

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK KULLANILARAK KAPALI ALAN  
NAVİGASYON SİSTEMİNİN İOS PLATFORMUNDA  
UYGULANMASI**

**İbrahim Arda ÇANKAYA**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Arif KOYUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2015**

© 2015 [İbrahim Arda ÇANKAYA]

## TEZ ONAYI

**İbrahim Arda ÇANKAYA** tarafından hazırlanan “**Artırılmış Gerçeklik Kullanılarak Kapalı Alan Navigasyon Sisteminin iOS platformunda Uygulanması**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

<b>Danışman</b>	<b>Yrd. Doç. Dr. Arif KOYUN</b> Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Doç. Dr. Tuncay YİĞİT</b> Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Yrd. Doç. Dr. Mehmet Erkan YÜKSEL</b> Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	.....

<b>Enstitü Müdürü</b>	<b>Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER</b>	.....
-----------------------	--------------------------------	-------

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**İbrahim Arda ÇANKAYA**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	10
3.1. Materyal .....	10
3.1.1. iOS platformu.....	10
3.1.2. Xcode derleyicisi.....	12
3.1.3. Objective-C .....	13
3.1.4. iPhone.....	15
3.1.4.1. İvmeölçer.....	16
3.1.4.2. Bluetooth .....	17
3.1.4.3. Kamera .....	18
3.1.4.4. Pusula .....	19
3.1.5. Artırılmış gerçeklik kütüphanesi.....	20
3.1.6. Beacon kütüphanesi .....	22
3.1.7. JSON .....	24
3.1.8. Beacon cihazı .....	25
3.1.9. Karekod .....	27
3.2. Yöntem .....	28
3.2.1. Yönlendirme adımlarının gerçekleştirilmesi.....	29
3.2.1.1. Kullanılan algoritma ile adımsayar yapımı .....	31
3.2.1.2. Apple firmasının sunduğu adımsayarın uygulamaya eklenmesi.....	33
3.2.1.3. Statik olarak adım uzunluğu hesaplama.....	34
3.2.1.4. Scarlet yaklaşımı ile adım uzunluğu hesaplama .....	36
3.2.1.5. İki koordinat noktası arasında mesafe hesaplama.....	36
3.2.1.6. İki koordinat noktası arasında açı hesaplama.....	37
3.2.1.7. En kısa yolun hesaplanması .....	37
3.2.1.8. Karekod kullanılarak konum bilgisinin alınması .....	40
3.2.2. Artırılmış gerçekliğin uygulamaya eklenmesi .....	42
3.2.3. Beacon cihazı ile doğrulama işlemlerinin yapılması .....	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	48
4.1. Adımsayar Doğruluk Kontrolleri .....	48
4.1.1. Geliştirilen algoritma ile adımsayar kontrolü .....	48
4.1.2. Apple firmasının sunduğu adımsayar kontrolü.....	49
4.2. Adım Uzunluğu Hesaplama İşlemlerinin Doğrulukları .....	50
4.2.1. Statik adım uzunluğu hesaplama testleri.....	50
4.2.2. Dinamik adım uzunluğu hesaplama testleri .....	51
4.3. Koordinatlar Arası Açı Hesaplama Doğruluk Testleri.....	52
4.4. Dijkstra Algoritması Doğruluk Testleri .....	53
4.5. Beacon Doğrulama Testleri.....	53

5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	55
KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ .....	60

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANILARAK KAPALI ALAN NAVİGASYON SİSTEMİNİN İOS PLATFORMUNDA UYGULANMASI

İbrahim Arda ÇANKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arif KOYUN

Mobil telefonların son on yılda giderek yaygınlaşması insanların bu cihazları kullanım oranını artırmıştır. Artan kullanım oranına paralel olarak mobil telefonlar için geliştirilen uygulama sayısı da artış göstermiştir. Mobil telefonlar kullanılarak birçok alana faydalı olacak geliştirmeler yapılmıştır, fakat en büyük katkı, yönlendirme ve konum bulma servisleri üzerine olmuştur. Böylelikle, navigasyon sistemleri geliştirilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Navigasyon sistemlerinin giderek yaygınlaşması insanların hayatlarını kolaylaştırmıştır.

Her ne kadar insanların yaşamlarının büyük bir kısmı kapalı alanlarda olsa da, navigasyon sistemleri bilgilerini uydu üzerinden aldıklarından dolayı, kullanımları açık alanlarda olmak zorundadır. Kapalı alanlarda duvarlar, bina içerisindeki nesnelere, yönlendirme ve konum bulma işlemlerinde yanlış sonuçlar üretmekte ya da doğrudan navigasyon kullanımını engellemektedir. Bu yanlış bilgilendirmelerin ve engellemelerin önlenmesi için kapalı alan navigasyon işlemlerinde mobil telefonun uydudan bağımsız, içerisinde konumlandırma bilgileri yüklenmiş uygulamaların olması zorunludur. Konumlandırma işleminin kapalı alanlarda yapılabilmesi için mobil telefonlara ek donanımlar takılarak hareket algılama, gidilen yeri belirleme özellikleri eklenmeye çalışılmıştır. Fakat ek cihazların kullanılması sistemin taşınabilirliğini zorlaştırmaktadır. Mobil telefonların üzerindeki entegre bileşenler kullanılarak birkaç uygulama yapılmıştır fakat çoğu android işletim sistemli telefonlardadır.

Bu tez çalışmasında kapalı alan navigasyon sistemleri için iOS tabanlı akıllı telefonlar kullanılarak, telefonlar üzerinde mevcut olan ivmeölçer, pusula, kamera gibi donanımlar ve artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla konum belirleme ve yönlendirme işlemleri yapılmıştır. Artırılmış gerçeklik sayesinde kullanıcının haritadan bağımsız olması sağlanmıştır. Yönlendirme işleminde kullanıcının anlık konumunun doğrulanması için beacon bluetooth cihazları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kapalı alan navigasyon, artırılmış gerçeklik, yürüyüş algılama

2015, 60 sayfa

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **IMPLEMENTATION OF AUGMENTED REALITY BASED INDOOR NAVIGATION SYSTEM IN iOS PLATFORM**

**İbrahim Arda ÇANKAYA**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Computer Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Arif KOYUN**

In last decade, expansion of mobile phone increased peoples' usage of these devices. In parallel with the increasing usage rate, the number of developed applications increased for mobile phones. Thanks to mobile phones, lots of different fields have been affected. However, the biggest contributions of mobile phones are orientation and location finder services. Hereby, navigation systems are being started to be developed and used. Because of the expansion of navigation systems, peoples' lives were simplified and usage of these systems was increased.

Although people spend their major time of their life in indoor areas, usage of navigation systems must be outdoors since these systems get coordinate information from satellites. In indoor areas, walls, and any object in building cause wrong results or block navigation systems. To prevent this kind of wrong results and blocking, mobile phone must be independent from satellite and must be installed as an application that has positioning information. To do positioning operations in indoor area, developers must attach extra device for motion perception and determination of the place they are located. Unless extra devices are used, these systems' portability becomes a problem. In the past, there were some applications for mobile phones for indoor navigation using only built-in hardware based on Android system. All of these kinds of applications use offline map for positioning.

In this thesis orientation and location finder services for indoor navigation was done using accelerometer, compass and camera that are already included on the phones and augmented reality technology for iOS based mobile phones. Thanks to Augmented reality technology, independency from map was provided for users. Beacon bluetooth devices were used for verificating user location.

**Keywords:** Indoor navigation, augmented reality, step detection

**2015, 60 pages**

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni ynlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrbesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Yard. Doç. Dr. Arif KOYUN'a teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm, hiçbir zaman desteğini eksik etmeyen Arş. Gör. Asım Sinan YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşime ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İbrahim Arda ÇANKAYA  
ISPARTA, 2015

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Xcode geliştirici ekranı .....	12
Şekil 3.2. Objective-C ile yazılmış örnek bir kod parçası.....	14
Şekil 3.3. Soldan sağa doğru 6 plus, 6, 5s, 5 iPhone modelleri(Apple, 2015).....	15
Şekil 3.4. iPhone ivmeölçer eksenleri(Apple, 2015).....	17
Şekil 3.5. iPhone 5s pusula görüntüsü .....	20
Şekil 3.6. Artırılmış gerçeklik araçları .....	21
Şekil 3.7. Xcode General Settings Kısmı.....	23
Şekil 3.8. Xcode framework eklenişi .....	23
Şekil 3.9. Beaconmanager metodu .....	24
Şekil 3.10. Basit bir JSON dosyası .....	25
Şekil 3.11. Firmaların ürettiği beacon cihazlarından bazıları (Aislelabs, 2015).....	26
Şekil 3.12. Beacon sinyal gücüne göre kütüphanenin verdiği cevaplar.....	27
Şekil 3.13. Örnek karekod resmi.....	28
Şekil 3.14. Sistem mimarisi .....	29
Şekil 3.15. İvmeölçerden okunan değişiklik yapılmamış veri .....	31
Şekil 3.16. Lowpass filtresi uygulanmış olan ivmeölçer verisi .....	32
Şekil 3.17. Adımsayardan adım tespiti algoritması .....	32
Şekil 3.18. İvmeölçer verisinin adım tespitleri kısmı .....	33
Şekil 3.19. Adımsayar seçim ekranı.....	34
Şekil 3.20. Uzunluk, cinsiyet, kullanıcı boy bilgileri seçim ekranı .....	35
Şekil 3.21. Navigasyon uygulamasında kullanılacak noktalar.....	38
Şekil 3.22. Düğüm noktalarının olduğu JSON dosyasının bir kısmı .....	39
Şekil 3.23. En kısa yol belirleme ekranı .....	40
Şekil 3.24. Karekodların belirli yerlere yerleştirilmesi.....	41
Şekil 3.25. Konum bilgilerine göre karekodun oluşturulması .....	41
Şekil 3.26. Uygulama ile karekod bilgisinin okunması .....	42
Şekil 3.27. Uygulama yönlendirme ekranı.....	43
Şekil 3.28. Estimote beacon cihazları .....	44
Şekil 3.29. Düğüm noktalarındaki beacon cihazları .....	45
Şekil 3.30. Düğüm noktalarındaki beacon cihazları .....	45
Şekil 3.31. Uygulamanın genel olarak çalışması ile ilgili akış diyagramı .....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. iOS Katmanları .....	11
Çizelge 3.2. iPhone modelleri ve piyasaya çıkma tarihleri .....	16
Çizelge 3.3. Beacon sinyal gönderim sıklığına göre pil süresi .....	26
Çizelge 4.1. 10 farklı kişinin geliştirilen adımsayar kullanımı sonuçları .....	48
Çizelge 4.2. 10 farklı kişinin Apple adımsayar kullanımı sonuçları.....	49
Çizelge 4.3. 5 erkeğin adım uzunluk sonuçları .....	50
Çizelge 4.4. 5 bayanın adım uzunluk sonuçları .....	50
Çizelge 4.5. 5 kişinin dinamik ve statik adım uzunluğu karşılaştırmaları .....	51
Çizelge 4.6. Noktalar arası açı hesaplamaları kontrolü.....	52
Çizelge 4.7. Beacon doğrulama testleri.....	53

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

BLE	Bluetooth Low Energy
EDR	Enhanced Data Rate
ESCO	Enhanced Synchronous Connection-Oriented
FHSS	Frequency-Hopping Spread Spectrum
GPS	Global Positioning System
JSON	Javascript Object Notation
LBS	Location Based System
MEMS	Microelectromechanical System
QR	Quick Response
XML	Extensible Markup Language

## 1. GİRİŞ

21. yüzyılın başlangıcında mobil ortamlarda haberleşmenin en yaygın iletişim şekli olarak kullanılması, akıllı telefonların giderek önemli yerlere geldiklerinin bir göstergesidir. Telefonların mobil olarak kullanılması ilk başlarda sabit kullanılan telefonların taşınabilir bir hale geldiği fikrini ortaya sürse de, şu anda gelişim hızı yüksek, birçok farklı alana yarar sağlayabilen cihazlardır. Akıllı telefonlar üzerinde yer alan sensörler(ivmeölçer, pusula vb.), telefonlar ile iletişim kuran ek donanımlar (bileklik, bluetooth alıcısı, modem vb.) ve telefonlar için kullanıcılar tarafından geliştirilen yazılımlar telefonlar çeşitli alanlarda kullanılabileceğinin bir göstergesi olmuştur. Mobil telefonlar üzerine birtakım çalışmalar yapanlar, uygulamalar geliştirenler mobil telefonlar için farklı biçimlerde (oyunlar, sosyal medya, reklam, iletişim) uygulamalar üretebilmektedir. Fakat en büyük çalışmalar yönlendirme ve konum bulma işlemlerinde gerçekleşmektedir (Köroğlu, 2010).

LBS (Location Based System – Konum Tabanlı Sistemler) son yıllarda endüstriler ve araştırmalar için önemi giderek artan bir konu olmaya başlamıştır. Akıllı telefonların çekim gücünün ve pil dayanma süresinin artmasından dolayı birçok farklı alanda(yollar, restoranlar, müzeler, hastaneler, binalar) uygulamalar geliştirilmeye başlanmıştır.

Navigasyon sistemlerinin yönlendirme ve konumun tespiti işlevleri, bu sistemlere dünya üzerinde birbirinden farklı uygulama alanları sağlamaktadır ve insan hayatında çok önemli yer tutmaktadır. Konumlandırma ve navigasyon işlemleri birçok meslek dalında gereklilik arz etmektedir (Navqi vd., 2012). Bunun yanı sıra navigasyon hizmetleri ile kullanıcı hakkında toplanabilen ek bilgiler aracılığıyla kullanıcılara faydalı olabilecek etkinlik, duyuru ve fırsatlardan da haberdar olma işlemi sağlanabilmektedir. Kullanıcının mevcut konumundan gitmek istediği varış noktasına en kısa şekilde yol çizilebilmesi için gerekli yerlere ait harita veritabanlarının olması gerekmektedir. Açık alan navigasyon sistemlerinde GPS (Global Positioning System – Küresel Konumlandırma Sistemi) yardımıyla kullanıcının konumu belirlenebilmektedir. Açık alan navigasyona yönelik uygulamalarda bütün haritalar önceden yüklü ya da son sürümleri indirilmiş olarak gelmektedir.

Kullanım kolaylığı ve kesin bilgiler verebilmesinden dolayı akıllı telefonlardaki GPS kullanımını yaygındır. GPS, açık alanlarda yaygın bir kullanıma sahip olsa da, bir kullanıcının günlük sadece %4.5'lük süresi GPS'ten faydalanabileceği alanları kapsamaktadır (Chon ve Cha, 2011). Fakat GPS, kapalı alanlarda navigasyon sistemleri için kesin bilgiler verememektedir. Kapalı alanlarda GPS sinyalleri çok zayıf olmakta veya hiç olmamaktadır. Sinyallerin olmamasının sebeplerinden biri binalar içerisinde duvarların, objelerin, çatıların bulunmasıdır. Binalar içinde yolların birbirlerine yakınlığı da yönlendirme karmaşıklığına sebep olabilmektedir (Werner vb., 2011). Bu tip sıkıntılar olsa da kapalı alan navigasyonunda da normal navigasyon sistemlerindeki gibi mevcut konumun hesaplanarak bilinmesi gerekmektedir. Kullanıcı konumunun bulunması ve değişen konumların hesaplanabilmesi hala büyük bir problemdir.

Akıllı telefonlarda bulunan ivmeölçer özelliği adım sayar işlevi şeklinde kullanılabilmekte ve hareket sıkıntısı çeken insanları obezlik gibi sağlık problemlerinden uzak tutmak için kalori hesaplarına yönlendirmektedir (Navqi vd., 2012). Bunun yanında akıllı telefonların ivmeölçer özelliği kullanılarak oluşturulan adımsayar sayesinde kapalı alanlarda navigasyon hizmetlerinde de gidilen yolun belirlenmesinde, mesafe ölçümlerinde kullanılabilir.

Artırılmış gerçeklik, hayali olarak tasarlanmış olayların yani sanal gerçekliğin bir bölümü gibi düşünülmemekte ve karşılaştırıldığında sanal gerçeklik, yaşamakta olduğumuz asıl hayata benzerliğiyle, asıl hayatın yani şu anda yaşanmakta olan gerçekliğin yerini doldurur. Artırılmış gerçeklik gerçek olmayan süreçte de oluşabilmekte, gerçeklik zamanında da oluşabilmektedir (Milgram vd., 1995). Artırılmış gerçeklik, dünya üzerindeki gerçek somut bir nesnenin dolaylı yollardan ya da direk olarak görüntülenmesi ve sonrasında bu görüntülere dijital ortamda ses, video, GPS, grafik, konum bilgisi gibi görsel, işitsel girdiler eklenerek geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi işlemidir.

Beacon cihazları BLE (Bluetooth low energy – Bluetooth Düşük Enerji) haberleşme protokolünü kullanan enerji tüketimleri düşük olan bluetooth cihazlardır (Chawathe,

2009). Beaconların pil ömürleri verdikleri sinyalin gücüne ve sıklığına bağlı olarak da değişmektedir (Bacinoglu, 2014).

Bu tez, konum doğrulama işlemlerini beacon cihazlarının yaydığı sinyallerden yapıp, artırılmış gerçeklik kullanılarak, ek bir bileşene ya da donanıma ihtiyaç duymadan, GPS kullanılmadan, sadece akıllı telefonların ivmeölçer, pusula ve kamera özelliklerini kullanarak kapalı alan navigasyon sisteminin uygulamasını sunmaktadır.

Bu tez çalışmasının birinci bölümünde navigasyon sistemlerinden ve beacon cihazlarından kısaca bahsedilmiştir. İkinci bölümde kapalı alan navigasyon sistemleri ve beacon cihazlarıyla alakalı şu ana kadar yapılan çalışmalar sunulmuştur. Üçüncü bölümde materyal ve yöntem anlatılmıştır. Dördüncü bölümde çalışma esnasında karşılaşılan araştırma bulgularına değinilmiştir. Beşinci bölümde sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Link vd. (2011), çalışmalarında Android işletim sistemine sahip bir akıllı telefonun barındırdığı ivmeölçer ve pusulayı kullanarak bir başlangıç noktasından bir hedef noktasına kapalı alanlarda yürüme işleminin gerçekleştirildiği Footpath navigasyon sistemini yapmışlardır. Bu işlemler için ilk önce yönlendirme işlemini yapacakları alanın haritasını oluşturmuşlardır. Haritayı oluşturma işlemini, kullanımı kolay olan, ek geliştirmelere izin veren OpenStreetMap uygulamasında gerçekleştirmişlerdir. Harita işlemini yaptıktan sonra, kişi yürümeye başladığında adım sayar algoritması kullanarak adımlar tespit edilmiş ve harita üzerindeki kişinin gittiği yön kontrol edilerek yürüme işlemi yapılmıştır. Footpath uygulamasında OpenStreetMap üzerinden tanımlanan harita üzerinde gidilecek yönler belli olduğu için, kişinin gittiği yön ile beklenen yön karşılaştırılarak tutarlılık sağlanmıştır. Yürüme işlemi esnasında gelen veriler First Fit algoritması ile filtrelenmiştir.

Emilsson (2010), çalışmasında mobil telefonlarda kullanılmak üzere kapalı alan navigasyon sistemi yapmıştır. Çalışmada kullandığı mobil telefon iPhone 3GS'dir. Çalışmada gidilen yolun mesafe tespitinde iPhone üzerinde bütünleşik olarak bulunan ivmeölçeri ve manyetometreyi kullanmıştır. Adım tespiti için MATLAB üzerinde geliştirdiği adımsayar algoritmasını kullanmıştır.

Chon ve Cha (2011), çalışmalarında açık kaynak kodlu ve fiyatlarının uygun olması sebebiyle Android işletim sistemli akıllı telefonlar üzerinde kapalı alan navigasyon sistemi oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışmada telefon üzerinde mevcut ivmeölçer, pusula, GPS ve WiFi bileşenlerini kullanmışlardır. Kapalı alan navigasyon uygulamalarında buldukları yeri WiFi bağlantı noktalarından bulmuşlardır. Hareket işlemlerini sınıflandırırken de sadece yürümek koşmak olarak değil telefonla konuşmak, mesaj yazmak, telefon üzerinden internette sörf yapmak olarak da kategorize etmişlerdir. Hareket işlemlerine göre sınıflandırdıkları verileri incelediklerinde, kişilerin hareketlerine göre farklı haritalandırmalar çıktığını gözlemlemişlerdir.

Ascher vd. (2010), çalışmalarında ek bileşenler kullanarak yükseklik ve pusula değerlerini alarak mobil ortamda harita karşılaştırma işlemi yapmışlar ve cihazların

kullanımı sonucu elde edilen verilerin gerçeklikle ne kadar bağlantılı olduğunu araştırmışlardır. Çalışma sırasında kullandıkları akıllı telefon Linux tabanlı Openmoko olmuştur. Harita eşleme algoritmalarını filtreleyerek daha başarılı bir navigasyon işlemi yapmışlardır.

Ravi vd. (2006), çalışmalarında kapalı alan navigasyonunda kullanıcının anlık konumunu akıllı telefonların kameralarını kullanarak bulmuşlardır. Uygulamada mobil telefonların özellikleri dışında ek bir donanım bileşeni kullanmamışlardır. Uygulama için ek olarak maliyet gerektiren kısmı uzak sunucu ve veri miktarı yeterince fazla olan resim ve resimlerin konum bilgilerinin tutulduğu veritabanı olmuştur. Kullanıcı hareket ederken telefonda çekilen fotoğraflar, konum bilgisi ile birlikte anlık olarak uzak sunucuya göndermişlerdir. Gelen resim ve konum bilgileri veritabanında karşılaştırılmakta ve eşleşme sağlandığında konum belirlenebilmektedir. Uygulamayı kullanacak kişilerin farklı boylarda kişiler olabileceği göz önüne alındığından her noktanın 10 farklı açıdan, 10 farklı yükseklikten çekilen fotoğraflarını veritabanına kaydetmişlerdir. Yaptıkları çalışma ile birlikte % 80 gibi bir oranla doğru bir yer tespiti işlemi yapmışlardır.

Reitmary ve Schmalstieg (2004), yapmış oldukları çalışmada, turistlerin bilmedikleri bir yerlere gittiklerinde, gittikleri yerdeki önemli kısımlar ile ilgili bilgiler alabilmeleri için artırılmış gerçekliği kullanarak yeni bir öğretim biçimi geliştirmişlerdir. Turistler önceden hiç gitmedikleri bir yere gittiklerinde rehber ya da bir yardımcıya gerek duymadan kendi başlarına gezebilme ve yerleri öğrenebilmelerini sağlamışlardır. Projelerini gerçekleştirebilmek için Viyana şehrini seçmişler ve çok geniş kapsamlı olacak şekilde hem resimlerden hem de koordinatlardan oluşan veriler toplamışlardır. Uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için uygulamayı test eden kişinin kafasına bir kasket yerleştirilmiş ve gereken gps, kamera, pusula gibi donanımlar sırt çantasına konumlandırılmıştır. Uygulamada kullanılan yazılım yine schmalstieg'in geliştirdiği Studierstube adlı yazılımdır. Uygulamanın kullanıcı arayüzünde gezilen yer ile ilgili birçok ekran görüntüleri, genel bilgiler ve 3 boyutlu cisimler yerleştirilmiştir. Uygulamayı kullanan kişinin kafa üstüne yerleştirilmiş, kasket ile bütünleşik olan ekran sayesinde, kişinin baktığı yerin görüntüsünü ve görüntünün üzerine yazılım ile yerleştirilmiş resimleri, 3 boyutlu cisimleri, metinsel bilgileri görme imkânı olmaktadır.

Kolbe (2003), yayalar için yapılmış navigasyon çalışmalarını incelemiş ve bunlardan çıkarım yaparak yeni ürettiği iki yaklaşım üzerinde yoğunlaşmıştır. Düşüncesinden biri, izlenecek yol üzerinden o yolu kullanacak olan yayaların gittiği ve döndüğü yolun videolarını kayıt altına almak ve yol üzerindeki önemli yerlerin bilgilerini göstermektir. Diğeri de navigasyon sisteminin kullanılacağı şehir üzerindeki bütün kavşakların konum bilgilerini alarak, o bilgilerin üzerine o kavşaktan görünen alanların panoramik olarak bütünleştirilmiş fotoğraflarını eklemektir. Kolbenin araştırmaları sonucunda yayalara yönelik kullanılabilir navigasyon işlemlerinde iki olay vardır; konum tabanlı navigasyon ve açık alanlar için artırılmış gerçeklik. Konum tabanlı navigasyonda kişinin anlık bulunduğu konum bilgisi alınır, kendi etrafında yer alan binalar, yollar ve cisimler kullanılan mobil cihazda gösterilir. Açık alanlardaki artırılmış gerçeklik olayında ise, kişinin kullanmış olduğu kasket üstündeki kamera, gps, pusula vb. cihazlar yardımıyla o anki konumu belirlenmiş olur. Kişinin bulunduğu yerdeki bina, yol ve cisimlerin bilgilerinin uygulamada olması, o koordinatlara önceden kaydedilen bilgilerin olup olmamasına bağlıdır.

Takacs vd. (2008), açık alanlar için resimlerle destekli bir artırılmış gerçeklik uygulaması yapmışlardır. Bu uygulama navigasyon için de kullanılabilir. Takacs ve arkadaşları, algoritmik yapı itibarıyla hızlı ve performansı yüksek bir resim tanımlama ve resmi geri alma algoritması geliştirmişlerdir. Test ettikleri alana ait bütün resimlerin bulunduğu, bu resimlerin konum bilgileri ile etiketlendiği bir veritabanı oluşturmuşlardır. Bu resimlerle kişinin mobil telefonunun kamerası üzerinden anlık olarak gelen resimleri birbiriyle karşılaştırabilen bir artırılmış gerçeklik uygulaması yapmışlardır. Ağ yapısında oluşabilecek aksaklıklardan kaynaklı yaşanacak gecikme durumlarını ortadan kaldırabilmek amacıyla güçlü bir biçimde aktarım yapan, bölgeleri performanslı bir şekilde tanımlayıcı, resimleri kişinin mobil telefonunda hızlı bir şekilde alabilecek hız performansı yüksek bir algoritma geliştirmişlerdir. Veritabanındaki resim verilerini hızlı bir şekilde ve sürekli güncelleyebilecek bir karşılaştırma işlemi yapmışlardır. Kişinin bulunduğu konuma göre aranabilecek resimleri, bilgileri filtreleyen bir uygulama yapmışlardır. Böyle bir uygulamayı gerçekleştirebilmek için yüksek bant genişliğine sahip olan kablosuz bağlantıya ihtiyaç duymuşlardır.

Constandache vd. (2010), yönlendirme ve konum bulma işlemi için sadece mobil telefonlarda bütünleşik olarak sunulan özelliklere dayalı bir uygulama geliştirmişlerdir. CompAcc adındaki bu uygulama, telefonun ivmeölçer, pusula ve GPS desteğini kullanmaktadır. Çalışmalarını Duke üniversitesinin kampüsünde Nokia n95 telefonu ile gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, uygulamalarının pil ve doğruluk performanslarını da karşılaştırmışlardır.

Liu ve Zlatanova (2011), çalışmalarında kapalı alan navigasyon sistemi için yeni yol bulma çözümleri geliştirmişlerdir. Kullandıkları haritaları 2 boyutlu olarak tasarlamışlardır. Çalışmalarında en kısa yolu bulabilmek amacıyla Dijkstra algoritmasını kullanmışlardır.

Kannan vd. (2013), çalışmalarında mobil telefonlarda çalışabilecek bir kapalı alan navigasyon sistemi geliştirmişlerdir. Uygulamada Android işletim sistemli Google Nexus marka mobil telefon seçilmiştir. Uygulama kapalı alanlara yönelik geliştirildiğinden GPS sinyallerini kullanmamışlardır. Sistemlerinde; ilk önce kapalı alanların haritasını tanımlamak, sinyal güçlerini belirlemek ve bunları veritabanına kaydetmek için SICK LMS200 model lazer tercih etmişlerdir. Kişinin yer tespitinde WiFi sinyallerinden faydalanmışlardır. Kişinin hedef noktaya varabilmesi için hızlı çözümler sunan ve esnek yapısı olan D\*lite arama algoritmasını kullanmışlardır.

Swobodzinski ve Raubal (2009), çalışmalarında görme engelliler için kapalı alan navigasyon sistemi yönlendirme algoritması geliştirmişler ve bunu görme engelli olmayanlara yönelik kapalı alan navigasyon sistemleriyle karşılaştırmışlardır. Kapalı alana ait bina haritasını Visual Studio programında oluşturmuşlardır. Harita üzerinde bina içindeki objeleri tehlikeli, giriş, sınır bölge gibi isimlerle kategorilere ayırmışlardır. Geliştirdikleri yönlendirme algoritmasında bina içi objelere göre belirledikleri kurallar nedeniyle yaptıkları karşılaştırmalarda algoritmalarının farklı çalıştığını gözlemlemişlerdir.

Susi vd. (2013), çalışmalarında MEMS (Microelectromechanical Systems – Mikroelektro – Mekanik Sistemler) sensörleri sayesinde mobil telefonlar için adım sayar ve hareketlere göre de hareket tespiti yapmışlardır. Çalışmalarında

kullandıkları sensörler ile kullanıcının hareketlerini kategorilere ayırmışlardır. Telefonda gelen sinyallerin durumunu kullanıcının telefonu sallamasıyla, telefonda mesaj yazmasıyla, telefon çantasında iken gezmesiyle, telefonda konuşmasıyla değiştirebileceğini belirtmişlerdir. Sensörleri ayağa ve telefonun tutulacağı kısma getirerek testler yapılmış, hatta cinsiyet faktörünün de bir önemi olacağını düşünerek hem erkeklerde hem de bayanlarda test sınıfı oluşturmuşlar ve verileri eğitmişlerdir. Yaptıkları çalışmalar ile yüksek bir başarı oranı yakalamışlardır.

Jimenez vd. (2009), çalışmalarında MEMS sensörleri ile mobil telefonlar için açık ve kapalı alanda kullanılacak adım sayar algoritmalarını karşılaştırıp en iyi çözümü bulmaya çalışmışlardır. Çalışmada MEMS sensörlerini kullanmalarının sebebini sensörlerinin küçük ve hafif olmasından dolayı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında MEMS sensörü kullanıcının sağ ayağına yerleştirerek veri okuma işlemi yapmışlardır.

Selvi vd. (2013), çalışmalarında mobil telefonlarda kullanılmak üzere yaya navigasyon uygulaması yapmışlardır. Çalışmayı gerçekleştirecekleri yer olarak Selçuk Üniversitesi kampüsünü seçmişlerdir. Uygulamayı Java programlama dilinde Android tabanlı telefonlar için geliştirmişlerdir. Uygulama üzerinde kullandıkları haritayı, değişiklikleri rahat bir şekilde yapabilmek için OpenStreetMap uygulamasında yapmışlardır.

Gilski ve Stefański (2015), çalışmalarında navigasyon işlemleri için kullanılan radyo frekanslarını ayrıntılı bir şekilde incelemişlerdir. İncelemiş oldukları radyo frekanslarını kullanan cihazları ve uygulamaları seçerken kullanım alanının hem kapalı hem de açık alanlar olmasına özen göstermişlerdir. Çalışmalarında Estimote firmasının da geliştirmiş olduğu beacon cihazını incelemişlerdir. Beacon cihazlarının reklamcılık ve navigasyon alanlarında tercih edildiğini belirtmişler, ayrıca cihazların Bluetooth 4.0 teknolojisini kullandığını ve 70 metreye kadar çekim alanının olduğunu belirtmişlerdir.

Namiot (2015), çalışmasında gelişmiş kapalı alan konumlandırma sistemlerini ve teknolojilerini ele almıştır. Çalışmasında kablosuz iletişim ve bluetooth tabanlı kapalı

alan konumlandırma sistemlerini incelemiş, eksikliklerini, dezavantajlarını ayrıntılı olarak anlatmıştır.

Qiu vd. (2012), çalışmalarında konum tabanlı sistemlerin önemini vurgulamışlardır. Çalışmalarında mobil internet teknolojisinin gelişmesine dayalı ve kritik öneme sahip konum tabanlı sistemleri incelemişlerdir. Konum tabanlı sistemlerin mobil konumlama teknolojisi ve elektronik harita platformu işlemleriyle birlikte kullanılarak; trafikteki yoğunluk bilgilerinin, turistlerin hareket ve etkileşimlerinin, alışveriş merkezlerinin ve daha birçok önemli verilerin kullanıcılara sunulabileceğini anlatmışlardır.

Kim ve Jun (2008), çalışmalarında artırılmış gerçeklik kullanarak kapalı alan navigasyon sistemi uygulaması yapmışlardır. Uygulamayı kasket üzerine yerleştirilen bir ekran, şapkaya takılmış bir kamera ve kullanıcının elinde bir tablet olacak şekilde gerçekleştirmişlerdir. Binanın her konumdan çekilen fotoğraflarını uzak sunucuya kaydetmişlerdir. Kullanıcının navigasyon kullanarak yürüdüğü yol boyunca kameradan gelen görüntüler uzak sunucuya kablosuz bağlantı ile gönderilmiştir ve bu resimler görüntü işleme teknikleriyle analiz edilerek veritabanındaki resimler ile karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda veritabanındaki resim ile kullanıcının bulunduğu yerin resmi eşleşiyorsa kullanıcının bulunduğu yeri bulmuş olarak saymışlardır. Yaptıkları bu sistem için yönlendirme fonksiyonu eklemişler, kullanıcının önündeki ekranda hangi yöne gitmesi gerektiği bilgilerini de göstermişlerdir. Çalışmalarının başarı oranını %89 olarak bulmuşlardır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Konum tabanlı sistemlere yönelik geliştirilen uygulamalar diğer bir adıyla navigasyon uygulamaları, haritaların ve GPS kullanımının olduğu uygulamalardır. Kapalı alanlar için geliştirilen navigasyon uygulamalarında GPS kullanımı mümkün değildir. Kapalı alan navigasyon sistemlerinde uygulamaların yapılabilmesi için mobil telefonlarda olması gereken bütünleşik donanımların istikrarlı ve iyi bir şekilde çalışabilmesi gerekmektedir. Kapalı alan navigasyon sistemlerinde yapılan çalışmalar çoğunlukla Android tabanlı mobil telefonlara yönelik olmuştur. Buna, Android tabanlı mobil telefon kullanım oranının yüksek olmasının etkisi olmuştur. Yapılan araştırmalar iOS tabanlı mobil telefonlarda daha az uygulamanın yapıldığını göstermiştir. Dünya üzerinde giderek artan iOS platformunu kullanan mobil telefonların kullanılması, çalışmanın bu platforma uygun yapılması düşüncesini güçlendirmiştir. Uygulamanın geliştirilebilmesinde önemli olan yazılım dili, ek kütüphane kullanımları, formların tasarlanma süreci bluetooth cihazlarının istikrarlı çalışabilmesidir. Bu işlemlerin iOS platformunda daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Kapalı alan navigasyon sistemlerinde doğrulama yöntemi olarak beacon bluetooth cihazlarının kullanılması navigasyon işlemlerinde konumlandırma durumlarında doğruluk payını artırabileceği düşünülmüştür. Kapalı alan içerisinde kullanıcının bulunduğu yerin bilgisini de QR kodlardan almak, kullanıcı için oluşturulacak bu konum seçme işlemlerini ortadan kaldıracaktır. Bu sebeplerden dolayı, çalışma Xcode derleyicisinde Objective-C dilinde artırılmış gerçeklik, QR kod ve beacon bluetooth kütüphaneleri ile birlikte kullanılmıştır.

#### **3.1. Materyal**

Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan araçlar, yazılım dili, kütüphaneler ve donanımlar ile ilgili bilgiler alt başlıklarda bulunmaktadır.

##### **3.1.1. iOS platformu**

iOS işletim sistemi, Apple marka mobil cihazların kullanması için Apple firmasının geliştirdiği bir işletim sistemidir. Apple firmasının ürettiği iPhone, iPod ve iPad mobil cihazları iOS işletim sistemini kullanmaktadırlar. iOS ile yazılım geliştirmek

isteyen yazılımcılar için iOS yazılım geliştirme kiti sunulmuştur. iOS yazılım geliştirme kiti Objective-C ve C dillerini kullanarak geliştirilmiş olup, iOS için yapılabilecek kodlama biçimi Objective-C programlama dili ile mümkün olmaktadır. iOS geliştirme kitinde birçok hazır kütüphaneler mevcut şekildedir.

iOS, “i operating system” kısaltması olarak kullanılmaktadır. İ harfi Apple ürünlerinin baş harfi olarak kullanılmakta, operating system de türkçeye işletim sistemi olarak geçmiştir (Kızılören, 2012). iOS için geliştirilmiş uygulamalar Apple firmasının sunmuş olduğu Appstore adlı uygulama üzerinden indirilebilmektedir.

iOS unix tabanlı bir işletim sistemidir. iOS bu unix tabanlı işletim sisteminin üzerine oturtulmuş 4 katmandan oluşmaktadır (Apple, 2014) . Çizelge 3.1’de bu katmanlar gösterilmiştir. iOS katmanlarından aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

Çizelge 3.1. iOS Katmanları

<b>Katman Sırası</b>	<b>Katmanlar</b>
4	Cocoa Touch Katmanı
3	Medya Katmanı
2	Çekirdek Hizmetleri Katmanı
1	Çekirdek İşletim Sistemi Katmanı

**Çekirdek İşletim Sistemi Katmanı:** Bu katman iOS işletim sisteminin en altında, çekirdeğe en yakın olan katmandır. Kullanıcı iOS için yazılım geliştirirken bu katman ile karşılaşmamaktadır. Yazılım geliştiren kişi bu katman ile ilgili yapacağı işlemleri direk olarak değil, hazır servisleri kullanarak gerçekleştirebilmektedir (Apple, 2014).

**Çekirdek Hizmetleri Katmanı:** Bu katmanda, birçok uygulamanın kullanabileceği çok çeşitli çatılar bulunmaktadır. Bu katman iCloud, konum işlemleri, sosyal medya gibi özellikleri destekleyen görsel teknolojileri barındırmaktadır (Apple, 2014).

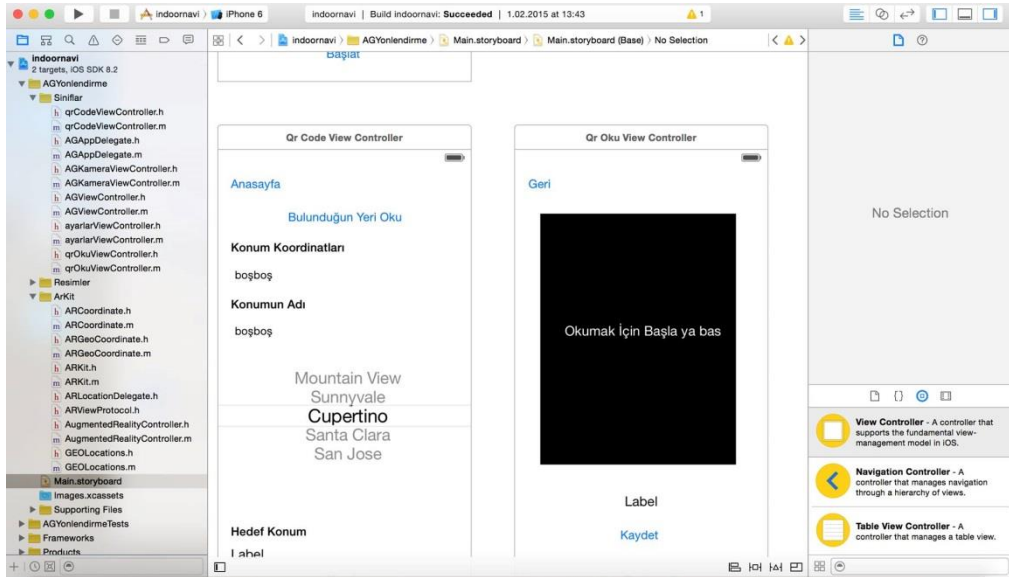
**Medya Katmanı:** Bu katman, ses, video ve grafiksel işlemlerini uygulamalara katabilmek için gerekli olan çatıları barındırmaktadır. Bu katman sayesinde iOS ile

geliştirilen uygulamalar görsel ve işitsel olarak çekici hale gelmektedir (Apple, 2014).

Cocoa Touch Katmanı: Bu katman iOS katmanlı yapısının en üstüne yer almaktadır. Yazılım geliştirici ile doğrudan iletişime geçen katmandır. iOS yazılım geliştiricilerinin kullanabileceği en yaygın çatıları barındıran, dokunmatik ekranlar için özelleştirilmiş bir katmandır (Apple, 2014).

### 3.1.2. Xcode derleyicisi

Bütünleşik Geliştirme Ortamı, yazılımcıların kodlarını yazabilmesini sağlayan, onlara ek araçlar sunarak yazılım işlemlerini kolaylaştıran içerinde birçok kütüphaneler ve ek özellikler barındıran bir yazılım türüdür. Bütünleşik geliştirme ortamı, dünya üzerinde IDE ismiyle bilinmekte açılımı ise Integrated Development Environment olarak geçer. Xcode Apple firmasının geliştirmiş olduğu bilgisayar, tablet, telefon, müzik çalar ve diğer ürünleri için yazılım geliştirmeye olanak sağlayan bütünleşik geliştirme ortamıdır. Şekil 3.1’de Xcode geliştirme ortamı gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Xcode geliştirici ekranı

Xcode geliştirme ortamı, Intel işlemciye ve MacOS işletim sistemine sahip olan bilgisayarlarda çalışmaktadır. Bundan dolayı Xcode sadece Apple firmasının

bilgisayarları üzerine kurulabilmekte, dolayısıyla sadece Apple marka bilgisayarı olanlar Xcode u kullanabilmektedir. Xcode geliştirme ortamında Objective-C dili ile programlar yazılabilmektedir.

Xcode Derleyicisinde gerek Apple firmasının mobil cihazları üzerine gerekse Apple marka bilgisayarlar için uygulamalar yapılabilmektedir. Kodlama yapısı, geliştirme ortamı diğer yazılım dillerinden farklıdır. Uygulama geliştirmeye için gereken kütüphaneleri oldukça fazladır. Form tasarlama kısmı basit yöntemlere göre oluşturulmuştur. Normal bir kullanıcı basit bir şekilde güzel bir form sayfası hazırlayabilmektedir. Ayrıca Apple marka akıllı telefonların kullandığı işletim sistemi iOS olarak adlandırılmıştır. iOS sadece Xcode Derleyicisinde programlanabilmektedir.

Xcode geliştirme ortamı sayesinde, akıllı telefonlar için geliştirilen yazılımlarda karşılaşılabilecek bellek kaçakları kontrol edilebilmekte, cihazın yatay ya da dikey konumda olması durumuna göre işlemler belirlenebilmekte, bellek harcama performansları değiştirilebilmektedir.

Xcode derleyicisi kullanarak geliştirilmiş bir yazılımın çalıştırılması kendi içerisinde otomatik olarak kurulan simülatör ekranında görülebilmektedir. Fakat uygulamayı kullanıcının telefonuna ya da tabletine yükleyebilmek için Apple firmasından geliştirici hesabı alınmalıdır. Geliştirici hesapları; firmalar, bireysel kullanıcılar ve üniversite kullanıcıları için fiyat ve özellik açısından değişmektedir.

Bu tez çalışmasında, Xcode geliştirme ortamının kullanılmasının sebepleri; Mobil uygulamanın iPhone üzerinde gerçekleştirilecek olması, editörün kütüphane zenginliği ve kolay kullanımınıdır.

### **3.1.3. Objective-C**

Objective-C programlama dili, ANSI C dilinin özelliklerini taşımaktadır. ANSI C diline nesneye dayalı programlama mimarisinin eklenmesiyle oluşturulmuş bir dildir (Bırakoğlu, 2011). Objective-C nesneye yönelimli programlama dili 1980'li yıllarda Stepstone isimli bir firma tarafından geliştirilip kullanılmıştır. Brad Cox ve Tom

Love, nesneye yönelik Objective-C programlama dilini ilk geliştiren kişiler olarak bilinmektedir (Apple, 2010).

Objective-C'nin yapısını oluşturan sınıflar, arayüz ve uygulama kısmından oluşmaktadır. Arayüz kısmında sınıf içinde kullanılacak olan öznitelikler ve metotların tanımlamaları yapılmaktadır. Uygulama kısmında ise tanımlanmış olan metotların kullanım işlemi gerçekleştirilmektedir.

Metotlar; sınıfların içerisinde bulunan, belli bir görevi yapmak için oluşturulmuş yazılımda tekrarı önlemede kullanılan fonksiyonlardır. Uygulama içerisinde metotların döndüreceği değerler derleyici tarafından kontrol edilir. Uygulama kısmında diğer programlama dillerinde de olduğu gibi ilk önce main sınıfı çalışmaktadır. Main sınıfı objective-C tarafından uygulama başlatıldığında otomatik olarak ilk önce çalışır (Bırakoğlu, 2011).

Objective-C dilinin geliştirilmesi daha öncelere dayanır. Fakat Apple firmasının bu yazılım dilini kullanması ve iPhone akıllı telefonlarının dünya çapında yaygınlaşması dilin popülerliğini artmıştır.

Objective-C dili zengin nesne kütüphanelerine, zengin geliştirme araçlarına, nesneye yönelik programlama ve destek kütüphanelerine sahiptir. Şekil 3.2'de objective-c programlama diliyle yazılmış birkaç örnek kodlama gösterilmiştir.

```
-(IBAction)ayarKaydet:(id)sender
{
    [self.navigationController pushViewControllerAnimated:YES];
    AppDelegate *app = (AppDelegate*)[[UIApplication sharedApplication] delegate];
    app.veriAAYarlar = _kullaniciBoy.text;
    if(segment.selectedSegmentIndex == 0)
    {
        _adimTipi=@"ACC ile";
        app.veriAAdimTipi = _adimTipi;
    }
    else
    {
        _adimTipi=@"5s İşlemcisi ile";
        app.veriAAdimTipi = _adimTipi;
    }
}
@end
```

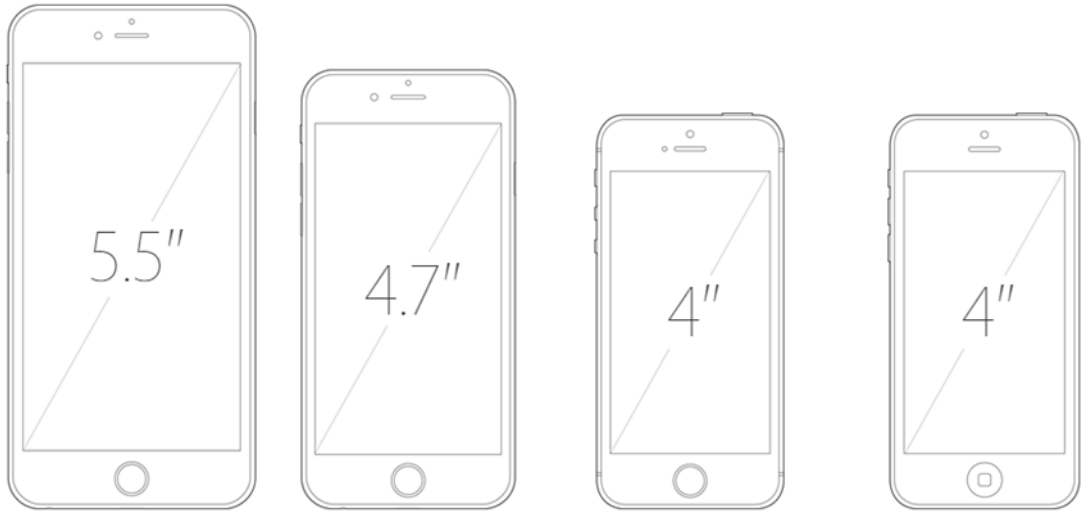
Şekil 3.2. Objective-C ile yazılmış örnek bir kod parçası

Bu tez çalışmasında, iOS platformunda yazılım geliştirmek için kullanılması zorunlu olan Objective-C programlama dili kullanılmıştır

### 3.1.4. iPhone

iPhone, Apple firması tarafından tasarlanıp, geliştirilmiş olan multimedia ve internet özelliklerini destekleyen bir akıllı telefondur. İlk iPhone modeli 2007 yılında tanıtılmıştır (Honan, 2007). Steve Jobs ilk iPhone akıllı telefonunu Macworld adlı konferansta kullanıcılara sunmuştur.

iPhone akıllı telefonunda bütünlüşik kamera, taşınabilir şekilde müzik çalar, mesajlaşma, internet tarayıcısı, kablosuz bağlantılar ve sensörler bulunmaktadır. iPhone üzerinde tuşlarla oluşturulan bir klavye seti yerine sanal klavye bulunmaktadır. Ön ekran kısmında sadece anasayfa tuşu bulunmaktadır. şekil 3.3'te iPhone cep telefonları ve ekran boyutları gösterilmektedir.



şekil 3.3. Soldan sağa doğru 6 plus, 6, 5s, 5 iPhone modelleri(Apple, 2015)

iPhone akıllı telefonu günümüz teknolojilerine ve kullanıcı isteklerine göre her yıl yeni modelleri ile yenilenmiştir. Bu modeller Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. iPhone modelleri ve piyasaya çıkma tarihleri

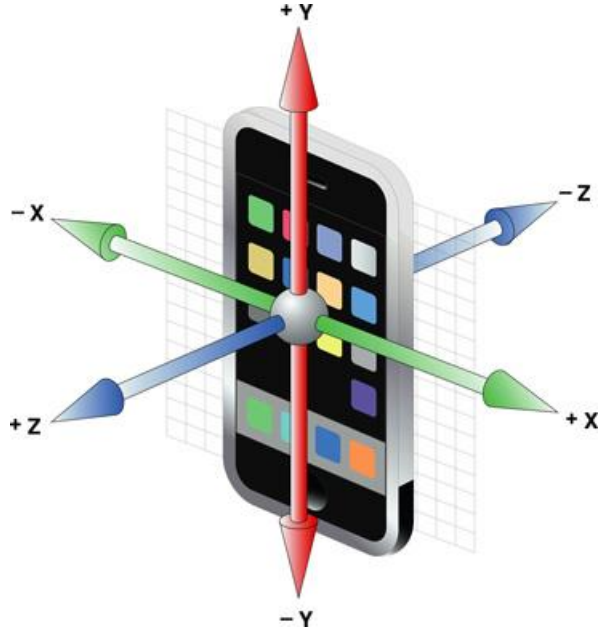
<b>Katman Sırası</b>	<b>Katmanlar</b>
2G	29 Haziran 2007
3G	10 Haziran 2008
3GS	8 Haziran 2009
4	21 Haziran 2010
4S	11 Ekim 2011
5	21 Eylül 2012
5S	21 Eylül 2013
6 ve 6 Plus	26 Eylül 2014

iPhone akıllı telefonları geliştirildikçe kullanıcı kullanımları ve ihtiyaçları göz önüne alınarak birçok sensör donanımları bütünleşik olarak iPhone ile birlikte gelmeye başlamıştır.

#### **3.1.4.1. İvmeölçer**

Bu sensör cihaza yani akıllı telefona uygulanan ivmeyi ölçmek için kullanılmaktadır. İvmeölçer, Şekil 3.4'te görüldüğü gibi ivmeölçerin x, y ve z eksenlerinde ivmelenmesini ölçmekte ve G cinsinden değerini belirtmektedir. G 9.81 m/s<sup>2</sup> değerinde olan yerçekimi alanının uyguladığı yerçekimi kuvvetidir. Şekil incelendiğinde görüldüğü gibi X eksenini akıllı telefonun dik durma pozisyonu, Y eksenini akıllı telefonun yan yüzünde durma pozisyonunu ve Z eksenini de akıllı telefonun sırt üstü durma pozisyonu hakkında bilgilendirmeler vermektedir.

Bu tez çalışmasında, iPhone 5s modeli Apple marka cep telefonu için cihazın üzerinde yer alan bütünleşik ivmeölçer donanımının sahip olduğu X,Y ve Z eksenlerinden gelen değerler yardımıyla ile adımsayar yapılmıştır.



Şekil 3.4. iPhone ivmeölçer eksenleri(Apple, 2015)

İvmeölçer verileri kullanılarak sağlık alanında da uygulamalar yapılabilmektedir. Parkinson hastalığının titreme nöbetlerini ölçmek için mobil telefonlarda bütünleşik olarak sunulan ivmeölçer sensörleri kullanılarak, kullanıcıya eldiven üstünde entegre edilmiş şekilde iPhone marka mobil telefonu bağlayarak ölçümler gerçekleştirilebilmektedir (LeMoyne vd., 2010).

### 3.1.4.2. Bluetooth

Bluetooth, 2.4 Ghz radyo frekans bandını kullanan, yakın mesafeler için kablosuz şekilde bir iletişim için ortam oluşturan bir teknolojidir. Bluetooth teknolojisinin kullanımının yaygın olmasının sebepleri güç tüketiminin düşüklüğü, kullanılmakta olan bütün cihazlara eklenebilme şansının olması ve maliyet miktarının ucuz olmasıdır. Bluetooth cihazı sayesinde kablosuz bir ortam üzerinden ses ve veri gönderim işlemleri yapılabilmektedir. Günümüzde bluetooth modemlerde, taşınabilir bilgisayarlarda, fotoğraf makinelerinde, akıllı telefonlarda ve bunun dışında birçok yerde kullanılabilmektedir.

Bütün bluetooth sürümleri, önceki çıkarılmış olan bluetooth sürümleri ile de uyumluluk gösterecek şekilde çıkarılmaktadır. Böylelikle en son çıkan bluetooth sürümü bile bütün eski sürümler ile uyumluluk gösterebilmektedir. Bütün bluetooth sürümleri hakkında kısa bilgiler aşağıda gösterilmektedir.

Bluetooth 1.0: Geliştirilmiş olan ilk bluetooth sürümüdür. İlk bluetooth sürümü olduğu için iletim kurmada, paket gönderimlerinde pek çok hata içermektedir.

Bluetooth 1.2: Bir önceki bluetooth sürümüne göre hızı artırılmıştır. FHSS protokolü eklenmiştir. Bu sürüme ses paketlerinin gönderilmesinde meydana gelen hataları düzelter ve ses kalitesinde düzeltmeler içeren eSCO protokolü eklenmiştir.

Bluetooth 2.0: 2004 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu sürüm için en büyük yenilik geliştirilmiş olan veri hızıdır. Kısaltılmış ismi EDR olarak geçmektedir. Önceki sürüme göre 2.0 sürümünün daha az enerji harcaması sağlanmıştır.

Bluetooth 2.1: 2007 yılında piyasaya sürülmüştür. Güvenli basit eşleştirme teknolojisi kullanılmıştır. Böylelikle iki cihaz arasındaki eşleştirme işlemleri hem daha hızlı hem de daha güvenli hale getirilmiştir.

Bluetooth 3.0: 2009 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu sürümde veri gönderim hızı yükseltilmiştir.

Bluetooth 4.0: 2010 yılında piyasaya sürülen bluetooth sürümü olan bluetooth 4.0 halen en güncel sürüm olarak kullanılmaktadır. Eski sürümlerin bütün özelliklerini taşımasının yanında en düşük enerji harcaması için yeni bir teknoloji kullanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, üzerinde bütünleşik olarak bulunan, bluetooth 4.0 sürüme sahip bluetooth donanımlı iPhone 5s telefonu kullanılmıştır.

### **3.1.4.3. Kamera**

Kameralar anlık olarak tek karelik görüntüler çekerek fotoğraf kavramını oluşturmalarının yanısıra, uzun süreli görüntüleri kaydederek geçmiş bir anı tekrar yaşanmışçasına gösterebilmektedirler.

Kameraların telefonlara eklenmesiyle birlikte insanların hayatlarını kolaylaştırmaya yönelik birçok uygulamalar geliştirilmeye başlanmıştır. Mobil telefonlara eklenen ilk

kameralar görüntü kalitesi açısından düşük olsa da, günümüz akıllı telefonlarında yer almakta olan kameralar çözünürlük açısından yüksek, odaklanma ve yakınlaştırma teknolojilerinde dijital fotoğraf makineleriyle birbirlerine yakın seviyededirler.

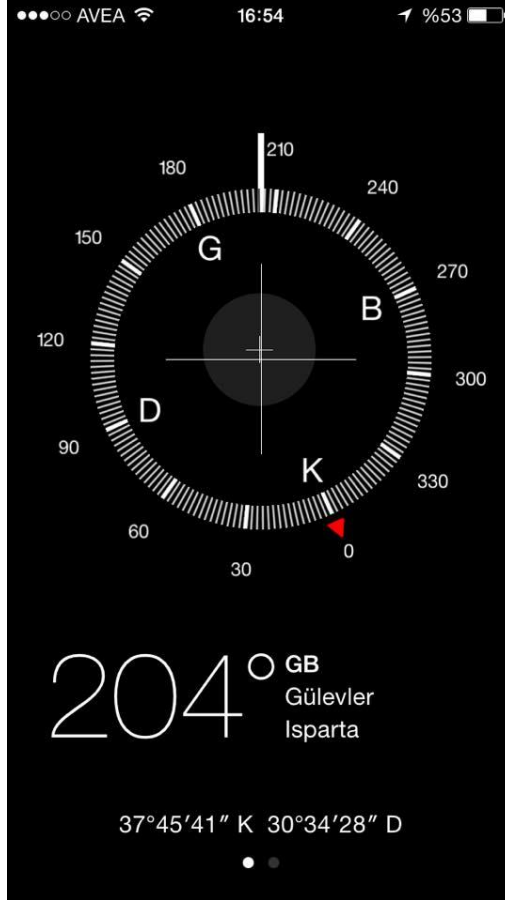
Bu tez çalışmasında kullanılan kamera iPhone 5s modeli cep telefonunun arka tarafında bütünleşik olarak sunulan kameradır. Bu kamera 8 megapiksel görüntü kalitesine sahip, 1080 piksel çözünürlükte yüksek çözünürlüklü videolar çekebilen bir kameradır. Kameranın dijital stabilite özelliği, ortam aydınlatmasına göre otomatik aydınlatma gibi özellikleri de vardır. iPhone 5s akıllı telefonunun kamerasının bazı özellikleri şunlardır;

- F / 2.2 diyaframı bulunmaktadır
- Fotoğraf çekerken arka tarafında aydınlatılması için sensöre sahiptir.
- Beş bileşenli merceği bulunmaktadır.
- Otomatik netleştirme yapabilmektedir.
- Otomatik yüz algılama teknolojisi mevcuttur.
- Otomatik olarak görüntüyü netleştirir (Apple, 2015).

Tez çalışmasında, iPhone ekranından görüntülenen anlık kamera görüntüsü kullanılmıştır. Anlık olarak alınan kamera görüntüsü üzerine bilgiler ve objeler eklenmiştir.

#### **3.1.4.4. Pusula**

Pusula, ulaşımaya yardımcı olan, dünya üzerinde yön tespiti yapan cihazdır. 12. yüzyılda çinliler tarafından bulunmuştur. Manyetik bir alanda boşluğa bırakılan bir cismin kuzeye hareket ettiğini görmüşlerdir. Bu çalışmada iPhone üzerinde bulunan pusula ile iki nokta arasındaki yönelme işlemleri yapılmıştır. Pusula yardımıyla bilinen iki konum arasındaki açı miktarı bulunacaktır. Şekil 3.5'te iPhone 5s'in kullanmış olduğu pusulanın görüntüsü verilmiştir.

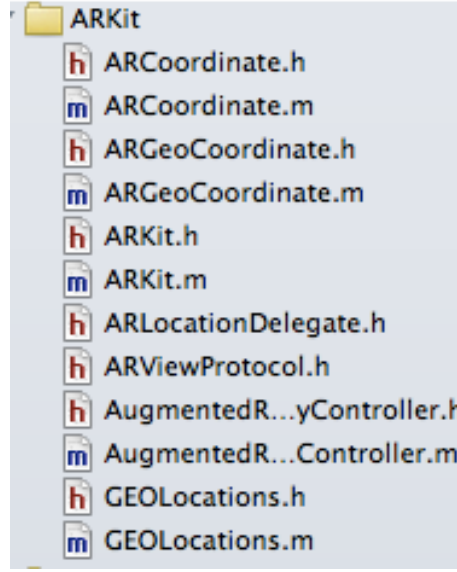


Şekil 3.5. iPhone 5s pusula görüntüsü

### 3.1.5. Artırılmış gerçeklik kütüphanesi

Artırılmış gerçeklik, gerçek hayat görüntüsü üzerine sanal bilgiler yerleştirerek görüntüyü zenginleştirmeyi sağlar. Artırılmış gerçeklik sanal nesnelerin, gerçek hayat nesnelерinin üzerine yerleştirilmesine denir. Artırılmış gerçeklikte asıl amaç sanal gerçeklik sayesinde gerçek hayat görüntüsünün üzerine bilgilendirici resimler, bilgiler koymaktır. Günümüzde filmler başta olmak üzere birçok alanda insanların hayatlarını kolaylaştıracak şekilde kullanılmaktadır.

Artırılmış gerçekliğin iPhone uygulamasında kullanılabilmesi için artırılmış gerçeklik araçlarının geliştirilen uygulamaya eklenmesi gerekmektedir. Artırılmış gerçeklik aracında mevcut olan dosyalar Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Artırılmış gerçeklik araçları

Artırılmış gerçeklik araçlarını uygulamaya eklemek için uygulama içerisinde ARKit isimli bir klasör oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu klasörün içinde artırılmış gerçeklik araçlarının tamamı yüklenmektedir. AR klasörünün içindeki sınıflar aşağıda kısaca anlatılacaktır.

**ARCoordinate:** Bu sınıf koordinatları ve onların başlık bilgilerini tutar. AugmentedRealityController sınıfı bu bilgileri kullanmaktadır.

**ARGeoCoordinate:** Bu sınıf CLLocation sınıfını kapsamakta, aynı zamanda displayView'in özelliklerini tutmaktadır. displayView'in özellikleri sayesinde AugmentedRealityController üzerinden ARGeoCoordinate sınıfından alınan koordinat bilgisine göre işaretçi gösterilmektedir.

**ARKit:** Artırılmış gerçekliğin ana sınıfıdır. Artırılmış gerçeklik araçlarının uygulamada kullanılabilmesi için ARKit sınıfının eklenmesi gerekmektedir.

**ARLocationDelegate:** Bu delege ARGeoCoordinat içindeki bilgileri çekmek için kullanılmaktadır.

**ARViewProtocol:** Bu protokol hedeflenen noktaya telefon üzerinde dokunup dokunmadığı bilgisinin delegeye göndermekle görevlendirilmiştir.

AugmentedRealityController: Bu kontrol sınıfı görsel olarak eklenecek bütün objelerin, nesnelere, bilgilerin eklendiği kısımdır. Bu kontrol sınıfı sayesinde telefonun ekranında canlı olarak açılan kameranın üzerine nesnelere, objelere, bilgiler yerleştirilmektedir.

GEOLocations: Telefonun GPS üzerinden konum bilgisinin alınıp gerekli yerleştirme işlemlerinin yapılmasını sağlamaktadır (Distler, 2013).

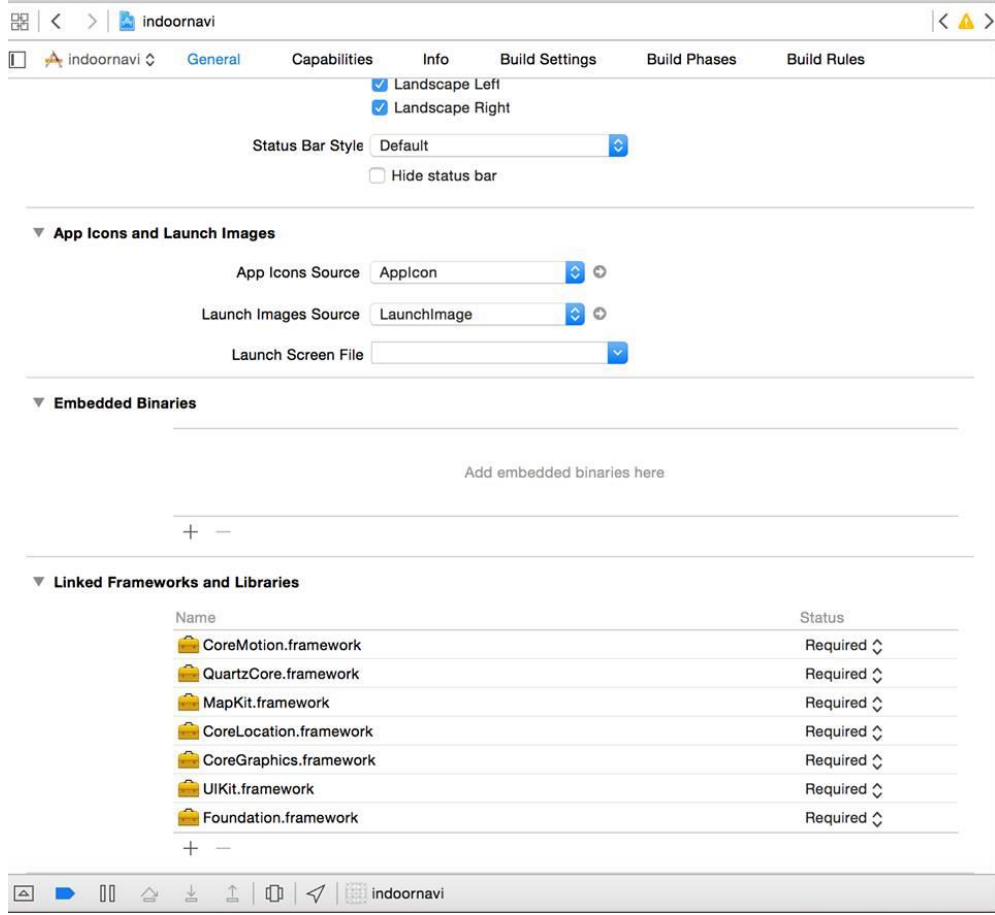
Bu tez çalışmasında, artırılmış gerçeklik kütüphanesi geliştirilen uygulamaya eklenerek kullanılmıştır. Eklenen artırılmış gerçeklik kütüphanesi sayesinde, uygulamayı kullanan kişi ekranda birleştirilmiş olan gerçek kısım ile sanal kısmı görecektir, yönlendirme ve uzaklık bilgilerini alabilecektir.

### **3.1.6. Beacon kütüphanesi**

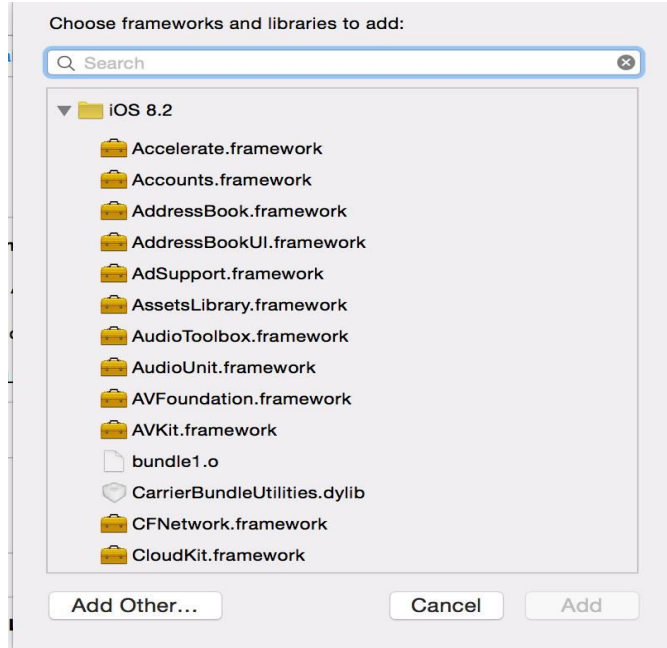
Beacon, Bluetooth 4.0 teknolojisi diğer bir adıyla BLE (Bluetooth Low Energy) kullanan sinyal gücü yüksek, pil ömrü uzun olan bluetooth cihazıdır. Bu tez çalışmasında Kütüphane desteği yüksekliği, pil ömrünün 3 yılı bulmasıyla Estimote firmasının beacon cihazı kullanılmıştır.

Estimote beacon, 32-bit ARM® Cortex M0 CPU with 256kB flash hafızaya, ivmeölçer sensörüne, sıcaklık sensörüne sahip bir bluetooth cihazıdır. Bütün markaların akıllı telefonlarıyla uyumlu olarak çalışabilmektedir (Estimote, 2015).

Beacon kütüphanesi Estimote firmasının internet sayfasında bulunmaktadır. Beacon kütüphanesini iOS platformunda geliştirilen uygulamaya eklemek, Şekil 3.7'deki gibi Xcode editörünün genel ayarlar bölümünden yapılmaktadır. Şekil 3.8'de görüldüğü üzere genel ayarlar kısmından frameworks kısmından yeni bir kütüphane ekleme seçeneği seçilir ve kütüphane uygulamaya eklenir.



Şekil 3.7. Xcode General Settings Kısmı



Şekil 3.8. Xcode framework eklenişi

Beacon kütüphanesi eklenmiş uygulama üzerinde beaconlar ile ilgili işlemler yapabilmek için ilk olarak Estimote Beacon Manager nesnesi ESTBeaconManager sınıfından oluşturulur ve delegeesi ayarlanır. Beacon cihazlarını uygulama aracılığıyla belirtilen mesafe içerisinde aranabilir olması gerekmektedir. Bunun için ESTBeaconRegion nesnesi ile belirtilmiş olan alan üzerinde startRangingBeaconsInRegion metotunu kullanarak cihazlar aranabilmektedir.

Temel olarak yapılan beacon tanımlamalarından sonra tez çalışmasında kullanılacak olan, en yakın beacon cihazını bularak aradaki mesafe bilgisine göre konum doğrulama işlemi yapacak method oluşturulmuştur. viewDidLoad metodu içerisinde bölge parametresi ile birlikte beaconManager metodu çağırılır. Çağırılan beaconManager metodunun içerisinde, telefonunun bluetooth sinyalleri ile kapsama alanı içerisinde olan bütün beacon cihazları listelenir. Listelenen beacon cihazlarının uzaklıkları iPhone üzerinde gösterilir. Telefona en yakın olan beacon cihazı seçilir ve telefona olan mesafesine göre kullanıcıyı bilgilendirir. Şekil 3.9’da beaconManager metodu gösterilmektedir.

```
- (void)beaconManager:(id)manager didRangeBeacons:(NSArray *)beacons inRegion:(CLBeaconRegion *)region
{
    CLBeacon *firstBeacon = [beacons firstObject];

    [self updateDotPositionForDistance:firstBeacon.accuracy];
}
```

Şekil 3.9. Beaconmanager metodu

### 3.1.7. JSON

JSON veri değişimi biçimi olarak geçen, XML (Extensible Markup Language – Genişletilebilir İşaretleme Dili) verilerine göre daha avantajlı olduğu için kullanılan bir dosyadır. JSON, Javascript Object Notation’ın kısaltmasıdır. İnsanlar tarafından okunabilmesi ve yazılabilmesi kolaydır. JSON dili herhangi bir programlama diline bağımlılığı olmasa da yazılım dillerine yapısal açıdan benzerliği başka bir tercih sebebi olmaktadır (Ecma, 2013). Javascript dili ile XML in problemlili çalışma durumlarının da olması JSON verisi kullanımını artırmaktadır. Şekil 3.10’da basit bir JSON verisi gösterilmektedir.

```
1 "bilgiler": [  
2   {  
3     "Ad": "Ali",  
4     "Soyad": "Çanka",  
5     "Numara": "+9012232433",  
6     "Eposta": "cankali@ali.com"  
7     "Adres": [  
8       {  
9         "il": "Isparta",  
10        "ilce": "Yalvac"  
11      }  
12    ]  
13  }  
14 ]
```

Şekil 3.10. Basit bir JSON dosyası

Bu tez çalışmasında, bina içindeki bütün noktaların koordinat ve komşuluk bilgileri hazırlanmış olan JSON dosyasından alınmıştır. Uygulamanın sonraki yapılabilecek çalışmalarında sınırlı internet kullanımlarının olabileceği ihtimaline karşı, internet ile daha uyumlu olabilecek, rahatça güncellenebilecek bir veri biçimi olduğu için kullanılmıştır.

### 3.1.8. Beacon cihazı

Beacon cihazları, bluetooth 4.0 sürümüne sahip olan ve BLE yani bluetooth low enerji haberleşme protokolü ile çalışan küçük bluetooth sinyal dağıtıcı cihazlardır. Cihazların enerji tüketimleri diğer kablosuz haberleşme sağlayan cihazların enerji tüketimlerine göre daha düşüktür. Şekil 3.11’de farklı firmaların piyasaya sürdükleri beacon cihazları gösterilmektedir.

Beacon cihazları birçok firma tarafından geliştirilmektedir. Bu tez çalışmasında Estimote firmasının beacon cihazı kullanılmıştır. Estimote firmasının geliştirmiş olduğu BLE protokolü kullanan beacon cihazlarının pil ömürleri 3 yıla kadar dayanabilmektedir. Beacon cihazlarının pil ömürleri verdikleri sinyalin gücüne ve sıklığına bağlı olarak değişmektedir.



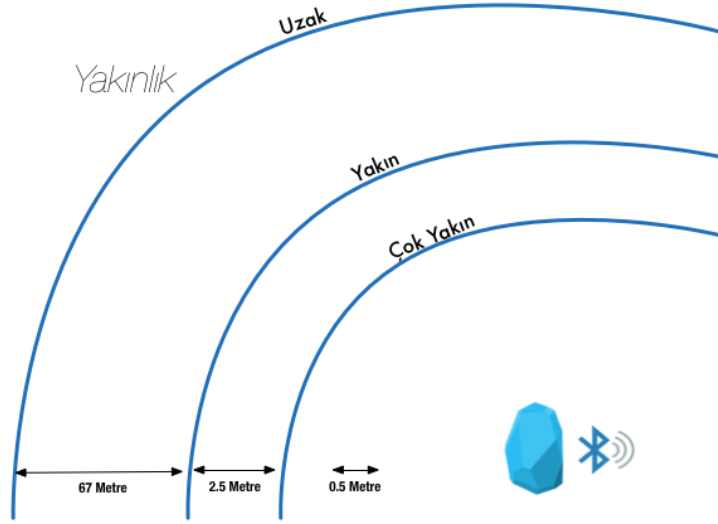
Şekil 3.11. Firmaların ürettiği beacon cihazlarından bazıları (Aislelabs, 2015)

Çizelge 3.3'te beacon cihazlarının sinyal gönderme sıklıklarına göre değişen pil ömürleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Beacon sinyal gönderim sıklığına göre pil süresi

Sinyal Gönderim Sıklığı	Süre
2000 ms	3 yıl
1000 ms	1.7 yıl
600 ms	1 yıl
200 ms	140 gün
50 ms	35 gün

Beacon cihazları, piyasada daha çok reklam ve navigasyon işlemleri için kullanılmaktadır. Cihazların sürekli olarak yaydıkları bluetooth sinyallerine göre geliştirilen mobil uygulamalar mesafe durumlarına göre farklı sonuçlar üretmektedirler. Estimote firmasının geliştirmiş olduğu beacon cihazlarında uzaklık algılamaları 3 farklı mesafe şeklinde ölçülmüştür. Şekil 3.12'de bu mesafeler ve bu mesafelere göre verilen yanıtlar gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Beacon sinyal gücüne göre kütüphanenin verdiği cevaplar

### 3.1.9. Karekod

Karekod kelimesi ingilizcede kullanılmakta olan “Quick Response” (Hızlı Cevaplama) kelimelerinden gelmektedir. Kısaltılmış olarak QR kod olarak belirtilmektedir. Karekod, farklı mobil olarak kullanılan araç kameralarıyla taratılıp içeriği okunabilen ISO/IEC 18004:2006 standardına uygun iki boyutlu olan barkot çeşitidir (Ramsden, 2008).

Karekod, japon şirketi Denso-Wave tarafından 1994 yılında geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (Denso, 2009). Karekodun geliştirilme amacı, sanayi ürünlerinin isimlendirilerek bu ürünlerin takibini yapabilmesini sağlamaktır. Farklı özelliklerde, dillerde yazılmış metinler, internet linkleri, belirlenmiş bir kısa mesaj ya da herhangi bir veri karekod ile rahatlıkla şifrenip içine gömülebilmektedir. Karekoda gömülen bu veriler akıllı telefonların kamerasıyla, akıllı telefon içinde karekod okuma işlemi yapabilen uygulamalar sayesinde telefon üzerine alınabilmektedir (Law,2010). Karekodların bu şekillerde uygulanması, uzun internet bağlantı isimlerinin akıllı telefonlara geçişini oldukça kolaylaştırmıştır. Karekod içerisine bilgi yüklemek için [www.goqr.me](http://www.goqr.me) web sayfası kullanılmıştır. Örnek bir karekod resmi şekil 3.13’de gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Örnek karekod resmi

Bu tez çalışmasında, iPhone kamerasından okunan karekod içinde bulunan konumun enlem boylam bilgileri alınacaktır. Karekodlar bina içerisine birçok noktaya yerleştirilecektir. Yerleştirilen karekodların içine bulunduğu yere göre enlem ve boylam bilgileri yüklenecek, yüklenen enlem boylam bilgilerini iPhone üzerinden kamera yardımıyla uygulama okuduktan sonra kullanıcının başlangıç noktasını karekod içindeki bilgiler olarak alacak ve uygulama yönlendirme işlemine bu şekilde başlayacaktır.

### **3.2. Yöntem**

Bu başlık altında, tez çalışmasında yapılacak olan adımlar anlatılacaktır. Yapılacak çalışmanın sistem mimarisi Şekil 3.14'te gösterilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gereken materyaller sağlanmıştır. Uygulamada ilk olarak Xcode üzerinde iPhone simülatorü kullanılarak adımsayar, iki koordinat arasındaki mesafe ölçümleri, iki koordinat arasındaki açı hesabı, adım mesafelerinin hesaplanması ve en kısa yol bulma işlemleri yapılacaktır. Daha sonra Artırılmış gerçeklik kütüphaneleri kullanılarak uygulamanın anlık kamera görüntüsü ile birleştirilmesi yapılacaktır. Son olarak beacon cihazlarının bina içerisine yerleştirilmesi yapıp cihazlar ile konum doğrulama algoritması geliştirilecektir.



Şekil 3.14. Sistem mimarisi

### 3.2.1. Yönlendirme adımlarının gerçekleştirilmesi

Konum tabanlı sistemler (Location Based Services), Mobil cihazlar sayesinde, kişinin konumunun bulunabildiği ve bulunan bu konumun kullanılarak kişinin bulunduğu konuma göre oluşabilecek gereksinimlere yanıt verebilen sistemlerdir (Gartner vd., 2003). Konum Tabanlı sistemlerin kullanımı için hazırlanmış uygulamalar, temel metin şeklinde bilgilendirmelerden, ayrıntılı şekilde konum bilgilerinin belirlenebileceği karmaşık uygulamalara çeşitlerine kadar büyük bir yelpazeye sahiptir (Raper, 2007).

Konum tabanlı sistemler için yapılan uygulamalarda, haritalandırma ya da cisimlerin belirtilmesi bir mecburiyet olmasa da kullanıcının rahat anlayabilmesi, daha çok kullanıcının dikkatini çekebilmesi için kullanılmaktadır. Konum tabanlı sistemler en çok yönlendirme yani navigasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Navigasyon uygulamaları kullanıcıyı bulunduğu başlangıç noktasından, belirtmiş olduğu bir hedef noktaya sesli ve metinsel uyarılar ve bilgilendirmelerle yönlendirilmesini sağlayan uygulamalardır. Günümüzde özellikle araç navigasyon sistemleri oldukça

yüksek bir oranda kullanılmaktadır. Fakat yaya navigasyon işlemleri araç navigasyon işlemlerine göre farklılıklar göstermektedir. Kullanıcının yönlendirme işleminde mesafe uyarı kavramları, yönlenmesi için belirlenen yollar farklı sınıflandırmalara göre yapılmaktadır (Millonig ve Schechtner, 2007).

Navigasyon sistemleri kullanıcının bilinmeyen bir ortamda hareketlerini çözmeye çalışır. Navigasyon sistemleri, kullanım yeri ayırt edilmeksizin, bazı gereksinimlere ihtiyaç duymaktadır. Bunlar;

- Uygulamanın başlarken olması gereken başlangıç konumu
- Uygulamayı kullanan kişinin anlık olarak değişen bulunduğu konum
- Yönlendirme işlemleri
- Uygulamanın yönlendirme sonrası varacağı hedef konumu
- Uygulamada gidilecek yolun hesaplamaları
- Uygulama kullanılırken izlenecek yöntem ya da yöntemler (Nissen vd., 2003)

Navigasyon sistemlerinin çalışabilmesi, doğruluğunun yüksek olması için gereken en önemli temel bileşeni veridir. Veriler sayesinde yol haritaları, yönlendirmeler ortaya çıkmaktadır. Ülkelerin birçoğunda her gün yeni yollar, yeni köprüler yapılmaktadır. Yapılan bu değişikliklerin geometrik yapılarının navigasyon sistemine güncellemesinin yapılmaması durumunda yanlış bilgilendirmeler artacak, kullanımı azalacaktır. Bundan dolayı navigasyon sistemlerinin veritabanının çok iyi tasarlanması sürekli güncellemelerinin yapılması gerekmektedir.

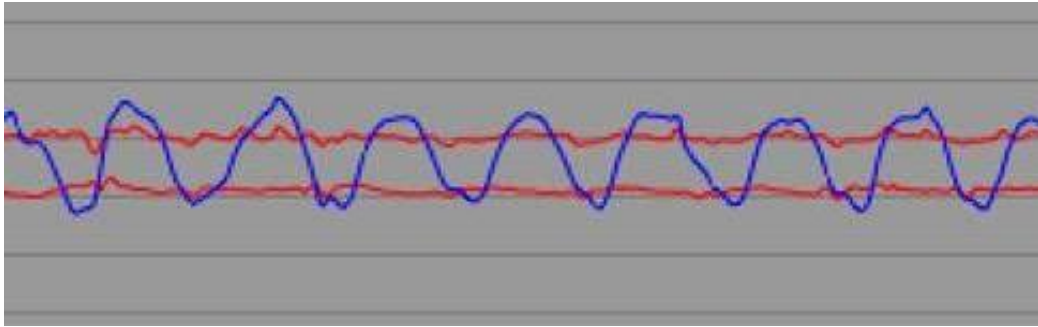
Navigasyon sistemlerinin çalışması için kullanıcının uydu ile sinyal iletişiminin olması gerekmektedir. Bu da kapalı alanlar ya da birbirlerine yakın olan binalar arasında problemlere yol açmaktadır. Araştırmalara göre kişi hayatının sadece %4.5 lik bir süresinde açık alanlarda olmakta geri kalan zamanında ise kapalı alanlarda olmaktadır (Chon ve Cha, 2011). Bu tip durumlarda ise navigasyon sisteminin GPS kullanımı kişiyi kısıtlamaktadır. GPS kullanımının olmadığı kapalı alan navigasyon sistemlerine kişileri yönlendirmektedir.

Kapalı alan navigasyon işlemi için bu tez çalışmasında artırılmış gerçeklik ortamında adımsayar algoritması kullanarak, beacon bluetooth cihazlarından konum

doğrulaması yapılmıştır. Yapılan adımsayar ile adım sayısı tespiti yapıldıktan sonra adımların uzunluğu kişilere göre hesaplanmıştır. Hesaplanan uzunluk değeri gidilecek hedef noktaya olan uzunluğun hesaplamasından çıkartılarak noktaya ulaşması sağlanmıştır. Ulaşım işleminde dönüş noktalarına beacon cihazları yerleştirilerek adımsayarın hata yapma ihtimali durumunda uzaklık verisinin güncellenmesi sağlanmıştır. Aşağıda tez çalışmasında yönlendirme işlemi için yapılan adımlar sırasıyla ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

### 3.2.1.1. Kullanılan algoritma ile adımsayar yapımı

İvmeölçerden gelen X, Y ve Z eksenlerinin verilerinden Z ekseninin verisi yürüyen bir kişi için gerekli olan değişimleri göstermektedir. Şekil 3.15'te bir kullanıcının yürürken akıllı telefon üzerindeki X, Y, Z eksenlerinin değişimleri görülmektedir.

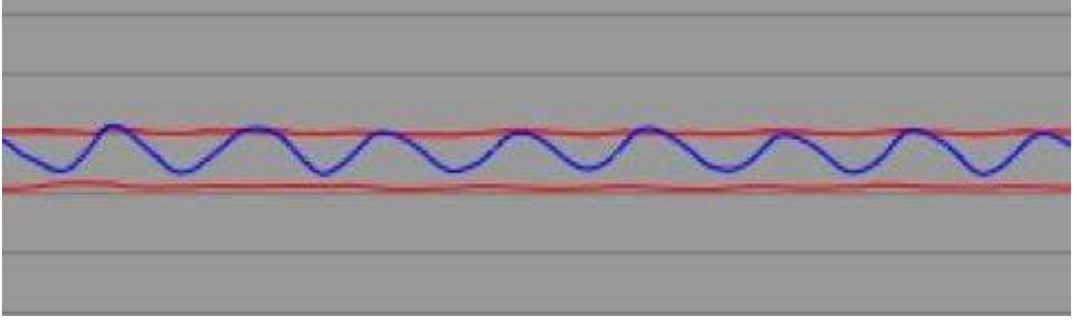


Şekil 3.15. İvmeölçerden okunan değişiklik yapılmamış veri

İvmeölçer verilerine lowpass filtresi uygulanarak daha anlaşılır veriler haline getirilmiştir. Denklem 3.1, ivmeölçer verisine uygulanan lowpass filtresinin formülünü göstermektedir.  $gnc_{dt}$ , güncellenen ivmeölçer verisinin yeni hali, Sd yumuşatma değeri, dt ise filtrelenecek verilerin setidir. Şekil 3.16'daki Lowpass filtresi uygulanmış olan ivmeölçer verileri gösterilmektedir. Filtre uygulanan şekil incelendiğinde sürekli aynı frekanslarda gelmekte olan X ve Y eksenlerinin verilerinin düzleştirildiği Z eksenin yani adımsayar için kullanılacak verinin daha anlaşılır hale geldiği görülmektedir.

$$gnc_{dt} = Sd * dk_{dt} + (1 - Sd) * (gnc_{dt-1}) \quad (3.1)$$

Şekil 3.16 incelendiğinde adım işleminin gerçekleştiği kısımlar kendini tekrar etmektedirler. Kendini tekrar eden kısımlar grafiğin üst noktasının düşüşe yani azalmaya başladığı an olarak belirlenmiştir. Belirlenen noktalar ile kullanıcı adımları karşılaştırıldığında birbirleri ile tutarlılık söz konusudur.



Şekil 3.16. Lowpass filtresi uygulanmış olan ivmeölçer verisi

Atılan adımların, kullanıcının akıllı telefonu fazladan hareket ettirmesinden dolayı fazla çıkmaması için arka arkaya atılacak iki adım arasındaki sürenin 0.4 saniyeden daha kısa bir sürede olmaması gerektiğine karar verilmiştir. Daha kısa bir sürede yeni bir adım geldiğinde geliştirilen uygulama bu adımı saymamaktadır. Adım tespiti için gelen frekans üzerindeki değerin bulunduğu zaman aralığındaki en yüksek değer olması üzerine algoritma oluşturulmuştur. Uygulamada kullanılacak olan adım tespit işlemi için gerekli algoritma şekil 3.17’de gösterilmektedir.

```
1 Dongu(gelen_frekans)
2   {
3       sure.Baslat;
4       Eğer (sure > 0.4s)
5           {
6               Eğer (fr(pnt) - fr(pnt-1) > 0 ve fr(pnt+1) - fr(pnt) < 0)
7                   {
8                       adimsayac = adimsayac + 1;
9                   }
10          }
11  }
```

Şekil 3.17. Adımsayardan adım tespiti algoritması

Frekans üzerinden atılan adımların yerleri şekil 3.18 üzerine eklenmiştir. Gelen frekans üzerinde belirli süre aralığında atılan adım sayıları gerçek adım sayısı ile büyük ölçüde aynı olmaktadır.



Şekil 3.18. İvmeölçer verisinin adım tespitleri kısmı

### 3.2.1.2. Apple firmasının sunduğu adımsayarın uygulamaya eklenmesi

2 Haziran 2014 tarihinde Apple firmasının mobil cihazları için sunduğu iOS 8.0 güncellemesiyle birçok özellik yenilenmiştir. Yapılan yeniliklerin bir tanesi de sağlık kiti uygulaması olmuştur. Bu uygulamanın kullanılabilmesi için iPhone üzerinde m7 ya da m8 işlemci olması gerekmektedir. Sağlık kitinde yer alan bir özellik te firmanın işlemci sayesinde kullanıcıya adım sayar sunmasıdır. Bu adımsayar kullanımında geliştirici ivmeölçer verileri ile bir işlem yapmamaktadır. Apple firmasının geliştiricilere sunduğu kısım hareket tespiti olarak belirtilmiştir.

Adımsayar'ın yapılabilmesi için gereken sınıf CMPedometer sınıfıdır. Bu sınıf üzerinden gelen veriler içinden adım sayısını kullanabilmek mümkündür. CMPedometer sınıfını kullanarak adım sayısı ölçmek için uygulamaya CoreMotion Kütüphanesi eklenmek zorundadır.

Uygulamaya eklenen yeni adımsayar ile kullanıcı istediği bir adımsayar hesaplama yöntemini seçebilir. Kullanıcı bir adımsayar seçeneğini seçmezse uygulama otomatik olarak ivmeölçer verileri kullanarak geliştirilmiş olan adımsayarı kullanacaktır. Şekil 3.19'da uygulamadaki adımsayar seçim ekranı gösterilmektedir.

Adımsayar kullanımını, ivmeölçer üzerinden gelen frekansla ya da iPhone 5s' in işlemcisinin sunmuş olduğu Apple firmasının hazır olarak verdiği adımsayar metodunu kullanarak yapabilirsiniz.

#### Adımsayar Tipi

İvmeölçer ile	5s işlemcisi ile
---------------	------------------

[Kaydet](#)

Şekil 3.19. Adımsayar seçim ekranı

### 3.2.1.3. Statik olarak adım uzunluğu hesaplama

Kullanılan adımsayar uygulamalarından gelen adım sayılarını kullanıcının gittiği mesafe ile eşleştirebilmek için uygulamayı kullanan kişinin adım uzunluğunun hesaplanması gerekmektedir. Adım uzunluğu hesaplama yöntemi statik hesaplama ve dinamik hesaplama olarak ikiye ayrılmaktadır. Denklem 3.2 statik adım uzunluğu hesaplamasının genel formülüdür.

$$distanceDy = PH * variableK \quad (3.2)$$

$$distanceW = PH * 0.415 \quad (3.3)$$

$$distanceL = PH * 0.413 \quad (3.4)$$

Denklem 3.2’de geçen PH degeri kullanıcının boy bilgisidir. variableK değeri de adım uzunluğu hesaplanacak kişinin cinsiyetine göre değişmektedir. Denklem 3.3 erkek kullanıcılar için adım uzunluğu hesaplama formülüdür. Denklem 3.4 ise bayan kullanıcılar için adım uzunluğu hesaplama formülüdür.

Hesaplanan uzaklık uygulamanın yönlendirme ekranında gösterilmektedir. Kullanıcı uygulamada statik ya da dinamik adım hesaplama yöntemlerinden birini kullanacağını seçebilmektedir. Şekil 3.20’de kullanıcının adım uzunluğu seçimi, cinsiyet belirlemesi ve boy bilgisi girmesi için kullanılacak uygulama ekranı gösterilmektedir.

Carrier 9:04 PM

Anasayfa

Adım uzunluğu hesaplamasında statik hesaplama yöntemi seecekseniz, Kullanıcı Boyu bilgisini ve Cinsiyet Seçimini yapmalısınız.

Adım uzunluğu hesaplama

Statik Hesapla Scarlet Yöntemi

Kullanıcının Boyu

Cinsiyet Seçimi

Erkek Bayan

Kaydet

Şekil 3.20. Uzunluk, cinsiyet, kullanıcı boy bilgileri seçim ekranı

#### 3.2.1.4. Scarlet yaklaşımı ile adım uzunluğu hesaplama

Kullanıcının adım uzunluğunu hesaplariken kullanabileceği diğer yöntem de dinamik hesaplama olarak belirlenmiştir.(Pratama vd., 2012) çalışmalarında birden fazla birbirinden farklı dinamik adım uzunluğu hesaplama yöntemlerini incelemişlerdir. Statik adım hesaplama yönteminin farklı kullanıcıların farklı adım tipleri olabileceğinden ve aynı kişinin farklı zamandan farklı yürüme durumları olabileceğinden dinamik bir adım uzunluğu hesaplama yöntemi de uygulamaya eklenmiştir (Scarlet, 2005). Denklem 3.5'te kullanılan dinamik adım uzunluğu hesaplama formülü gösterilmiştir.

$$StepLen = k * \frac{\sum_{k=1}^N |f_k|}{N} \frac{f_{min}}{f_{max} - f_{min}} \quad (3.5)$$

k, girilen sabit değer, favg anlık ortalama ivmeölçer değeri, fmin ve fmax ta anlık en büyük ve en küçük ivmeölçer değerleridir. Bu uygulamada k değeri 0.81 alınmıştır (Pratama vd., 2012). Bu tez çalışmasında adım hesabı ekranında kullanıcı dinamik ya da statik hesaplama işlemini seçebilmektedir.

#### 3.2.1.5. İki koordinat noktası arasında mesafe hesaplama

Yönlendirme işlemlerinde JSON dosyasından alınan konum bilgileri kullanılarak iki nokta arasında mesafe hesaplanmıştır. JSON dosyasından alınan veriler ilk koordinat noktası için enlem\_1 ve boylam\_1 olarak alınmıştır. JSON dosyasından alınan arasındaki mesafenin bulunacağı ikinci koordinat noktasının da değerleri enlem\_2 ve boylam\_2 olarak belirlenmiştir. Denklem 3.6'da görüldüğü üzere iki konumun enlem bilgileri ile boylam bilgilerinin karelerinin farkı aradaki mesafeye vermektedir.

$$Uzaklık = \sqrt{(enlem_1 - enlem_2)^2 + (boylam_1 - boylam_2)^2} \quad (3.6)$$

Yönlendirme işleminde gidilecek olan uzaklık bilgisi her iki nokta arasındaki uzaklığın bilgilerinin toplamı şeklindedir.

### 3.2.1.6. İki koordinat noktası arasında açı hesaplama

Yönlendirme işlemlerinde JSON dosyasında bulunan konum bilgileri kullanılarak hesaplanan iki nokta arasındaki mesafeye ek olarak, iki nokta arasındaki açının da hesaplanması gerekmektedir. Kullanıcı uygulamayı kullanırken iki konum arasındaki yönlendirme durumuna göre hangi tarafa gitmesi gerektiği bilgisi uygulama tarafından bulunmuştur. Aşağıdaki denklemlerde kullanılan  $enlem1$  ve  $boylam1$  değerleri başlangıç konumunun koordinat noktalarıdır.  $enlem2$  ve  $boylam2$  değerleri de hedef konumunun koordinat noktalarıdır. Denklem 3.7’de açı hesaplamasında kullanılacak olan iki enlem değerinin farkı hesaplanmaktadır. Denklem 3.8’de arctan fonksiyonu için gereken  $y$  değerinin hesaplanması gösterilmektedir. Denklem 3.9’da arctan fonksiyonu için  $x$  değerinin hesaplamasını göstermektedir. Denklem 3.10’da arctan fonksiyonunun  $x$  ve  $y$  değerleri ile birlikte hesaplamasını belirtmektedir. Çıkan sonuç iki nokta arasındaki açı hesaplaması işlemini yapmaktadır.

$$b = boylam2 - boylam1 \quad (3.7)$$

$$y = \sin(boylam2 - boylam1) * \cos(enlem2) \quad (3.8)$$

$$x = \cos(enlem1) * \sin(enlem2) - \sin(enlem1) * \cos(enlem2) * \cos(b) \quad (3.9)$$

$$açı = \arctan(y/x) \quad (3.10)$$

İki koordinat noktası arasında açı hesaplanması kullanıcının gitmek istediği hedef noktasına kadar arada olan bütün düğümler için ayrı ayrı hesaplanır. Örneğin Kullanıcı A noktası, hedef konum D noktası olsun. A noktasından D noktasına gidebilmek için kullanıcının sırasıyla B ve C noktalarına uğraması gereksin. Böyle bir durumda Açı ve Mesafe hesaplama işlemi sırasıyla gerçekleştirilmektedir.

### 3.2.1.7. En kısa yolun hesaplanması

Kapalı alan navigasyon uygulaması için Süleyman Demirel Üniversitesi’nde bilgisayar mühendisliği, kimya mühendisliği ve jeoloji mühendisliği odalarının yer



E8-Stairs ve Comp. Eng. Entrance sıralaması şeklindedir. Uygulama ilk olarak E8-Lab ile E8-Stairs in koordinat bilgilerine bakarak kullanıcının gideceği yönü ve mesafeyi bularak E8-Stairs e ulaştırır. E8-Stairs noktasına ulaşan kullanıcı bu kez uygulama ile E8-Stairs noktasından Comp. Eng. Entrance noktasına mesafe ve yön bilgisiyle birlikte yönlendirilir.

Bu tez çalışmasında belirlenmiş bina içerisindeki bölümlerin önemli kısımlarının koordinat bilgileri JSON dosyasında tutulmuştur. Şekil 3.22’de JSON dosyasının bir kısmı gösterilmektedir.

```
"id": "0",
"isim": "E8_AMFi2",
"baglanti": "1",
"mesafe": "2",
"konum": [
  {
    "x": 37.839258,
    "y": 30.525643
  }
],
{
  "id": "1",
  "isim": "E8_Merdivenler",
  "baglanti": "0,2",
  "mesafe": "2",
  "konum": [
    {
      "x": 37.830193,
      "y": 30.525397
    }
  ]
},
{
  "id": "2",
  "isim": "B_Giris",
  "baglanti": "1,3",
  "mesafe": "2",
  "konum": [
    {
      "x": 37.830111,
      "y": 30.525390
    }
  ]
},
```

Şekil 3.22. Düğüm noktalarının olduğu JSON dosyasının bir kısmı

JSON dosyasında herbir nokta ile ilgili şu bilgiler yer almaktadır;

- Konumun enlem bilgisi
- Konumun boylam bilgisi
- Konumun komşu olduğu noktaların bilgisi

- Konumun noktalar ile arasındaki ağırlıklarının bilgisi

Tez çalışmasında geliştirilen uygulama üzerinde en kısa yolun belirlenmesi ve belirlenen yol üzerinin çizilmesi işlemi Şekil 3.23'te gösterilmektedir. Hedef yolun belirlenmesi ve en kısa yolun bulunması sırasında kişi gideceği yeri uygulama üzerinden seçer ve hesapla butonuna bastığında en kısa yol bilgileri liste olarak kaydedilmekte aynı zamanda belirlenen başlangıç ve hedef noktalarına göre yol arası kalın bir şekilde çizilmektedir.



Şekil 3.23. En kısa yol belirleme ekranı

### 3.2.1.8. Karekod kullanılarak konum bilgisinin alınması

Tez çalışmasında navigasyon işlemi için gerekli olan başlangıç konum bilgileri için bilgisayar mühendisliği, kimya mühendisliği ve jeoloji mühendisliğine şekil 3.24'teki gibi karekodlar duvarlara yapıştırılmıştır.



Şekil 3.24. Karekodların belirli yerlere yerleştirilmesi

Karekod oluşturma işlemi [www.goqr.me](http://www.goqr.me) internet sayfası üzerinden yapılmıştır. Oluşturulmuş olan karekod bilgileri veri şeklinde şekill 3.25'te gösterilmiştir. Bu bilgileri karekod üzerinden kamerayla okuyarak alan iPhone akıllı telefonu bilgileri başlangıç konumu olarak belirlemekte ve hedef noktaya göre yönlendirme işlemine başlamaktadır. Şekil 3.26'da uygulama üzerinde karekod okuma ekranı gösterilmiştir.

```
enlem = 37.829986  
boylam = 30.525036  
Yer = İbrahim Arda Çankaya'nın Odası
```



Şekil 3.25. Konum bilgilerine göre karekodun oluşturulması

Karekodun okunması ile uygulamaya alınan veriler şunlardır;

- Bulunulan noktanın enlem noktası
- Bulunulan noktanın boylam noktası
- Bulunulan noktanın adı

Karekoddan alınan bilgiler JSON dosyasındaki verilerle karşılaştırılarak, eşleşen verinin komşulukları hesaplanmış ve dijkstra için başlangıç noktası ayarlanmıştır.



Şekil 3.26. Uygulama ile karekod bilgisinin okunması

### 3.2.2. Artırılmış gerçekliğin uygulamaya eklenmesi

Artırılmış gerçekliğin kullanılması ile kullanıcı telefonu yürüdüğü yere doğru dik şekilde tuttuğunda hem gittiği yolu görmesi sağlanmakta, hem de yürüdüğü yer etrafında verilen ek bilgiler varsa onu ekranından görebilmektedir.

Artırılmış gerçekliğin yapılabilmesi için ilk olarak artırılmış gerçeklik kütüphanesi uygulamaya eklenmiştir. Uygulamaya eklenen artırılmış gerçeklik kütüphanesi kullanılarak yönlenme işleminin yapılacağı ekran için oluşturulan sınıfın içerisine gereken metotlar çağırılmış ve kamera görüntüsünün uygulama tarafından alınması sağlanmıştır.

Artırılmış gerçeklik için kullanılacak yönlendirme ekranına üzerine bir ok şekli resmi eklenmiştir. Kodlama kısmında bu ok resminin, kullanıcının gitmesi planlanan noktaya olan dönüş miktarı, koordinat noktaları arasındaki açı hesaplamalarına göre yapılmıştır.

Ok resminin hesaplamalara göre dönmesi tamamlandıktan sonra uygulamaya, kullanıcının gideceği noktaya olan uzaklığını gösterecek bir mesafe bilgisi metni eklenmiştir. Bu mesafe bilgisi kullanıcının bulunduğu herhangi bir düğüm noktasından, gideceği komşu düğüm noktasına olan uzaklığının hesaplanması sonucundaki bilgiyi göstermektedir. Mesafe bilgisi kullanıcı yürüdükçe adımsayar verilerini alıp adım uzunluğuna göre uzunluk değerine çevirip düğümler arasındaki mesafeden çıkartılmıştır. Böylece mesafe bilgisi metninde anlık olarak, sürekli güncellenen kalan mesafe bilgisi gösterilmiştir. Şekil 3.27’de uygulamanın tamamlanmış yönlendirme ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.27. Uygulama yönlendirme ekranı

### 3.2.3. Beacon cihazı ile doğrulama işlemlerinin yapılması

Bu tez çalışmasında yönlendirmede kullanılacak konum doğrulama işlemi için estimote firmasının beacon bluetooth cihazı kullanılmıştır. Kullanılan beacon cihazları şekil 3.28’de gösterilmektedir.



Şekil 3.28. Estimote beacon cihazları

Yönlendirme ile gidilmekte olan hedef düğüm noktasına ulaşıp ulaşılmadığının bilgisi sadece adımsayar verisine göre yapılmamış aynı zamanda beacon cihazından gelen doğrulama bilgisi kullanılmıştır. Uygulamada yer alan noktalara beacon cihazları yerleştirilmiştir (Şekil 3.29).

Estimote firmasının sunduğu beacon cihazının kullanan kütüphanesi kullanıcıya akıllı telefonun beacon cihazına olan uzaklık bilgisini vermektedir. Yönlendirme sırasındaki düğüm noktalarına yerleştirilen beacon cihazlarından doğrulama işlemi için telefonun düğüm noktasına olan uzaklığına göre noktaya varışı kontrol edilmiştir.



Şekil 3.29. Düğüm noktalarındaki beacon cihazları

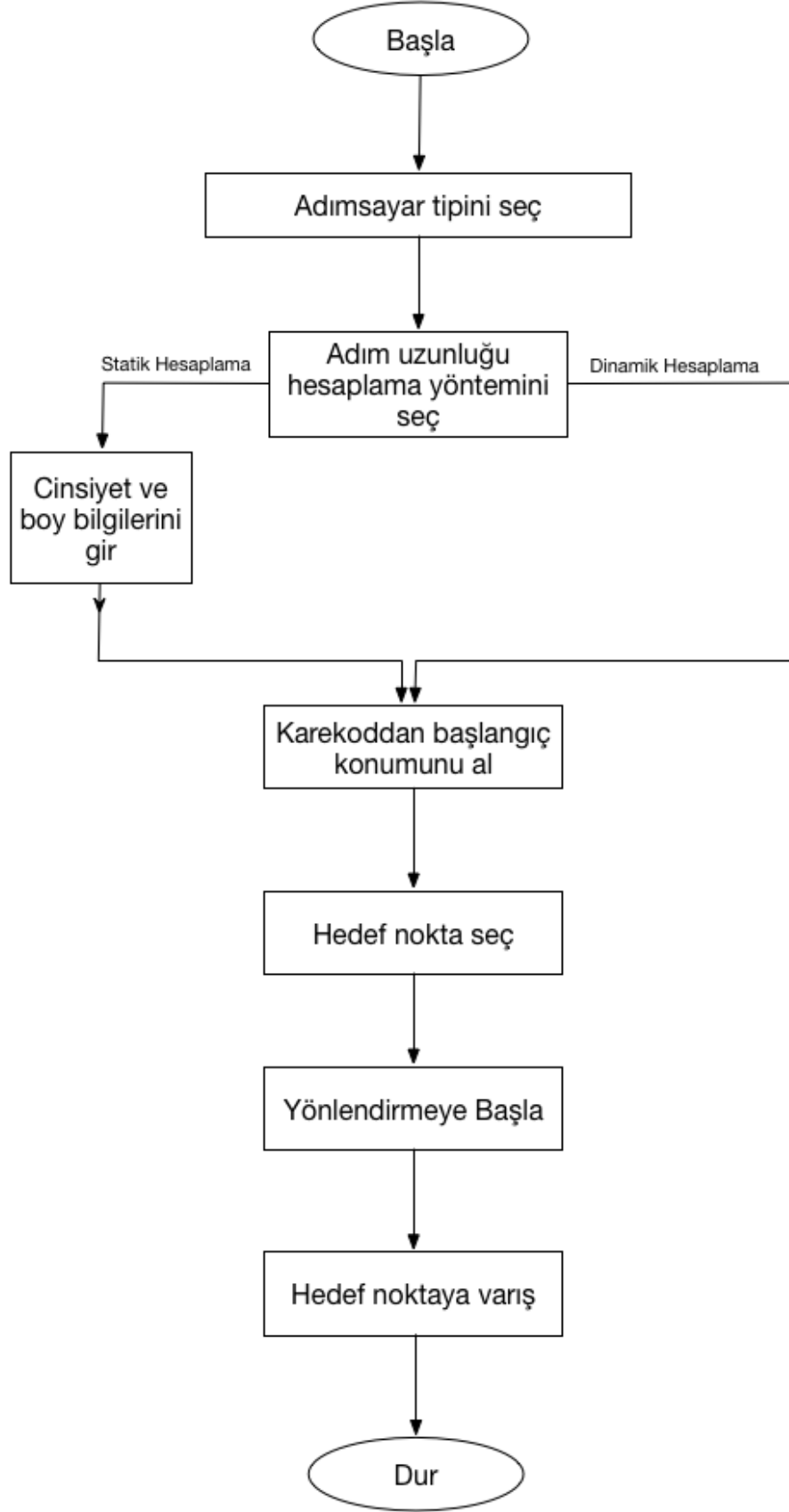
Yerleştirilen beacon cihazlarının major ve minor kimlik bilgileri JSON dosyasında yer alan düğümlerin koordinat bilgilerine eklenmiştir. Böylelikle düğüm noktasına yaklaşan kullanıcı sadece düğüm noktasında yer alan beacon cihazının sinyalinin kontrol etmiştir. Bu kontrol sayesinde uygulamada, kullanıcının kendisine yakın bir düğüm noktasında yer alabilecek başka bir beacon cihazının sinyaliyle işlem yapması önlenmiştir. Düğüm noktasına yaklaşan kullanıcının düğüm noktasına olan uzaklığı kontrol edilmesinin yanında beacon cihazından near bilgisi gelmesiyle birlikte doğrulama yapılmaya başlanmıştır. Kullanıcı fazla adım atmış görünüyorsa fakat sinyal alım gücü near olmamışsa, uygulama bir sonraki düğüm noktasını hedef almamaktadır. Beacon cihazından near mesajı geldiğinde ise düğüm noktasına gelinildiği bilgisi uygulama tarafından alınmış ve yeni başlangıç noktası varılan düğüm noktası, hedef nokta ise bir sonraki düğüm noktası olarak değiştirilmiştir. Şekil 3.30'da beacon doğrulaması için geliştirilen yazılımın kaba kodu gösterilmektedir.

```
1 Dongu (hedef.uzaklık)
2 {
3     Eğer (hedef.uzaklık < 10)
4     {
5         hedefteKullanilanBeaconSec();
6         hedefSinyal = secilenBeacon;
7         Eğer (hedefSinyal < 5)
8         {
9             baslangicKonum = hedefKonum;
10            hedefKonum = yeniHedefKonum;
11        }
12    }
13 }
14 }
```

Şekil 3.30. Düğüm noktalarındaki beacon cihazları

Uygulamanın kodlama kısmında beacon kütüphanesi kullanılarak yazılacak metotlar için beaconDogrulama sınıfı oluşturulmuştur. Bu sınıfta öncelikle beacon kütüphaneleri çağırılmış ve beacon sinyallerini alabilmesi için gerekli startRangingBeaconsInRegion metodu oluşturulmuştur. Bulunan beaconlar ile konum doğrulaması yapılabilmesi için JSON dosyasında oluşturulmuş koordinat, isim ve ağırlık bilgilerine ek olarak beacon major ve minor bilgileri eklenmiştir. Bu major ve minor bilgileri beaconDogrulama sınıfında dogrulama metotunda kullanılmıştır. Hedef olarak gidilen konum ile ilişkilendirilmiş olan beacon cihazının bilgileri alındıktan sonra beacon sinyal kontrolü yapılmış ve near mesajı alındığında başlangıç ve hedef noktaları yeniden güncellenmiştir.

Yukarıda anlatılan tüm işlemler Şekil 3.31’de akış diyagramı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.31. Uygulamanın genel olarak çalışması ile ilgili akış diyagramı

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışmasında uygulanan adımlar sırasında kullanılan yöntemlerin testlerinden, başarı oranlarından bahsedilmiştir.

### 4.1. Adımsayar Doğruluk Kontrolleri

Bu tez çalışmasında yönlendirme işleminde mesafe hesaplama işlemi için adımsayarlar kullanılmıştır. Adımsayarlardan bir tanesi geliştirilen algoritma ile oluşturulmuş adımsayar, diğeri ise Apple firmasının işlemcisinin sunduğu hazır adımsayardır. Bu iki adımsayar ile farklı kişiler kullanılarak testler yapılmış ve aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

#### 4.1.1. Geliştirilen algoritma ile adımsayar kontrolü

Bu tez çalışmasında geliştirilen algoritma ile yapılan adım ölçümleri iPhone üzerinde bütünleşik bulunan ivmeölçerin Z ekseninin verileri dikkate alınarak yapılmıştır. Geliştirilmiş olan algoritma ile 10 farklı kişi üzerinde yapılan adım testlerinin sonucu Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. 10 farklı kişinin geliştirilen adımsayar kullanımı sonuçları

Kişi	Cinsiyet	Gerçek Adım Sayısı	Geliştirilen algoritma sonucu adımsayar	Başarı Oranı
1. Kişi	Erkek	100	102	%98
2. Kişi	Erkek	100	91	%91
3. Kişi	Erkek	100	95	%95
4. Kişi	Erkek	100	99	%99
5. Kişi	Erkek	100	99	%99
6. Kişi	Bayan	100	106	%94
7. Kişi	Bayan	100	101	%99
8. Kişi	Bayan	100	96	%94
9. Kişi	Bayan	100	99	%91
10. Kişi	Bayan	100	96	%94

Yapılan testler, geliştirilen adımsayar uygulamasının %95.4 gibi bir oranla adımları bulunduğunu göstermiştir. Cinsiyetlere göre değerlendirildiğinde ise erkeklerin başarı oranı %96.4 , bayanların ise %94.4 olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.1.2. Apple firmasının sunduğu adımsayar kontrolü

Bu tez çalışmasında kullanılan adımsayarlardan biri de Apple firmasının iOS 8 sürümünden itibaren geliştiricilere sunduğu hazır adımsayar bileşenidir. Bu sürümden itibaren kullanıcının sadece adım tespiti değil aynı zamanda bisiklete binme, koşma gibi aktiviteleri de tespit edilebilmektedir. Çizelge 4.2’de 10 farklı kişi ile yapılan adımsayar doğruluk testleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. 10 farklı kişinin Apple adımsayar kullanımı sonuçları

Kişi	Cinsiyet	Gerçek Adım Sayısı	Apple adımsayar kütüphanesi kullanımı sonucu adımsayar sonuçları	Başarı Oranı
1. Kişi	Erkek	100	99	%99
2. Kişi	Erkek	100	94	%94
3. Kişi	Erkek	100	97	%97
4. Kişi	Erkek	100	98	%98
5. Kişi	Erkek	100	100	%100
6. Kişi	Bayan	100	101	%99
7. Kişi	Bayan	100	99	%99
8. Kişi	Bayan	100	97	%97
9. Kişi	Bayan	100	91	%91
10. Kişi	Bayan	100	94	%94

Çizelge 4.3’teki sonuçlar incelendiğinde başarı oranının %97 olduğu görülmektedir. Firma başarılı bir biçimde geliştirdiği adımsayar sayesinde doğruluk payı yüksek şekilde bir sonuç verebilmektedir. Geliştirilen adımsayarın Apple firmasının sunduğu adımsayar kütüphanesine göre güçlü yanı uygulamanın gecikme yaşamadan adım sayma işlemine başlamasıdır. Apple, sunduğu adımsayar kütüphanesinde çalışmasını 2-3 saniye gecikmeli başlatmaktadır.

## 4.2. Adım Uzunluğu Hesaplama İşlemlerinin Doğrulukları

Yönlendirme işlemi sırasında telefon üzerinden alınan adım bilgisi sürekli olarak mesafeye çevrilmiş ve hedef noktaya olan uzaklık güncellenmiştir.

Bu tez çalışmasında adımsayar üzerinden gelen adım sayısına göre uzunluk hesaplamak için kullanıcının tercih edebileceği iki farklı adım uzunluğu hesaplaması yapılmıştır. Bu adım uzunluğu hesaplama yöntemlerinin sonuçları aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

### 4.2.1. Statik adım uzunluğu hesaplama testleri

Statik adım hesaplama yöntemi, erkek ve bayan kullanıcılara göre farklı formüller içerir. Bu formüller kullanılarak 5 farklı erkek ve 5 farklı kadında adım uzunlukları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanıcı boyları da sonuçları etkilemektedir. Çizelge 4.3'te 500 metre mesafede erkeklere yönelik adım uzunlukları sonuçları, Çizelge 4.4'te 500 metre mesafede bayanlara yönelik adım uzunlukları sonuçları gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. 5 erkeğin adım uzunluk sonuçları

Kişi	Boy(cm)	Hesaplanan Adım Uzunluğu	Beklenen Adım sayısı	Atılan Adım Sayısı
1. Kişi	183	75.945	65.83	67.25
2. Kişi	175	72.625	68.84	70.50
3. Kişi	177	73.455	68.06	66.00
4. Kişi	190	78.85	63.41	61.75
5. Kişi	184	76.36	65.47	69.50

Çizelge 4.4. 5 bayanın adım uzunluk sonuçları

Kişi	Boy(cm)	Hesaplanan Adım Uzunluğu	Beklenen Adım sayısı	Atılan Adım Sayısı
1. Kişi	165	68.145	73.37	75.25
2. Kişi	162	66.906	74.73	77.00

3. Kişi	167	68.971	72.49	73.50
4. Kişi	170	70.21	71.41	73.75
5. Kişi	169	69.797	71.63	73.50

Statik uzunluk hesaplama formüllerinde gösterildiği gibi kullanıcılardan farklı cinsiyetlerde ve aynı boylarda olması durumlarında erkek kullanıcıların adım uzunlukları daha fazla çıkmaktadır. Testlerin sonuçları incelendiğinde erkeklerin adım uzunluğu başarı oranı genel olarak %96.7 olmuştur. Bayanların test sonuçlarına bakıldığında ise genel adım uzunluğu başarı oranı %97.4'tür. Test sonuçları incelendiğinde, adım uzunluğu hesaplamada kullanılan, cinsiyete göre değişen sabit çarpım değerlerinin (0.415, 0.413) bayanlardaki sabit daha doğru sonuçlar vermiştir. Fakat uygulamada uzunluklar iki düğüm arası hesaplanacağından, iki düğüm arası mesafeler de maksimum 50 metre olarak belirlendiğinden, hata oranlarının sonuçlarını çok fazla etkilememiş, dolayısıyla formüllerde herhangi değişiklik yapılmamıştır.

#### 4.2.2. Dinamik adım uzunluğu hesaplama testleri

Dinamik adım uzunluğu hesaplama işlemi statik hesaplamadan daha iyi sonuçlar vermiştir. Sonuçlar statik test sonuçları ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. 5 kişinin dinamik ve statik adım uzunluğu karşılaştırmaları

Kişi	Boy(cm)	Adım Sayısı	Statik Adım Uzunluğu(m)	Dinamik Adım Uzunluğu
1. Kişi	183	100	75.94	75.62
2. Kişi	175	100	72.62	77.60
3. Kişi	177	100	73.45	75.45
4. Kişi	190	100	78.85	79.00
5. Kişi	184	100	76.36	78.54

Çizelge 4.5'teki statik hesaplamalar erkek kullanıcılar için yapılmıştır. Test yapılan toplam uzunluk 78 metredir. Yapılan testlerde, kullanıcı boy bilgisinin dinamik adım

uzunluğu hesaplamasında bir etkisi yoktur. Testler incelendiğinde, statik adım uzunluğu hesaplamasında hata oranı daha yüksek çıkmıştır.

### 4.3. Koordinatlar Arası Açı Hesaplama Doğruluk Testleri

Koordinatlar arasındaki açının hesaplanması, kullanıcının bir düğüm noktasından diğerine göre hangi tarafta olduğu ve hangi açıyla gitmesi gerektiğini belirlemiştir. İki koordinat noktası arasındaki açının belirlenmesi ilgili formüllerle yapılmıştır. Çizelge 4.6'da, 10 farklı başlangıç ve hedef noktası arasındaki açı değerleri gösterilmektedir. Hedefe yönlenme açısına dönüldüğünde kuş bakışı olarak karşı hedef noktanın görülüp görülmediği bilgisi test sonuçlarına eklenmiştir.

Çizelge 4.6. Noktalar arası açı hesaplamaları kontrolü

Başlangıç Enlem Noktası	Hedef Enlem Noktası	Hedef Enlem Noktası	Hedef Boylam Noktası	Dönme Kontrolü
37.829973	30.525294	37.829973	30.525145	Doğru
37.829973	30.525145	30.525018	30.525018	Doğru
37.829982	30.525018	37.830019	30.525018	Doğru
37.830019	30.525018	37.830025	30.524960	Doğru
37.830025	30.524960	37.830062	30.524964	Yanlış
37.830062	30.524964	37.830060	30.525084	Doğru
37.830060	30.525084	37.830056	30.525179	Doğru
37.830047	30.525357	37.829888	30.525353	Yanlış
37.829888	30.525353	37.829824	30.525651	Doğru
37.830247	30.525647	37.830177	30.525371	Doğru

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, yapılan testler incelendiğinde kuş uçuşu olacak şekilde uzaklık kontrollerinde 10 açı hesaplama işleminden 8 tanesi doğru sonuç vermiştir. Hatalı çıkan 2 ölçümün bir sebebi konumun etrafında manyetik alanların olabileceğidir.

#### 4.4. Dijkstra Algoritması Doğruluk Testleri

Uygulamada en kısa yol tespiti için dijkstra algoritması kullanılmıştır. Algoritmada gerekli olan düğümlerin her biri hedef nokta olarak kaydedilmiş, bağlantılardaki ağırlık değeri olarak ise aradaki uzaklıklar girilmiştir. Dijkstra algoritması, düğümler arasında negatif bir ağırlık olduğunda hata vermektedir. Uygulamadaki düğümler arasındaki uzaklıklar negatif olmadığı için hata ile karşılaşılmamıştır.

#### 4.5. Beacon Doğrulama Testleri

Bu tez çalışmasında yönlendirme işlemlerinde düğümler arası geçişlerde konum doğrulaması yapılmıştır. Konum doğrulama beacon cihazlarıyla gerçekleştirilmiştir. 10 farklı noktaya konulan beacon cihazları ile kullanıcının hedef noktaya varıp varmaması test edilmiştir. Çizelge 4.7’de beacon doğrulama testleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Beacon doğrulama testleri

Beacon	Hedef Nokta Adı	Doğrulama Bilgisi
Beacon 1	İbrahim Arda Çankaya Oda	Tamam
Beacon 2	Bölüm Başkanlığı Oda	Tamam
Beacon 3	Arif Koyun Oda	Tamam
Beacon 4	Şadi Fuat Çankaya Oda	Tamam
Beacon 5	Kimya Sekreterlik	Tamam
Beacon 6	E8 – Amfi 2	Tamam
Beacon 7	Çıkış	Tamam
Beacon 8	Jeoloji Mühendisliği Giriş	Tamam
Beacon 9	Bilgisayar Mühendisliği Giriş	Tamam
Beacon 10	Bilgisayar Mühendisliği Depo	Gecikti

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi beaconların doğrulaması kullanıcının hedef noktada olmasını %90 oranla doğrulayabilmektedir. Test sonuçlarına bakıldığında, doğrulama sırasında hedef noktaya gelme pozisyonunun önemli bir etken olduğu gözlemlenmiştir. Şöyle ki, kullanıcının geliş yönüyle beacon cihazı birbirini arada bir engel olmadan görebiliyorsa sinyal alma kalitesi düşmemektedir.. Fakat kullanıcının

hedef noktaya gelirken beacon cihazı ile kullanıcı arasında bir ya da birden fazla engel(duvar, obje, sinyal kesiciler) kalıyorsa sinyal almada gecikme yaşanabilmektedir. Böyle bir durumda da doğrulama işlemi gecikme yaşamıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, artırılmış gerçeklik kullanılarak iOS platformunda çalışan kapalı alan navigasyon sistemi, beacon bluetooth cihazlarının konum doğrulaması ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada ek bir cihaza gerek duyulmadan, GPS kullanımı olmayan, sadece mobil telefon üzerindeki sensörler ve entegre donanımlar aracılığıyla kullanıcı yönlendirme işlemleri yapılmıştır. Geliştirilen adımsayar, kullanıcının yönlendirme sırasında anlık konum değişiminin hesaplanabilmesinde kullanılmıştır. Kullanıcıyı haritadan bağımsız bir şekilde yönlendirme yapabilmek amacıyla artırılmış gerçeklikten faydalanılmıştır. Kullanıcı telefon kamerası sayesinde ekran üzerinden hem yolu görebilmiş hem de ekran üzerindeki yönlendirme bilgileri ile gideceği noktaya başarıyla ulaşmıştır. Kullanıcının hedefine ulaşmasında farklı yol alternatifleri olabileceğinden bu yollardan en kısasının seçilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, en kısa yol probleminin çözümünde Dijkstra algoritması kullanılmıştır. Kullanıcı gideceği konuma ilerlerken, yönünü pusula yardımı ile bulmaktadır.

Çalışmada geliştirilen konum doğrulama hesaplaması, ortaya çıkan mesafe sorunlarını ve açılmal hataları azaltmıştır. Beacon cihazları sayesinde yönlendirme aşamasında gerekli olan konum bulma başarısı artmıştır. Çalışmada, Apple marka iPhone 5s model akıllı telefon kullanılmıştır. Konum doğrulama işlemlerinde kütüphane desteğinin iyi olmasından dolayı Estimote firmasının beacon cihazları tercih edilmiştir.

Gelişmekte olan teknolojiler sonucu Apple firması, yeni çıkardığı telefonlar içerisindeki donanımlarını sürekli değiştirmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmayı yeni nesil iPhone mobil telefonlar üzerinde geliştirmekle daha iyi sonuçlar elde edilebilecektir. Çalışmada kullanılan beacon cihazlarının sinyal alma sıklıklarının az olması ve kullanıcının gereğinden hızlı şekilde dönüm noktalarına gitmesi beacon sinyallerinin geç algılanmasına sebebiyet vermiştir. Sinyal sıklıkları artırılarak bu aksaklık önlenmiştir. Doğrulama işlemlerini daha iyi yapabilmek için telefon olarak yeni nesil iPhone modelleri denenebilir, farklı firmaların geliştirdikleri beacon cihazları ile çalışılabilir.

## KAYNAKLAR

- Aislelabs, 2015. The Hitchhikers Guide to iBeacon Hardware: A Comprehensive Report by Aislelabs. Erişim Tarihi: 10.04.2015. <http://www.aislelabs.com/reports/beacon-guide/>
- Apple, 2010. Why Objective-C. Erişim Tarihi: 22.04.2015. [https://developer.apple.com/library/ios/documentation/Cocoa/Conceptual/OOP\\_ObjC/Articles/ooWhy.html](https://developer.apple.com/library/ios/documentation/Cocoa/Conceptual/OOP_ObjC/Articles/ooWhy.html)
- Apple, 2014. About The iOS Technologies. Erişim Tarihi: 01.05.2015. <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/miscellaneous/conceptual/iphoneostechoverview>
- Apple, 2015. iPhone 5s. Erişim Tarihi: 10.04.2015. <http://www.apple.com/tr/iphone-5s/specs/>
- Ascher, C., Kessler, C., Wankerl, M., Trommer, G. F., 2010. Dual IMU Indoor Navigation with particle filter based map-matching on a smartphone, In Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), International Conference on IEEE, 15-17 September 2010, Zürich, 1-5.
- Bacinoglu, B. T., Ozelik, F. M., Uysal-Biyikoglu, E., 2014. Advertisement scheduling in Bluetooth low energy devices, In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), International Conference on IEEE, 23-25 Nisan 2014, 1575-1578.
- Bırakoğlu, Ş. İ., 2011, iOS Programlamaya Giriş. KODLAB Yayınları, 208s, İstanbul.
- Chawathe, S. S., 2009. Low-latency indoor localization using bluetooth beacons. In Intelligent Transportation Systems, ITSC'09, 12th International IEEE Conference on IEEE, 3-7 October 2009, St. Louis, Missouri, 1-7.
- Chon, J., Cha, H., 2011. Lifemap: A smartphone-based context provider for location-based services, Pervasive Computing, IEEE, 10(2), 58-67.
- Consolvo, S., McDonald, D. W., Toscos, T., Chen, M. Y., Froehlich, J., Harrison, B., Klasnja, P., LaMarca, A., LeGrand, L., Libby, R., Smith, I., Landay, J. A., 2008. Activity sensing in the wild: a field trial of ubifit garden. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 5-10 April 2008, Florence, 1797-1806.
- Constandache, I., Choudhury, R. R., Rhee, I., 2010. Compacc: Using mobile phone compasses and accelerometers for localization, IEEE INFOCOM, 15-19 March, San Diego, 1-9.
- Çinaz, B., Arnrich, B., 2014. Akıllı Telefonlar ile Kullanıcıların Yaşam Tarzı Parametrelerinin Tespiti. Akademik Bilişim, 5-7 Şubat 2014, Mersin, 243-249.

- Denso CO, 2009. Release of the QR code and subsequent efforts to spread its use. Erişim Tarihi: 03.03.2015 <http://www.qrcode.com/en/history/>
- Distler, J., 2013. Augmented Reality iOS Tutorial: Location Based. Erişim Tarihi: 01.04.2015. <http://www.raywenderlich.com/42266/augmented-reality-ios-tutorial-location-based>
- Ecma CO, 2013. JSON'a Giriş. Erişim Tarihi: 13.04.2015. <http://json.org/json-tr.html>
- Emilsson A., 2010. Indoor Navigation using an iPhone, Yüksek Lisans Tezi, Linköping Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği. İsveç. 49s.
- Estimote CO, 2015. Estimote beacon is a tiny computer. Erişim Tarihi: 13.04.2015. <http://estimote.com/api/getting-started/>
- Gartner G., Frank, A., Retscher G., 2003. Pedestrian navigation system for mixed indoor/outdoor environment, LBS and TeleCartography, 66, s.161-167.
- Gilski, P., Stefański, J., 2015. Survey of Radio Navigation Systems, International Journal of Electronics and Telecommunications, 61(1), 43-48.
- Honan, M., 2007. Apple Unveils iPhone. Erişim Tarihi: 10.04.2015. <http://www.macworld.com/article/1054769/iphone.html>
- Jimenez, A. R., Seco, F., Prieto, C., Guevara, J., 2009. A comparison of pedestrian dead-reckoning algorithms using a low-cost MEMS IMU, In Intelligent Signal Processing, WISP, IEEE International Symposium, 26-28 August 2009, Budapest, 37-42.
- Kannan, B., Meneguzzi, F., Dias, M. B., Sycara, K., 2013. Predictive indoor navigation using commercial smart-phones, In Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing, (ACM), 18-22 March 2013, Coimbra, 519-525.
- Kızılören, T., 2012. Objective-C. KODLAB Yayınları, 552s, İstanbul.
- Kim, J., Jun, H., 2008. Vision-based location positioning using augmented reality for indoor navigation, Consumer Electronics, IEEE Transactions on, 54(3), 954-962.
- Kolbe, T. H., 2004. Augmented videos and panoramas for pedestrian navigation, 2nd Symposium Location Based Services and TeleCartography, 28-29 January 2004, Wiew, 1-10.
- Köroğlu, O., 2010. En yaygın iletişim ortamı: Mobil iletişim ortamında içerik ve yayıncılık, Fatih Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,8(2), 55-86.

- Law, C. Y., So, W. W. S., 蘇永華, 2010. QR Codes in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 3(1), 85–100.
- LeMoyne, R., Mastroianni, T., Cozza, M., Coroian, C., Grundfest, W., 2010. Implementation of an iPhone for characterizing Parkinson’s disease tremor through a wireless accelerometer application, In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, August 31 - September 4 2010, Buenos Aires, 4954-4958.
- Link, J. B., Smith, P., Viol, N., Wehrle, K., 2011. Footpath: Accurate map-based indoor navigation using smartphones, In *Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), International Conference IEEE*, 21-23 September 2011, Guimaraes, 1-8.
- Liu, L., S. Zlatanova., 2011. A “door-to-door” Path-finding Approach for Indoor Navigation, *Proceedings Gi4DM: GeoInformation for Disaster Management*, 3-8 May 2011, Antalya, 1-6.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F., 1995. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum, *Telematics and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292.
- Millonig, A., Schechtner, K., 2007. Developing landmark-based pedestrian-navigation systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 8(1), 43-49.
- Miluzzo E., Lane, N. D., Fodor, K., Peterson, R., Lu, H., Musolesi, M., Eisenman, S. B., Zheng, X., Campbell, A. T., 2008. Sensing meets Mobile Social Networks: The Design, Implementation, and Evaluation of the CenceMe Application. *Proc. 6th ACM SenSys*, 5-7 November 2008, Raleigh, 337–50.
- Namiot, D., 2015. On Indoor Positioning, *International Journal of Open Information Technologies*, 3(3), 23-26.
- Naqvi, N. Z., Kumar, A., Chauhan, A., Sahni, K., 2012. Step Counting Using Smartphone-Based Accelerometer, *International Journal on Computer Science and Engineering*, 4(5), 675-681.
- Nissen, F., Hvas, A., Swendsen, J. and Brodersen, L., 2003. Small-Display Cartography. *GiMoDig Scientific Report*, 66s.
- Pratama, A. R., Hidayat, R., 2012. Smartphone-based Pedestrian Dead Reckoning as an indoor positioning system. In *System Engineering and Technology (ICSET), 2012 International Conference on IEEE*, 11-12 September 2012, Bandung, 1-6.
- Qiu, P., Zhang, J., Zeng, J., 2012. Study on the mobile LBS development model, In *Computer Science & Service System (CSSS), 2012 International Conference on IEEE*, 11-13 August 2012, Nanjing, 1070-1074.

- Ramsden, A., 2008. The use of QR codes in education: A getting started guide for academics. Erişim Tarihi: 10.04.2015. <http://opus.bath.ac.uk/11408/>
- Raper, J., 2007. Design Constraints on Operational LBS, In Gartner G., Cartwright, W., Peterson, M. P. (Ed.), Location Based Services and TeleCartography (13,25). Springer, 605s, Berlin.
- Ravi, N., Shankar, P., Frankel, A., Elgammal, A., Iftode, L., 2006. Indoor localization using camera phones, In Mobile Computing Systems and Applications, WMCSA'06, 1-1 August 2005, Orcas Island, 1-7.
- Reitmayr, G., Schmalstieg, D., 2004. Collaborative augmented reality for outdoor navigation and information browsing, Location Based Services and TeleCartography, Wien, 53-62.
- Scarlet, J., 2005. Enhancing the Performance of Pedometers Using a Single Accelerometer, Analog Devices AN-900 Application Note, 41, 1-16.
- Selvi, H. Z., Bildirici, İ. Ö., Uluğtekin, N., 2013. Yaya Navigasyonu İçin Harita Tasarımı: Selçuk Üniversitesi Kampusu Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara, 1-10.
- Susi, M., Renaudin, V., Lachapelle, G., 2013. Motion mode recognition and step detection algorithms for mobile phone users, Sensors, 13(2), 1539-1562.
- Swobodzinski, M., Raubal, M., 2009. An indoor routing algorithm for the blind: development and comparison to a routing algorithm for the sighted, International Journal of Geographical Information Science, 23(10), 1315-1343.
- Takacs, G., Chandrasekhar, V., Gelfand, N., Xiong, Y., Chen, W. C., Bismpiagiannis, T., Grzeszczuk, R., Pulli, K., Girod, B., 2008. Outdoors Augmented Reality on Mobile Phone Using Loxel-based Visual Feature Organization, In Proceedings of the 1st ACM International Conference on Multimedia Information Retrieval, 26-31 October 2008, Vancouver, 427-434.
- Werner, M., Kessel, M., Marouane, C., 2011. Indoor positioning using smartphone camera, In Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), International Conference on IEEE, 21-23 September 2011, Guimaraes, 1-6.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İbrahim Arda ÇANKAYA

Doğum Yeri ve Yılı : Ürgüp, 1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ardacankaya@sdu.edu.tr



### Eğitim Durumu

Lise :Yalvaç Şehir Latif Keçeci Anadolu Öğretmen Lisesi, 2007

Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Bilgisayar Mühendisliği

### Mesleki Deneyim

SDÜ Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği 2012-.....(halen)

### Yayınları

Yigit T., Koyun A., Yuksel A.S., Cankaya I.A., Kose U., 2014. An Example Application of Artificial Intelligence Supported Blended Learning Education Program in Computer Engineering, Artificial Intelligence Applications in Distance Education.

Cankaya I.A., Yuksel A.S.,Koyun A., Yigit T., 2015. A Dynamic Content Generation Tool for OOP Course, International Journal of Computer Theory and Engineering, 7(1), 62-66.

Yuksel A. S., Cankaya I. A., Yuksel M. E., 2015.An Analysis of RDF Storage Models and Query Optimization Techniques, IJIEEB, vol.7, no.2, 20-26.

Küçükşille, E.U., Öztürk, N., Çankaya, İ.A., Yüksel,A.S., 2013. Test Güdümlü Yazılım Geliştirme Süreci Ve Kullanılan Çerçeveler, 7. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu, 25-28 Eylül 2013, İzmir. 1-7.

Yigit, T., Koyun, A., Yuksel, A. S., Cankaya, I. A. 2014. Evaluation of Blended Learning Approach in Computer Engineering Education. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 141, s 807-812.