaların projeye alınması veya CSV dosyası olarak dışa aktarılması için JIRA'nın

"içe-dışa aktar" modülü kullanılmıştır ve bununla test yönetimi, aynı zamanda proje yönetiminde zaman kaybı engellenmiştir.

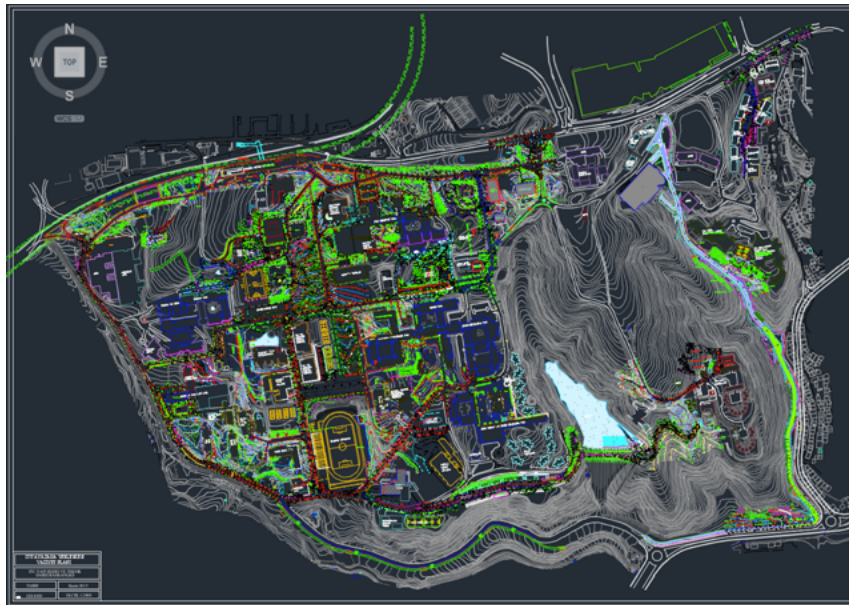
Son olarak, çalışmanın güncel durumu, JIRA'nın Gösterge Paneli (Dashboard) yardımıyla takip edilmiştir. Farklı sorgu filtrelerinin yardımıyla gösterge panelleri çalışmadaki modüllere göre kusur sayısını, diğer fazlarda yapılacak özelliklerin sayısını, koşulan test durumlarının istatistiklerini göstermektedir.

#### 4.3.1 Coğrafi veri tabanının oluşturulması ve yönetilmesi

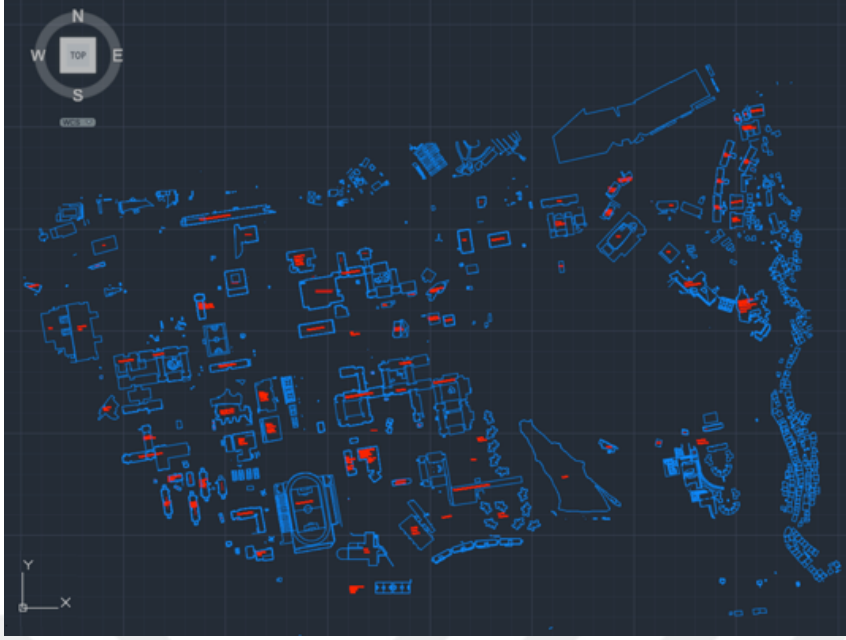
Coğrafi veri tabanı; CAD ortamında var olan verilerin PostGIS veri tabanına taşınması sürecinde oluşmuştur. İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak kampüsüne ait 3B harita temin edilmiş ve işlenerek bazı süreçlerden geçmiştir. CAD dosyalarının işlenmesi için yaygın olarak kullanılan AutoCAD yazılımı tercih edilmiştir.

1982 yılı aralık ayında ilk versiyonu yayınlanan AutoCAD, günümüze kadar Autodesk yazılım şirketi tarafından düzenli olarak güncellenmektedir [11]. AutoCAD dışında Fusion 360, Maya, Revit LT gibi bireysel ve kurumsal yazılım araçları geliştiren Autodesk – mimari tasarım ve modelleme için inşaat, mühendislik, medya ve eğlence sektörlerinde çözümlerini sunmaktadır.

Çalışmamızda temin edilen 3B haritanın katmanlara ayrılması ve işlenmesi için AutoCAD kullanılmış, bina ve yol katmanları diğer katmanlardan ve birbirinden ayrılarak yeni bir dwg (drawing) dosyası oluşturulmuştur.



Şekil 4.5 : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İlk hali).



**Şekil 4.6** : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İşlenmiş) – Binalar.



**Şekil 4.7** : İTÜ Maslak Kampüsü Modeli (İşlenmiş) – Binalar ve Yollar.

Daha sonra, veri tabanına dönüştürme işlemine devam edebilmek için “drawing” dosyaları shp (shape) dosyalarına dönüştürülerek, ArcGIS yazılımı yardımıyla coğrafi veritabanına aktarılmıştır. PostGIS veritabanında oluşturulan bina objeleri konum (enlem, boylam, yükseklik), isim, kategori, web sitesi gibi kolonlardan oluşmaktadır. İleride, veri tabanı daha da detaylandırılarak oda sayısı, öğrenci sayısı, engelli girişi gibi kolonların da eklenmesi ve uygulamanın daha fazla kullanım alanında uygulanması planlanmaktadır.



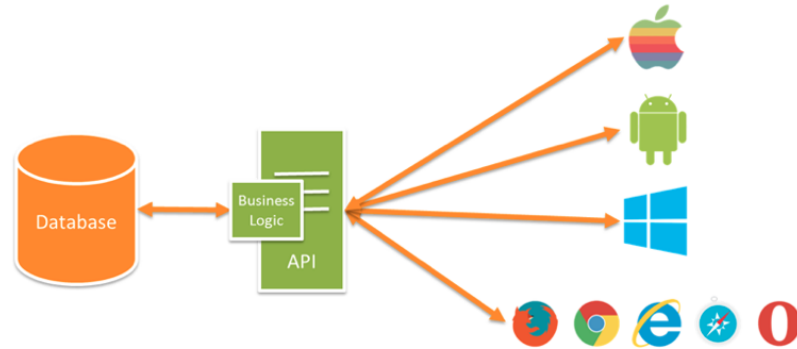
Veri tabanı PostGIS ve Postgres fonksiyonlarını kullanarak kullanıcının konumuna göre objelerin sorgulanmasını, değiştirilmesini ve silinmesini desteklemektedir. Sorgulamalar JAVA backend sisteminde yapılmakta ve mobil uygulamalara RESTful servisler üzerinden dönüş yapılmaktadır.

#### 4.3.2 Uygulama programlama arayüzü

API olarak bilinen uygulama programlama arayüzleri, veri tabanı ile bağlantıları ve hesaplama işlemlerini yapmaktan sorumludur. Günümüzde API'lerde yaygın olarak kullanılan Java yazılım dilinin Spring geliştirme ortamının çalışmada tercih edilmiştir. Java 8 yazılım dili kullanılarak, veri tabanı bağlantıları sağlanmakta, yedeklenme, işlemlerin log'lanması, veri tabanına ekleme, sorgulama, değiştirme ve silme sorguları yapılmaktadır.

PostGIS veri tabanı ile olan bağlantı JDBC (Java DataBase Connectivity) ile yapılmaktadır. JDBC, veri tabanına erişimi kolaylaştırmakta ve aynı zamanda güvenli bağlantı kurulmasını sağlamaktadır. Veri tabanı sorgulamalarını hızlandırmak için, veriler aynı zamanda server uygulamasının ön belleğinde senkron olarak tutulmaktadır. Bu işlem verilerin sorgulanmasını hızlandırmaktadır.

Mobil uygulamaların hızlı bir şekilde bağlantıları sağlaması için RESTful servisler kullanılmaktadır. RESTful teknolojisi, web servis geliştirilmesinde yaygın kullanılan yazılım mimari biçimidir. RESTful API'ler günümüzün kullanılan veri tipleri – XML ve JSON formatlarını desteklemektedir. Okunabilirliği ve hızlı işlenmesi nedeniyle çalışmada JSON veri tipi tercih edilmiştir.



Şekil 4.8 : RESTful API'lerin akış şeması.

RESTful servisleri HTTP protokolünü kullanarak arayüzlerle isteklere yanıt vermektedir. RESTful servisler HTTP protokolünün RFC 2616 standartlarına uyumlu olarak

geliştirilmiştir. İçerik alınması için GET, kayıt değiştirme için PUT, oluşturma için POST ve silme için DELETE komutlarını kullanmaktadırlar.

Çalışma, sayılan avantajlarından dolayı RESTful API'leri tercih etmiş ve tüm standardarını önemseyerek geliştirilmiştir. Spring çatısında Java 8 yazılım diliyle getirilen sunucu uygulaması mobil uygulamaların SSL pinleme teknolojisiyle güvenli bağlantı kurmasını sağlamaktadır (4.3.3 Mobil Uygulamaların Geliştirilmesi bölümünde detaylı anlatılmıştır). İstek (request) ve yanıtlarda (response) JSON ve GeoJSON veri tipleri kullanılmaktadır. GeoJSON JSON veri tipini genişleterek coğrafi koordinatların aktarılmasını kolaylaştırmaktadır.

İTÜ Maslak Kampüs Asistanı çalışmasında mobil uygulamalar RESTful Java arayüzleri üzerinden coğrafi veri tabanına bağlanmakta ve bu arayüzler sayesinde veri okunabilirliğini sağlamaktadırlar. Mobil uygulamalarla RESTful arayüzleri arasında kimlik doğrulama tanımlandıktan sonra, uygulamalar buldukları konuma göre istek yapmakta, bu sürede RESTful servisler coğrafi veri tabanındaki sorgulamaları gerçekleştirerek uygulamalara JSON formatında dönüşü sağlamaktadır.

### **4.3.3 Mobil uygulamaların geliştirilmesi**

IOS mobil işletim sisteminde çalışan uygulamalar OS X işletim sisteminde Xcode IDE'sinde geliştirilmektedir. Xcode'un kendi sunduğu Git versiyon kontrol sistemi mevcuttur ve Git komutlarının arayüzden yapılmasında kolaylık sağlamaktadır. 2014 yılı 21 Nisanda Swift dilinin resmi olarak yayınlanmasına kadar IOS uygulamalar nesneye yönelik Objective-C dilinde yazılmıştır. Günümüzde Swift sadece mobil uygulama geliştirilmesinde değil, sunucu yazılımlarında da kullanılmaktadır.

Android uygulamalar Android Studio IDE'sinde Windows, OS X ve Linux işletim sistemlerinde geliştirilmektedirler. Android Studio Git ve SVN (SubVersion) versiyon kontrol sistemlerine arayüz desteğini vermektedir. 2016 yılı aralık ayındaki ilk stabil kanalda yayınlanmasına kadar Android uygulamaların geliştirilmesinde Eclipse IDE'si kullanılıyordu. Çalışma, günümüzün yüksek orantıdaki Android uygulamaları gibi Android Studio ortamında, Java ve XML dillerinin kullanılmasıyla geliştirilmiştir.

Uygulama konum bilgilerini işletim sistemi üzerinden sorgulamaktadır. Android ve IOS işletim sistemleri, yazılımcıların işlerini kolaylaştırmak ve aynı zamanda

son kullanıcıların veri güvenliği için konum bilgilerini sorgulamak için arayüz geliştirmişlerdir. Bu arayüz arka planda GNSS/GPS, WLAN, Cell ID ve diğer teknolojileri kullanarak kullanıcının konumunu belirlemekte ve sorguyu yapan uygulamaya konum koordinatlarını sunmaktadır. Bununla yazılım mühendislerinin bazı özel verilere erişimi engellenmiş ve kullanıcının konum bilgisinin alınmasında kolaylık sağlanmıştır.

İşletim sisteminin sağladığı bu kolaylığa rağmen çalışmada konum bilgilerinin yüksek doğruluk payına sahip olması gerektiğinden, uygulama yazılım dillerinde "Singleton" deseni olarak bilinen tek kalıp kullanılarak konum bilgilerinin aynı yerden yönetilmesi sağlanmış, bununla kod-okunurluğu da yüksek düzeyde izlenmiştir.

Cihazın konum bilgileri belirlenen çaptaki içerikleri servisten almak için yeterlilik sağlamaktadır. Alınan konum bilgilerine göre API'lerle HTTPS bağlantısı kurularak GeoJSON formatında içerik alınmaktadır. Alınan içerik kullanıcının konum koordinatlarına göre etrafında olan coğrafi objeler ve onlar hakkında detaylı içeriklerden oluşmaktadır. HTTPS bağlantısı HTTP üzerine güvenlik katmanının eklenmesiyle oluşmuştur ve bağlantıları daha güvenli kılmaktadır. IOS ve Android uygulamalarının güvenliği daha üst düzeye taşımak adına bağlantılara SSL Pinleme teknolojisini eklenmiştir.



Şekil 4.9 : HTTPS bağlantısında SSL Pinleme.

SSL Pinleme "ortadaki-adam" (man-in-the-middle) saldırılarını önlemek için tasarlanmıştır ve bağlantıya sızılarak gönderilen içeriğin görüntülenmesi veya değiştirilmesini engellemektedir. Bunun için IOS ve Android uygulamalara sunucuda mevcut olan sertifika eklenmiş ve tüm sorgulamalarda ilk önce sertifikaların uyumlu olup-olmadığı kontrol edilmiştir. Sertifikalar uyumlu olmadığında, yani istek zamanı "ortadaki-adam" tespit edildiğinde bağlantı kesilmekte ve sistem güven altına alınmaktadır [12].

Konum koordinatları kullanılarak etraftaki obje verileri güvenli şekilde alındıktan sonra, cihazın yön bilgilerine göre içeriklerin artırılmış gerçeklikle yansıtılması gerekmektedir. Cihazın yön bilgilerinin alınmasının kolaylığı ve kullanıcı verilerinin güvende tutulması için Android ve IOS işletim sistemleri hesaplamaları arka planda yapmakta ve arayüzlerle gerekli verileri sağlamaktadır. Bunun için atalet sensörlerinden ivmeölçer, kompas (veya manyotometre), giroskop kullanılarak kesin sonuçlarla cihazın yönü belirlenmekte ve artırılmış gerçeklik ortamının oluşturulması için gerekli verilere erişilmektedir.

Sonraki adımlarda kullanıcının hızına göre aynı işlemler tekrar yapılarak etraftaki objeler güncellenmekte ve artırılmış gerçeklik ortamına yansıtılmaktadır. Kullanıcının konum koordinatları değiştikçe güncel konum bilgileriyle güncel içerik sunucudan güvenli bağlantı kurularak alınmakta, cihazın yönüne göre tekrar artırılmış gerçeklikli görseller güncellenmektedir.

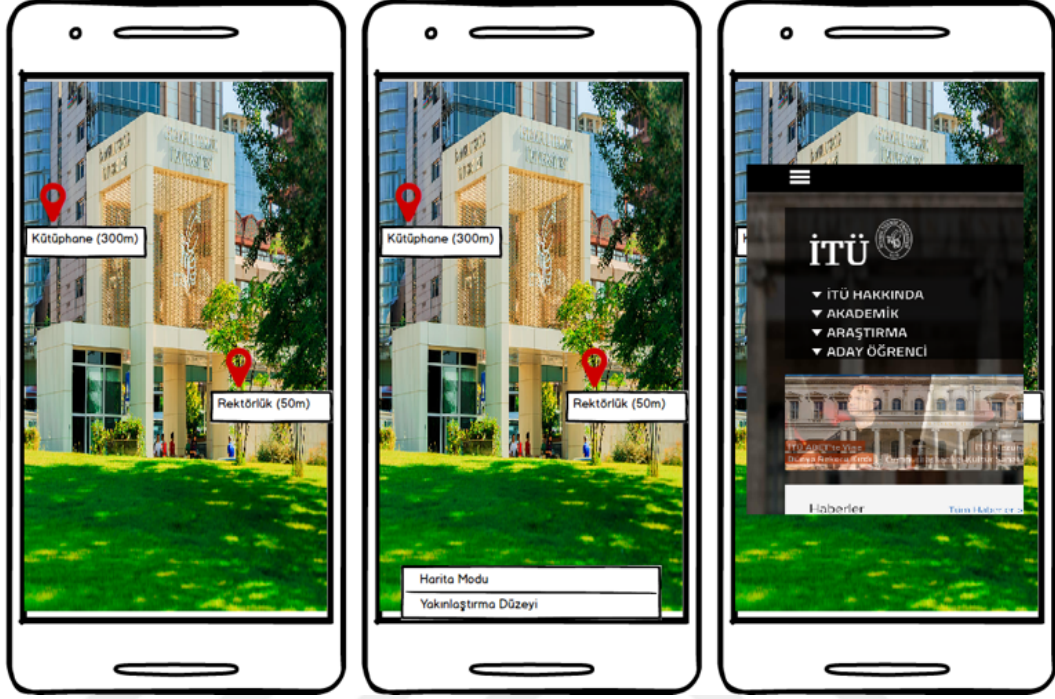
Bu tekrarlamalar zamanı uygulamanın yüksek performansı ve bağlantı kopukluklarında kayba uğramaması için alınan veri önbellekte saklanmakta ve böylece uygulamanın daha hızlı ve gerçekçi davranmasını sağlamaktadır.

#### **4.4 Kullanıcı Arayüzleri**

Mobil uygulama arayüzlerinin tasarımı çizgi modellerin (wireframe) oluşturulması ile başlamaktadır. Bu süreç, tasarımların oluşma süreciyle kıyaslandığında çok daha hızlı ilerlemekte ve geliştirilmemiş bir uygulamaya genel bakış sağlanmasına izin vermektedir.

Çalışmada, çizgi modellerin oluşturulmasında Balsamiq Studios şirketinin Balsamiq ürünü kullanılmıştır. Balsamiq 2008 yılı Mart ayında Peldi Guilizzoni tarafından

yayına alınmış Bağımsız Yazılım Satıcı firmasıdır. Günümüzün kullanıcı deneyimi tasarımcıları, aynı zamanda kullanıcı arayüzü tasarımcıları aktif olarak ürünü kullanmakta, Balsemiq Studios da alınan geri bildirimlere göre uygulamayı geliştirmektedir.



Şekil 4.10 : Artırılmış Gerçeklikli Kamera Arayüzü (Wireframe).



Şekil 4.11 : Harita Arayüzü (Wireframe).

Çizgi modeller oluşturulduktan, akış ve kullanıcı deneyimleri konusunda sonuca varıldıktan sonra mobil uygulamanın tasarımlarının oluşturulmasına başlanmıştır. Oluşturulan tasarımlar nihai mobil uygulama arayüzlerini ortaya çıkarmış ve uygulamanın geliştirilmesiyle tamamlanmıştır.

Mobil uygulama, artırılmış gerçeklikli kamera ve harita ana arayüzlerinden oluşmaktadır. Artırılmış gerçeklikli kamera arayüzü cihazın kamera donanımından yararlanarak oluşturulan kamera katmanı ve artırılmış gerçeklik katmanı başta olmak üzere birkaç katmandan oluşmaktadır. Artırılmış gerçeklik katmanı cihazın dahili sensörlerini kullanarak yerleştirilecek artırılmış gerçeklik objelerinin konumunu belirlemekte ve hareket halinde olan cihazın yönüne göre onların senkron olarak yön değiştirmesini sağlamaktadır.



**Şekil 4.12** : Artırılmış Gerçeklik Arayüzü.

Uygulama aktif konum kullanımı, kamera görseli gibi telefon hafızasını fazla yoran işlemler yaptığı için daha düşük hafızalı cihazlarda performans sorunlarına neden olacak potansiyele sahiptir. Bu gibi durumlarda Android uygulamalar ANR (Android Not Responding), IOS uygulamalar ise hafıza uyarısı (Memory Warning) hatalarına neden olmaktadır.

Durumun çalışmanın başından öngörülmesi ve çözüm aranması sonucunda uygulama tasarımları basite indirgenmiştir. Uygulamada kullanılan ve gerekli olan tüm kullanıcı arayüzü elemanları (yazılar, görseller) yeniden yazılarak hafıza kaybına neden olabilecek ve kullanılmayan yöntemler aradan kaldırılmıştır.

Artırılmış gerçeklik ve kamera katmanları dışında, kullanıcıların görüntülenen artırılmış gerçeklik objelerinin çapını belirlemesi ve filtreleme uygulayabilmesi için yakınlaştırma çubuğu katmanı da mevcuttur. Katman sayesinde kullanıcılar, görüntülenen bakış yönüne göre birbirini kaplama durumunda olan objeleri filtrelemekte veya daha uzaktaki binalar hakkında bilgileri artırılmış ortamda görüntülemektedirler.



Şekil 4.13 : Çap Belirleme Arayüzü.

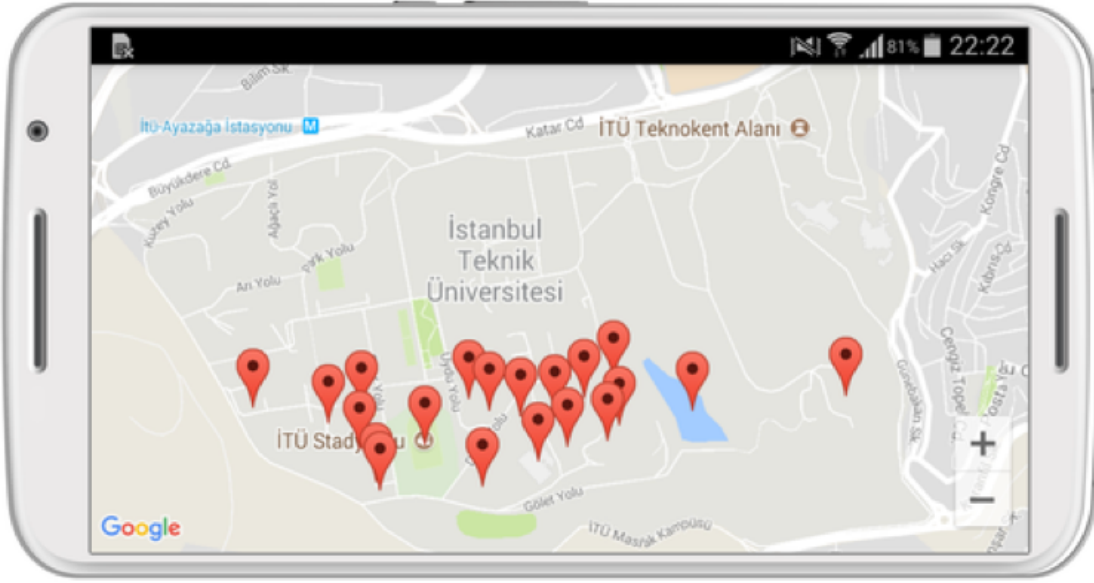
Artırılmış gerçeklik katmanı üzerinde oluşturulan mekan pimlerine tıklandığında, sonuncu katman olan WebView katmanı arayüz üzerine eklenmekte ve tıklanan konuma ait olan web sitesi yeni arayüzde gösterilmektedir.



Şekil 4.14 : WebView Arayüzü.

Harita ara yüzü GoogleMaps ve harita pimleri olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. GoogleMaps – Android, aynı zamanda IOS platformları için geliştirilen mobil uygulamalarda aktif olarak kullanılmakta olan harita görüntüleme platformudur. Platform olarak değerlendirilmesinin nedeni sadece yazılım kiti olmakla yetinmemesi, aynı zamanda coğrafi veri ve veri işlenmesi alanında önemli çalışmaları içermesinden kaynaklanmaktadır.

GoogleMaps katmanının başarılı şekilde oluşması için mobil uygulamaların web arayüzleri üzerinden kimlik doğrulamayı başarıyla tamamlamaları gerekmektedir. Bunun için mobil uygulamalar Google Yazılım Konsolundan alınan kimlik doğrulama anahtarı (authentication key) ile mobil uygulamaların güvenilir olduğunu belirtmekte ve GoogleMaps arayüzleri harita katmanını oluşturmaktadır. Oluşan katman üzerine kullanıcının etrafında bulunan bina bilgileri alınarak harita pimleri katmanı eklenmektedir. Harita pimleri harita üzerinde gösterilen konum pimleri dışında kullanıcının mevcut konumunu da göstermektedir.



**Şekil 4.15** : Harita Arayüzü.

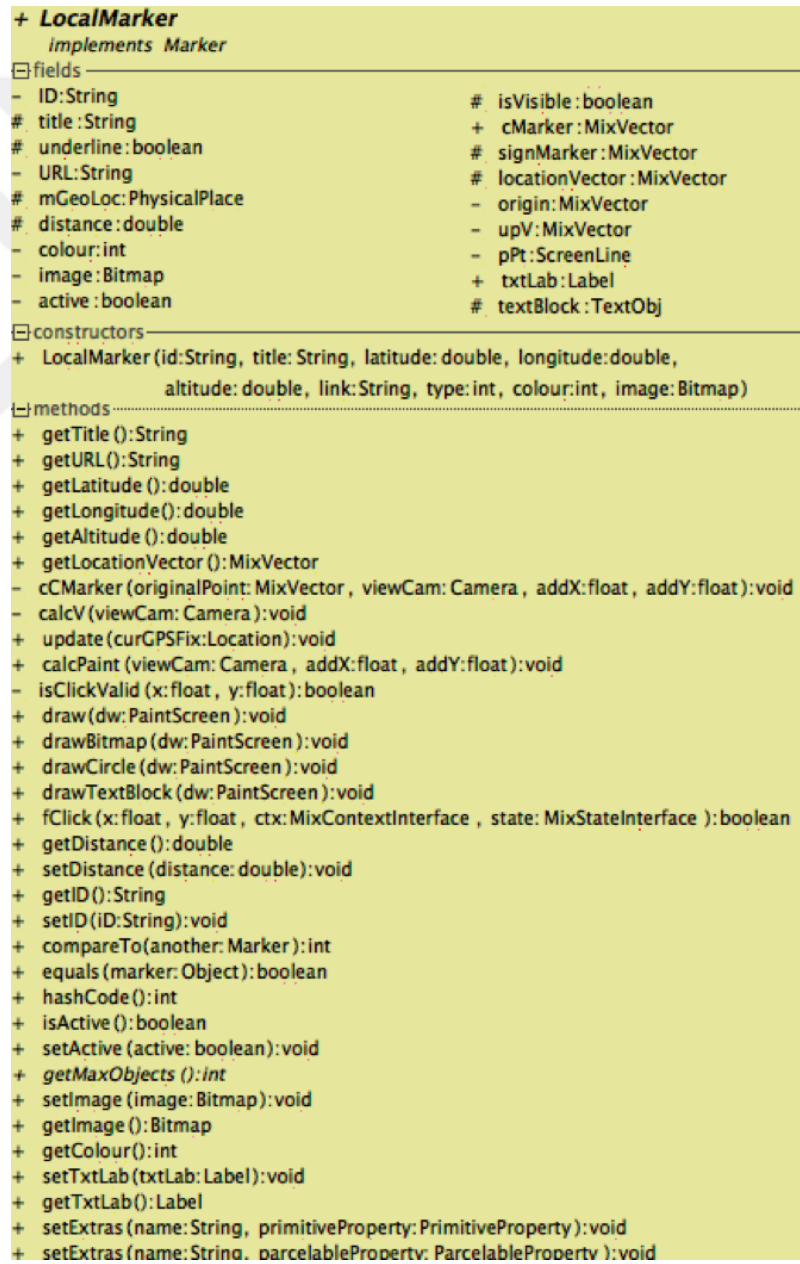
Harita arayüzü GoogleMaps katmanında uydu, arazi, karışık veya normal modlar arası geçişi sağlamakta, kullanıcıların harita pimlerini farklı ortamlarda görüntüleyebilmesine yardım etmektedir.



## 4.5 Mobil Uygulama Sistem Tasarımı

Mobil uygulamanın sistem tasarımında Android yapısı, Java ve nesneye yönelik programlama teknikleri kullanılmıştır. Artırılmış gerçeklik katmanı dahil olmak üzere tüm görsel işlemleri içeren “View” bileşenleri, Java sınıflarıyla beraber çalışmaktadır ve kullanıcı arayüzlerine istenen içerikleri yansıtmaktadır.

Artırılmış gerçeklik katmanının temel bileşenleri LocalMarker sınıfı ve onun alt sınıfları tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.16 : Marker sınıf diagramı.

Artırılmış gerçeklik katmanı ve ilgili tüm işlemler MixView sınıfı üzerinden yapılmaktadır. MixView sınıfı Android'in Activity sınıfına ait olmakta, AugmentedView, CameraSurface ve DataView sınıflarını içermektedir. Konum, cihaz sensorleri, kamera değişiklikleriyle senkron çalışmakta olan MixView sınıfı, özel geliştirilmiş arayüzlerle gerekli algılayıcıları gözlemlemekte ve değişiklikleri anlık olarak kullanıcıya yansıtmaktadır.

```

+ MixView extends AppCompatActivity
  implements SensorEventListener
  View.OnTouchListener

fields
- camScreen: CameraSurface
- augScreen: AugmentedView
- isInitiated: boolean
- dWindow: PaintScreen
- dataView: DataView
- fError: boolean
- mixViewData: MixViewDataHolder
+ final TAG: String
+ final Prefs_NAME: String
- myZoomBarOnSeekBarChangeListener: OnSeekBarChangeListener

constructors

methods
+ onCreate (savedInstanceState: Bundle): void
+ getMixViewData (): MixViewDataHolder
# onPause (): void
# onActivityResult (requestCode: int, resultCode: int, data: Intent): void
# onResume (): void
# onRestart (): void
+ repaint (): void
- maintainCamera (): void
- maintainAugmentR (): void
- maintainZoomBar (): void
- refreshDownload (): void
+ refresh (): void
+ retryAndSetErrorDialog (): void
+ setErrorDialog (): void
+ calcZoomLevel (): float
- firstAccess (settings: SharedPreferences ): void
- createZoomBar (settings: SharedPreferences ): FrameLayout
+ onCreateOptionsMenu (menu: Menu): boolean
+ onOptionsItemSelected (item: MenuItem): boolean
+ onSensorChanged (evt: SensorEvent): void
+ onTouchEvent (me: MotionEvent): boolean
+ onKeyDown (keyCode: int, event: KeyEvent): boolean
+ onAccuracyChanged (sensor: Sensor, accuracy: int): void
+ onTouch (v: View, event: MotionEvent): boolean
+ doError (ex1: Exception): void
+ killOnError (): void
+ isZoombarVisible (): boolean
+ getZoomLevel (): String
~ getWindow (): PaintScreen
~ setWindow (dWindow: PaintScreen ): void
~ getDataView (): DataView
~ setDataView (dataView: DataView ): void
+ getZoomProgress (): int
- setZoomLevel (): void

```

Şekil 4.17 : MixView sınıfı diagramı.

MixView sınıfının gözlemlediği Java arayüzleri (interface) tüm kullanıcı arayüzlerinin güncel olmasını sağlamaktadır. DataSourceManager arayüzü uygulamanın kullandığı veri kaynağında değişiklik olma durumunu gözlemlemekte ve herhangi bir değişiklik olursa, içerikleri güncellemesi için MixView sınıfını tetiklemektedir. LocationFinder arayüzü cihazının konumunu dinlemektedir. Konum değişiklikleri bu arayüz kullanılarak dinleyicilere bildirilmektedir. Bunun dışında uygulamada içeriklerin alınmasından sorumlu olan WebContentManager ve DownloadManager arayüzleri de kullanılmıştır.

```

+ DataSourceManager
- fields
+ methods
+ isAtLeastOneDataSourceSelected ():boolean
+ refreshDataSources ():void
+ setAllDataSourcesforLauncher (source:DataSource):void
+ requestDataFromAllActiveDataSource (lat:double, lon:double, alt:double, radius:float):void

```

```

+ LocationFinder
- fields
+ methods
+ findLocation ():void
+ locationCallback (provider:String):void
+ getLocation ():Location
+ getLocationAtLastDownload ():Location
+ setLocationAtLastDownload (locationAtLastDownload:Location):void
+ setDownloadManager (downloadManager:DownloadManager):void
+ switchOn ():void
+ switchOff ():void
+ getStatus ():LocationFinderState
+ getGeomagneticField ():GeomagneticField

```

```

+ DownloadManager
- fields
+ methods
+ resetActivity ():void
+ submitJob (job:DownloadRequest):String
+ getReqResult (jobId:String):DownloadResult
+ getNextResult ():DownloadResult
+ getResultSize ():int
+ isDone ():Boolean
+ switchOn ():void
+ switchOff ():void
+ getState ():DownloadManagerState

```

```

+ WebContentManager
- fields
+ methods
+ loadWebPage (url:String, context:Context):void
+ processUrl (url:String, ctx:Context):boolean

```

**Şekil 4.18** : MixView sınıfı tetikleyici arayüzler.

Sınıf, View ve arayüz bileşenleri beraber çalışarak uygulamada artırılmış gerçeklik katmanının oluşmasını sağlamaktadır. Günümüz telefonlarının her geçen gün daha yüksek performansa doğru ilerlemesinden dolayı hedef kitemizin yüksek performanslı

cihazlar olmasına rağmen, sistem tasarımı uygulamanın düşük performanslı cihazlarda da akıcı olarak çalışması için tasarlanmıştır.

Çalışmada geliştirilen mobil uygulama Android işletim sistemi versiyonu olarak Android 4.0 (API 15) ve üzeri çalışarak Şekil 4.19'da gösterilen Android Studio istatistiklerine göre günümüzün Android uygulamalarını 100% kapsamaktadır.

Android Versiyonu	API	Kapsama
4.0 Ice Cream Sandwich	15	
4.1 Jelly Bean	16	99.2%
4.2 Jelly Bean	17	96.0%
4.3 Jelly Bean	18	91.4%
4.4 KitKat	19	90.1%
5.0 Lollipop	21	71.3%
5.1 Lollipop	22	62.6%
6.0 Marshmallow	23	39.3%
7.0 Nougat	24	8.1%
7.1 Nougat	25	1.5%

Şekil 4.19 : Android API versiyonuna göre cihaz kapsamı.

Bu özellikleri barındıran Android cihazlarda artırılmış gerçeklik özelliğini uygulayabilmek için donanım olarak GNSS/GPS, kamera, ivmeölçer, kompas, barometre ve diğer algılayıcıların donanımsal olarak sorunsuz çalışması gerekmektedir. Uygulama geliştirme sürecinde belirtilen algılayıcılarda donanımsal teknik sorunlar olduğu durumlarda artırılmış gerçeklik katmanının senkronizasyon uyumsuzluğu yaşadığı görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Artırılmış Gerçeklik ile İTÜ Maslak Kampüs Asistan çalışması; alanında 3B veri tabanının oluşturulması, Android ve IOS platformlarındaki akıllı telefonlar için mobil uygulamaların geliştirilmesi ve mobil uygulamalar ile 3B veri tabanı arasındaki bağlantıyı sağlamak için Java web servislerinin yazılmasının örneği olmuştur.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi; mobil uygulamaların canlı kamera yayınlarındaki gerçekliği artırarak kullanıcıların akıllı telefonları üzerinde kampüs bilgilerini görmelerini sağlamıştır. Aynı uygulama web arayüzü üzerinde yapılmış olsa, AG yerine Sanal Gerçeklik teknolojisi kullanılmış olacaktır. Çalışmada mobil uygulamanın tercih edilmesinin nedeni; günümüzde akıllı telefonların hızla gelişmesi ve yaygınlaşması, kullanım kolaylığı, donanımsal ve yazılımsal gereksinimleri karşılıyor olmasıdır. Ayrıca günümüzde kolay taşınabilir olmasından dolayı bilgisayarların yerini hızla alıyor olması mobil uygulamaların artırılmış gerçeklik alanında daha çok kullanılmasını sağlamaktadır.

Benzer işlemin artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmadan günümüzün mobil harita uygulamalarında yapılıyor ve tercih ediliyor olması, kullanıcıların mobil uygulama perspektifinde görselliğe önem vermesi gibi nedenlerden dolayı, uygulamanın “kullanıcı dostu” tasarım ve akışa sahip olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan tasarımlar artırılmış gerçeklik kullanılarak detaylı bina ve diğer objelerle ilgili bilgi verme dışında kullanıcının 2B harita üzerinde konumunu da içermektedir.

Modern açık kaynak kullanılabilir uygulama programlama arayüzleri arasında Twitter, Wikipedia, OpenStreetMap gibi kuruluşların da web servisleri kullanılmaktadır. Çalışmamız benzer arayüzlerin çalışma prensibini kapsamakla kalmamakta, aynı zamanda alınan verileri artırılmış olarak göstermekte ve mobil uygulama geliştirmeye kitine dönüştürülerek büyük bir gelecek vaat etmektedir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son otuz yıl içinde Artırılmış Gerçeklik alanında büyük gelişmeler yaşanmış ve büyük yatırımlarla bu gelişmeler daha da hızlanmıştır. Günümüzün gelişen teknolojilerine bakıldığında, gelecekte Artırılmış Gerçekliğin Yapay Zeka ile beraber çalışarak çalışmanın daha farklı uygulamalarının gelişebileceği öngörülmektedir.

Çalışma AG alanında sanal objelerin takibi ve yerleştirilmesi, konum verilerinin oluşturulması ve güncellenmesi, bu verilerin mobil uygulamaların yüksek performansla alıp-verebilmesi için araştırılmış ve uygulanmıştır. Bu araştırmalar, uygulamalı gerçekliğiyle birlikte Artırılmış Gerçeklik alanındaki gelecek uygulamalara yön gösterme açısından önem arz etmektedir.

Gelecek araştırmaları yazılım geliştirme aracının dışarıdan uygulama geliştirme arayüzlerinin son noktasını belirtmesini hedeflemektedir. Bunun için Coğrafi Bilgi Teknolojileri uzmanlarına, yazılım mühendislerine, aynı zamanda bu alanlarda uzman olmayan son kullanıcılara CMS (Content Management System) sağlanacağı planlanmaktadır. Kontrol Yönetim Sistemi geliştirilecek uygulamaya özel son nokta parametresine sahip olacak ve bu parametreyi kullanan yazılımlar Artırılmış Gerçeklikli Navigasyon yazılım geliştirme kitine gönderilebilecektir. Bu parametre yardımıyla sunucu uygulaması mobil uygulamalara hangi içeriği göndereceğini belirleyecek ve farklı uygulamalar farklı içerikleri görüntüleyebileceklerdir.

Sonraki adımlarda paralel olarak hızla gelişmekte olan yapa zekanın çalışmamızda hem içeriklerin artırılması, değiştirilmesi ve kaldırılmasında kullanışlı olacağı öngörülmektedir. Artırılmış gerçekliği yansıtan kullanıcıların kamera üzerinden görsel işlemesi ve işlenen görsellere göre yeni veya kaldırılan içeriklerin web arayüzlerine gönderilmesi önümüzdeki 10 yıl içinde teknolojinin getireceği nokta olarak görünmektedir. Bunların gerçekleşmesi için akıllı telefonların daha yüksek performansa ulaşması gerektiği gibi, yüksek internet hızı ve daha fazla noktada erişebilirlik alanlarında ilerlemeler kaydedilmelidir.

Yapay zekanın görsel işleme, robotik ve birçok diğer alanda geliştiği gibi artırılmış gerçeklik alanında da gelişmesine katkıda bulunarak, önümüzdeki yıllarda artırılmış gerçekliğin farklı uygulamalarını da desteklemesi bu çalışmanın önemini ve özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

Çalışma, İTÜ öğrencilerine ve misafirlerine navigasyon kolaylığı, kampüs içindeki hareketliliği akıllı bir şekilde yönetilmesini sağlarken, gelecek araştırmaları tüm uygulamaların ek bir artırılmış gerçeklik teknolojisi bilgisi gerektirmeden bu özelliğe sahip olabileceklerini göstermektedir.





## KAYNAKLAR

- [1] **WWDC**, (2017), Introducing ARKit: Augmented Reality for IOS., <https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2017/602/>, alındığı tarih: 10.11.2017.
- [2] **Kangdon Lee** (2012). Augment Reality in Education and Training., *TechTrends*, 56(2), 13 –14.
- [3] **Johnson L. and Witchey H. and Smith R. and Levine A. and and Haywood K.** (2010). Augment Reality in Education and Training., *The New Media Consortium., The 2010 Horizon Report: Museum Edition*, 3 –35.
- [4] **Quest Visual**, (2010), Introducing Word Lens., <https://www.youtube.com/watch?v=h2OfQdYrHRs>, alındığı tarih: 19.02.2017.
- [5] **Audiopedia**, (2014), Six degrees of freedom., <https://www.youtube.com/watch?v=L7BX6CnvRk0>, alındığı tarih: 15.11.2017.
- [6] **ThinkMobiles**, (2017), Introducing Word Lens., <https://thinkmobiles.com/how-augmented-reality-works>, alındığı tarih: 17.11.2017.
- [7] **Unity**, (2017), Mobile Hardware Stats., <https://hwstats.unity3d.com/mobile/os.html>, alındığı tarih: 15.11.2017.
- [8] **Fielding, R., Gettys, J., Mogul, Jeffrey C., Frystyk H., Larry, M., Leach P; Berners-Lee, T.** (1999). Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1., *The Internet Society*.
- [9] **JSON**, (2017), Introducing JSON., <https://json.org>, alındığı tarih: 04.11.2017.
- [10] **Jira Software Support**, (2017), Creating a Custom Workflow., <https://confluence.atlassian.com/jira060/creating-a-custom-workflow-370705086.html/>, alındığı tarih: 04.10.2017.
- [11] **Cadhistory.net**, (2017), Chapter 8: Autodesk and AutoCAD., <http://cadhistory.net/08AutodeskandAutoCAD.pdf>, alındığı tarih: 04.10.2017.
- [12] **Trummer, T., Dalvi, T.** (2015). Mobile SSL Failures, *Blackhat*.



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Rashid Ramazanov

**Doğum Tarihi ve Yeri:** Bakü/AZERBAYCAN. 04.06.1992

**E-Posta:** ramazanov@itu.edu.tr

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2014, Qafqaz University, Mühendislik, Bilgisayar Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİMLER VE ÖDÜLLER:

- 2015 yılından beri Magis Teknoloji Anonim Şirketinde Yazılım Mühendisi olarak çalışmaktadır.
- 2014-2015 yılları arasında Azerfon şirketinde Test Mühendisi olarak çalıştı.