



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAPALI ALANDA KONUM BELİRLEME SİSTEMİ**

**Hussein DOUGHANGI**

**Danışman  
Prof. Dr. Abdül Halim ZAIM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL - 2017**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Hussein DOUGHANGI tarafından hazırlanan " **Kapalı Alanda Konum Belirleme Sistemi** " adlı tez çalışması 08/02/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Abdül Halim ZALİM  
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi Yrd. Doç. Dr. Oğuzhan ÖZTAŞ  
İstanbul Üniversitesi

Jüri Üyesi Yrd. Doç. Dr. Muhammed Ali AYDIN  
İstanbul Üniversitesi



Onay Tarihi : 06-03-2017

Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK  
Enstitü Müdürü



## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

06/03/2017



**Hussein DOUGHANGI**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER.....	v
TABLolar.....	vi
SİMGE VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAPALI ALAN KONUMLANDIRMA TEKNOLOJİLERİ.....	3
2.1. WiFi Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi .....	3
2.1.1. Mevcut Wi-Fi tabanlı IPS örneği .....	4
2.2. RFID Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi.....	4
2.2.1. Mevcut RFID tabanlı IPS örneği .....	5
2.3. Bluetooth Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi .....	6
2.3.1. Bluetooth tabanlı IPS örneği.....	6
2.4. Femtocell Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi .....	6
2.5. UWB Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi .....	7
2.5.1. Mevcut UWB tabanlı IPS örneği .....	7
2.6. IPS Teknolojiler Arasında Özetleme .....	9
3. KAPALI ALAN KONUMLANDIRMA İLKELERİ VE TEKNİĞİ .....	10
3.1. Konumlandırma İlkeleri .....	10
3.1.1. Üç bölge .....	10
3.1.2. Üçgenleştirme .....	11
3.1.3. Faliyet alan analizi.....	11
3.1.4. Yakınlık .....	11
3.2. Mesafe Ölçme Teknikleri .....	12
3.2.1. Varış zamanı (TOA) .....	12
3.2.2. Varış zamanı farkı (TDOA) .....	12
3.2.3. Varış açısı (AOA) .....	13
3.2.4. Alınan sinyal gücü (RSS) .....	15
4. KONUMLANDIRMA ALGORİTMASI.....	16
4.1. WiFi Tabanlı IPS .....	16
4.2. Yöntemler .....	16
4.2.1. Hazırlık aşaması .....	17
4.2.2. Çevrimdışı aşaması .....	18
4.2.3. Çevrimiçi aşaması .....	21
4.2.4. K-En yakın komşu .....	22
4.2.4.1. K-en yakın komşu kullanmanın bazı avantajları .....	22
4.2.4.2. K-en yakın komşu kullanmanın bazı dezavantajları....	22
4.2.5. Akış Şeması .....	23
5. ANALİZLERİN SAFHALARI .....	24
5.1. Denemeleri Ekleme .....	24
5.2. Denemeleri Görüntüleme .....	26
5.3. Veri Girme GUI .....	27
5.4. Öklid Uzaklık Sorunu .....	29
6. VERİ ARAŞTIRMASI (KÜMELENMESİ) .....	30

6.1. Kümelenme Tanımı .....	30
6.2. K-Ortalama Esaslı Kümeleme .....	31
6.3. K-Ortalama Kümeleme Adımları .....	32
6.4. IPS de Kümeleme Uygulanması .....	32
6.4.1. Sonuçlar .....	36
6.4.2. Kümeleme Problemi .....	36
7. TEKNOLOJİLER .....	38
8. SONUÇLAR VE GELECEĞİMİZ .....	39
8.1. Sonuçlar .....	39
8.2. Geleceğimiz .....	39
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ .....	41



# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## KAPALI ALANDA KONUM BELİRLEME SİSTEMİ

Hussein DOUGHANGI

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdül Halim ZAIM

2017, 41 sayfa

Son yıllarda konumlandırma sistemlerinin talebi önemli ölçüde artmıştır. Bu nedenle, iç mekân ortamlarında konumlandırma alanlarına ilişkin çeşitli çalışmalar ve projeler özel olarak oluşturulmuştur. Bu tez, kapalı iç ortamlarda insanlar veya nesnelere için bir konumlandırma işlemi gerçekleştirmek adına uygulanan mevcut iç mekân konumlandırma teknolojileri ve teknikleri üzerine bir ankettir. Daha ayrıntılı olarak, bu makalede idealist Wi-Fi tabanlı konumlandırma sistemini bulmak için üç farklı senaryo test edilmiştir: İki erişim noktalı konumlandırma sistemi tabanlı Wi-Fi simülasyonu, üç erişim noktalı konumlandırma sistemi tabanlı Wi-Fi simülasyonu ve son olarak, hedefin hassas konum tahmini ile iyi bir öğrenme zamanını elde etmek için kümeleme algoritması uygulayarak büyük test alanlarında simüle edilmiş konumlandırma sistemi tabanlı Wi-Fi simülasyonunu içerir.

**Anahtar Kelimeler:** Kümeleme, kapalı konumlandırma, KNN, öklid uzaklığı, sinyal gücü (RSS), Wi-Fi.

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **INDOOR POSITIONING SYSTEM**

**Hussein DOUGHANGI**

**İstanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Computer Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Abdül Halim ZAİM**

**2017, 41 pages**

In the recent years, the demand of the positioning systems has been increased significantly. For this reason, various studies and projects related to positioning fields have been established specially in indoor environments. This dissertation is a survey of the existing indoor positioning technologies and techniques that have been implemented to achieve a positioning process for people or objects in indoor environments. In more details, three different scenarios have been tested in this paper is to find the idealist Wi-Fi based positioning system : Simulation of positioning system based Wi-Fi with two access points, Simulation of positioning system based Wi-Fi with three access points and finally, simulation of positioning system based Wi-Fi simulated in huge test area by applying clustering algorithm to achive a good excute time with precise location estimation of the target.

**Keywords:** Clustering, Euclidean distance, Indoor positioning, KNN, received signal strength (RSS), Wi-Fi.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Abdül Halim ZAİM'e teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde manevi yardımlarını gördüğüm tüm İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü personeline teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme, kız arkadaşına ve arkadaşım Abdülsamet Büyük 'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hussein DOUGHANGI

İstanbul, 2017



## ŞEKİLLER

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1. Ekahau konum belirleme sistemi .....	4
Şekil 2. Wherenet konum belirleme sistemi .....	5
Şekil 3. Ubisense konum belirleme sistemi .....	8
Şekil 4. Üç bölge .....	10
Şekil 5. Üçgenleştirme .....	11
Şekil 6. Varış zaman farkı .....	13
Şekil 7. Ağdaki anten konumu .....	14
Şekil 8. İşlem aşaması .....	17
Şekil 9. Referance noktaları .....	17
Şekil 10. Erişim noktaları'ndan RSS .....	18
Şekil 11. Referance noktaları 4 * 9 .....	19
Şekil 12. Kullanıcının gerçek ve tahmini yeri .....	22
Şekil 13. Simülasyon sisteminin ana sayfası .....	25
Şekil 14. Excel dosyası RSS için anlık görüntü .....	26
Şekil 15. Denemelerin sayısı .....	26
Şekil 16. Gerçek bir nokta için veri girişi örneği .....	27
Şekil 17. Kümeleme algoritması .....	31
Şekil 18. K-ortalama kümeleme algoritması .....	31
Şekil 19. K-ortalama kümeleme süreci .....	32
Şekil 20. Çevrimiçi kümeleme .....	33
Şekil 21. Kümeleme ile Konumlandırma .....	34
Şekil 22. Kümeleme olmadan konumlandırma .....	34
Şekil 23. Kümeleme boyutlarını ekleme .....	35
Şekil 24. Büyük veri işlemeyi etkinleştirin .....	36
Şekil 25. Sonuçlar .....	36
Şekil 26. Kümeleme problemi .....	37

## TABLULAR

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1. IPS teknolojilerin karşılaştırması .....	9
Tablo 2. Sinyal gücü (dBs).....	20
Tablo 3. Matris formunda alınan sinyal gücü.....	20
Tablo 4. Tahmini lokasyon ile gerçek lokasyon arasındaki karşılaştırmalar 2 AP .....	28
Tablo 5. Tahmini lokasyon ile gerçek lokasyon arasındaki karşılaştırmalar 3 AP .....	28
Tablo 6. Kümeleşmede büyük ve büyük olmayan veriler arasındaki karışıklık.....	35



## SİMGELER VE KISALTMALAR

IPS	Indoor Positioning System
GPS	Global Positioning System
AP	Access Point
RSS	Received Signal Strength
TOA	Time Of Arrival
TDOA	Time Difference Of Arrival
AOA	Angle Of Arrival
Wi-Fi	Wireless Fidelity
RFID	Radio Frequency Identifications
UWB	Ultra Wide Band
KNN	K nearest Neighbor
$\varphi$	Signal transmit delay
$\omega$	Periodically received signal
$\alpha$	Signal Arrival time
$\beta$	Signal Arrival time
$\delta$	Signal Arrival time

# 1. GİRİŞ

Günümüzde, Konumlandırma Sistemleri, yer belirleme ve izleme yöntemleri için insanlık tarafından yaygın olarak kullanılan sistem olan bir GPS (küresel yer belirleme sistemi) gibi yöntemler yer saptama ve izleme metodları içinde önemli bir rol oynamaktadır. Uydu ve radio sinyallerinin kapalı ortamlardan dışarı açılan duvarlara nüfus etme yeteneği çok verimli olmadığından dolayı, GPS sistemlerinin genelde dış ortamlarda kullanılması daha etkilidir. Kapalı Konumlandırma Sistemleri, kapalı ortamlarda yer belirleme ve izleme için kullanılan çeşitli uygulamaları vardır. Konumlandırma sistemi büyük binalar, evler, kampüsler, hastaneler, okullar, alışveriş merkezleri gibi kapalı ortamlarda faydalı bir sistem olarak kabul edilir ve diğer büyük karmaşık kapalı yapılarda bize en doğru sonuç verme konusunda yardımcı olur. Konumlandırılmış Sistemlerin hastanelerde hastaların takibi, büyük inşaat sahalarında işçilerin takibi, değerli eşyaların çalınmasını önleme takibi ve itfaiye ekiplerinin yangın söndürme faaliyetlerinde can kaybını önlemek konusunda tedbir alma takibi gibi birçok uygulamaları vardır. Kapalı Konumlandırılmış Sistem yer belirleme sistemi için pek çok teknoloji ile kullanılma altyapısı hazırlanmış ve entegre edilmiştir. WiFi, Bluetooth, Femtocell ve hücre tabanlı sistem gibi bina içi mevcut alt yapıda kullanılmayan teknolojiler, sistem için mevcut ekipman olarak kullanılan teknolojilerdir. Diğer yandan, bağımsız bina sistemi ile tam entegre sistem oluşturması gereken RFID (radyo frekansı ile tanımlama), UWB (Sailor gibi ilave malzemeler grup), kızılötesi (IR).

Başarılı bir konumlandırma sistemi oluşturmak için bazı referanslar maliyet, doğruluk ve kesinlik, ölçeklenebilirlik, kapsama alanı ve sınırlamalar hesaplanıp iyi belirlenmelidir. Farklı boyutlar, para, zaman, alan gibi referanslar sistemi etkileyecektir. Binaya bağımlı WiFi teknolojisine entegre edilmiş Kapalı konumlandırma sistemi maliyet açısından mükemmel olarak kabul edilmektedir. Çünkü RFID gibi teknolojilerin kurulumu için herhangi bir alet ve donanımları satın almak, uygulamak ve kalitesinin korunarak sisteme entegre etmek, sistem kurulumu için uzun bir zaman ve maliyet gerektirmektedir.

Kapalı Konumlandırılmış Sistem, gerçek zamanlı ortamlarda çalıştığından hassasiyeti yüksek bir verimle performans vermelidir. Bu durumun sağlanması doğruluk testiyle sağlanır. Doğruluk nedir, nasıl belirlenir. Doğruluk sistem için düşünülen veya uygulanmak istenen yer bildirim ve takip sisteminin doğru bir giriş yapılması sonucunda yüksek hassasiyet ile başarılı veri alınması ve yer konum belirlenmesinin birçok program analizleri yapıp sonuçlarının aynı çıkması sonucunda sağlanır. Sistemden istenen sonuçların birçok deneme yapılmak suretiyle aynı sonuçların alınmasıyla doğruluk sağlanmış olur ve sistemin kapalı ortamlardaki performans etkisini yükselterek bize doğru bir sonuç verme garantisini sağlamış olur. Bu durum kurulan veya programlanan sistemin çalıştığı konusunda fikir verir. Doğruluk bu açıdan sistemin iyi performans vermesi, sistemden doğru bilgi edinme konusunda çok önemlidir. Örneğin, kapalı konumlandırma sistemi için belirlenen nesne veya kişinin mesafesi denemeler sonucunda 20 cm olarak %95 hassasiyetle belirlenmesi. Bu durumda %95 oranında sistem bize doğru cevap vermiştir.

Kapalı Konumlandırılmış Sistem aynı zamanda birden fazla komut girerek istenilen sayıda yer bildirim yapma yeteneğine sahiptir. Aynı zaman dilimi içinde birden fazla insanın konumları belirlenebilir ve istenilen sonuçlar aynı anda alınabilir. Çok fonksiyonlu sistem çalışmalarına entegre edilmiştir. Farklı mekân ve boyutlarda lokasyonlar da sistem çalışır, aynı işlev büyük veya küçük yapılarda farklılık göstermez. Sonuç farklı boyut ve yapılar için aynıdır. Kapalı Konumlandırılmış Sistemlerde WiFi teknolojisi diğer Bluetooth gibi teknolojilere göre frekans yayma, veri aktarma daha hızlı ve etkili olduğundan dolayı kullanımı yaygın ve tercih edilmektedir. Bu sistemin belli limit değerleri de çalışmama durumu da vardır. Sinyal kesici alet ve cihazların kullanıldığı o kapalı ortamlarda sistem çalışmaz ve istenilen bilgiler alınamaz.

Bu gibi durumlarda sistem veri gönderemeyeceğinden dolayı yer bildirim ve takip durum bilgisi edinilemez.

## 2. KAPALI ALAN KONUMLANDIRMA TEKNOLOJİLERİ

Yeni teknolojilerin çeşitliliği, aynı dosyada ya da başka birinde her birinden daha fazla avantaj elde etmek için yeni çözümler ve yeni fikirler keşfetmeye ve yaratmaya yardımcı olmuştur. Örneğin, 2.5 GHz ve 5 GHz radyo bantlarını kullanarak kablosuz LAN (WLAN) içindeki elektronik cihazlar ve Wi-Fi modem arasındaki bağlantıyı sağlayan WIFI teknolojisi. WLAN'a sahip olan binalarda konumlandırma işlemi için mevcut Wi-Fi sinyallerine dayalı bir konumlandırma sistemi oluşturabiliriz. Kapalı konumlandırma teknolojisi farklı kriterlere göre tahsis edilir; (Radyo Frekansı (RF), manyetik, Ultra ses, Vizyon temelli vb.) Ekstra bir donanıma veya kendi kendine yetenlere ihtiyaç duyarsınız. Sensörlerin türü (Erişim Noktaları, Kızılötesi, Kamera, Ses, Ultra geniş bant, vb.). Her teknoloji için daha detaylı bilgi aşağıda açıklanacaktır.

### 2.1. WiFi Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi

Kablosuz Yerel Alan Ağı, kablolar yerine yüksek frekanslı radyo dalgaları üzerinden farklı cihaz türlerini (dizüstü bilgisayar, mobil cihaz vb.) bağlar. Cihazlar, IEEE 802 WLAN adaptörü ile donatılmıştır. Dahası, WLAN teknolojisi tüm binada, hastanelerde, alışveriş merkezlerinde ve benzer yapılarda yaygınlaşmıştır.

Çok popüler ve yaygın olarak kullanılan WLAN teknoloji kampüsler, binalar, hastaneler, müzeler ve benzeri çeşitli yerlerde uygulanmıştır. Aynı zamanda, WLAN teknoloji cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, tabletler ve televizyonlar gibi elektronik cihazların her türü ile entegre edilmiş ve işleyen bir sistem haline getirilmiştir. WiFi tabanlı Kapalı Konumlandırma Sistemi, konumlandırma için alınan Sinyal Gücü Göstergesi (RSSI) temelini kullanarak verici WLAN sinyallerini tekrar kullanır.

WiFi sinyalleri duvarlara ve insan vücuduna nüfuz edebilir. Verici ve alıcı arasında görüş hattına (NLOS) ihtiyaç yoktur, bu nedenle bu sistemin doğruluğu kapalı ortamlara (engeller, duvarlar, mobilyalar vb.), binaların içindeki erişim noktalarının sayısına ve kapsama alanına göre geçerlidir ve uygundur.

İç mekân eşya hareketi, yeni duvar inşa etme veya engellerin yerini değiştirme gibi faaliyetler ile meydana gelen ortamdaki çeşitli yeni değişiklikler yüzünden parmak izi haritasını yeniden oluşturulması gerekir.

### 2.1.1. Mevcut WiFi tabanlı IPS örneği

Ekahau Konumlandırma Sistemi; Sistem, konumlandırma işlemi için WiFi sinyallerini tekrar kullanır. Sistem, iç mekân konumlandırma sistemi için ucuz ve karmaşık olmayan, piyasada bulunan bir yazılımdır. Sistem üç ayrı parçadan oluşur; Etiketleri ve konumlandırma motorundan (yazılım aracı) alınan RF (Radyo Frekansı) sinyallerinin alınan sinyal gücünü ölçen erişim noktaları, hedefe bağlı olan konumlandırma işlemi için ölçülen tarihi işleyen bir konumlandırma motoru dizüstü bilgisayar, PDA ve benzerlerinden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Ekahau IPS

### 2.2. RFID Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi

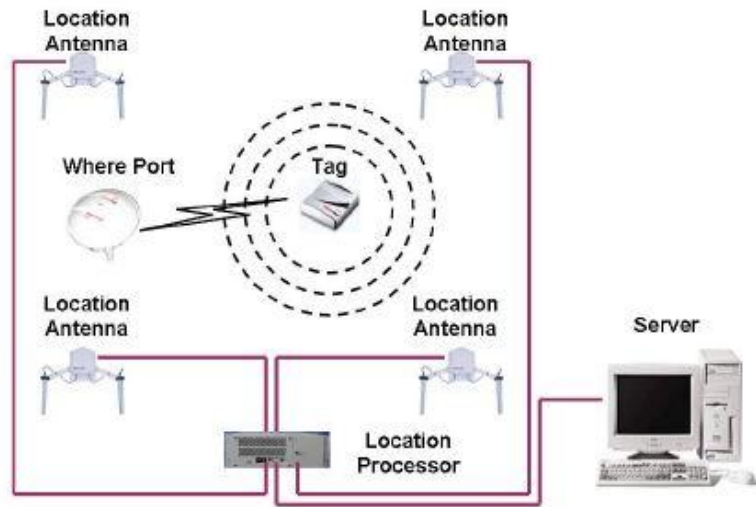
RFID tabanlı IPS, vericinin (Kişi - nesne) kimliğini kablosuz olarak gönderen hedef konumunu bulmak için radyo dalgasını kullanır. Sistem genel olarak iki ana bileşenden oluşur;

Bu izlenen hedefe bağı bir verici olarak düşünölen etiket ve iletilen radyo dalgası sinyalinini alan ve konumlandırma işlemini gerçekleştiren alıcı olarak sistem bileşenleri oluşturularak İç mekân Konumlandırma Sistemi altyapısı oluşturulur. İki çeşit etiket vardır; ucuz, küçük ve kısa kapsama alanına sahip Pasif olan ve pahalı, kapsama alanı daha yüksek olan ve alıcı verici olarak çalışan aktif etiket.

Bu sistemin avantajı radyo dalgası, malzeme olmayan cisimlerin duvarına nüfuz edebilir ve verici ile alıcı arasında görme hattına (N-LOS) ihtiyaç duymaz. RFID tabanlı kapalı konumlandırma sisteminin dezavantajları, diğör sistemlere entegre olması kolay değildir ve küçük kapsama alanına sahiptir.

### 2.2.1. RFID tabanlı IPS örneği

WhereNet konumlandırma sistemi, RFID tabanlı konumlandırma sistemi konumlandırma için farklı varış zamanını (DTOA) kullanır. Sistem aygıtlar, nesnelor, kişiler vb. gibi izlenen hedefe bağılanan etiketlerden oluşur. Konum anteni, tavandaki farklı konumlara monte edilen ve etiketlerden gelen sinyallerini alan ve veri olarak konum işlemine ileten aygıttır. Konum işlemcisi, hesaplanan konumu sunucuya gönderir; veriyi kaydeder ve onu gerçek zamanlı izleme servislerinde kullanır.



Şekil 2. WhereNet konum belirleme sistemi



### **2.3. Bluetooth Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi**

Bluetooth cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, PDA, tablet ve benzeri gibi çeşitli cihazlara yerleştirilen yaygın bir teknolojidir. Bluetooth 'un toplam brüt bit hızı, WLAN 'a kıyasla daha düşük (1 Mbps) ve yaklaşık 10 cm'den 10 metreye kadar etkili WLAN a göre mesafede etkili değildir. Buna ek olarak, Bluetooth düşük maliyetli bir cihaz ve düşük güç ile çalışan ekipmandır.

Hiçbir görüş hattı (N-LOS) yoktur. Bluetooth tabanlı IPS 'nin dezavantajları, sistemin doğruluğunun yaklaşık 2 m ila 3 m arasında olduğu ve 20 saniye gecikmesi, Bluetooth tabanlı IPS karmaşık ortamlarda verimsiz çalışıyor olmasıdır.

#### **2.3.1. Bluetooth tabanlı IPS örneği**

İç mekân konumlandırmada Bluetooth kullanan son ortaya çıkan teknoloji Apple 'ın iBeacon aygıtıdır. Apple, tüm iPhone akıllı telefonlara ve iOS cihazlarına konum tabanlı bilgi ve hizmetleri sağlamak için iBeacon teknolojisine Bluetooth düşük enerjili (BLE) kablosuz teknolojiyi sunmaktadır. Bluetooth Düşük Enerji teknolojisi, düşük güç tüketimi nedeniyle pillerin aylarca kullanımını sağlar.

iBeacon, bir işletim sistemi veya bir uygulama tarafından alınan evrensel olarak benzersiz bir tanımlayıcı gönderir. Alınan tanımlayıcı, cihazın yerini belirtmek için kullanılır.

### **2.4. Femtocell Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi**

Femtoceller düşük maliyetli ve düşük güç bazlı istasyonlar (BS), sınırlı sayıda kullanıcı ile küçük kapalı ortamlarda radyo kapsama alanı aralığını genişletmek için çalışmaktadır. Femtocell teknolojisi, müşteriye daha iyi hizmet sunmak için daha fazla kapsama alanı ve hizmet kalitesi (QoS) iyileştirmeleri sağlamak için kullanılır. Mobil aygıtların bir femtocell ağı içindeki konumunu bulmak için başarılı üçgenleştirme sağlamak için bilinen lokasyonlarda en az üç femtocell aygıtı bulunmalıdır.

Mobil cihaz ve femtocell baz istasyonu arasındaki mesafe, sinyal prorogasyon kaybını (Yol kaybı) veya bir sinyalin bir noktadan diğerine iletilmesi için geçen süreyi hesaplayarak tahmin edilir. Mobil cihazların konumu, mobil cihazda femtocell cihazlarının gruplarından RSSI (Received Signal Strength Indictor) hesaplanarak tahmin edilebilir.

## **2.5. Ultra Geniş Bant (UWB) Tabanlı Kapalı Alan Konumlandırma Sistemi**

UWB, 500 MHz 'den daha fazla bant genişliğine sahip olduğu için düşük güç ve kısa mesafeli frekans bantlarının geniş bir yelpazesıyla büyük miktarda veriyi ileten kablosuz bir teknolojidir. Ayrıca, UWB 'de darbelerin süresi kısadır (1 ns'den az). Yansıyan sinyalin orijinalinden süzülmesini mümkün kılar ve böylece yüksek hassasiyetli bir sistem garanti eder. UWB sisteminin avantajları etkili bir şekilde duvarlara nüfuz eder ve engellerden geçer, herhangi bir mevcut RF sinyalinden izole edilir ve herhangi bir parazitlenmeye neden olmaz (varsa). Sonunda, UWB tabanlı IPS çok yüksek hassasiyetli sistemdir.

Bu sistemin dezavantajı, yüksek maliyetli bir sistemdir ve sıvı ve metalik malzemeler parazite neden olur. Bu parazitlenme durumu sistemin doğru hassasiyetle çalışmasına engel olur.

### **2.5.1. Mevcut UWB tabanlı IPS örneği**

Ubisense; UWB'ye dayalı bir iç mekân konumlandırma sistemi sağlayan bir teknolojidir. Ubisense, varış fark zamanı (DTOA) ve varış açısı (AOA) tekniklerinden yararlanan yer tespit işlemi için üçgenleştirme tekniğini kullanır. Sistem genel olarak üç bileşenden oluşur. Bunlar; Sensörler, etiketler ve Ubisense yazılım platformu bileşenleridir. İzlenen etiketlerden iletilen sinyali teslim alan sensör bilinen bir yere sabitlenir. Ardından, alınan etiketlerin konum verileri, sensörlerden internet kabloları vasıtasıyla Ubisense yazılım platformuna iletilir ve etiketler yerini analiz eder ve görüntüler. UWB tabanlı Kapalı Konumlandırma Sistemi, diğer RF temelli konumlandırma sistemlerine kıyasla yaklaşık 15 cm yüksek doğruluklu çalışan bir sistemdir (Şekil 3.).



Şekil 3. Ubisense konum belirleme sistemi



## 2.6. IPS Teknolojileri Arasında Özetleme

<b>Teknoloji</b>	<b>Avantajlar</b>	<b>Dezavantajlar</b>
WLAN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alıcı ve vericilerin birbirini doğrudan görmesine gerek yok.</li><li>• Günümüzde tüm cihazların WLAN bağlantısına sahip olması nedeniyle herhangi bir ilave ekipmana gerek yok.</li><li>• Düşük maliyet.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çok katlı ve çok yoğun alanlarda performans düşüklüğü.</li><li>• Sinyal yansıması ve dinamik ağ yapısı sebebiyle değişken sinyal gücü..</li></ul>
RFID	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alıcı ve vericilerin birbirini doğrudan görmesine gerek yok.</li><li>• Sinyal her türlü katı materyalden geçebilir.</li><li>• Her türden ortamda çalışma imkanı.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diğer sistemlere entegrasyonu kolay değildir.</li><li>• Düşük kapsama alanı.</li><li>• Sinyal metal materyallerden geçemez.</li></ul>
BLUETOOTH	<ul style="list-style-type: none"><li>• Her türden bluetooth cihazın izlenebilmesi (cep telefonu, mp3 player, laptop)</li><li>• Değişken okuma mesafesi (1 m. civarı)</li><li>• Küçük ölçekli kurulumlar nispeten ucuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geniş ölçekli kurulumlarda maliyetli.</li><li>• Karmaşık ortamda verimli çalışmaz.</li></ul>
FEMTOCELL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alıcı ve vericilerin birbirini doğrudan görmesine gerek yok.</li><li>• Düşük maliyet.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çok katlı ve çok yoğun alanlarda performans düşüklüğü.</li><li>• Sinyal yansıması ve dinamik ağ yapısı sebebiyle değişken sinyal gücü.</li></ul>
WUB	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mevcut RF sinyaliyle herhangi bir etkileşime neden olmaz.</li><li>• Yüksek doğruluk sistemi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maliyeti yüksek.</li><li>• Metal malzemelerle etkileşim</li></ul>

Tablo 1. IPS teknolojilerin karşılaştırması

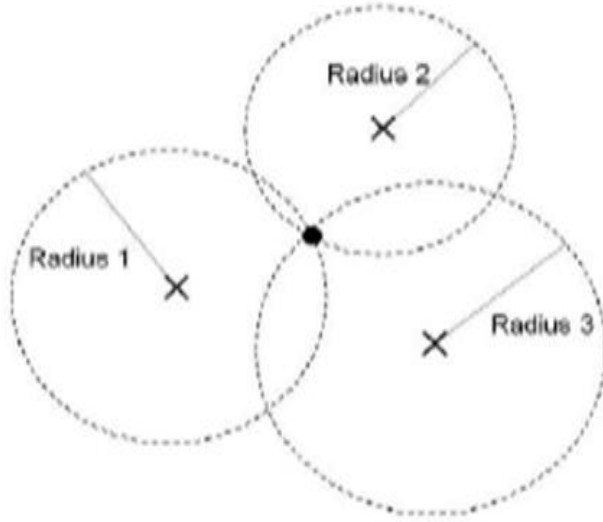
### 3. KAPALI ALAN KONUMLANDIRMA İLKELERİ VE TEKNİĞİ

#### 3.1. Konumlandırma İlkeleri

Bir konumlandırma sistemi oluşturmak için dört ana prensip kullanılır. İlki üç bölge, ikincisi üçgenleştirme, üçüncüsü ünite faaliyet alanı analizi ve ikincisi yakınlık ilkesidir. Sistem mimarisine bağlı olarak sırasıyla en hızlı ve mükemmel zaman ve konuma sahip konumlandırma yöntemi sağlanmaktadır.

##### 3.1.1. Üç bölge

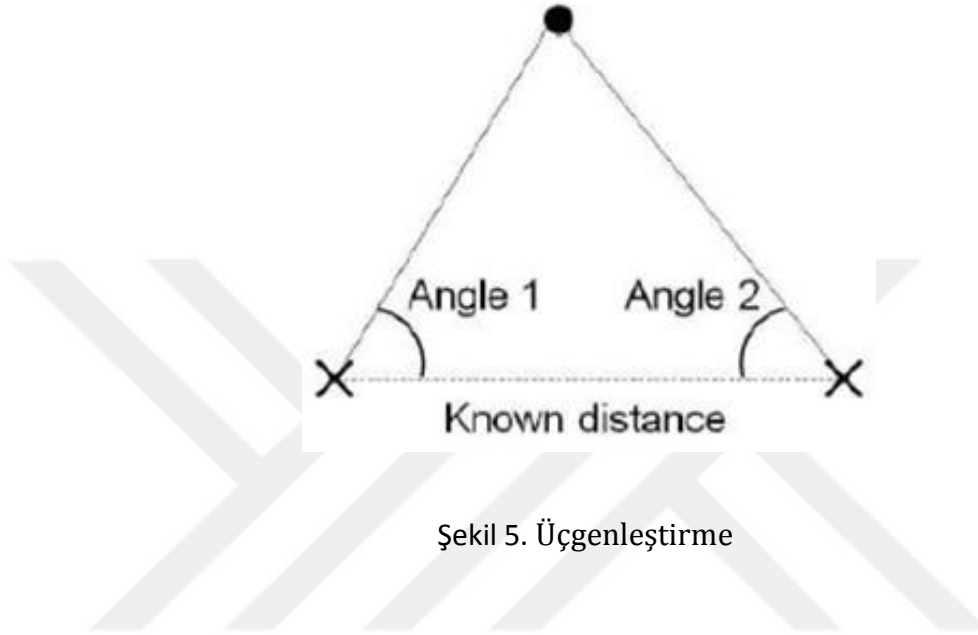
Üç taraflı yaklaşımda, en az üç referans puanı, bu referans noktalarından uzaklıklarını değerlendirerek hedef pozisyonunu tahmin etmeye ihtiyaç duyar. Şekil 4 'de gösterildiği gibi; Tahmini yer üç dairenin kesişim noktasında temsil edilir.



Şekil 4. Üç bölge

### 3.1.2. Üçgenleştirme

Üçgenleştirme yaklaşımında, en azından iki referans noktası, hedef konumu, Şekil 5 'de gösterildiği gibi hedef konumu olarak kabul edilen varış açısını tanımlayan çizgilerin kesişimini tahmin etmeye ihtiyaç duymaktadır.



### 3.1.3. Faaliyet Alanı Analizi

Faaliyet Alanı Analizi ilkesi 3 Bölgesi ve üçgenleştirme ilkelerinden tamamen farklı çalışır. Bir parmak izi temelli ilke, bazı bilgiler, bir sahneden rastgele bir yerde farklı özellikler ile yakalanır ve toplanır ve mevcut veri tabanı değerleri ile karşılaştırılarak konumlandırma tahmin yöntemi oluşturulur.

### 3.1.4. Yakınlık

Yakınlık yaklaşımı, kapalı ortamların farklı yerlerinde sabitlenmiş bir anten ızgarası kullanılır. Binanın içindeki hedefin hareketi sırasında farklı antenler hedef mobil' i tespit eder, hedefin tespit ettiği en yakın anten hedef konumunu hesaplar. Birden fazla anten olması durumunda hedefi tespit edin; daha sonra en güçlü sinyali alan kişi dikkate alınır.

## 3.2. Mesafe Ölçme Teknikleri

Kapalı alan konumlandırma ölçüm teknikleri varış zamanı (TOA), Varışın Zaman Farkı, Varış Açısı (AOA) ve Alınan Sinyal Gücü (RSS) 'dir. Her biri kendi avantaj ve dezavantajlarına sahiptir.

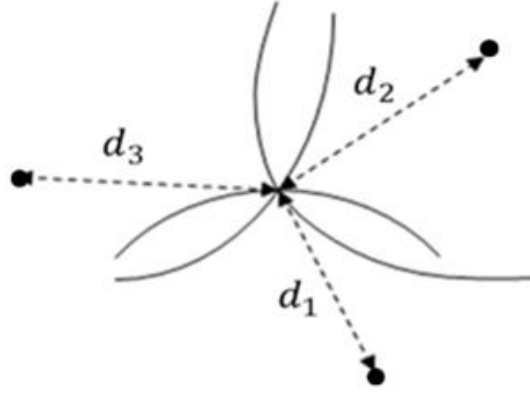
### 3.2.1. Varış zamanı (TOA)

Aynı zamanda uçuş çağrısı (TOF) olan varış süresi (TOA), vericiden alıcıya sinyal uçuş süresini ölçer. Tüm alıcılar doğru bir zaman kaynağı olan vericilerle tam olarak senkronize edilmelidir. Yayılma hızı zaten biliniyorsa TOA tekniği, yayılma zamanı ile mesafe arasındaki ilişkiyi kullanır. Yoğun olarak, hem alıcı hem de vericinin alıcı tarafında bu darbe için bu varış zamanını kullanarak gönderilen sinyalin ilk yayılma süresini (kısa bir ultrason sinyali iletmek gibi) bildiklerini söylüyorsak, yayılımı hesaplayabiliriz zaman sonra mesafe. Bu yöntemin avantajı kapalı ortamlarda uygulanan en doğru yöntemdir. Kapalı ortamlarda bir LOS kanalı bulmak tamamen zordur. Dahası, radyo yayılımı sıcaklık, nem vb. gibi birçok etkiden etkilenmektedir. Bu nedenle; TAO, kesin ölçütlere ihtiyaç duyduğu için karmaşık bir teknik olarak kabul edilmektedir.

### 3.2.2. Varış zaman farkı (TDOA)

Gelen tekniklerin zaman farkı en az iki veya daha fazla alıcıya ihtiyaç duyar, birçok alıcı arasındaki varış zaman farkını kullanır. WI-FI özellikli cihazların konumunu bulmak ve en az üç bölgesel erişim elde etmek için üç erişim noktası gerekiyor. İlk olarak, her erişim noktası çifti (BS1, BS2 ve BS3) arasındaki sinyal varışının zaman farkını hesaplarız; her zaman farkı aygıtı hiperbolik eğride bulur. Şekil 6'da açıklandığı gibi, bu hiperbolik eğrilerin kesiştiği hedef aygıtın yerini alabiliriz. TDOA tekniğinin avantajı alınan sinyal gücünden daha doğrudur.

Buna ihtiyaç duyan verici ve alıcıların (Radyo dalgası ve Ultrason dalgası) çiftleri ve daha fazla kurulum süresi tüketirken, konumlandırmayı gerçekleştirmek için sisteme ekstra donanım takılması gerekir.

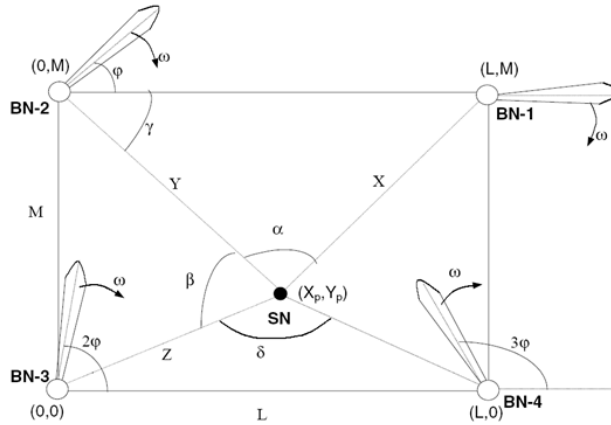


Şekil 6. Varış zaman farkı

### 3.2.3. Varış açısı (AoA)

(AOA) Varış Açısı algoritmasına dayalı olarak hedef aygıtın konum açısını bulmak için en az iki ana istasyon, Wi-Fi özellikli aygıtlardan sinyal almalıdır. Birden fazla anten boyunca sinyal genliğinin karşılaştırmak, konum tahmini yapmamamıza olanak sağlar. Hedef alıcının konumu, her sinyal kaynağından açı çizgisinin kesişimi ile üçgenleştirilir.

Bizden en az üçünün, radyo dalgasını bir yönde ışınlamak için bir işe girdiğini önermek isteriz. Her bir RF ışını sıkı yönde,  $\omega$  derece / saniye olarak hesaplanan bir konstrüksiyon hızı ile döner. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, antenin yerini ağın çevresine yerleştirilmesi tercih edilmelidir, (Şekil 7).



Şekil 7. Ağdaki anten konumu



Verici antenler, gönderilen ışınları birbirinden ayırmak için farklı frekanslarda iletim yapmalıdır veya tüm iletilen ışın, aynı frekansta, her iletilen ışın karakteri için benzersiz kimlik sahibidir.  $\Phi$ , her anten için sabit iletim gecikmesine işaret eder. Hedef sinyal lambası, sabit frekanslı periyodik zaman /  $\omega$  360 saniye olarak tahmin edilen dört vericiden periyodik akışlar alır.

Diyelim ki dört anten,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  ve  $t_4$  de iletilen ışını alacaktır, ancak verici ile alıcı arasında senkronizasyon olmadığında bu değerlerin yeterli bir değeri yoktur, bu nedenle varış zamanını varış açısına takip ederek aktarabiliriz :

$$\alpha = \varphi - \omega\tau_1 \quad (1)$$

$$\beta = \varphi - \omega\tau_2 \quad (2)$$

$$\delta = \varphi - \omega\tau_3 \quad (3)$$

$$t_2 - t_1 = \tau_1 \text{ , } t_3 - t_2 = \tau_2 \text{ , } t_4 - t_3 = \tau_3.$$

#### **Alıcı işaret fenerinin konumunu ayarlamak için:**

- L, BN-3 ve BN-4 arasındaki uzaklık
- M, BN-3 ve BN-2 arasındaki uzaklık
- $(X_p, Y_p)$ , alıcı işaret feneri koordinatı
- X, BN-1 ve işaret feneri arasındaki mesafe
- Y, BN-2 ve işaret feneri arasındaki mesafe
- Z, BN-3 ve işaret feneri arasındaki mesafe

Yeni bir,  $S = \frac{\sin \beta}{\cos \alpha}$  *değişkeni önerelim*, o zaman aşağıdaki denklemleri çözebiliriz:

ve

$$Y = L \frac{\sin(\gamma - \alpha)}{\sin(\alpha)} \quad (5)$$

$\gamma = a$

Ardından, alıcı işaretinin konumu şöyledir:

$$X_p = Y$$

$$Y_p = M$$

### 3.2.4. Alınan sinyal gücü (RSS)

$P_{tx}$  Verilen güç,  $P_{rcvd}$  Alınan güç,  $c$  Yol kaybı,  $d$  Verici ve alıcı arasındaki mesafe,  $\alpha$  Yol kaybı faktörü

$$P_{rcvd} = c \frac{P_{tx}}{d^\alpha} \Leftrightarrow d = \sqrt[\alpha]{\frac{c P_{tx}}{P_{rcvd}}} \quad (8)$$

Bu teknik, alıcının verici tarafından aldığı güce bağlı olarak hedefin konumunu tahmin eder. RSS tekniğinin konumlandırmayı gerçekleştirmek için herhangi bir ilave ekipmana ihtiyacı olmadığı gibi, alınan mekanik güçlerde (Mobilya, duvarlar, kapılar vb.) çeşitli engeller nedeniyle alınan sinyal gücü daima değişir ve  $\pm 50$ 'ye ulaşır. Burada alınan hataları birkaç kez filtreleyerek ve tekrar ölçerek bu hataları azaltabiliriz. Ucuz alıcı vericilere ilaveten, cihazlar farklı alım gücü sinyalleriyle eşsiz güç sinyali iletebilirler.

## 4. KONUMLANDIRMA ALGORİTMASI

### 4.1. Wi-Fi Tabanlı IPS

Bu sistem iki safhadan oluşur; Çevrimdışı faz ve çevrimiçi faz. Çevrimdışı fazda, bir sinyal gücü parmak izi oluşturma veritabanı için "referans noktaları" olarak adlandırılan hedef alan boyunca belirli tüm konumlarda algılanan tüm erişim noktalarından alınan sinyal gücünün (RSS) tüm dağılımlarını kaydeden ve depolayan bir radyo haritası oluşturmayı gerektirir.

Çevrimiçi aşamada, kullanıcı mobil uygulamayı başlattığında, algılanan tüm erişim noktalarından (RSS) toplamaya çalışır. Daha sonra tahmini için toplanan verilerin konumu veritabanında kaydedilenlerle karşılaştırılır.

Radyo haritası (veritabanı), parmak izi adı verilen belirli yerlerden toplanan örneklerden oluşur. Parmak izi, algılanan tüm erişim noktalarından ve bunların sinyal gücünden oluşan bir konumlandırma adı ve bir ölçüm vektöründen oluşur. Belirlenmek istenen pozisyonun tahmini doğruluğu, toplanan ölçüm sayısı ile değişiklik gösterir. Ölçüm denemeleri sayısının artırılması sonucun yani tespit edilecek konumun hata olasılığını düşürecek, doğru sonuç bulmamıza yardımcı olacaktır.

Öklid Uzaklığı, veritabanındaki kayıtlı örnekler ile çevrimiçi fazdaki ölçülen örnek arasındaki mesafeyi hesaplamak için uygulanır.

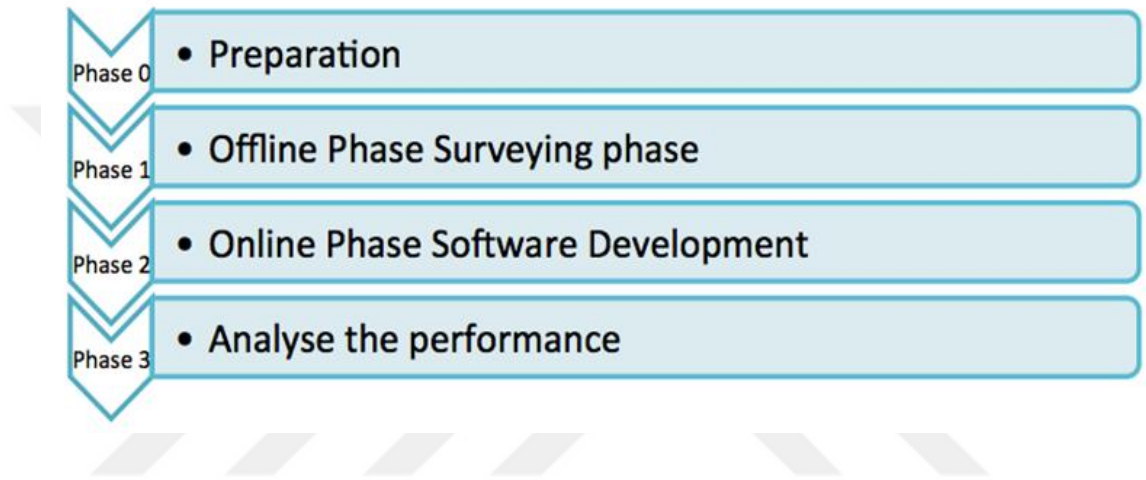
### 4.2. Yöntemler

Bu çalışma, Java programlama dili kullanılarak simülasyon sistemi vasıtasıyla uygulanmıştır. Wi-Fi tabanlı IPS'nin avantajlarından bir tanesi, donanımdaki herhangi bir değişikliğe hiç gerek duyulmaması ve uygulanması kolay olmasıdır. Bu sistemin problemi, RSS değeri, yayılım ortamında yansıma, saçılma ve kırılma gibi farklı faktörlerden etkilenebilmesidir. Sistem genel olarak iki safhaya bölünmüştür;

Çevrimdışı aşaması, farklı referans konumlarından oluşturulan radyo haritası ve çevrimiçi aşaması, konumlama yöntemi işlenen çevrimiçi aşamalarıdır.

Simülasyon sisteminin iki yöntemi vardır. İlk yöntem basittir ve RSS temel alınarak hedef konumunu tahmin etmekte kullanılan standart bir yöntemdir. Diğer bir yöntem daha karmaşık ve kümeleme algoritması uygulayarak daha geniş alanlı iç mekan ortamları için kullanılan yerelleştirme sürecinde zamandan tasarruf etmenin yanı sıra daha kesin ve doğru sonuç vermektedir.

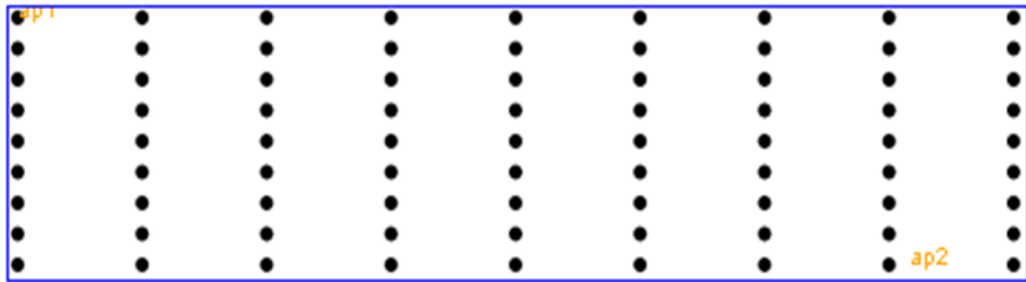
Sistem oluşturma 4 aşamadan oluşur. Bunlar; hazırlık aşaması, çevrimdışı faz, online faz, ve son olarak analiz aşamasıdır (Şekil 8).



Şekil 8. İşlem aşaması

#### 4.2.1. Hazırlık Aşaması

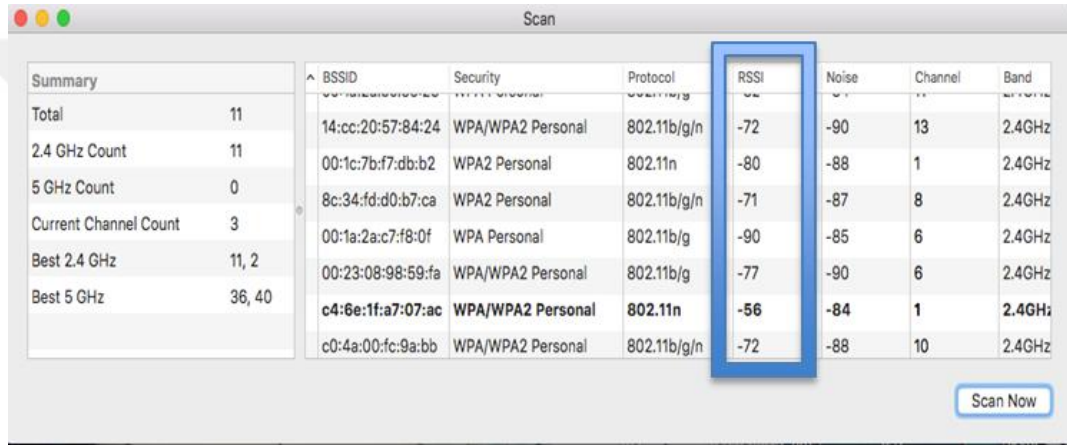
Hazırlık aşamasında, hedef alanı sabit yer belirleme noktalarına bölünür, ardından her bir nokta için, her erişim noktalarından (AP'ler) alınan sinyal gücü (RSS) ölçülür (Şekil 9).



Şekil 9. Referans noktaları

#### 4.2.2. Çevrimdışı Aşama

Çevrimdışı aşama, hedef alanındaki her referans noktası için her erişim noktasından alınan sinyal gücü (RSS) ve ölçüm yapılan tüm parametreler hesaplanmış ve veri tabanına kaydedilmiştir. Bu aşamada, her erişim noktalarından alınan sinyal gücü ölçülmüş ve veri tabanına Macintosh işletim sistemi ile bir dizüstü bilgisayar kullanılarak kaydedilmiştir ve kablosuz teşhis yazılımı ile desteklenmiştir. Çalışma alanı, program veri tabanı X zaman, Y konum sabit noktalarına ayrılmıştır.



Summary		BSSID	Security	Protocol	RSSI	Noise	Channel	Band
Total	11	14:cc:20:57:84:24	WPA/WPA2 Personal	802.11b/g/n	-72	-90	13	2.4GHz
2.4 GHz Count	11	00:1c:7b:f7:db:b2	WPA2 Personal	802.11n	-80	-88	1	2.4GHz
5 GHz Count	0	8c:34:fd:d0:b7:ca	WPA2 Personal	802.11b/g/n	-71	-87	8	2.4GHz
Current Channel Count	3	00:1a:2a:c7:f8:0f	WPA Personal	802.11b/g	-90	-85	6	2.4GHz
Best 2.4 GHz	11, 2	00:23:08:98:59:fa	WPA/WPA2 Personal	802.11b/g	-77	-90	6	2.4GHz
Best 5 GHz	36, 40	c4:6e:1f:a7:07:ac	WPA/WPA2 Personal	802.11n	-56	-84	1	2.4GHz
		c0:4a:00:fc:9a:bb	WPA/WPA2 Personal	802.11b/g/n	-72	-88	10	2.4GHz

Şekil 10. Erişim noktaları'ndan RSS

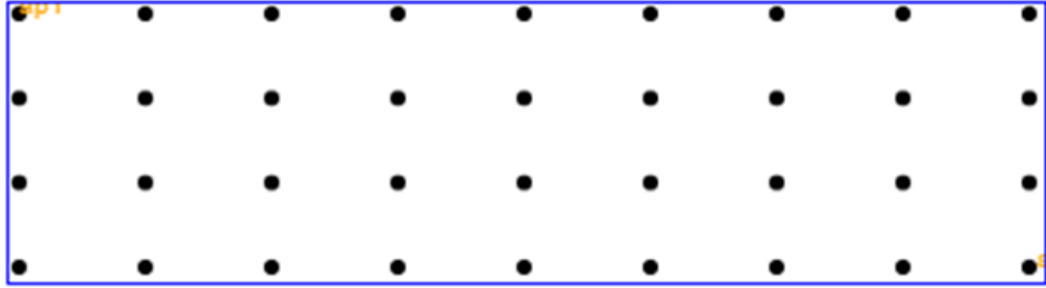
Şekil 10'daki mavi kutu, her erişim noktasından alınan çalışma sinyalini yansıtan Received Signal Strength (RSS) değerini ifade eder. Erişim noktalarının her biri, her bir erişim noktasını birbirinden ayıran kendi SSID' sine sahiptir. Çalışma alanındaki tarama işleminden sonra ve farklı noktalardaki her bir erişim noktasından RSS' yi ölçerken Parmak İzi (veri tabanı) kaydedilir ve oluşturulur.

Bu simülasyonda, ben her biri farklı ortamlarda karakter içeren üç iç mekan ortamı senaryosu için bir bahis elde edildiğinde maddeler halinde sıralı bir şekilde aşağıda açıklandı:

- A. İç Mekân Ortamında İki erişim noktası ile Konumlandırma İşleme.
- B. İç Mekan Ortamında Üç erişim noktası ile Konumlandırma İşleme.
- C. Kapalı Ortamlarda İki Erişim Noktalı Büyük Veri Analizi ile Konumlandırma İşlemleri (Büyük Verilerin Analizi).

**Scenario A:**

İç mekân ortamımız yaklaşık 400 metrekare olup, burada 9 sütuna ve 4 sıra yer karosu yapısına dayalı olarak (36 referans noktası) ayrılmıştır. Şekil 11' de gösterilmiştir.



Şekil 11. Referans noktaları 4 \* 9

Bu ortam, koordinatta (0, 0) ilk erişim noktasının bir konumu ve (40, 10), ikincil erişim noktasının bir konumu olarak bulunan iki erişim noktasının farklı yerlerinde bulunur. Kablosuz teşhis yazılımı, her biri çevre içindeki rastgele yerlerden ölçülen her bir referans noktasından alınan çeşitli sinyal güçlerini kaydeder. Aşağıdaki tabloda her iki erişim noktasındaki tüm RSS (alınan sinyal gücü) açıklanmıştır:

<b>R.L</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>AP1</b>	<b>AP2</b>
1	0	0	-30	-76
2	0	1	-32	-71
3	0	2	-40	-66
4	0	3	-45	-62
5	0	4	-55	-52
15	1	5	-55	-51
36	3	8	-73	-37

Tablo 2. Sinyal gücü (dbs)

Tablo 2, iki erişim noktası (AP) ile yayılmış hedef alan üzerindeki her bir referans konumunda RSS veritabanını göstermektedir.

<b>Reference Location</b>	<b>Matrix Form (x, y)</b>
0 - 8	(0,0), (0,1), (0,2), (0,3), (0,4), (0,5), (0,6), (0,7), (0,8)
9 - 17	(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (1,7), (1,8)
18-26	(2,0), (2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5), (2,6), (2,7), (2,8)
27 - 36	(3,0), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6), (3,7), (3,8)

Tablo 3. Matris formunda alınan sinyal gücü

Öklid uzaklığı iki parmak izi verisi arasındaki mesafeyi hesaplamak için kullanılacaktır; Veri tabanında kaydedilen parmak izi ile elde edilen gerçek zamanlı veri (çevrimiçi hedefin gerçek konumu) arasındaki mesafeyi ölçeriz.

Örneğin, kaydedilen parmak izi vektörünün herhangi bir referans konumunda  $V = [X_n . Y_m . AP_1 . AP_2 . \dots . AP_k]$  olduğunu varsayalım. Veritabanı vektörü girişi şu şekilde elde edilebilir:

$$V = [X_n . Y_m . AP_1 . AP_2 ] \quad (9)$$

Burada;  $X_n$  ve  $Y_m$  eleman koordinatları  $AP_1 . AP_2$  RSS değerleridir.

#### 4.2.3. Çevrimiçi aşama

Çevrimiçi aşamada sistem, hedef mobilin bulunduğu yerde RSS vektörleri alır; bu durumda konumlandırma algoritması, Öklid mesafe algoritması tarafından belirlenen çevrelenmiş referans noktalarından hedefin mesafesini tahmin eder:

$$D_n = |S - S^n| = \sqrt{\sum_{i=1}^k (S_i^n - S)^2} \quad (10)$$

$$S = [S_1 . S_2 . S_3 \dots S_k] \quad (11)$$

Burada;  $D_n$  , uzak hedef  $S$  , çevrimiçi RSS vektörü;  $i$  ,  $AP'$  nin bir indeksidir.

Ankete katılan haritada her bir noktanın vektörlerini belirlemek için hesaplanan veriler kullanılacaktır. Ardından, girilen RSS' ye göre en yakın 3 nokta almak için veritabanı karşılaştırması için K-En Yakın Komşusu' na (K=3 kullanılır) uygulanır.

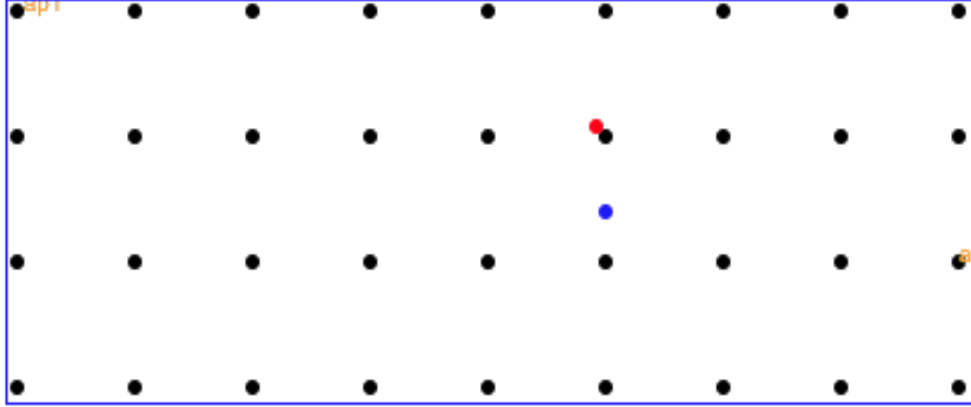
K En Yakın Komşu algoritması hedef konumunu tahmin etmek için kullanılır, K en yakın komşu sonuçları aşağıdaki denklemleri uygulayarak tahmini konum koordinatını buluruz:

$$x_{est} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L x \quad (12)$$

$$y_{est} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L y \quad (13)$$



Simülasyon sistemi, simülasyon sürecinde kullanıcının gerçek konumunu (Mavi çizim) ve tahmini yeri (Kırmızı çizim) gösterir. Şekil 12'de gösterildiği gibi.



Şekil 12. Kullanıcının gerçek ve tahmini yeri

#### 4.2.4. K- en yakın komşu

K-En Yakın komşu, veri kümeleri arasındaki mesafeyi ölçen bir algoritma. Simülasyon sistemimizde, K-en yakın komşu algoritması, parmak izleri ile canlı RSS okumaları arasındaki öklid uzaklığını hesaplar. Minimum öklid uzaklıkları, en yakın komşu verileri olarak kabul edilir. KNN çevrimiçi kullanır.

##### 4.2.4.1. K-en yakın komşu kullanmanın bazı avantajları (KNN)

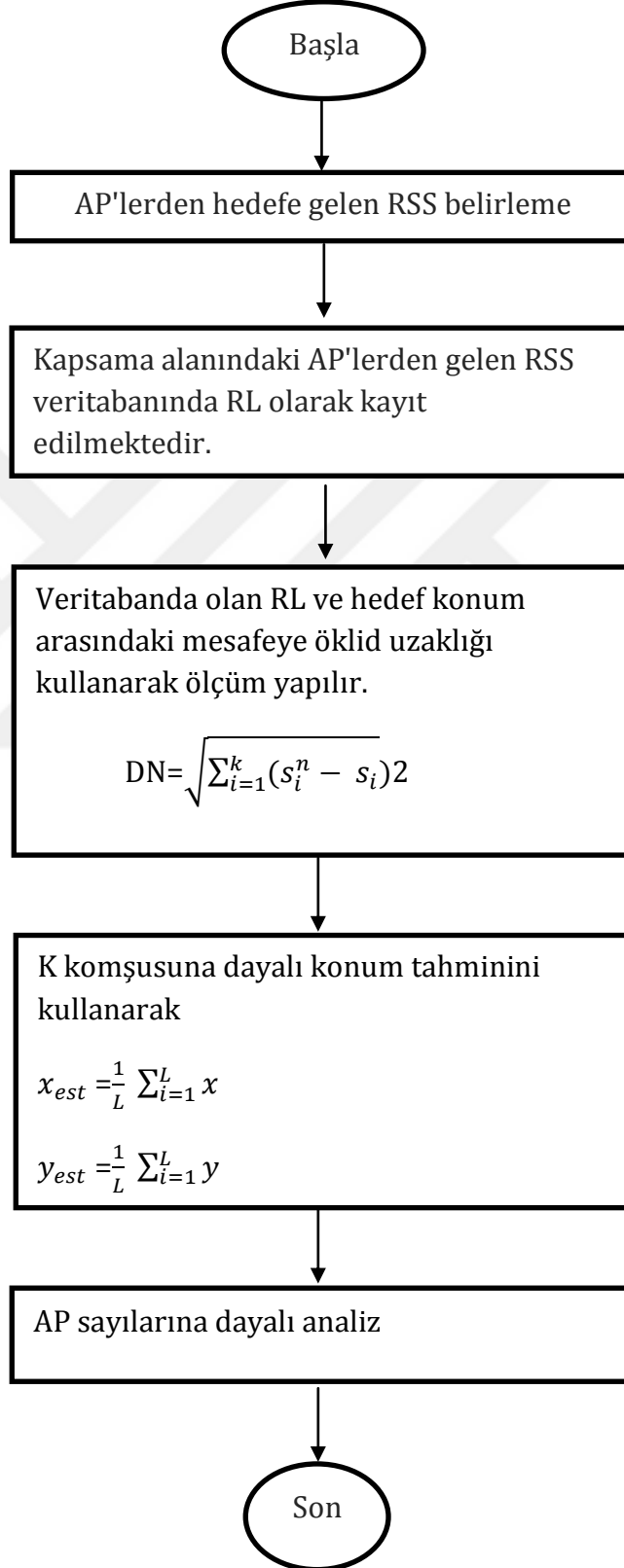
1. Dağıtımdan verileri kullanma becerisi (Veriler doğrusal olarak ayrılmamalıdır).
2. Algoritmanın uygulanmasının basitliği.
3. Numunelerin sayısı büyük olduğunda iyi sınıflandırma becerisi.

##### 4.2.4.2. K-en yakın komşu kullanmanın bazı dezavantajları (KNN)

1. K değeri tahminini seçerken dikkatli olun.
2. Daha yakın doğruluk (hassasiyet) için daha fazla deneme yapmak gerekir.

#### 4.2.5. Akış şeması

WiFi tabanlı iç mekân konumlandırma programının akış şeması.



## 5. ANALİZLERİN SAFHALARI

Tüm senaryolarda konumlandırma algoritmasını simüle etmek için bir web uygulama sistemi oluşturuldu. Simülasyon sistemi kullanıcıya farklı senaryolar (çeşitli iç mekan özellikleri, AP sayısı değişebilir sayısı vb.) Eklenen çeşitli denemeleri işleme imkânı tanır. Bu nedenle, ortam koşullarının konumlandırma metodunu doğruluk ve yürütme süresinde nasıl etkilediğini kanıtlamak için birçok deney oluşturuldu.

### 5.1. Denemeleri Ekleme

Uygulama, kapalı ortamlarda konumlandırma sistemini taklit etmek ve uygulamak için java ve baş görünüş (Prime faces) teknolojilerini kullanarak inşa edilir. Aşağıdaki görüntüler, simülasyon konumlandırma sisteminin ana sayfasını açıklığa kavuşturmuştur. Kullanıcı, simüle edilmiş ortamdaki erişim noktalarının sayısını, hedef alanın genişliğini ve yüksekliğini göstermeyi ve matris formundaki referans noktalarını göstermeyi sağlayan yeni adlandırılmış iz eklemenize izin verir. Son olarak, kullanıcı işleme yöntemini başlatmak için sisteme referans noktalarının (Parmak İzi) veri tabanını (Excel Dosyası) ekleyebilir. Şekil 13'de gösterildiği gibi.

**Indoor Localization System**

**Menu**

- [Add Trial](#)
- [View Trials](#)
- [Chart Of Result](#)

Note: Please upload excel file that contain same values with inserted values

Name	<input type="text" value="Trial"/>	Trial Name
Number of Access Points	<input type="text" value="2"/>	Enter the count of access points in this trial, in our case we enter 2
Width	<input type="text" value="45"/>	Width of area that apply this trial
Height	<input type="text" value="10"/>	Height of area that apply this trial
Number of Rows	<input type="text" value="3"/>	Number of row
Number of Columns	<input type="text" value="10"/>	Number of columns
Process points per time	<input type="text" value="2"/>	
Huge Data	<input type="checkbox"/>	
Points File	<input type="button" value="Browse..."/> Trial (1).xlsx	Excel File that contain RSS of each point

+ Add

Şekil 13. Simülasyon sisteminin ana sayfası

**Not:** Bir önceki ekrandan, kullanıcı AP'ler, yükseklik, genişlik, satır sayısı ve sütun sayısı gibi birincil verileri girmelidir. Kullanıcı çalışmalarını kolaylaştırmak için kullanıcıya çevrimdışı aşamadaki RSS değerlerini excel dosyası yoluyla yüklemesine izin verir. (Şekil 14.)





	A	B	C	D
1	row	column	AP1	AP2
2	0	0	-30	-66
3	0	1	-32	-65
4	0	2	-46	-56
5	0	3	-46	-39
6	0	4	-48	-38
7	0	5	-50	-46
8	0	6	-58	-44
9	0	7	-45	-36
10	0	8	-46	-34
11	0	9	-60	-34
12	1	0	-32	-54
13	1	1	-33	-48
14	1	2	-34	-58
15	1	3	-46	-55
16	1	4	-48	-38
17	1	5	-35	-37
18	1	6	-37	-46
19	1	7	-53	-43
20	1	8	-55	-33
21	1	9	-60	-32
22	2	0	-34	-60
23	2	1	-34	-56
24	2	2	-36	-60
25	2	3	-47	-58

The first row point to row area, column area and AP

RSS of each point

Şekil 14. Excel dosyası RSS için anlık görüntü

## 5.2. Denemeleri Görüntüleme

All Trials				
Name	Number of Access Points	Number of Rows	Number of Columns	View
BDTEST2	2	9	9	
BDTEST3	3	9	9	
TEST2AP	2	4	9	
TEST3AP	3	4	9	

(1 of 1) 1 10

Şekil 15. Denemelerin sayısı

Deneme penceresini görüntüleme, kullanıcılara herhangi bir zamanda işlem yönteminde yeniden başlatmak üzere eklenen tüm yolları görüntülemenizi sağlar. (Şekil 15.)

### 5.3. GUI'yi Veri Girme

İz seçildikten sonra, simülasyon sistemi kullanıcının iç ortamdaki yerini girmesini ve RSS değerlerini (zaten değişmiş olan) yerleştirmesini talep eder. Simülasyon sistemi otomatik olarak hesaplayacak ve kullanıcının hedef alanındaki gerçek konumunu (mavi nokta) gösterecektir (Şekil 16.).

The screenshot displays the 'Indoor Localization System' interface. On the left is a 'Menu' with options: 'Add Trial', 'View Trials', and 'Chart Of Result'. The main area is titled 'Request' and contains several input fields and a table. The 'Actual X (m)' field is set to 12.0, and 'Actual Y (m)' is set to 7.0. Below these is a table with columns 'Access Point', 'Signal', and 'Range'. The table contains two rows: 'Access Point 1' with signal -40 and range 'Between -47 and -34', and 'Access Point 2' with signal -57 and range 'Between -60 and -55'. Below the table, there are fields for 'Estimate Row' (6.6666666666666666), 'Estimate Column' (11.666666666666668), and 'Mistake Percentage' (0.4715%). At the bottom, a 'Points' section shows a grid of points with a blue dot and a red dot. Red text annotations provide instructions: 'Here we enter the actual point', 'Here we Enter the signal of the point', 'Here we display the estimate point', 'Here we display the mistak percentage', and 'The blue point is the actual point in the area and the red is the estimate one'.

Access Point	Signal	Range
Access Point 1	-40	Between -47 and -34
Access Point 2	-57	Between -60 and -55

Şekil 16. Gerçek bir nokta için veri girişi örneği

İşlem düğmesi, kullanıcının hedef bölgedeki tahmini yeri (kırmızı çizelge) işler. İki erişim noktası senaryosunda, birçok değer ve lokasyon işlendi, sonuçların çoğunun tahmin edilen konum ile kullanıcının gerçek konumu arasındaki önemsiz değişiklikler var. Tablo 4'te verilen sonuçtur. Gösterilen sonuçlardan, RSS aralığındaki gerçekat değerleri, daha fazla yer tespiti yapmak için çok önemlidir. RSS için daha doğru tahmin, daha doğru iletim sonuçları almamızı sağlar.

MISTAKE PERCENT	ESTİMATED ROW	ESTİMATED COL.	RSS OF AP2	RSS of AP 1	ACTUAL (Y)	ACTUAL(X)	NO
5.70%	8.30	3.3	-69	-41	8	5	1
1.40%	7.7	1.6	-74	-43	9	1	2
1.70%	1.11	11.6	-62	-41	0	13	3
1.20%	2.2	18.3	-55	-48	4	19	4
2.10%	6.6	35	-38	-65	6	37	5
4.50%	5.5	16.6	-60	-53	10	17	6

Tablo 4. Tahmini lokasyon ile gerçek lokasyon arasındaki karşılaştırmalar 2 AP

### Senaryo B

Bu senaryoda, bazı ortam karakteristikleri düzenlenecek ve aynı boyutlara ve aynı referans noktalarına sahip hedef alana bir tane daha erişim noktası eklenecek. Hedefimiz şimdi 36 başvuru noktasına sahip üç erişim noktasına sahip, hedef bölgenin farklı noktalarındaki birçok konum işlenmiş ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 5'te gösterilmiştir.

MISTAKE PERCENTAGE	ESTİMATED ROW	ESTİMATED COL.	RSS OF AP3	RSS OF AP2	RSS of AP 1	ACTUAL (Y)	ACTUAL(X)	NO
1.30%	5	6.6	-47	-69	-41	8	5	1
0.67%	8.8	1.6	-50	-74	-43	9	1	2
1.70%	1.11	11.6	-37	-62	-41	0	13	3
0.80%	4.4	18.3	-37	-55	-48	4	19	4
0.74%	6.6	36.6	-50	-38	-65	6	37	5
1.10%	8.8	16.6	-41	-60	-53	10	17	6

Tablo 5. Tahmini lokasyon ile gerçek lokasyon arasındaki karşılaştırmalar 3 AP

Sonuçta iki Senaryo A ve Senaryo B arasında özetleme yaparsak; Senaryo B'de, tüm değerlerdeki hata yüzdesi, senaryo A'da hata yüzdelerine eşit veya daha azdır. Bu durum hedefin 3 erişim noktasıyla iç mekân ortamlarda tahmini yeri belirleme daha doğru sonuç vermektedir. İki erişim noktasına sahip hedef alana göre daha fazla erişim noktaları ile daha doğru tahmin ediyoruz.

$$\text{Hata yüzdesi 3 AP} \leq \text{Hata yüzdesi 2 AP}$$

#### 5.4 Öklid Uzaklık Sorunu

Öklid mesafesindeki problem, konumlandırma yöntemi için veri sayısı ve referans noktalarının sayısı arttıkça ortaya çıkacaktır, çünkü hedef nokta, hedef bölgede işlem süresini uzatacak uzun bir süreç süresine ihtiyaç duyacak daha fazla referans noktasıyla karşılaştırılacaktır.

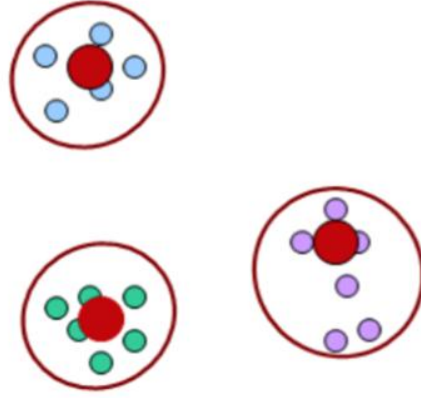


## 6. VERİ ARAŞTIRMASI (KÜMELENMESİ)

Genellikle, veri madenciliği (bazen veri veya bilgi keşfi olarak adlandırılır), veriyi farklı bakış açılarından analiz etme ve onu yararlı bilgiler haline getirme sürecidir. Örneğin; geliri artırmak, maliyetleri düşürmek veya her ikisini birden de yapmak için kullanılacak bilgiler. Veri madenciliği yazılımı, verileri analiz etmek için bir takım analitik araçlardan biridir. Kullanıcıların, birçok farklı boyut veya açıdan verileri analiz etmesine, kategorilere ayırmasına ve tanımlanan ilişkileri özetlemesine olanak tanır. Teknik olarak, veri madenciliği, büyük ilişkisel veritabanlarında onlarca alan arasında korelasyon veya model bulma işlemidir. Veri madenciliği yöntemlerinden biri Kümeleme'dir.

### 6.1 Kümeleme Tanımı

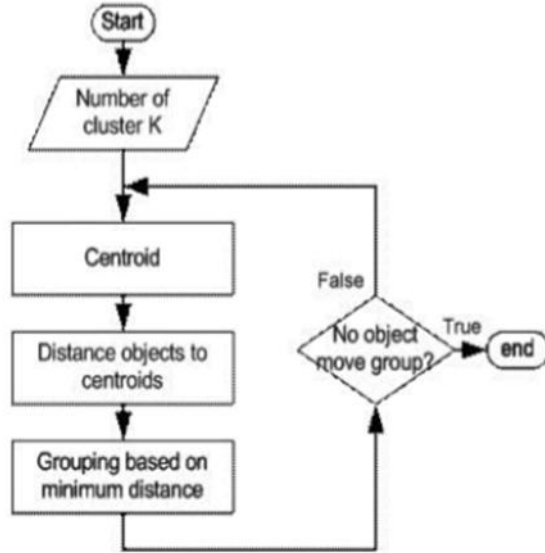
Küme aynı sınıfa ait nesnelere grubudur. Diğer bir deyişle, benzer nesnelere bir kümede gruplanır ve benzer olmayan nesnelere başka bir kümede gruplanır. Her kümenin kendi merkezi vardır. Kümelemeye dayalı deney, analiz edilecek büyük verilere sahip geniş kapalı ortam için uygulanan WI-FI tabanlı iç mekan konumlama simülasyon sistemi için daha gelişmiş bir aşamadır. Bu deneyde, kümeleme algoritması uygulandı; gruplama böyle bir grup veri toplama grubudur ve bu grubun her bir elemanı, aynı grupta yer alan ve diğer gruptaki diğer elementlerden farklı diğer elementlere benzer; Kümeleme algoritması, büyük miktarda verilerin daha az grupta özetlenmesine yardımcı olur ve bu grup daha kolay ve daha az zaman analiz gerekliliğini tüketir. (Şekil 17.)



Şekil 17. Kümeleme algoritması

## 6.2. K-Ortalama Esaslı Kümeleme

K-ortalama kümeleme, veriyi refahlarına göre K gruplarına gruplayan bir algoritma olup, gruplama yöntemi, veri ile merkez kümesi arasındaki mesafeyi küçültmek suretiyle işlenir. K-ortalama kümeleme algoritması, şekil 18'de gösterildiği gibi işler.



Şekil 18. K-ortalama kümeleme algoritması

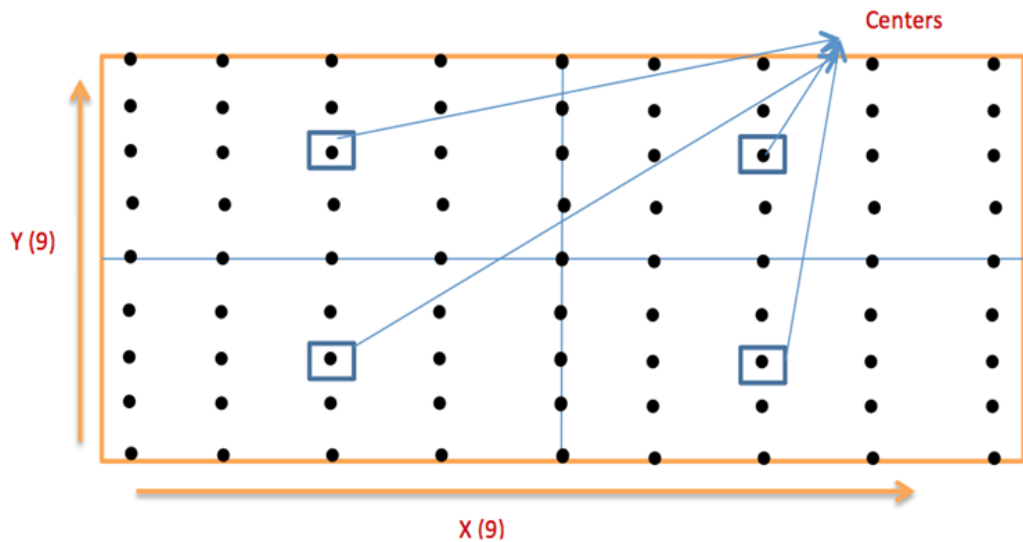
### 6.3. K-Ortalama Kümeleme Adımları

1. İlk adım, kümeleme sayısı belirtilir (K).
2. Her grubun merkezi rastgele seçilir.
3. Öklid Uzaklığına (1) dayalı olarak her bir öge ve her grubun merkezi arasındaki mesafe hesaplanır.
4. Benzer veriler merkeze daha az mesafeli olarak gruplandırılır.
5. Gruptan diğerine herhangi bir harekete kadar 2, 3 ve 4 adımları tekrarlanır.

### 6.4 IPS'de Kümeleme Uygulanması

Simülasyon sistemimiz için kümelemeyi, büyük alanı mekânsal olarak küçük kümeye bölmek için kullanacağız, o zaman bu kümelerin merkezlerinde Öklid uzaklığını uyguluyoruz.

**Çevrimdışı Faz' da**, hedef alanı uzaysal olarak küçük kümelere bölünür ve her kümenin merkezi belirlenir. (Şekil 19.)



Şekil 19. K-ortalama kümeleme süreci

Kullanıcı, kümenin yüksekliğini ve genişliğini aşağıdaki kısıtlamaya göre girer.

$$(width_{area} - 1) \bmod (width_{cluster} - 1) = 0 \quad width_{cluster} > 2$$

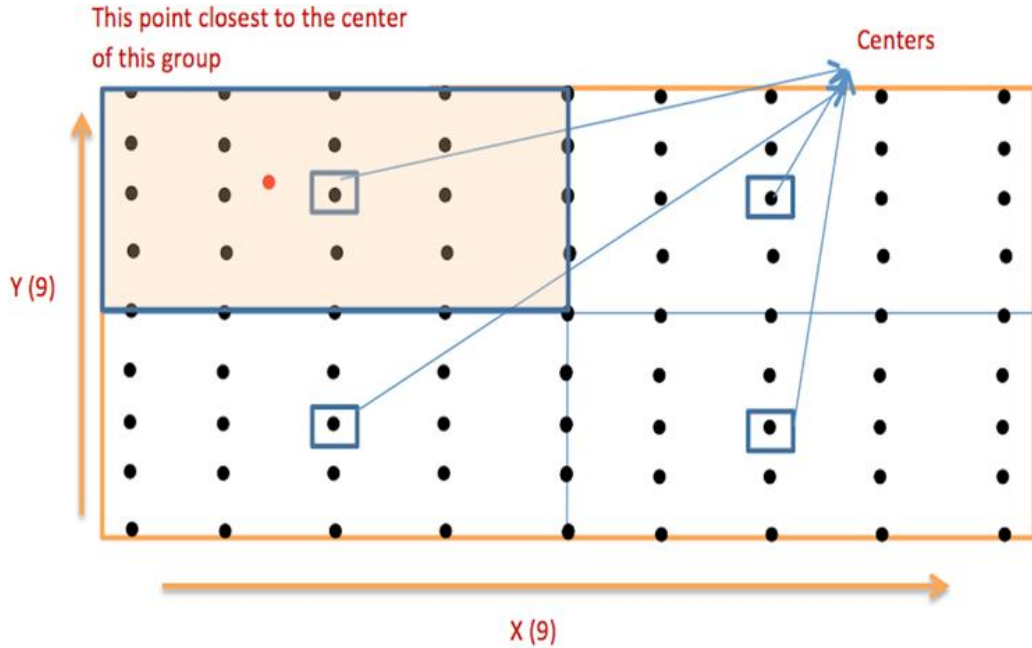
$$(Height_{area} - 1) \bmod (Height_{cluster} - 1) = 0 \quad Height_{cluster} > 2$$

Örneğin;  $9 * 9$  puan alanımız varsa, küme belki  $5 * 5$  veya  $3 * 3$

Çünkü  $(9 - 1) \bmod (5 - 1) = 0$  ve  $(9 - 1) \bmod (3 - 1) = 0$

**Çevrimiçi Faz' da**, en yakın kümeyi en yakın komşu ( $k = 1$ ) uygulayarak elde etmek için her kümenin merkezine Öklid uzaklığını uygularız ve en yakın kümenin noktalarına Öklid uzaklığını uygularız.

$9 * 9$  puan alan bir alanımız varsa ve Öklid aralığı uygulamak istiyorsak, en yakın noktayı belirlemek için 81 karşılaştırma yapmak zorundayız. Kümeleme uyguladıktan sonra (alanı 4 kümeye bölün) o zaman 29 karşılaştırma yapacağız. (Şekil 20.)

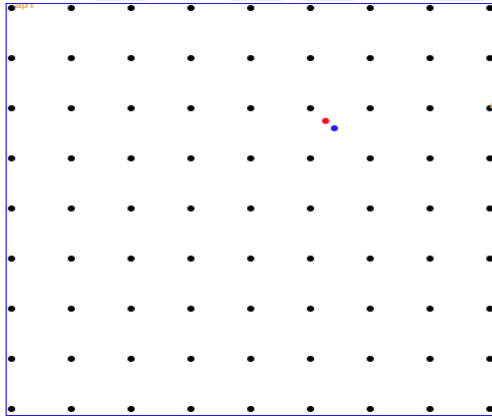


Şekil 20. Çevrimiçi kümeleme

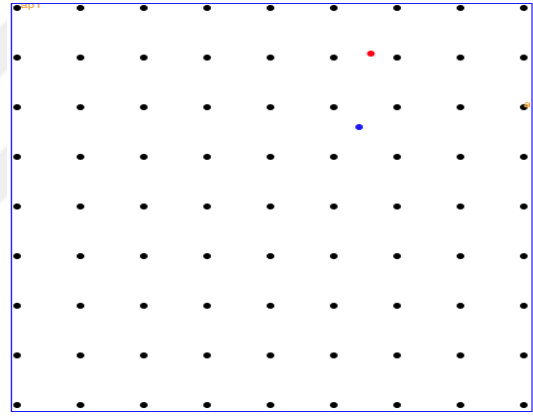
Kümeleme algoritmasına dayanan simülasyon sistemi hedeflerine daha doğru sonuçlar verir. Tahmini yer daha hızlı bir saatte hesaplanır.

Bu deney, kümeleme yöntemine bağlı olarak büyük verilerin işlenmesidir. İki erişim noktası yaklaşık 1600 m<sup>2</sup> olan hedef alanı yaymaktadır. Aşağıdaki şekil, sistemin ne kadar doğru olduğunu, tahmini yer ile gerçek yer arasındaki sıkıştırmanın olduğunu göstermektedir. Mavi çizgi gerçek konumu ve kırmızı çizgi tahmini yere atıfta bulunmaktadır.

Analizler evresinde, büyük veri işlemeyi kullanmanın performansı artıracığını (özellikle çok fazla referans noktasına sahip olduğumuzda) ve aşağıdaki konumlardan yaklaşık olarak gerçek nokta bir kümede olduğunda tahmin edilen yerin daha doğru olacağını fark ederiz (Şekil 21.-22.) Performansın ayırım kümelemesi.



Şekil 21. Kümeleme ile konumlandırma



Şekil 22. Kümeleme olmadan konumlandırma

Ayrıca, tablo 6. kümeleme uygulanan uygulama zamanı ile kümeleme yapılmadan yürütme süresi arasındaki farkı, iki aktif erişim noktasına sahip kapalı ortamda gösterir.

NO	ACTUAL (X)	ACTUAL (Y)	RSS OF AP1	RSS OF AP2	ESTIMATED COL.	ESTIMATE ROW	Mistake percentage	E.T Non huge	E.T Huge
1	0	4	-45	-76	0	3.75	0.25%	14 ms	4 ms
2	3	8	-62	-75	3.3	7.9	0.34%	19 ms	4 ms
3	6	5	-53	-70	6.6	5.4	0.78%	25 ms	5 ms
4	13	8	-67	-70	13.3	8.3	0.47%	28 ms	8 ms
5	19	2	-49	-57	20	1.25	1%	41 ms	7 ms
6	25	7	-69	-58	7.5	25	1%	48 ms	8 ms
7	18	1	-48	-57	18.3	1.25	0.40%	32 ms	10 m
8	29	4	-64	-50	28.3	4.6	0.80%	51 ms	8 ms
9	31	10	-79	-62	31.6	9.5	0.78%	33 ms	7 ms
10	39	7	-80	-49	38.3	7	0.67%	53 ms	10 ms

Tablo 6. Kümeleşmede büyük ve büyük olmayan veriler arasındaki karışıklık

### Veri madenciliği kümelemeyi simülasyon sistemimize nasıl uygulayalım?

Önceki simülasyon sisteminde aynı arayüzü kullanarak iki şey ekledik. Yeni deneme oluşturduğumuzda, kullanıcı kümeler bilgilerini tamamlamalıdır (Şekil 23).

The screenshot shows a web interface for 'Huge Data'. There is a checkbox for 'Huge Data' which is checked. Below it, there is a section for 'Cluster Data' with a '+ Add Cluster Info' button. A table with two columns, 'Cluster Width' and 'Cluster Height', is shown. The table is empty, displaying 'No records found.' and a pagination control showing '(1 of 1)'.

The screenshot shows a dialog box titled 'Add Cluster Info'. It has two input fields: 'Cluster Width' with the value '5' and 'Cluster Height' with the value '5'. There are '+ Add' and '\* Cancel' buttons at the bottom.

Şekil 23. Kümeleme boyutlarını ekleme

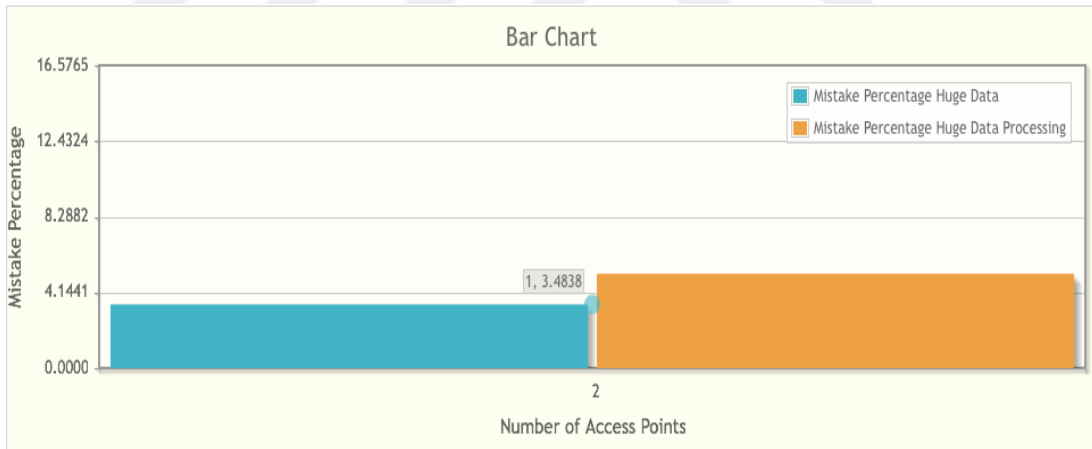
Gerçek noktaya girmeye çalıştığımızda "Şekil 24'de gösterildiği gibi Büyük Veri İşlemeyi Etkinleştir" i kontrol ediyoruz.

Actual X (m)	<input type="text"/>
Actual Y (m)	<input type="text"/>
Enable Huge Data Processing	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 24. Büyük veri işlemeyi etkinleştirin

### 6.4.1. Sonuçlar

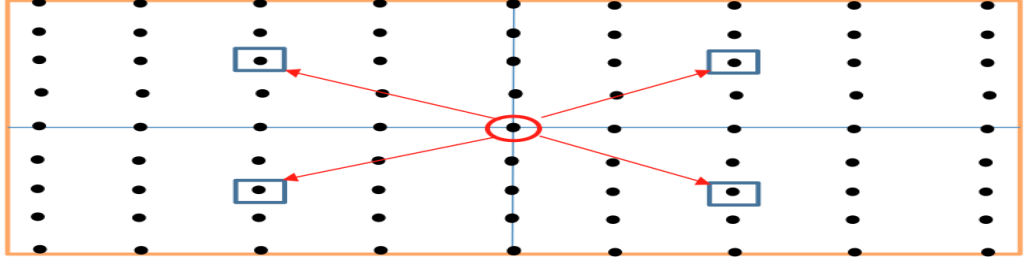
Mavi grafik, kümelenmeye dayalı büyük verilerin hata yüzdesini açıklar ve turuncu grafik, iki erişim noktaları test alanındaki büyük tarih tabanlı olmayan kümeleme algoritmasının hata yüzdesini bize sunar (Şekil 25).



Şekil 25. Sonuçlar

### 6.4.2. Kümeleme problemi

Veri madenciliği kullanırken (Kümeleme) ve gerçek nokta bir küme taraflarından birinde yer alıyorsa. Bu durumda tahmini yer yanlış olabilir. Yan noktalar merkezlerden en uzak noktalardır ve birden fazla merkeze benzer mesafede bulunabilirler (Şekil 26.).



Şekil 26. Kümeleme problemi





## 7. TEKNOLOJİLER

- Java, çok amaçlı bir bilgisayar programlama dili.



- Primefaces ,PrimeTek, Türkiye tarafından üretilen, JavaServer Faces (JSF) tabanlı uygulamalar için açık kaynaklı Kullanıcı Arabirimi (UI) bileşen kütüphanesi.



- MySQL veritabanı yönetim sistemi



## 8. SONUÇLAR VE GELECEĞİMİZ

### 8.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, mevcut iç mekân konumlandırma sistemini ve ilgili tekniklerini tartıştık. Wi-Fi tabanlı iç mekân konumlama sistemi olan bu sistemlerden birine odaklandık, bu teknolojinin tüm durumlarını inceledik ve bu teknolojinin, farklı iç mekan ortamlarındaki temel işlevini anlamamızı sağlayan parmak izi algoritmasına dayanan bir simülasyon sistemi kurduk konumlandırma algoritmamızda erişim noktalarının ana rolünü açıklayan boşluklar. Sonuç olarak, çok geniş alanlarda kapalı ortamlarda (Büyük Veriler) yürütme işlemi sırasında daha fazla zaman kazanmak için sistemimize kümeleme algoritması uyguladık.

### 8.2. Geleceğimiz

Gelecekteki araştırmalar için, kapalı ortamda pathloss sinyali için daha teorik olarak yoğun bir çalışma ve daha doğru konumlandırma sistemi elde etmek için onu işleme yollarını anlamaya çalışacağız.

Buna ek olarak, wifi tabanlı iç mekân konumlandırma sistemi simülasyonunu geliştirmek ve çok amaçlı kullanıcının kendi içlerinde dolaşmak için kimlik bilgileriyle oturum açmasına izin veren ve aynı binada bulunan diğer kullanıcıları bulmasına izin veren bir android mobil uygulama oluşturmaya özen gösterilecektir.

## KAYNAKLAR

- Al-ammam, M., Alhadhrami, S., Al-Salman, A., Alarifi, A., Al-aklia, H., Alnafessah, A., Alsaleh, M., 2014. Comparative Survey of Indoor Positioning Technologies, Techniques, and Algorithms. IEEE, 245-252.
- Almers, P., Bonek, E., Burr, A., Czink, H., Debbah, M., Degli-esposti, V., Hofstetter, H., Kyösti, P., Laurenson, D., Matz, G., Molisch, A., Oestges, C., and Özcelik, H., 2007. Survey of Channel and Radio Propagation Models for Wireless MIMO Systems. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2007 (1), 1.
- Bahl, P., Padmanabhan, V., 2000. An In-Building RF-based User Location and Tracking System. IEEE, 2, 775-784.
- Baniukevic, A., Jensen, C. S., Lu, H., 2013. Hybrid Indoor Positioning With Wi-Fi and Bluetooth: Architecture and Performance. IEEE, 1, 207-216.
- Cheon, C., Liang, G., Bertoni, H. L., 2000. Simulating Radio Channel Statistics for Different Building Environments. IEEE, 1, 49-56.
- Gu, Y., Lo, A., Niemegeers, L., 2009. A Survey of Indoor Positioning Systems for Wireless Personal Networks. IEEE, 11(1), 13-32.
- Hasan, S. F., Siddiqui, N. H., Chakraborty, S., 2009. Femtocell versus WiFi – A Survey and Comparison of Architecture and Performance. IEEE, 916-920.
- Ju shin, B., Won lee, K., Choi, S., Kim, J. J., Jinlee, W., Seokhim, H., 2010. Indoor WiFi Positioning System for Android-based Smartphone. IEEE, 319-320.
- Khaitan, V., Tinnakornsrisuphap, P., Yavuz, M., 2011. Indoor Positioning Using Femtocells. IEEE, 1-5.
- Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., 2007. Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems. IEEE, 37(6), 1067-1080.
- Silva, B., Pang, Z., Akerberg, J., Neander, J., Hancke, G., 2014. Experimental Study of UWB-based High Precision Localization for Industrial Applications. IEEE, 280-285.
- Sojan Francis, P., Jayakar, A., 2015. Simulation Based WiFi Fingerprinting for Indoor Localization. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. 4(5), 4584-4589.
- Yang, C., RongShao, H., 2015. WiFi-Based Indoor Positioning. IEEE, 53(3), 150-157.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hussein DOUGHANGI  
Doğum Yeri ve Yılı : SURIYE, 21/01/1990  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : Arapça, İngilizce  
E-posta : huseyin.doganci90@gmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : AL Malki Lisesi, 2006  
Lisans : Arab Academy For Science And Technology,  
Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi,  
Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği

### Yayımları

Prof. Dr. Abdül Halim Zaim, Hussein Doughangi, 2016. Indoor Positioning System. Volum. 23 Issue. 8 of Wulfenia Journal, 23(8), 175-182.