

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



MOBİL CİHAZLARDAKİ SENSÖR VERİLERİNİ
KULLANAN MOBİL CİHAZ KİMLİĞİ

16011093 – Halil İbrahim ULUOĞLU

BİLGİSAYAR PROJESİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ferkan YILMAZ

Kasım, 2019

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
1 Teşekkür	1
2 Özet	2
3 Abstract	3
4 Giriş	4
5 Ön İnceleme	5
5.1 Fizibilite	5
5.1.1 Teknik Fizibilite	5
5.1.2 Zaman Planlaması	8
5.1.3 Yasal Fizibilite	9
5.1.4 Ekonomik Fizibilite	9
6 Sistem Analizi	10
7 Sistem Tasarımı	11
7.1 Yazılım Tasarımı	11
7.2 Veritabanı Tasarımı	11
8 Uygulama	15
9 Deneysel Sonuçlar	18
10 Performans Analizi	24
11 Sonuç	25
Referanslar	26

KISALTMA LİSTESİ

MATLAB	Matrix Laboratory
IOT	Internet of Things(Nesnelerin İnterneti)
IOS	Iphone OS(Operating System-İşletim Sistemi)
ABD	Amerika Birleşik Devleti

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 5.1	Dünya Çapında Mobil İşletim Sistemi Pazar Araştırması	6
Şekil 5.2	Android Studio ve Eclipse Avantajları Karşılaştırması	7
Şekil 5.3	Bilgisayar donanım özellikleri	7
Şekil 5.4	Test için kullanılan mobil cihazların donanım özellikleri	8
Şekil 5.5	Gantt Diyagramı	8
Şekil 7.1	UML sınıf diagramı	12
Şekil 7.2	Sensorlerin Android cihazda gösterilmesi	13
Şekil 7.3	Sistemin tasarımı	14
Şekil 8.1	Yerel lokasyon Android cihazda oluşan sensör verileri	15
Şekil 8.2	Uygulamanın ilk görünüşü	16
Şekil 8.3	Uygulama çalıştığında oluşan görüntü	16
Şekil 8.4	Uygulama başarılı bir şekilde sonlandı	17
Şekil 8.5	Uygulama sonlandırma sırasında hata oluştu	17
Şekil 9.1	Samsung Galaxy Note9 ve Xiamoi Redmi Note 7 İvmeölçer Sensörü Sonuçları	18
Şekil 9.2	İki adet Note9 telefonun İvmeölçer Sensörü Sonuçları	19
Şekil 9.3	İki adet Note9 telefonun Jiroskop Sensörü Sonuçları	20
Şekil 9.4	İki adet Note9 telefonun Manyetik Sensörü Sonuçları	21
Şekil 9.5	İki adet Note9 telefonun Konum Sensörü Sonuçları	22
Şekil 9.6	İki adet Note9 telefonun Işık Sensörü Sonuçları	23

1

Teşekkür

Bu proje öncesinde,sırasında kıymetli bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen sayın Dr.Öğr.Üyesi Ferkan Yılmaz'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

2 Özet

Akıllı telefonların gelişmesiyle birlikte akıllı telefonlara ihtiyaçlarımızın artması telefonların bu ihtiyaçları karşılayabilmek için sensörlerin de gelişiminin önünü açmıştır. Sensörler geliştikçe akıllı telefonlardan daha etkili ve kesin sonuçlar almaktayız. Bu proje kapsamında telefonlardaki ortak bulunan (İvmeölçer, jiroskop, manyetik, konum ve ışık) sensörleriyle bir akıllı telefonun içinde bulunduğu durumu tespit edip, burdan çıkarılacak veri ile birlikte verisi alınan telefona özel bir sensör karakteristiği ortaya koymaktır. Birden fazla akıllı telefon ile birlikte ortaya konan bu karakteristik özellikler ile bir veri seti oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu veri seti sonradan sisteme dahil edilmek istenen bir başka akıllı telefon üzerinde makine öğrenme algoritmaları uygulayarak yeni eklenmek istenen telefonun elimizde bulunan hangi telefon ile daha benzer yapıda olabileceği sorusu için kullanılır.

3

Abstract

With the development of smart phones, increasing the need for smart phones, paved the way for the development of sensors in order to meet these needs. As sensors develop, we get more effective and precise results from smartphones. Within the scope of this project, detecting the situation of a smartphone with the common sensors (accelerometer, gyroscope, magnetic, position and light) in the phones, and revealing a specific sensor characteristic of the phone with the data to be extracted from it. A data set is formed with these characteristic features which are presented together with more than one smartphone. This data set is used for the question of which phone we want to add a new phone with similar structure by applying machine learning algorithms on another smartphone which is wanted to be included in the system.

Statista araştırma şirketine göre, günümüzde dünyada 3.3 milyarın üzerinde akıllı telefon bulunmaktadır[1]. Bununla birlikte GSMA Intelligence araştırma şirketine göre, dünya çapında mobil cihaza(cep telefonu,tablet, internete bağlanabilen IOT cihazları vs.) sahip insan sayısı ise 5.15 milyarın üzerindedir. Bu demektir ki, dünya nüfusunun %66.60'ı herhangi bir mobil cihaza sahiptir[2]. Mobil cihaz teknolojisi ilerledikçe hayatımızdaki kullanım oranı artmaktadır. Bununla beraber onlar sayesinde yapabileceklerimizin sayısı da artarak devam etmektedir. Mobil cihazların bu noktaya gelmesinin nedenlerinden biri de içerisinde bulunan sensörlerin doğru bir şekilde çalışıp, gündelik ve iş hayatlarımızı kolaylaştırmasıdır.

Sıradan bir mobil cihazda bile cihazın çalışmasını sağlayan onlarca sensör bulunmaktadır. Basit veya karmaşık sensörlerin bulunduğu mobil cihazlar çalıştıkları her saniye büyük veriye yüksek miktarda katkı sağlamaktadır. Oluşan verinin büyük ölçekte olması dolayısıyla çıkartılabilecek sonuçların fazlalığı bu konu üzerinde araştırma yapmayı ilgi çekici hale getirmektedir. Oluşan büyük verilerin işlenmesinin ve doğru sonuçların çıkartılmasının gelecekte çok önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir.

Böylece bu proje kapsamında, Android cihazlardan toplanan havabasıncı, hızlanma, pusula vs. gibi sensörlerden alınan verilerin işlenip kullanılmasıyla Android cihazların kimliklerinin birbirinden ayırt edilebilmesi amaçlanmıştır. Toplanan sensör verilerinin arkaplan işaretlerinin high-order analizlerini yaparak, cihaz kimlikleri üzerinde olasılıksal hipotezler oluşturulacaktır. Bu hipotezlerin p-value değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması ve makina öğrenme algoritmalarının da kullanılması neticesinde Android cihazlar birbirinden ayırt edilebilecektir.

5

Ön İnceleme

Günümüzde sensörlerin mobil cihazlardaki önemi ve sayısı oldukça artmıştır. Bu nedenle sensörler üzerine yapılan çalışmalar da artmaktadır. Parmak izi sensörünü kullanarak mobil cihaz kimliği yapılabilmektedir [3]. Gelişmiş sensörlerdeki gürültüleri kullanarak kamera kaynağının tanımlanması ile çalışma yapılmıştır [4]. Yapılan bu tür çalışmalar tek bir sensör üzerine yoğunlaşmıştır. Bu projede farklı mobil cihazlarda bulunan sensörlerin ortak olanların belirlenip bu ortak sensörlere göre mobil cihazların kimliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

5.1 Fizibilite

Bu başlık altında projeye ilişkin yapılan teknik, zaman, yasal, ekonomik fizibiletelerin detaylı analizlerine yer verilmiştir.

5.1.1 Teknik Fizibilite

Bu başlık altında yapılan teknik fizibilite analizleri yazılım ve donanım fizibilitesi şeklinde iki alt başlığa ayrılmıştır.

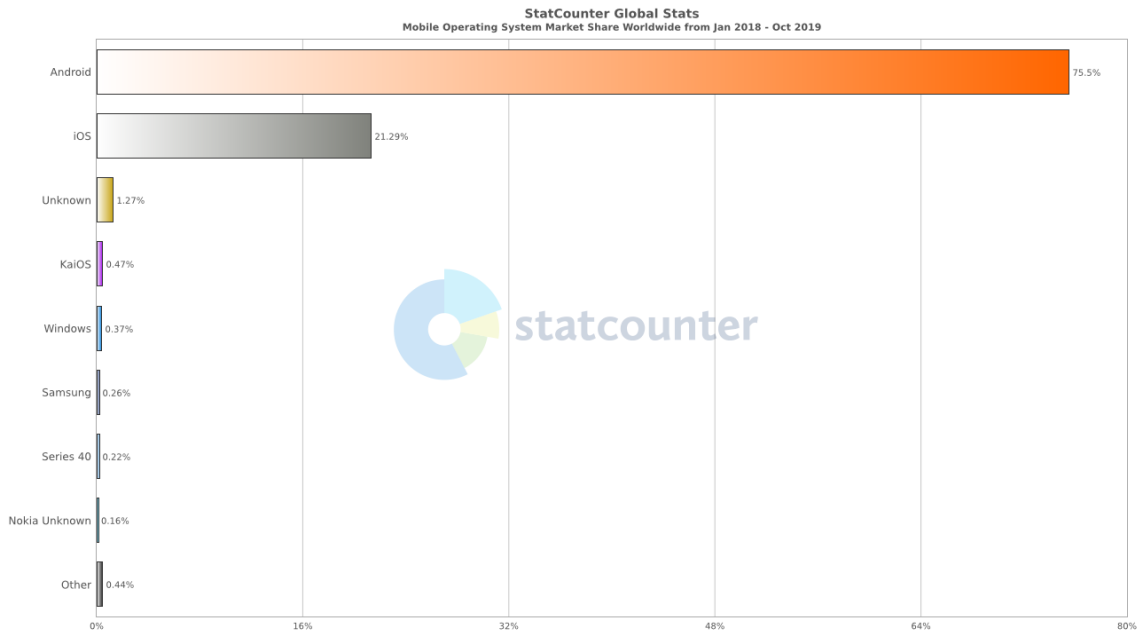
5.1.1.1 Yazılım Fizibilitesi

Bu proje kapsamında uygulama geliştirme ve test süreçlerinde bilgisayar ortamında kullanılan işletim sistemi Windows 10 Home 64 bit işletim sistemidir. Piyasada bulunan mobil işletim sistemleri arasında dört adet öne çıkan işletim sistemi bulunmaktadır. Dünya çapında en az kullanılan mobil işletim sisteminden başlayarak sırasıyla madde halinde analiz yapılmıştır[5] .

- **Windows Phone** : Windows Phone mobil işletim sistemi, yaygın olarak kullanılmamak ile birlikte hakkında bulunan kaynak sayısı oldukça azdır. Ayrıca Microsoft şirketinin Windows Phone mobil işletim sistemine olan desteğini 10

Aralık 2019 itibariyle sonlandırılacak olması bu proje için tercih edilmeme sebebi olmuştur[6].

- **KaiOS** : KaiOS, ABD merkezli bir şirket olan KaiOS Technologies'in sahip olduğu Linux tabanlı, açık kaynak kodlu bir mobil işletim sistemidir. KaiOS işletim sistemi 2017 yılında ilk kez piyasaya sürülmüştür[7]. KaiOS mobil işletim sistemi diğer mobil işletim sistemleri arasında en yakın tarihte piyasaya çıkan mobil işletim sistemi olması ile birlikte kaynak bakımından oldukça kısıtlıdır. Aynı zamanda yeteri kadar dünya çapında yaygın kullanılmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı KaiOS mobil işletim sistemi bu projede kullanılmamıştır.
- **IOS** : IOS işletim sistemi dünya çapında en çok kullanılan ikinci mobil işletim sistemidir. Bununla birlikte oldukça yeterli sayıda kaynağa ve desteğe sahiptir. Ne yazık ki, geliştirme ortamı için gerekli ekipmanlar ve yazılımlar sağlanamamaktadır. Ayrıca iOS mobil işletim sistemi ortamında uygulama geliştirilmesi için gerekli bilgi sağlanamadığından bu proje için kullanılamamıştır.
- **Android** : Android işletim sistemi dünya çapında en çok kullanılan mobil işletim sistemidir. (Şekil 5.1'de gösterilmiştir.) Bu nedenle en çok kaynak ve desteğe sahip mobil işletim sistemidir. Aynı zamanda, birden fazla geliştirme ortamını ücretsiz olarak sağlamaktadır.



Şekil 5.1 Dünya Çapında Mobil İşletim Sistemi Pazar Araştırması

Android mobil işletim sistemi uygulaması geliştirme platformu olarak piyasada karşımıza Android Studio ve Eclipse çıkmaktadır.

Android Studio	Eclipse
Google desteđi	Kullanımı Kolay
SDK Yönetimi	RAM Kullanımı Düşük
Tasarım Arayüzü	
Detaylı Uygulama Test ve Debug Etme	

Şekil 5.2 Android Studio ve Eclipse Avantajları Karşılaştırması

Tablo 5.2’da belirtilen avantajlar ve proje sahibinin bilgi birikimi doğrultusunda bu projenin Android Studio geliştirilmesi uygun görülmüştür.

5.1.1.2 Donanım Fizibilitesi

Bu proje kapsamında geliştirilen uygulamanın geliştirildiği bilgisayar sisteminin özellikleri Tablo 5.3 ’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Sağlanan donanım gerekli geliştirme ortamını rahat bir şekilde sağlamıştır.

Donanım	Özelliği
İşlemci	Intel(R) Core(TM) i7-4710HQ CPU @ 2.50Ghz (8CPUs)
Bellek	16,0 GB DDR3
Disk	1.3 GB ve üstü

Şekil 5.3 Bilgisayar donanım özellikleri

Geliştirilen uygulamanın test edildiği mobil cihazlardaki sensörler bu şekildedir:

1. **Samsung Galaxy Note 9** : İvme Ölçer, Hava Basıncı Ölçer, Parmak İzi, Hareket, Jeomanyetik Alan, Manyetik Alan, Kalp Ritim, Yakınlık, KYM Renk, İris Tarama, Basıncı Ölçer [8].
2. **Samsung Galaxy S4** : İvme Ölçer, Yakınlık, Ortam Işığı, Manyetik Alan, Jeomanyetik Alan, Nem Ölçer, Basıncı Ölçer, Sıcaklık Ölçer, Kızılötesi Jest algılama [9].

3. **Xiaomi Redmi Note 7** : Jeomanyetik, İvme Ölçer, Uzaklık-Yakınlık, Elektronik Pusula, Parmak İzi, Ortam Işığı, Titreşim Motoru, Kızılötesi Kumanda [10]

4. **General Mobile GM5 Plus** : Hareket, Parmak İzi, İvme Ölçer, Manyetik Sensör, Yakınlık, Işık [11]

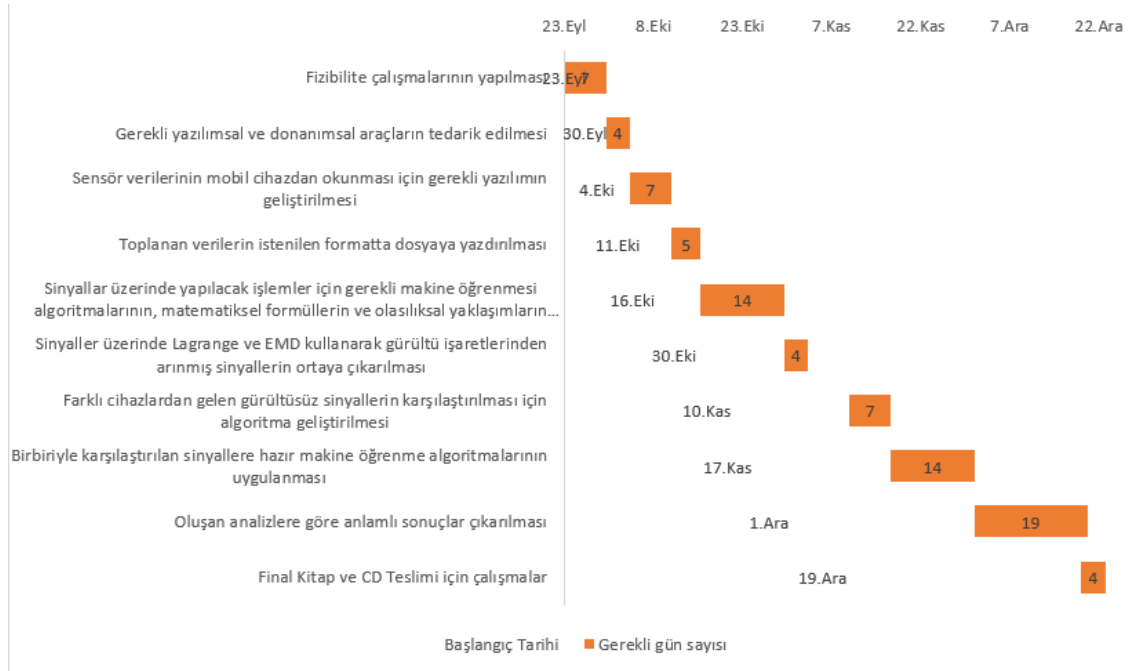
Yukarda belirtilen mobil cihazlar üzerinde ortak bulunan ivme ölçer, parmak izi, hareket, manyetik alan, yakınlık, ışık ve hava basıncı ölçer sensörlerinden veri toplanarak çıkarımlar yapılmıştır.

Cihaz Adı	İşletim Sistemi	Bellek Boyutu	İşlemci Özelliği
Samsung Galaxy Note 9	Android 9(Pie)	6 GB	64 bit Octa-Core Processor 2.8Ghz
Samsung Galaxy S4	Android 6(Marshmallow)	2 GB	Octa-core (4x1.6GHz + 4x1.2GHz)
Xiaomi Redmi Note 7	Android 9(Pie)	4 GB	Qualcomm Snapdragon 660
General Mobile GM5 Plus	Android 8(Oreo)	3 GB	Qualcomm Snapdragon 617

Şekil 5.4 Test için kullanılan mobil cihazların donanım özellikleri

5.1.2 Zaman Planlaması

Şekil 5.5’de zaman planlanması Gantt diyagramı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 5.5 Gantt Diyagramı

5.1.3 Yasal Fizibilite

Kişisel Verilerin Korunması Kanunu

Kanun Numarası : 6698

Kabul Tarihi : 24/3/2016

Yayımlandığı R.Gazete : Tarih: 7/4/2016 Sayı : 29677

Yayımlandığı Düstur : Tertip : 5 Cilt : 57

Genel ilkeler

MADDE 4:

(1) Kişisel veriler, ancak bu Kanunda ve diğer kanunlarda öngörülen usul ve esaslara uygun olarak işlenebilir.

(2) Kişisel verilerin işlenmesinde aşağıdaki ilkelere uyulması zorunludur:

- a) Hukuka ve dürüstlük kurallarına uygun olma.
- b) Doğru ve gerektiğinde güncel olma.
- c) Belirli, açık ve meşru amaçlar için işlenme.
- ç) İşlendikleri amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olma.
- d) İlgili mevzuatta öngörülen veya işlendikleri amaç için gerekli olan süre kadar muhafaza edilme.

Özel nitelikli kişisel verilerin işlenme şartları

MADDE 6:

(1) Kişilerin ırkı, etnik kökeni, siyasi düşüncesi, felsefi inancı, dini, mezhebi veya diğer inançları, kılık ve kıyafeti, dernek, vakıf ya da sendika üyeliği, sağlığı, cinsel hayatı, ceza mahkûmiyeti ve güvenlik tedbirleriyle ilgili verileri ile biyometrik ve genetik verileri özel nitelikli kişisel veridir.

(2) Özel nitelikli kişisel verilerin, ilgilinin açık rızası olmaksızın işlenmesi yasaktır.

Yorum : Kanunda da belirtildiği üzere kişisel verilerin işlenmesi konusunda herhangi bir sakınca olmadığı yalnızca kişilerden izin alınması gerektiği belirtilmiştir. Sistemimiz kişilere kullanımda verilerin saklanması ve işlenmesi durumunda izin alarak bu kanunun hükümlerini yerine getirmektedir.

5.1.4 Ekonomik Fizibilite

Bu proje boyunca kullanılan yazılım ve donanım araçları için herhangi bir lisans/kullanım ücreti ödenmemiştir.

6 Sistem Analizi

Bu proje başlıca iki öndemli kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım sensör verilerinin geliştirilen bir Android uygulaması ile toplanmasıdır. Toplanan bu sensör verileri aynı zamanda gürültüye sahip sinyallerdir. İkinci kısımda ise gürültüye sahip bu sinyalleri çeşitli matematiksel yöntemlerle gürültülerinden ayırıp saf bir sinyale dönüştürmektir. Dönüşüm sonrası ortaya çıkan farklı cihazlardaki saf sinyallerin olasılıksal yöntemlerle aralarındaki bağıntı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu projede sağlanan asıl fark cihazlardaki birden fazla sensörden gelen verilerin kullanılarak mobil cihaz kimliğinin tespit ediliyor olmasıdır. Bunu yaparken kullanılan veri kirliliğini ve kaynak kullanımını en düşük seviyede tutmak proje hedefleri arasındadır.

7

Sistem Tasarımı

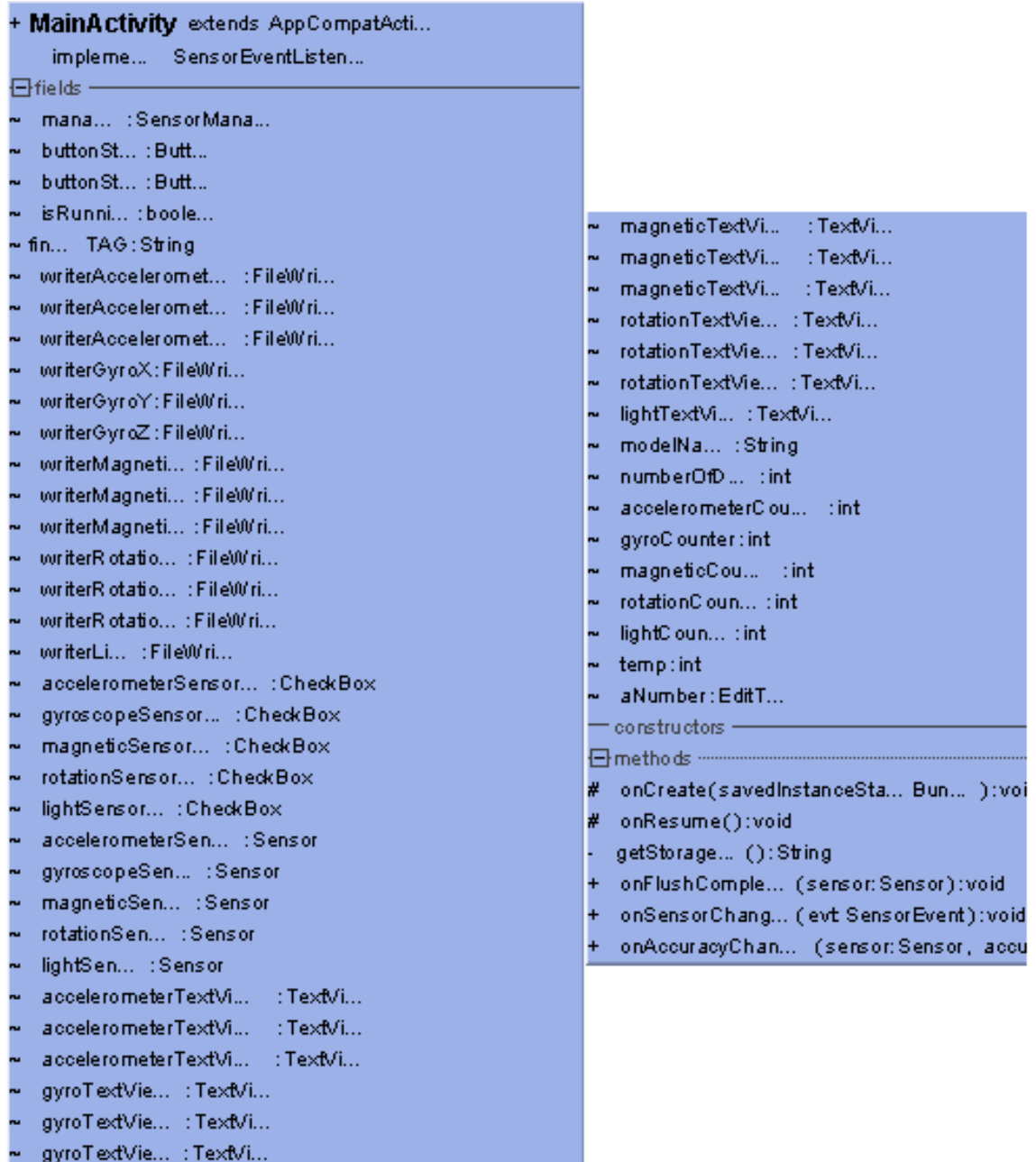
Bu bölümde projeye ait sistemin tasarımı rapolarınıdır. Bu bölüm temel olarak Yazılım tasarımı ve veritabanı tasarımı olarak ikiye ayrılmıştır.

7.1 Yazılım Tasarımı

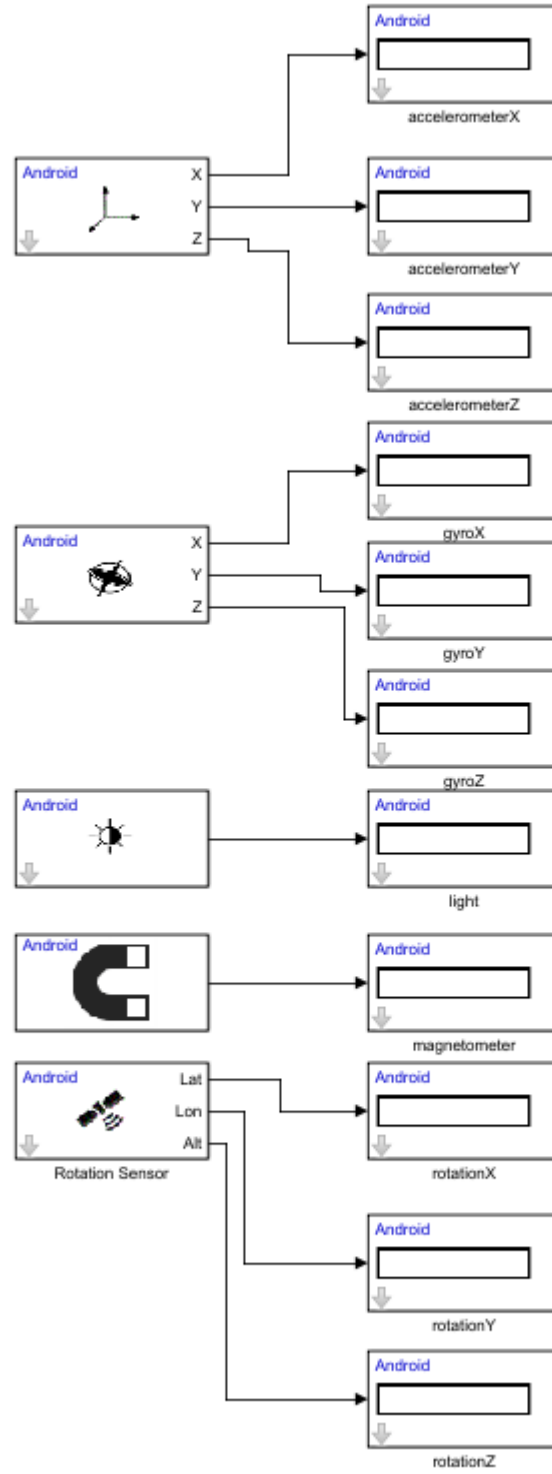
Bu projenin yazılım tasarımı iki ana kısımdan oluşmaktadır. Yapılan çalışmanın ilk kısmı bir Android işletim sistemine sahip bir mobil cihazdan sensör verilerinin toplanmasıdır. Diğer kısım ise toplanan bu sensörler MATLAB'e aktararak toplanan verilerin işlenmesidir.

7.2 Veritabanı Tasarımı

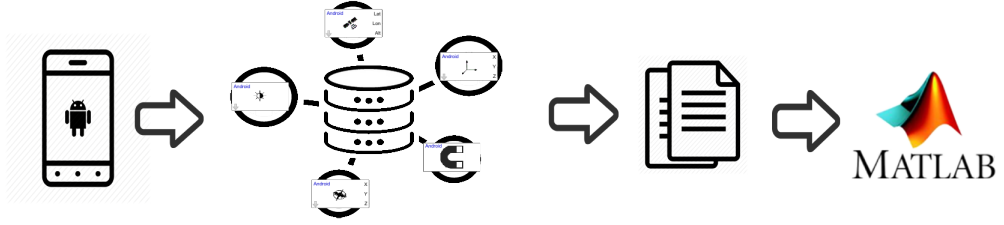
Bu projede veritabanı olarak uygulamanın yüklendiği mobil cihazın yerel hafızasında oluşturulan dosyaların saklandığı bir veritabanı modellenmiştir.



Şekil 7.1 UML sınıf diagramı



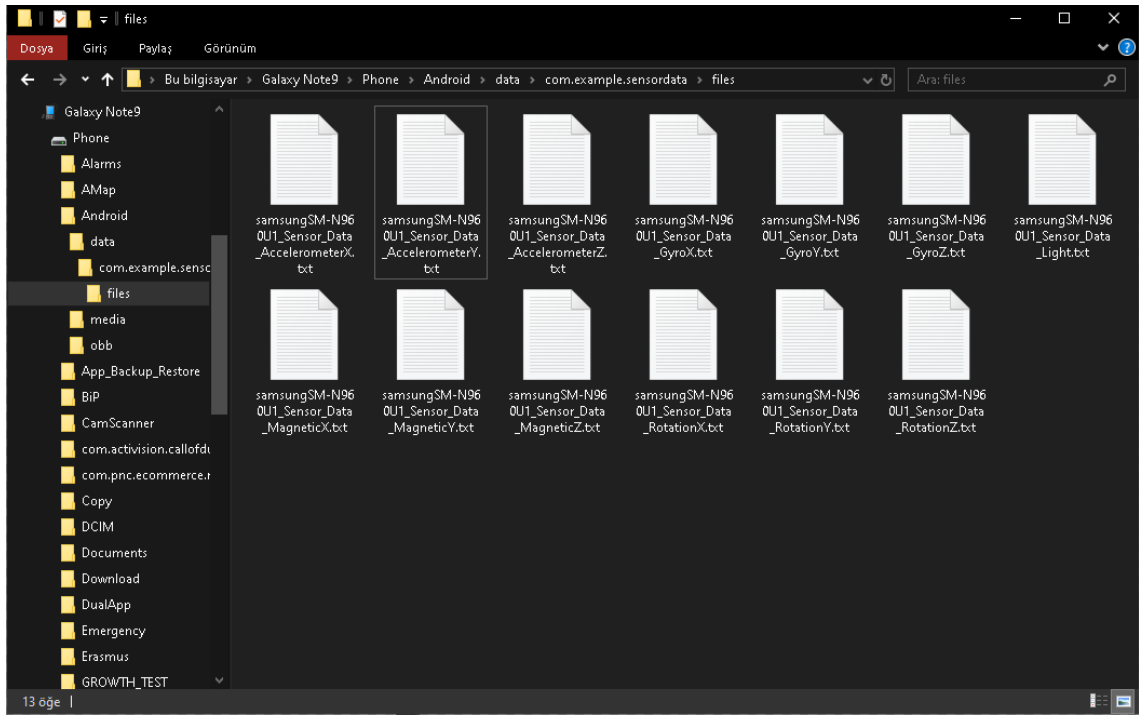
Şekil 7.2 Sensorlerin Android cihazda gösterilmesi



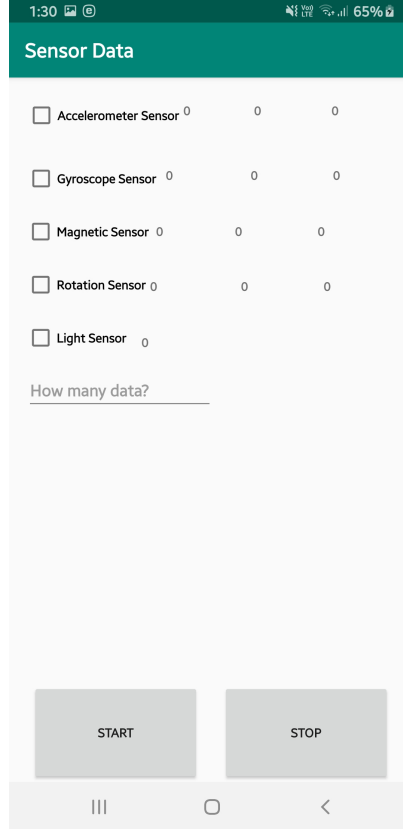
Şekil 7.3 Sistemin tasarımı

8 Uygulama

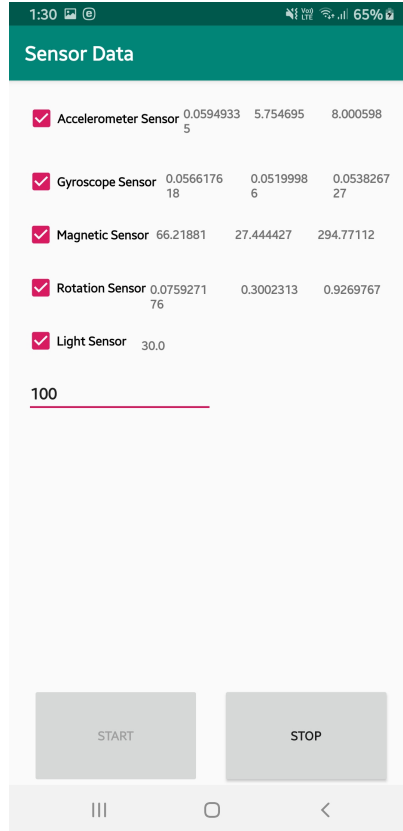
Bu bölümde projeye ait çalışan ekran görüntüleri verilmiştir.



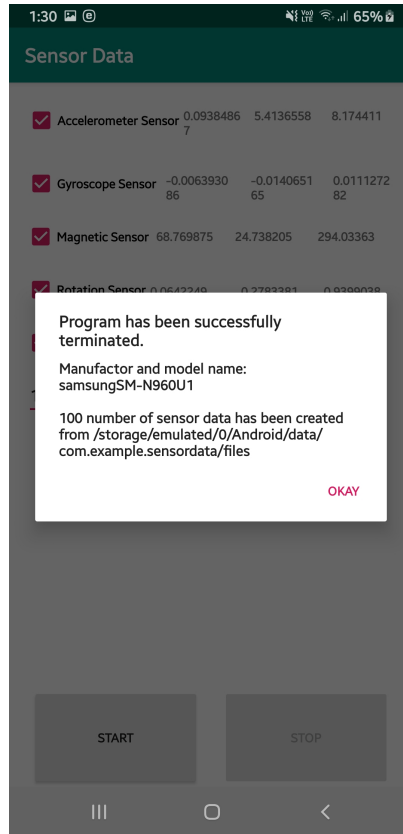
Şekil 8.1 Yerel lokasyon Android cihazda oluşan sensör verileri



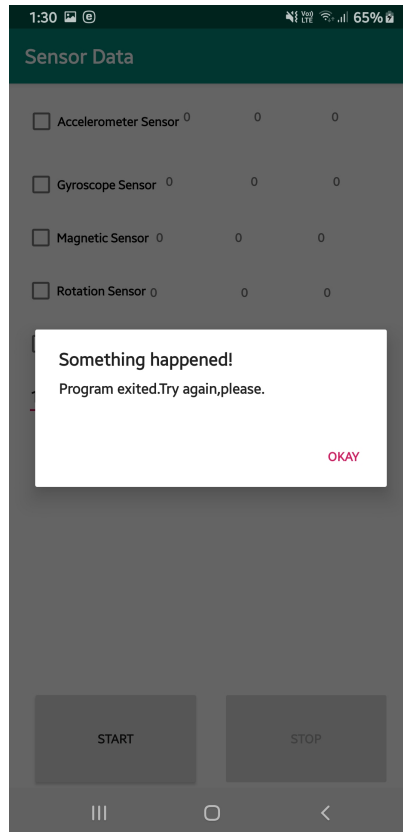
Şekil 8.2 Uygulamanın ilk görünüşü



Şekil 8.3 Uygulama çalıştığında oluşan görüntü

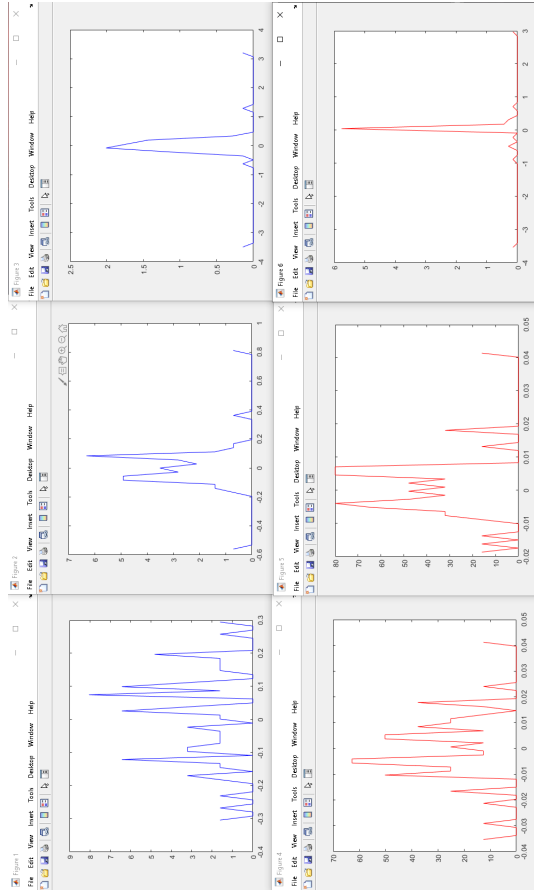


Şekil 8.4 Uygulama başarılı bir şekilde sonlandı

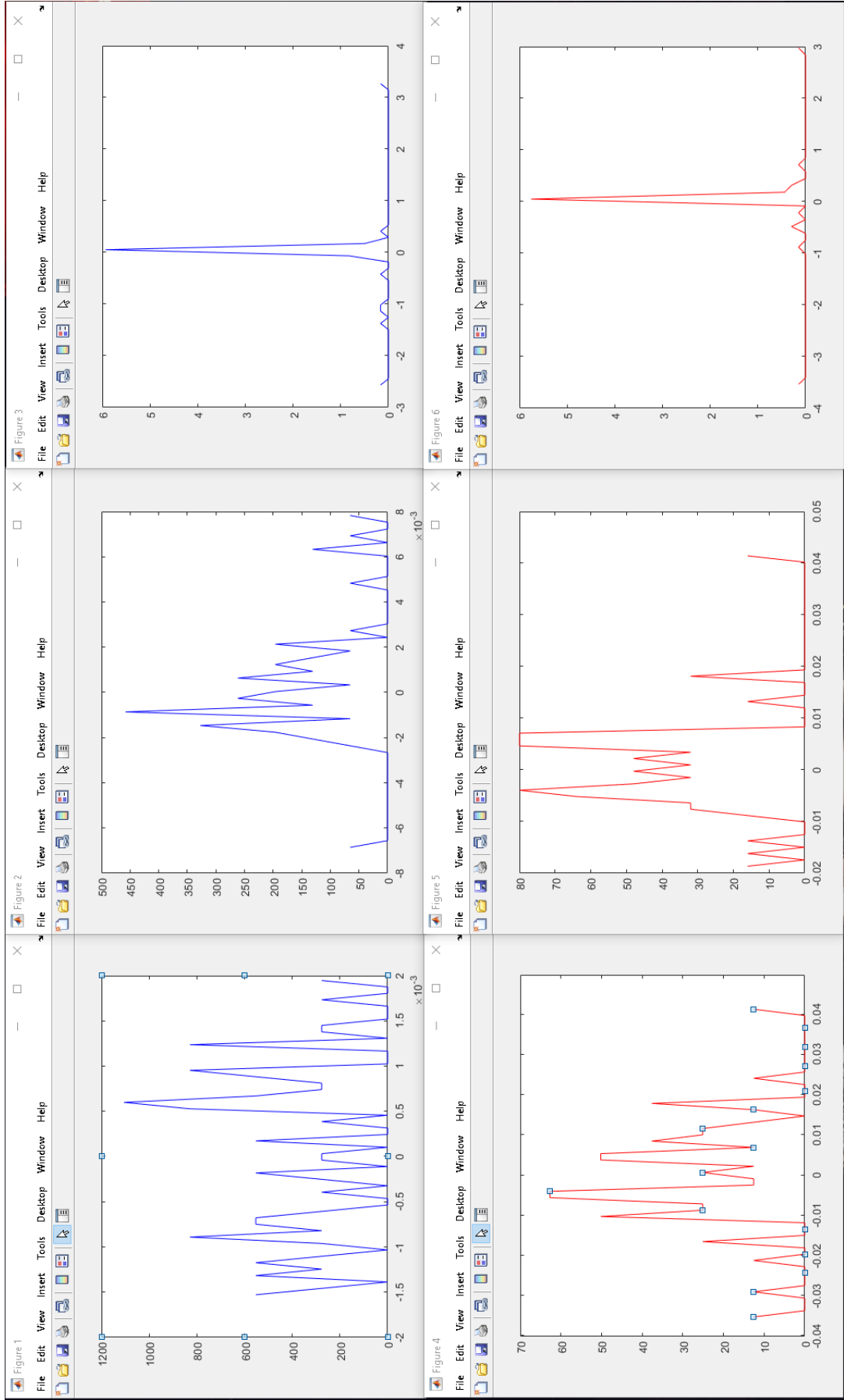


Şekil 8.5 Uygulama sonlandırma sırasında hata oluştu

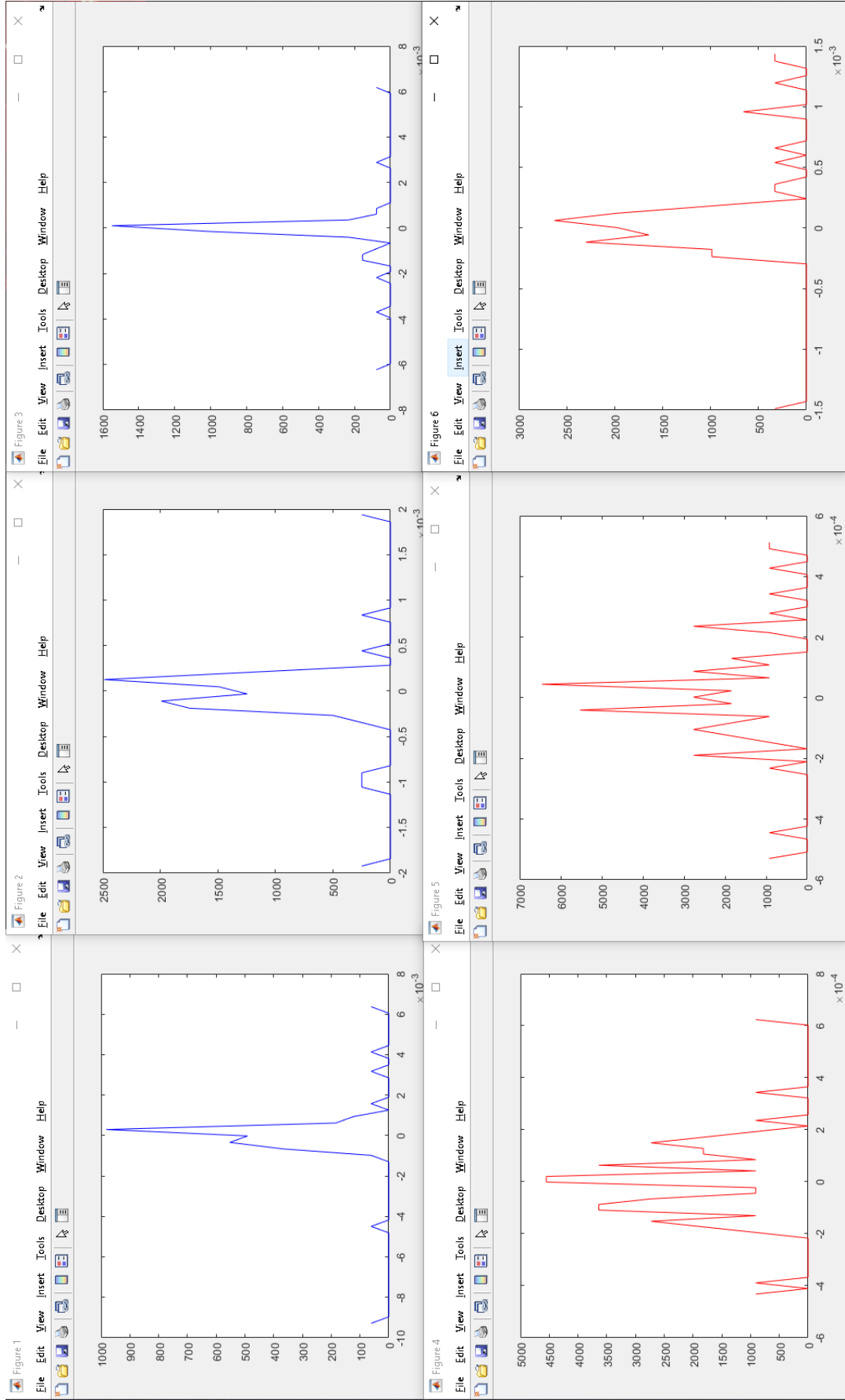
9 Deneysel Sonuçlar



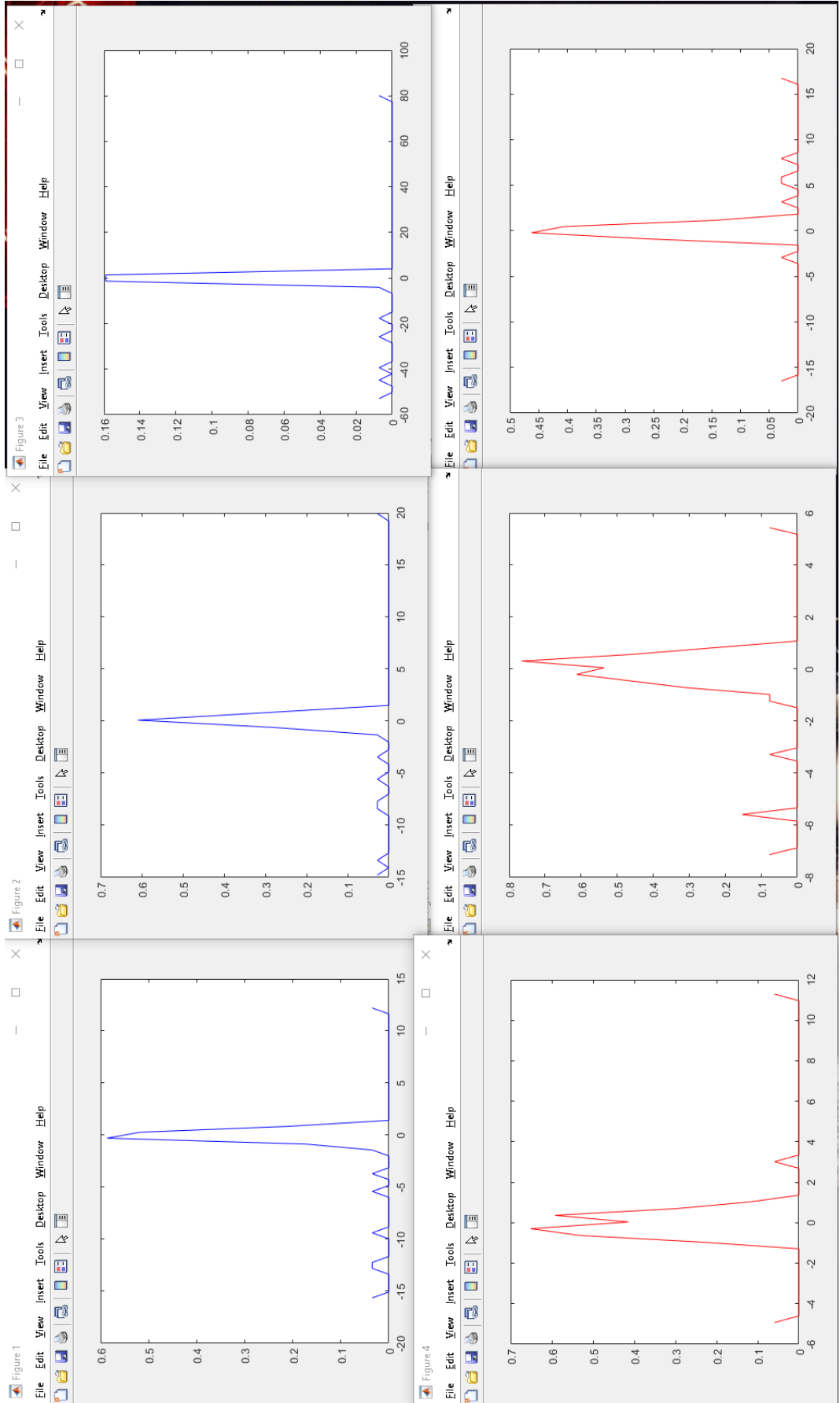
Şekil 9.1 Samsung Galaxy Note9 ve Xiaomi Redmi Note 7 İvmeölçer Sensörü Sonuçları



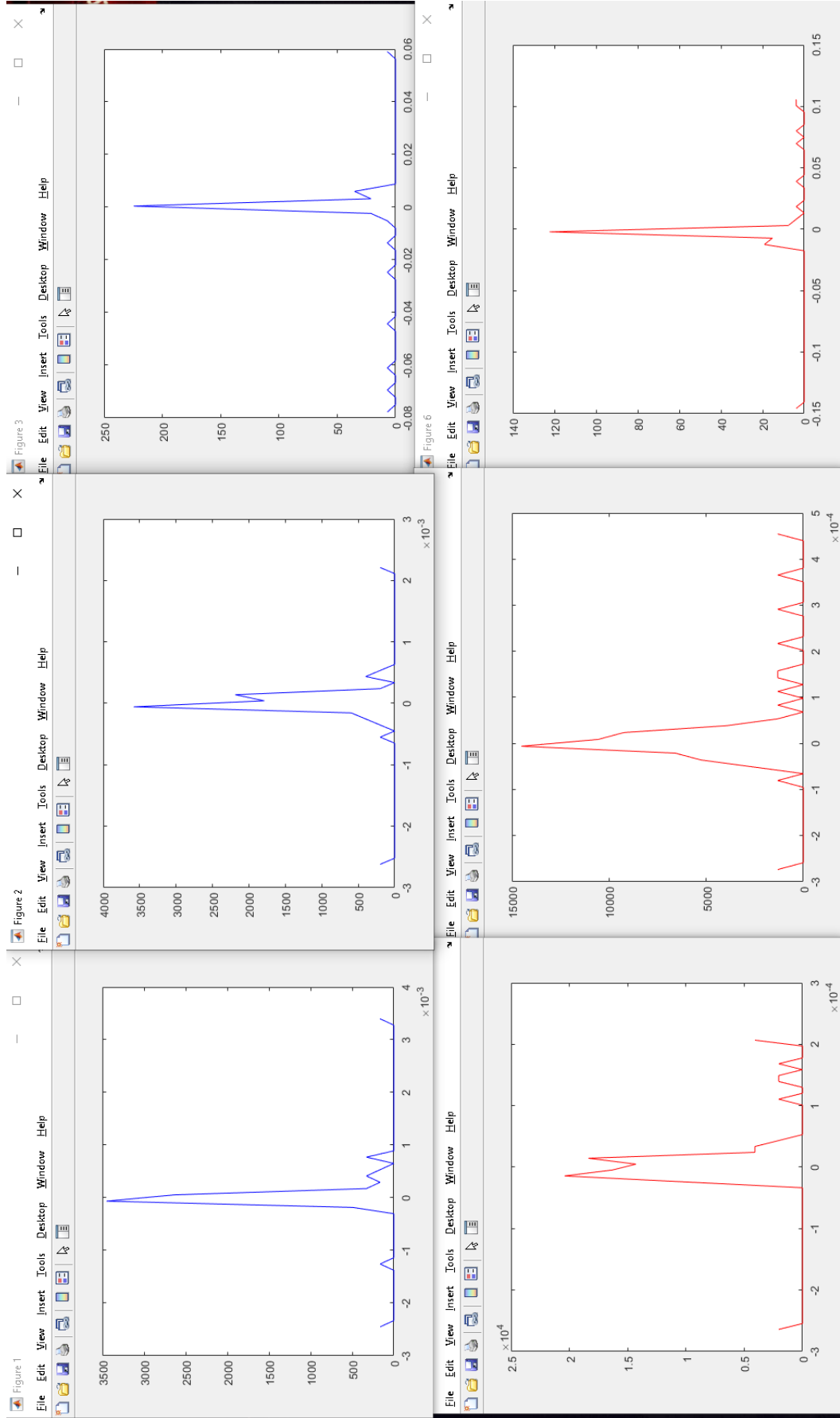
Şekil 9.2 İki adet Note9 telefonun İvmeölçer Sensörü Sonuçları



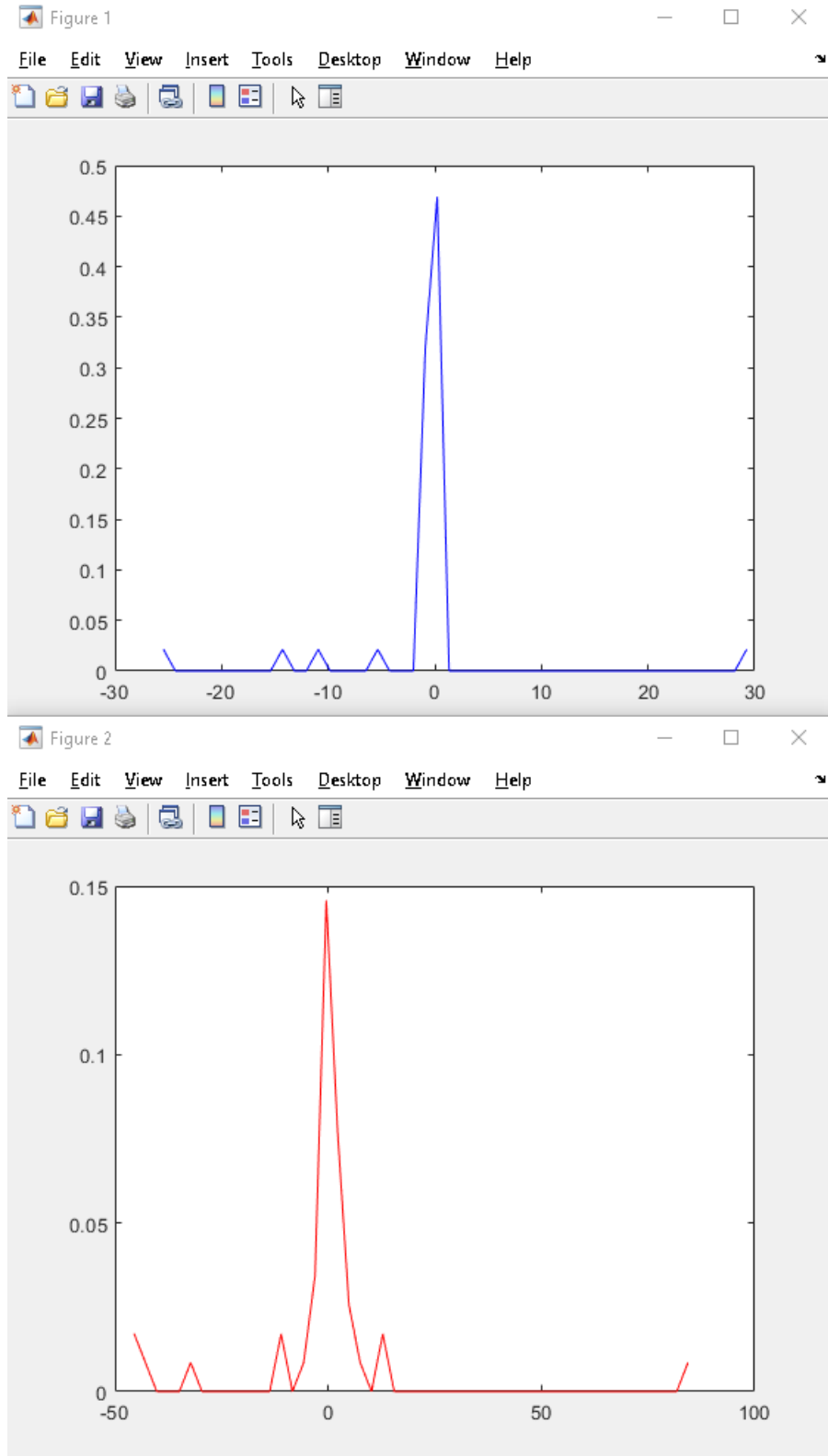
Şekil 9.3 İki adet Note9 telefonun Jiroskop Sensörü Sonuçları



Şekil 9.4 İki adet Note9 telefonun Manyetik Sensörü Sonuçları



Şekil 9.5 İki adet Note9 telefonun Konum Sensörü Sonuçları



Şekil 9.6 İki adet Note9 telefonun Işık Sensörü Sonuçları

10

Performans Analizi

Yapılan testler sırasında sensörlerin alınması için çalışan uygulama yavaşlama olmaksızın çalışmaktadır. Fakat bazı sorunlar meydana gelmiştir. Örneğin bazı telefonların Türkçe dile sahip olması sensörlerden toplanan ondalıklı sayıların nokta yerine virgöl ile gösterilmesine neden olmuştur. Ayrıca kutucuklar ve çıktı veren kısımlar bazı telefonlarda olması gerekenden farklı konumlarda olmuştur. Sonuç olarak farklı telefonlar birbiriyle karşılaştırılmış ve bu telefonların sensör verileri sinyalleri arasında gözle görülür bir fark olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda iki aynı cihazın sensör sinyal karakteristikleri birbirlerine oldukça benzerdir. Bundan yola çıkarak sisteme eklenen yeni bir cihaz önceki veri setindeki telefonlar ile karşılaştırılarak hangi cihazlara benzer olduğu tespit edilebilir.

11

Sonuç

Akıllı telefonların gelişmesiyle birlikte akıllı telefonlara ihtiyaçlarımızın artması telefonların bu ihtiyaçları karşılayabilmek için sensörlerin de gelişiminin önünü açmıştır. Sensörler geliştikçe akıllı telefonlardan daha etkili ve kesin sonuçlar almaktayız. Sonuç olarak sensörlerin gelişmesi telefonların gündelik hayatımıza daha çok entegre olmasına yol açmaktadır. Sensörleri kullanarak işlenen bilgiler aynı zamanda IOT dünyasında da büyük gelişmelere neden olmaktadır. Sensörler IOT teknolojisini geleceği için oldukça önemlidir. Bu yüzden sensörler ile ilgili yapılan çalışmalar sensörlerin kullanım alanlarını derinleştirmektedir.

- [1] Statista. (2019). Number of smartphone users worldwide from 2016 to 2021, [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/> (visited on 10/26/2019).
- [2] G. Intelligence. (2019). Unique mobile subscribers, [Online]. Available: <https://www.gsmainelligence.com/> (visited on 10/26/2019).
- [3] Y. M. Hristo Bojinov Dan Boneh, "Mobile device identification via sensor fingerprinting,"
- [4] C.-T. Li, "Source camera identification using enhanced sensor pattern noise,"
- [5] S. Counter. (2019). Mobile operating system market share worldwide, [Online]. Available: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/2019> (visited on 10/26/2019).
- [6] Microsoft. (2019). Windows 10 mobile phone end of support, [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/tr-tr/help/4485197/windows-10-mobile-end-of-support-faq> (visited on 10/26/2019).
- [7] Wikipedia. (2017). Kaios mobile operating system, [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/KaiOS> (visited on 10/26/2019).
- [8] Samsung. (2018). Samsung galaxy note 9, [Online]. Available: <https://www.samsung.com/global/galaxy/galaxy-note9/specs/> (visited on 10/26/2019).
- [9] —, (2013). Samsung galaxy s4, [Online]. Available: <https://news.samsung.com/global/what-you-may-not-know-about-galaxy-s4-innovative-technology> (visited on 10/26/2019).
- [10] Xiaomi. (2019). Xiaomi redmi note 7, [Online]. Available: <https://www.mi.com/global/redmi-note-7/specs> (visited on 10/26/2019).
- [11] G. Mobile. (2019). General mobile gm5 plus, [Online]. Available: <https://www.generalmobile.com/tr/urunler/Gm8/teknik-ozellikler> (visited on 10/26/2019).