

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİL PLATFORM ÜZERİNDEN KİŞİSEL SAĞLIK İZLEME
SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

HÜSEYİN ŞENTÜRK

KOCAELİ 2018

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

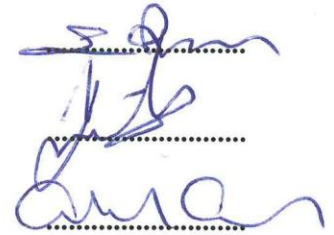
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİL PLATFORM ÜZERİNDEN KİŞİSEL SAĞLIK İZLEME
SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

HÜSEYİN ŞENTÜRK

Doç. Dr. Emine Doğru BOLAT
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Celal ÇEKEN
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 06.07.2018

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Teknolojinin gelişmesiyle sürekli takip gerektiren hastalıklarının takibi sadece hastanede değil evde, işte, yolda vb. yerlerden de yapılabilmektedir. Hastanın sağlık verileri üzerinde taşıyacağı mobil cihazlarla izlenebilmektedir. Tüm dünyada ve ülkemizde sağlık harcamalarının sürekli artmasıyla yeni tedavi ya da önleyici sistemler büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca ani ölümlerin büyük çoğunluğunun kardiyak sebebi olması EKG üzerinde yapılan çalışmaları popüler hale getirmiştir.

Yapılan bu çalışmayla, hasta kendi EKG grafiği, kalp atış sayısı ve vücut sıcaklığı gibi bilgileri kendisi takip edebildiği gibi, hastanın yakını ve doktorunun da uzaktan takip edebileceği bir sistem geliştirilmiştir.

Tez çalışmam boyunca benden destek ve tecrübelerini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Emine DOĞRU BOLAT’a, yaptığı katkılardan dolayı Erdem TUNCER ve Önder YAKUT’a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmam boyunca gösterdiği her türlü destek ve sabırdan dolayı eşime sonsuz sevgilerimi sunarım.

Haziran – 2018

Hüseyin ŞENTÜRK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	8
1.1. Elektrokardiyografi (EKG).....	8
1.1.1. Kalbin yapısı ve çalışması	8
1.1.2. EKG'nin tarihçesi	9
1.1.3. Normal bir EKG işareti.....	10
1.1.4. Nasıl ölçüm yapılır?.....	11
1.1.5. EKG'nin kullanım alanları	11
1.2. Vücut Isısı (Ateş).....	12
2. MALZEME VE YÖNTEM.....	13
2.1. Android.....	13
2.1.1. Android işletim sistemi.....	13
2.1.2. Android cihazlar	14
2.1.3. Android işletim sisteminin yapısı	14
2.1.4. Dalvik Sanal Makinesi ve Android Run Time (ART).....	16
2.1.5. Pazar payı.....	16
2.1.6. Android işletim sistemi sürümleri	17
2.1.7. Android Studio	18
2.2. Java.....	18
2.2.1. Java Sanal Makinesi	19
2.2.2. Java yazım kuralları.....	19
2.2.3. JSON (Javascript Object Notation)	19
2.3. Arduino.....	20
2.3.1. Arduino ile ilgili temel bilgiler	21
2.3.2. Arduino çeşitleri	21
2.3.3. Arduino Uno R3	22
2.3.4. Bluetooth modülü	23
2.3.5. Algılayıcılar	23
2.3.6. e-Sağlık algılayıcı kalkanı (Shield)	24
2.3.7. Arduino geliştirme ortamı	26
2.3.8. Arduino programlama dili temelleri	27
2.4. Dinamik Web Sayfaları	28
2.4.1. Dinamik web uygulaması ASP (Active Server Pages).....	29
2.4.2. ASP Dili.....	30
2.5. Veritabanı	30
2.5.1. Veritabanının temel kavramları	31

2.5.2. Access	31
2.5.3. SQLite.....	31
2.6. Pan – Tompkins algoritması.....	32
2.6.1. Filtreleme.....	32
2.6.2. Türev alma	33
2.6.3. Kare alma.....	33
2.6.4. Kayan pencere integrasyonu.....	33
3. DENEYSEL ÇALIŞMA	34
3.1. Çalışmanın Donanım Yapısı	34
3.2. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar	35
3.3. Veritabanı Yapısı.....	37
3.4. Android Uygulaması	39
3.4.1. Üyelik ekranı	39
3.4.2. Üye giriş ekranı.....	40
3.4.3. Hasta yakını bilgileri.....	40
3.4.5. Hasta ateşinin ölçülmesi ekranı	41
3.4.6. Hasta EKG veri ölçme ekranı	41
3.4.7. Doktor ekranı	42
3.5. Sistemin Çalışması	42
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	45
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	52
ÖZGEÇMİŞ	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Kalbin yapısı	9
Şekil 1.2.	EKG sinyali	10
Şekil 1.3.	Einthoven üçgeni	11
Şekil 2.1.	Android işletim sisteminin mimarı yapısı.....	15
Şekil 2.2.	Akıllı telefon OS (işletim sistemi) pazar payı	16
Şekil 2.3.	Java Sanal Makinesinin çalışma prensibi	19
Şekil 2.4.	JSON örnek kodlar.....	20
Şekil 2.5.	Arduino Uno Kart	22
Şekil 2.6.	e-Sağlık algılayıcı kalkanı bağlantıları	25
Şekil 2.7.	EKG algılayıcı kiti	25
Şekil 2.8.	Vücut sıcaklığı algılayıcı kiti	26
Şekil 2.9.	IDE yazılım geliştirme ortamı	26
Şekil 2.10.	Arduino örnek kodlar.....	27
Şekil 2.11.	Dinamik web sayfaların çalışması	29
Şekil 2.12.	Response.write kullanımı.....	30
Şekil 2.13.	Request nesnesinin kullanımı	30
Şekil 2.14.	Pan-Tompkins algoritması blok diyagram.....	32
Şekil 3.1.	Geliştirilen sistemin blok diyagramı	34
Şekil 3.2.	Sistemi oluşturan kartlar	35
Şekil 3.3.	Kullanılan algılayıcılar	35
Şekil 3.4.	Kullanılan yazılımlar (Android Studio).....	36
Şekil 3.5.	Kullanılan yazılımlar (Arduino IDE).....	36
Şekil 3.6.	Kullanılan yazılımlar (Frontpage)	37
Şekil 3.7.	Giriş ekranı (main.xml).....	39
Şekil 3.8.	Üyelik ekranı (uyekayit.xml).....	39
Şekil 3.9.	Üye giriş ekranı (uyegiris.xml).....	40
Şekil 3.10.	Hasta yakını bilgileri güncelleme sayfası (uyedetail.xml).....	40
Şekil 3.11.	Vücut sıcaklığı ölçme ekranı(veri_oku_sicaklik.xml).....	41
Şekil 3.12.	EKG okuma ekranı (ekgoku.xml).....	41
Şekil 3.13.	Doktor ekranı (doktor.xml).....	42
Şekil 3.14.	EKG ve ateş ölçüm sistemi	42
Şekil 3.15.	Mobil uygulamada görüntülenen EKG sinyali	43

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1.	İşletim sistemlerine göre cep telefonu satış yüzdeleri	17
Tablo 2.2.	Android işletim sistemi sürümleri	17
Tablo 2.3.	Arduino Uno teknik özellikleri	22
Tablo 3.1.	Sqlite veritabanı yapısı.....	37
Tablo 3.2.	Hasta bilgilerinin kaydedildiği tablo.....	38
Tablo 3.3.	Hastaya ait sıcaklık bilgilerinin saklandığı tablo	38
Tablo 3.4.	Hastaya ait EKG bilgilerinin saklandığı tablo	38



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Hz	: hertz
GHz	: gigahertz
mV	: milivolt
MHz	: megahertz

Kısaltmalar

API	: Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüz)
ASP	: Active Server Page (Etkin Sunucu Sayfaları)
DIP	: Dual Line Package (Çift Hatlı Paket)
EEG	: Elektroensefalogram
EKG	: Elektrokardiyogram
EMG	: Elektromiyogram
GPL	: General Public Licence (Genel Kamu Lisansı)
IDE	: Integrated Development Environment (Tümleşik Geliştirme Ortamı)
JRE	: Java Runtime Engine
JSON	: Javascript Object Notation
JVM	: Java Virtual Machine (Java Sanal Makinesi)
SA	: Sinoatrial Düğüm
SDK	: Software Development Kit (Yazılım Geliştirme Kiti)
SQL	: Structured Query Language (Yapısal Sorgulama Dili)
UDP	: User Datagram Protocol (Kullanıcı Datagram Protokolü)

MOBİL PLATFORM ÜZERİNDEN KİŞİSEL SAĞLIK İZLEME SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

ÖZET

Mobil teknolojilerinin gelişmesi günümüzde sağlık takip sistemlerinde, farklı pencerelerin açılmasını sağlamıştır. Sürekli takip gerektiren hastalıklarda mevcut durumda hastanın hastanede bulunması gerekmektedir. Mobil teknolojiler sayesinde evde, işte, yolda vb. yerlerde hasta, sağlık verilerini üzerinde taşıyacağı mobil cihazlarla takip edilebilmektedir. Yapılan çalışma ile hasta kendi EKG grafiği, kalp atış sayısı ve vücut sıcaklığı gibi bilgileri kendisi takip edebildiği gibi, hastanın yakını ve doktoru da uzaktan takip edebilecektir. Bu tür mobil sağlık uygulamaları sağlık hizmetinin kalitesini, verimliliğini, hastanın ve refakatçinin konforunu artırırken sağlık harcamalarını da düşürecektir. Android Studio ile geliştirilen uygulama; e-Sağlık algılayıcı kalkanı destekli Arduino karttan alınan EKG ve vücut ısı gibi sağlık verilerini Bluetooth teknolojisiyle mobil telefona aktarmaktadır. Alınan bu veriler web ortamına kaydedilmektedir. Ayrıca hastaya ait cihazdan bu veriler okunurken kritik durum oluştuğunda uygulamada kayıtlı hasta yakınına mesaj atılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Android Mobil Uygulama, Arduino, EKG, e-Sağlık Algılayıcı Kalkanı, Sağlık Takibi.

REALIZATION OF PERSONAL HEALTH MONITORING SYSTEM ON MOBILE PLATFORM

ABSTRACT

Nowadays, with the development of mobile technology, different perspectives have occurred in the system of health tracking. With the diseases requiring continuous follow-up, in the current situation, a patient has to stay in the hospital. Thanks to mobile technologies, patients can be followed everywhere at home, at work, on road and etc. via mobile devices that patients can carry health data with them. With this study, the patients' ECG data can be monitored remotely by not only the patients themselves but also their companions and doctors. While this kind of mobile health applications increases the quality, productivity of health services, the comfort of the patient and the companion, it will decrease the cost of the health services. The application developed with Android Studio transfers health data such as body temperature and ECG which are taken from e-Health Sensor Shield aided Arduino Card to mobile phone via Bluetooth technology. The taken data are recorded on the web environment utilizing this application. Then, these data can be accessed by patients' companions or doctors and the web-based monitoring of the patients is provided. Furthermore while patients' data are being read on this device, if a critical situation happens, message is sent to patients' companion who is recorded to the system.

Keywords: Android Mobile Application, Arduino, ECG, e-Health Sensor Shield, Health Tracking,

GİRİŞ

İnsanlar zamanının çoğunu cep telefonunda harcamakta olup; haber okumakta, alış veriş yapmakta, oyun oynamakta, facebook, whatsapp gibi sosyal paylaşım uygulamaları kullanmaktadır. Artık cep telefonu bir bilgisayar, radyo, televizyon ve kumanda gibi araçların hepsinin işlevini yerine getirebilmektedir[1]. İnternet bağlantısı olduktan sonra bankacılık işlemlerini ve e-posta işlemlerini çok kolay bir şekilde yapabilmektedir. Kamera çözünürlüğü o kadar artmıştır ki fotoğraf makinesinin de görevini yerine getirmektedir. İstenildiğı zaman fotoğraf ya da video çekilip paylaşılabilir. Ayrıca, akıllı telefon kullanımı için ekstra bir zaman ayırmaya gerek yoktur. Yemek yerken, gezerken, tatildeyken, dinlenirken ve egzersiz gibi aktiviteleri yerine getirirken kullanılabilir[2].

Günümüzde, akıllı telefon kullanımında ülkemizde ve dünyada büyük artış yaşanmaktadır. Ülkemizde akıllı telefon kullanım oranı %75'leri bulmuştur[3]. Dünya nüfusunun yarısından fazlası akıllı telefon kullanmaktadır ve bu oran gittikçe artmaktadır[4].

Son yıllarda gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde genç nüfus azalmakta ve yaşlı nüfus artmaktadır. Yaşlanan nüfusun sağlık hizmetlerine olan ihtiyacı artmakta ve bu da ülkelerin maliyetlerini yükseltmektedir. Ayrıca, yaşlıların hastanelere gidip gelmesi büyük sorun oluşturmaktadır. Bunun yanında, bulunduğumuz yüzyılda gelişen teknoloji ile bireyselleşen sağlık sistemine doğru yönelme başlamıştır. Yani, sağlık verilerini yanında taşıyan ya da uzaktan her zaman ulaşılabilen sistemler geliştirilmektedir. İnternet ve mobil teknolojilerdeki gelişme sağlık uygulamalarında büyük ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır [5].

Akıllı telefon uygulamaları ve gelişen algılayıcılarla hasta kendine ait hayati verilerden kalp hızı, ateş, şeker ve kan basıncı gibi verileri görüntüleyebilmekte ve takip edebilmektedir. Ve bunu herhangi bir akademik tıbbi bilgiye sahip olmadan yani fiziki olarak kan almadan damar dışından izleyebilmektedir.

Mobil sağlık uygulamalarının; etkili teşhis ve tedavi, koruyucu sağlık uygulaması, kronik hastalıkların daha etkin talebi, bilgiye erişim ve analiz etmede harcanan zamandan tasarruf ve hasta yatış ihtiyacı azalacağından maliyetlerde azalma konularında etkileri olacaktır [6].

İşte bu gelişen mobil sağlık uygulamaları kişilerin bazı hayati verilerini evden de takip edilebilme imkanı sunmaktadır. Hastanın tıbbi verilerini evde kalarak takip edebilmesi hastanın psikolojisini ve konforunu artıracaktır. Ayrıca, hastane ortamında bulunmaktan kaynaklanabilecek çeşitli komplikasyonlarında önüne geçilmiş olacaktır.

Ülkemizde 2016 yılında sağlık harcamaları bir önceki yıla göre %14,5 oranında artarak yaklaşık 119 milyar TL'ye ulaşmıştır. Kişi başı sağlık harcaması 1524 TL olarak karşımıza çıkmaktadır [7]. Dünya sağlık harcamalarına bakıldığında 2013 yılında 7,2 trilyon ABD doları harcandığı, 2018 senesinde ise 9,3 trilyon ABD dolarına çıkacağı tahmin edilmektedir[6].

Sürekli artan sağlık harcamalarını göz önünde bulundurduğumuzda mobil sağlık uygulamalarıyla; hastalara bilgilendirme mesajları göndererek farkındalık oluşturarak, teşhis için daha fazla veri toplayarak ve günlük aktivitelerini takip ederek maliyetlerin azalacağı düşünölmektedir. Ayrıca hastanede yatan hasta maliyetleri sürekli artırmakta olup tıbbi müdahale gerektirmeyen ancak önemli tıbbi parametreleri mobil uygulamalardan evde takip edilmesiyle de harcamaların azalacağı tahmin edilmektedir [6].

Türkiye'deki ölüm nedenlerinin %21,7'si kalbe bağlı rahatsızlıklardan kaynaklanmaktadır[8]. Kronik kalp rahatsızlıklarının ve diğer hayati verilerin takibi genellikle hastanelerde pahalı cihazlarla yapılmaktadır. Ancak, evde bakımı yapılan hastaların hayati önem taşıyan verilerinin takibi zordur. Ayrıca kalp rahatsızlıklarına bağlı ölümler genellikle ani gelişmektedir. Kişinin bu rahatsızlığını hastane dışında takip etme şansı yoktur ve ön belirtilerini günlük hayatta tespit edebilmek gerçekten çok zordur. Akıllı telefonların ve algılayıcı teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte artık hastaların ya da normal bireylerin hayati verilerinin takibi evde, işte, her yerde yapılabilmektedir. Böylece, ani gelişebilecek kalp rahatsızlıklarına bağlı ölümlerin önüne geçilebilmektedir [9].

Tezin amacı; günümüzde bu kadar kullanımı yaygınlaşan akıllı telefonlarla evde bakım gerektiren hastaların EKG, ateş gibi hayati verilerin takip edilebileceği bir sistem geliştirmektir. Bunun için Arduino ve e-Sağlık algılayıcı kartından oluşan bir prototip oluşturulmuştur.

Bu tez çalışmasına örnek olabilecek birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar hakkında bilgi aşağıda verilmiştir.

Yakut ve diğ., Raspberry Pi ve e-Sağlık algılayıcı kartını kullanarak vücuda yerleştirilen elektrot ile alınan EKG verilerini Matlab yüklü bilgisayara aktarmıştır. Ve bu verileri çeşitli filtrelerden geçirerek grafikler elde etmiştir. Pan-Tompkins QRS tespit algoritmasını kullanarak kalp atış sayısını bulmuştur [10].

Lou ve diğ., Huawei C8813 kartını kullanarak hastaya ait EKG, ateş, kan basıncı ve konum gibi verileri mobil telefonda görüntülemiştir [11].

Janye ve diğ., ARM-7 mikrodenetleyici kullanarak hastadan EKG, ateş ve vücut sıcaklığını ölçmüştür. Bu verileri Bluetooth iletişimi aracılığıyla akıllı telefona aktarmıştır. Akıllı telefonda da verileri doktorun bilgisayarına aktarmıştır [12].

Kai ve diğ., mikrodenetleyici ve yükselteç kullanarak elektrotlarla aldığı sinyalleri Bluetooth aracılığıyla mobil telefona aktararak görüntülemiştir [13].

Rizqyawan ve diğ., Bitalino kartı kullanarak EKG sinyallerini okumuştur. Sağ kola pozitif elektrot, sol kola negatif elektrot ve topraklama elektrotunu ise ayak bileğine bağlayarak verileri okumuştur. Okunan verileri Bluetooth aracılığıyla akıllı telefona aktarmış ve akıllı telefonda ise buluta kaydetmiştir. Bu verilere hasta, doktor ve hasta yakını web aracılığıyla ulaşabilmiştir [14].

Wahane ve diğ., ARM7 tabanlı mikrodenetleyici kullanarak hastanın kalp durumunu izleme ve erken teşhis koymak için sistem tasarlamışlardır. Kablosuz iletişimi kullanarak verileri doktorun bilgisayarına aktarmışlardır. Eğer hastanın kalbinde bir anormallik tespit edilirse sistem doktora mesaj göndermektedir [15].

Wu ve diğ., hastadan elektrotlarla aldığı EKG sinyalini Arduino kart aracılığıyla bilgisayara aktarmıştır. Bilgisayarda bulunan LabVIEW programıyla analiz ederek

sonuçları web ortamına aktarmışlar ve doktorun bu sonuçları uzaktan cep telefonu aracılığıyla görüntülemesini sağlamışlardır [16].

Thomas ve diğ., yaptığı çalışmayla Arduino kart kullanarak hastaya ait sıcaklık ve EKG sinyallerini almışlardır. Mikrodenetleyici olarak Arduino ATMEGA2560 kullanmışlardır [17].

Ekmekçi, EKG, EMG ve Pulse Oksimetre aracılığıyla elde edilen nabız ve SpO2 değerlerini izlemeye olanak tanıyan e-Sağlık algılayıcı platform kiti kullanmıştır. Vücudun belirli bölgelerine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile EKG, EMG, SpO2 ve nabız değerleri ölçülüp işlenebilir değerlere dönüştürülmüş olup, analog olan bu sinyaller mikroişlemci yardımıyla sayısal verilere çevrilmiştir. Daha sonra geliştirdiği yazılımla e-Sağlık algılayıcı kartıyla bilgisayar sistemi arasında bağlantı kurularak hastanın tıbbi parametrelerini taşınabilir bir sistem olan grafik LCD üzerinde veya bilgisayar ekranında görüntülemiş ve yorumlamıştır [18].

Özcan, pille çalışan, taşınabilir, yedi kanaldan EKG ölçümü yapan ve ölçülen verileri Bluetooth kablosuz haberleşme teknolojisi kullanarak bir bilgisayar ara yüzüne ileten bir sistem geliştirmiştir [19].

Kiaghadi, K-Band algılayıcıdan gelen giriş sinyalini analog bir devreyle işleyerek filtreleme ve kuvvetlendirme yapmıştır. ARM tabanlı bir işlemci yardımıyla analog veriyi sayısal veriye çevirmiştir. Daha sonra, bu veriyi UDP(User Datagram Protocol) kullanılarak görüntüleme terminaline göndermiştir [20].

Kurban, hastanın EKG, ateş ve nabız gibi sağlık parametrelerini, tasarladıkları gömülü sistem ile toplayarak, Bluetooth kablosuz haberleşme ile cep bilgisayara (PDA) aktarmış, bilgilerin cihaz üzerinde görüntülenmesi, değerlendirilmesi ve depolanmasını sağlamıştır. Ayrıca, acil durum olduğunda bilgileri merkezi sunucuya GSM ile göndermiştir. Bu sayede, hastanın dışarıdan takibini yapmışlardır [21].

Tong K., ve diğ., akıllı telefonların kullanımının artmasıyla geleneksel sağlık hizmetinin yerine seyyar sağlık hizmeti sunmak için bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem mobil uygulama, web ara yüzü ve algılayıcılar olmak üzere 3 bölümden oluşmuştur. Mobil uygulama ile üyelik işlemleri, EKG sinyallerinin

kaydedilmesi, egzersiz planı oluşturma ve mesajlaşma menülerinden oluşmuştur. Web ara yüzüyle ECG sinyallerine, kalp atış sayısına, günlük yürüyüş aktivitesine ve grafiklerine ulaşmışlardır. Geliştirilen sistemde 5 tip algılayıcı kullanmışlar kalp atış sayısını da hesaplamışlardır. Ayrıca hasta ile doktoru arasında geliştirilen uygulama ile mesajlaşma imkanı sağlamışlardır [22].

Saod ve diğ., uzaktan yaşlı hasta takibi yapmışlardır. Hastaların nabız ve kalp atış sayılarında bir anormallik oluştuğunda yakınlarına konumunu ulaştırmıştır. Sistem donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Donanım olarak Arduino Uno ATmega32 mikrodenetleyici ve GSM modülü kullanmışlardır. Yazılım olarak ise MIT App Inventor kullanılarak uygulama geliştirmişlerdir. Verilerin aktarılmasında ise Bluetooth teknolojisinden faydalanmışlardır [23].

Vaidya ve diğ., modern dünyada internete bağlı akıllı telefonların kullanımının artmasıyla sağlık verilerini takip edebilecek uygulama geliştirmişlerdir. Geliştirilen uygulamada egzersiz, doktor-hasta, ilaç hatırlatma, acil durum ve kan arama modüllerinden oluşmaktadır. Geliştirdikleri uygulama ile kişinin sağlıklı yaşam sürmesi için gerekli aktivitelerin takibi sağlanmıştır [24].

Mustapha ve diğ., dünya genelinde ölümlerin önemli kısmını kalp hastalıkları ve ani gelişen krizler oluşturduğundan; yaptıkları sistemle kalp atışlarını ve düzensizlikleri takip etmiş ve acil durumlarda sistemde tanımlanmış kişilere mesaj atacak uygulama tasarlamışlardır [25].

Chung ve diğ., kişinin boy ve kilo bilgileriyle beraber kalp atış sayısını takip eden bir sistem geliştirmişlerdir. Verileri toplamak için Arduino, algılayıcı ve Bluetooth kullanılmışlardır. Anlık olarak hastanın EKG verileri grafik olarak uzaktan takip etmişlerdir. Kişinin boy ve kilo bilgilerini sürekli takip ederek kişiye sağlıklı yaşam için hizmet veren uygulama yapmışlardır [26].

Budida ve diğ., teşhis ve sağlık verilerinin hastane dışında her yerden takip edilebilecek uygulama geliştirmişlerdir. Donanım olarak ATMEL 89s52 mikrodenetleyici, sıcaklık algılayıcısı, nabız algılayıcısı ve analog-sayısal çevirici kullanmışlardır. Algılayıcılardan okunan verileri webde bulunan veritabanına kaydederek yine web üzerinden sağlık takip sistemi geliştirmişlerdir [27].

Reza ve diğ., sağlık verilerini uzaktan takip edebilmek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, nabzı lmek için algılayıcılar kullanılmış ve Android tabanlı bir uygulama ile verileri izlemişlerdir. Donanım olarak Arduino Uno, HC-05 Bluetooth modülü ve nabız algılayıcısı kullanmışlardır. Uygulama geliştirmek için Android Studio kullanarak hastaya ait EKG verilerini ekranda grafik olarak görüntülemişlerdir. Doktor da kendisi için geliştirilen web ara yüzü aracılığıyla verilere ulaşmıştır [28].

Wen ve diğ., akıllı telefon üzerinden çalışabilen mobil tıbbi izleme sistemi yapmışlardır. Taşınabilir cihazla hastadan topladıkları fizyolojik verileri hastaya ait mobil telefona göndermişler daha sonra da web üzerinde bulunan veritabanına yüklemişlerdir. Hasta yakını ve doktorun yüklenen bu verilere erişebileceği web ara yüzünü yapmışlardır. Ayrıca yapılan uygulama acil durumlarda ilgili kişilere uyarı mesajı gönderecek şekilde tasarlanmıştır. Donanım olarak MCU 8051F040 mikrodenetleyici ve HC-05 Bluetooth modülü kullanmışlardır [29].

Khalaf ve diğ., kablosuz bir ortamda hastaya ait EKG verilerini mobil telefon üzerinde görüntüleyecek bir uygulama yapmışlardır. Aynı zamanda hastanın kalp hızını hesaplamışlar ve ihtiyaç duyulduğuunda hastanın konumunu GPS sisteminden bularak ilgili yerlere ulaştıracak uygulama yapmışlardır. Geliştirdikleri sistemi küçük, modüler ve vcoda kolayca giydirilebilecek şekilde tasarlamışlardır [30].

Al-Shaher ve diğ., yaşlı insanların diyabet, tansiyon ve kalp gibi kronik hastalıkların izlenmesinin her zaman hastaneden takip etmek yerine geliştirdikleri model ile evden de takip edebilecekleri göstermişlerdir. Sistem Arduino Uno, e-Sağlık algılayıcı kalkan ve ZigBee'den oluşmuştur. Arduino Uno uyumlu GPS/GPRS kalkanı ile acil durumlarda hastanın konumunu sistemde kayıtlı yakınının mobil telefonuna göndermişlerdir. Verilerin kaydedilmesi ve izlenebilmesi için web tabanlı yazılım geliştirmişlerdir [31].

Bawa ve diğ., EKG sinyalinde QRS tepesini bulabilmek için Pan-Tompkins algoritmasını kullanmışlardır. Algoritmalarını test etmek için MIT/BIH veritabanlarından örnek kayıtları kullanmışlardır. Ve yazdıkları algoritmaların doğru olarak çalıştığını göstermişlerdir [32].

Tez çalışması 5 bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, tezin konusuyla ilgili temel bilgiler verilmiştir. Burada EKG, kalbin yapısı, normal bir EKG sinyali, sinyalden elde edilen bulgular ve tıbbi verilerden vücut sıcaklığı açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, tezde kullanılan araçlar ve her türlü deneysel yöntemler anlatılmıştır. Önce Android işletim sistemi ve yapısı açıklanmış olup sırasıyla Java, Arduino, e-Sağlık algılayıcı kartı ve kullanılan veritabanı yazılımları açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, yapılan deneysel çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan mobil uygulamanın tanıtımı yapılmış, tıbbi parametrelerin nasıl ölçülebileceği ve bağlantı şekilleri gösterilmiştir. Beşinci bölümde ise yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar, bu sonuçların yararları ve uygulama alanları anlatılmıştır. Ayrıca, bu çalışmanın geliştirilmesi için ileride yapılabilecek çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

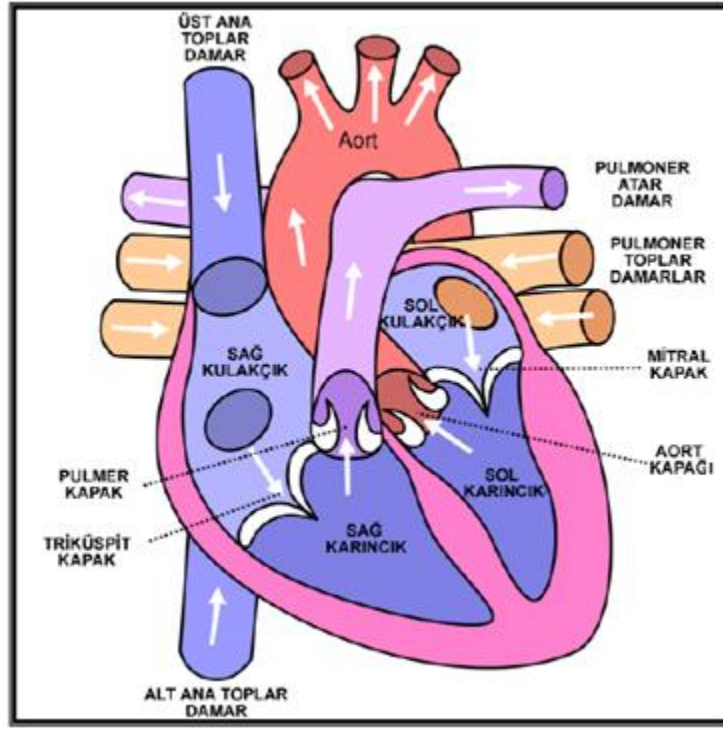
1. GENEL BİLGİLER

1.1. Elektrokardiyografi (EKG)

Kalbin çalışması esnasında vücuda yerleştirilen elektrotlar yardımıyla kalpte meydana gelen elektriksel aktivitelerin kaydedilmesi sonucu oluşan biyolojik işaretlerdir. Bu kayıt ile elde edilen grafiğe elektrokardiyogram (EKG) denir [33]. EKG kalbin elektriksel aktivitesinin cebirsel toplamıdır [34].

1.1.1. Kalbin yapısı ve çalışması

Kalp dolaşım sistemi açısından en önemli organdır. Vücuda belirli periyotta kan pompalanmasında sorumlu organdır. Pompalanan kan, vücudun önemli organlarına ve dokulara oksijen ve glikoz gibi maddeleri taşıırken, geri dönüşte de zararlı maddeleri bertaraf etmede de görev üstlenmektedir. Şekil 1.1’de olduğu gibi kalp dört boşluktan oluşan bir yapıya sahiptir. Üst tarafta bulunan bölümlere sağ ve sol kulakçık (atriyum) ve altta olan bölümlere karıncık (ventrikül) denmektedir. Kalp kasılıp gevşeyerek tüm vücuda kan gönderir. Vücuttan gelen kirli kan toplardamar aracılığıyla sağ kulakçığa gelir. Karbondioksit açısından zengin kirli kan sağ kulakçıktan sağ karıncığa aktarılır ve oradan da atar damar aracılığıyla akciğere gönderilir. Sol kulakçığa oksijen açısından zengin temiz kan toplardamar ile gelir. Buradan da tüm vücuda pompalanması için sol karıncığa geçer [35]. Odacıklar arasında kanın geçişini kalp kasıyla eş güdümlü çalışan kapakçıklarla gerçekleştirilir.



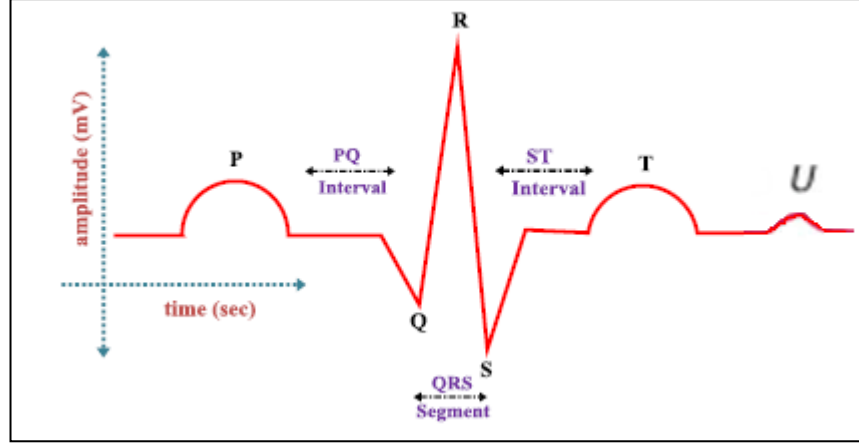
Şekil 1.1. Kalbin yapısı [36]

Kalp bahsedilen bu işlemleri ortalama dakikada 70 kere yapar. Ve kan her defasında yaklaşık 70 ml kan pompalar [37].

1.1.2. EKG'nin tarihçesi

Kalp kirli kanı toplarken ve temiz kanı pompalarken vücudun yüzeyinde ses, titreşim ve elektriksel sinyaller oluşturur. Ve ilk çalışma olarak 1786 yılında Luigi Galvani'nin kurbağa bacağı üzerinde elektriğin ölçülmesi kabul edilmektedir. Yaptığı Galvanometre ile biyoelektrik işaretleri ölçmeye başlamıştır [36]. 1842'de fizik profesörü Dr. Carlo Matteucci kurbağalarda her kalp atışında bir elektriksel sinyal oluştuğunu buldu. 1877'de Augustus Waller insanın göğsüne elektrot yerleştirerek ilk elektrokardiyogramı yayınladı. 1901'de Einthoven EKG ölçümlerinde yüksek hassasiyete sahip yeni galvanometre buldu. 1949 yılında Jeff Holter'in Holter monitörünü bularak EKG'nin klinik dışında da bir ortamda kullanımını gerçekleştirdi. 1960'lı yıllarda ise artık EKG analizinde bilgisayar kullanılmaya başlandı. Ve günümüzde artık gelişmiş cihazlarla EKG ölçümleri ve analizleri yapılmaktadır [37].

1.1.3. Normal bir EKG işareti



Şekil 1.2. EKG sinyali [10]

EKG işaretleri kalbin depolarizasyon ve repolarizasyon sonucunda oluşmaktadır. EKG sinyali Şekil 1.2’de olduğu gibi P, Q, R, S, T adı verilen 5 parçadan oluşmaktadır.

P Dalgası: EKG de kaydedilen ilk sinyaldir, kulakçığın (atriyum) depolarizasyonunu gösterir. P dalgasının uzunluğu maksimum 0,1 saniye olup genliği de en fazla 2,5 mV’dir.

PR Aralığı: SA düğümünden çıkan elektriksel uyarının karıncığa ulaşması için geçen süre olup, 0,12 ile 0,20 saniye arasında değişiklik göstermektedir.

QRS Kompleksi: Karıncıkların (Ventriküler) depolarizasyon dalgasıdır, Q dalgası P dalgasından sonraki ilk negatif dalgayı, R dalgası ilk pozitif dalgayı, S dalgası ise R’den sonraki negatif dalgayı ifade eder. Süresi 0,1 ile 0,12 saniye arasındadır.

ST Segmenti: Ventriküllerin depolarizasyonu ile repolarizasyonu arasındaki sessiz dönemi gösterir. 0 ile 0,15 saniye arasındadır.

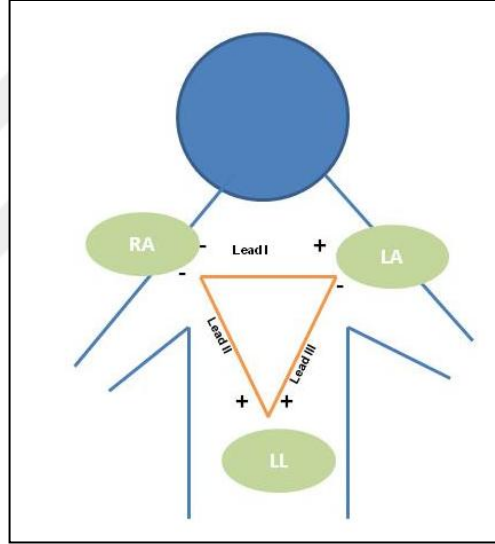
T Dalgası: Karıncıkların (Ventriküller) repolarizasyonunu yansıtır.

U Dalgası: T dalgasını izleyen, her zaman görülmeyen ve oluşum nedeni kesin olarak bilinmeyen bir dalgadır [33,36].

1.1.4. Nasıl ölçüm yapılır?

Şekil 1.3'te olduğu gibi elektriksel sinyali ölçebilmek için vücudun belirli en az 3 noktasına elektrot yerleştirilir. Genelde elektrotların yerleşiminde Einthoven üçgeni kullanılır. Kalbin bulunduğu bölgede RA(Right Arm), LA(Left Arm), LL(Left Leg) noktalarından ölçme yapılabilir. Lead I sol ve sağ omuz arasındaki potansiyel farkını, Lead II sağ omuz ve sol ayak arasındaki potansiyel farkını ve Lead III sol omuz ve sol ayak arasındaki potansiyel farkını gösterir [10,38].

- $I = V_{LA} - V_{RA}$
- $II = V_{LL} - V_{RA}$
- $III = V_{LL} - V_{LA}$



Şekil 1.3. Einthoven üçgeni [9]

1.1.5. EKG'nin kullanım alanları

Yapılan bu ölçümlerden elde edilen grafik ya da verilerden aritmi, kalp yetersizliği, gibi kalp rahatsızlıkları ile ilgili bilgiler elde edilir. Ayrıca, kalp krizi teşhisinde, diğer kalp hastalığının belirlenmesinde, ritim bozukluklarının tespit edilmesinde, ritim bozukluklarının sınıflandırılmasında, elektrolit eksiklerinin tespitinde ve göğüs hastalıklarının teşhisinde EKG verileri kullanılmaktadır. Kalp yetersizliği, kalbin yapısal ve işlevsel bozukluğuna bağlı olarak, vücudun ihtiyaç duyduğu yeterli kanı pompalayamamasıdır.

Ritim bozukluğu ise, oluşan elektriksel uyarının SA düğümünden başka yere kayması, uyarının geçtiği kanal üzerinde engelle karşılaşması, uyarının farklı yol izlemesi ya da kalbin herhangi bir yerinde kendiliğinden elektriksel sinyalin oluşmasından meydana gelmektedir [33,35,39].

Kalp hızının dakikada 100'den fazla olması taşikardi olarak tanımlanmaktadır. Kalp atışının yavaşlamasıyla dakikada 60'ın altında atım olmasına bradikardi denmektedir. Kalbin düzensiz atımlarına da aritmi adı verilmektedir. Ayrıca düzensiz kalp döngüsüyle aritmi, ters dönmüş P dalgasına dekstroardi, uzamış T dalgası ve kaybolmuş P dalgasına hiperkalemi ve ters dönmüş T dalgasına miyokard iskemi denmektedir. Düzensiz EKG'lerden tedbir alınmadığında ani ölümler olmaktadır [40].

1.2. Vücut Isısı (Ateş)

Vücut sıcaklığının normal sınırlarının üstüne çıkmasına ateş denmektedir. Beyindeki anormalliklere ya da sıcaklığı düzenleyen merkezleri etkileyen toksik maddelere bağlı ortaya çıkar. Ateş yaratan nedenler olarak sıcak çarpması, beyin lezyonları, ateşli hastalık, ağır egzersiz, bakteriyel hastalıklar ve beyin tümörleri yer alır [41].

Normal şartlarda insan vücudunun ısısı 36,5 °C'dir. Vücudun dengesinde bozulma olduğunda ısı yükselir bu duruma da ateş denir. Ateş, vücutta bir enfeksiyonun olduğunu gösterir. Özellikle çocuklarda 38 °C'nin üzerinde değerler alınıyorsa ateşi düşürecek müdahalelerin yapılması gerekmektedir.

Hipertermi: Vücut ısısının normal değerlerin üzerine çıkmasına denir. Kişide üşüme ve titreme görülür.

Hipotermi: Vücut ısısının normal değerler altına düşmesidir. Özellikle dağcılık gibi sporlar yapan kişilerde olduğu gibi uzun süre soğukta kalan kişilerde görülür.

Ateş ölçümü farklı şekillerde yapılabilir. Bunlar; koltuk altı, rektal, kulaktan, ağız içinden ölçümlerdir [42].

2. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde EKG gibi fizyolojik işaretlerin ölçülmesinde kullanılacak araçlar tanıtılmaktadır. Sırasıyla Android, Java, Arduino, algılayıcılar, ASP ve veritabanı konuları hakkında bilgi sunulmaktadır.

2.1. Android

2.1.1. Android işletim sistemi

Android, mobil cihazlar için geliştirilen ve Linux alt yapısını kullanan bir işletim sistemidir. Android, Open Handset Alliance, Google ve özgür yazılım topluluklarından oluşan konsorsiyum tarafından geliştirilmektedir. Daha çok dokunmatik ekranlar için tasarlanan Android, kişiselleştirilebilen ve düşük maliyetli işletim sistemi arayan cihazlar için çok kullanışlı hale gelmiştir. İlk olarak sadece akıllı telefon ve tabletleri kapsasa da, artık arabalar, oyun konsolları, televizyonlar, saatler, sayısal kameralar gibi cihazlarda da kullanılmaya başlanmıştır [43,44].

Open Handset Alliance, Google önderliğinde 2007 yılında kurulan ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren sektörlerden oluşan bir birliktir. Bu birliğin üyeleri; LG, Samsung, HTC, Motorola, Sony Ericson, Huawei gibi akıllı telefon üreticileri, Intel, Qualcomm ve ARM gibi işlemci üreticileri, Vodafone, T-Mobile ve Telecom Italia gibi telefon operatör şirketleridir [45,46].

2003 yılında California’da Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears ve Chris White tarafından Android isminde bir şirket kurulmuştur. Kelime anlamı olarak insansı robottur. Google, Android şirketini 2005 yılında satın almış ve şirketin kurucuları Google bünyesinde çalışmalarına devam etmişlerdir. Yüksek miktarda mali kaynağa sahip olan Android projesi daha hızlı bir şekilde gelişmeye devam etmiştir. Ve ilk ürününü 2007 yılında çıkarmışlardır.

Android, Linux çekirdeği üzerine inşa edilmiş mobil işletim sistemidir. Sınıflar, kütüphaneler ve kodlar çekirdekte bulunmaktadır. Çekirdekte yer alan kütüphanelerin Genel Kamu Lisansı (GPL) ve diğer bileşenler ise Apache lisansı ile

dağıtılmaktadır. Kütüphaneler ve API'ler (Application Programming Interface) C programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Ses ve video işlemleri için Media Framework, internet tarayıcılarının çalışmasını sağlayan Webkit, grafik işlemleri için OpenGL ve veritabanı yönetimi için ise SQLite gibi yapılar bulunmaktadır.

Android çok sayıda donanım, algılayıcı ve uygulamayı içerisinde barındırmaktadır. Mobil telefon ve akıllı cihazların yaygınlaşmasıyla Android üzerinde çalışan uygulama sayısı sürekli artmaktadır. Hemen hemen bütün popüler web sitelerinin aynı zamanda mobil üzerinde uygulaması da vardır [47].

2.1.2. Android cihazlar

Android denildiğinde ilk aklımıza cep telefonları gelmektedir. Ancak Android işletim sistemi farklı cihazlarda da kullanılmaktadır. Ve bu cihazlar birbirleriyle haberleşme imkanına kavuşmuştur.

Android işletim sistemini kullanan cihazlar ise;

- Akıllı telefonlar
- Tabletler
- Televizyonlar
- Oyun konsolları
- Beyaz eşyalar
- Saatler
- Navigasyonlar
- Kameralar
- Yeni nesil otomobiller

Open Handset Alliance birliğine üye olan büyük teknoloji firmaları her yeni ürünü Android işletim sistemi destekli olarak geliştirmektedir. Bu da Android işletim sisteminin yaygınlaşmasını artırmıştır [48].

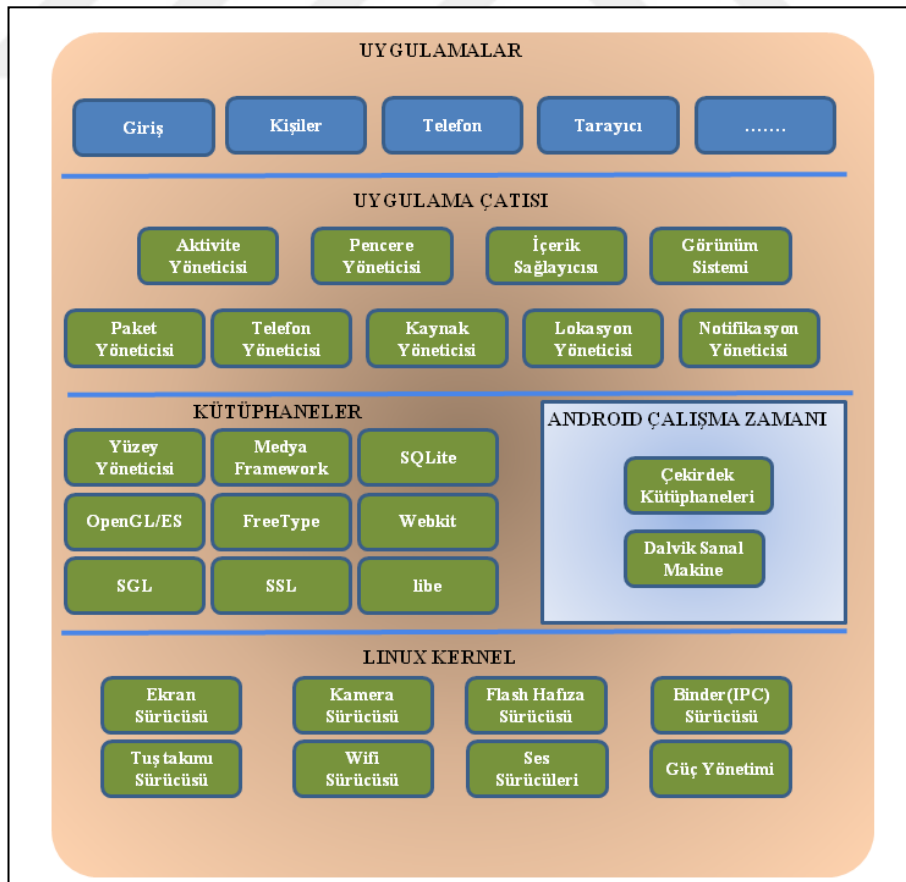
2.1.3. Android işletim sisteminin yapısı

Şekil 2.1'de olduğu gibi Android işletim sistemi beş kısımdan oluşmaktadır:

- Çekirdek (Linux Kernel): Android mimarisinin en alt katmanı olup, Linux çekirdek yapısı kullanılmaktadır. Bu katmanda donanımsal bilgiler ve uygulamaların

çalışabilmesi için gerekli sürücüler yer almaktadır. Hafıza yönetimi, güvenlik, ağ yönetimi, kamera ve görüntü yönetimi buradan yapılmaktadır.

- Kütüphaneler (Libraries): Genelde C++ ve C dilleri ile yazılmış kütüphaneler bulunur. Web kütüphaneleri, grafik ve arayüz için OpenGL/SGL kütüphaneleri ve SQLite veritabanı kütüphanelerini içerir.
- Android Çalışma Zamanı (Android Runtime): Dalvik Sanal Makinesini içerir.
- Uygulama Çatısı (Application Framework): Yazılım geliştiriciler için zengin içerikler bulunmaktadır. Aktivitelerin yaşam çemberini kontrol etmek için Aktivite Yöneticisi (Activity Manager) bulunmaktadır. Aktiviteler için ara yüzün yapılandırılmasında Görünümlerden (Views) yararlanılır. Kullanıcılara bildirim yapılabilmesi için Uyarı Yöneticisi (Notification Manager) kullanılır. Telefon rehberine ve resimlere uygulamalar tarafından erişilmesi için İçerik Sağlayıcılar (Content Providers) bulunmaktadır.
- Uygulamalar (Applications): Yazılımcılar için oldukça geniş servis, sınıf ve Android uygulamalar barındırır.



Şekil 2.1. Android işletim sisteminin mimari yapısı [45]

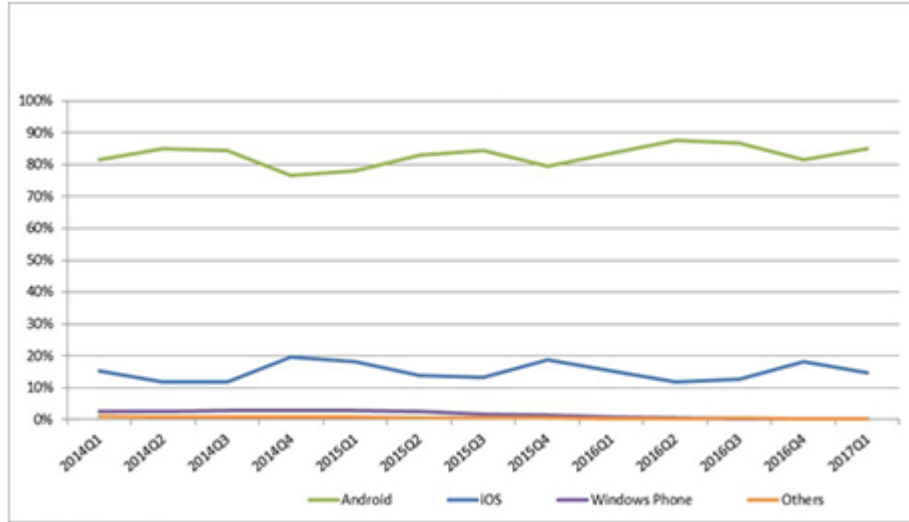
2.1.4. Dalvik Sanal Makinesi (Dalvik Virtual Machine) ve Android Run Time (ART)

ART, Android için yapılan uygulamalar Java dili ile yazılmaktadır. Uygulamayı akıllı cihaza kurup çalıştırmak istediğimizde bu kodların makine diline çevrilmesi (derleme) gerekmektedir. ART’de derleme işlemi uygulama kurulurken gerçekleştiriliyor ve önbelleğe alınıyor [49,50].

Dalvik Sanal Makinesi, uygulama kurulduğunda önce Java bytecode’larını içeren “class” uzantılı dosyalara, ardından “dex” uzantılı dosyaya dönüştürür. Önbellekte derlenmemiş bir yapı olmadığından her uygulama çalıştırıldıkça bu derleme baştan yapıldığından uygulamalar yavaş çalışacaktır. Ayrıca DVM’nin 64 bit desteği yoktur [51].

2.1.5. Pazar payı

Ünlü araştırma şirketi IDC’nin verilerine göre 2017 yılının ilk çeyreğinde 344 milyon akıllı telefon satışı gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre %3,4’lük bir artış olmuştur [52].



Şekil 2.2. Akıllı telefon OS (işletim sistemi) pazar payı [52]

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi Android işletim sisteminin akıllı telefonlarda tercih edilmesi 2014’ten bu yana %80’nin üzerinde seyretmiştir. Her alınan 10 akıllı telefonun 8’inde Android işletim sistemi bulunmaktadır.

Tablo 2.1. İşletim sistemlerine göre cep telefonu satış yüzdeleri [44,52]

Periyot	Android	iOS	Windows Phone	Diğerleri
2016Q1	83,4%	15,4%	0,8%	0,4%
2016Q2	87,6%	11,7%	0,4%	0,3%
2016Q3	86,8%	12,5%	0,3%	0,4%
2016Q4	81,4%	18,2%	0,2%	0,2%
2017Q1	85,0%	14,7%	0,1%	0,1%

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi 2016 yılında %83,4 iken 2017 yılının ilk çeyreğinde satılan telefonların %85’i Android işletim sistemli olmuştur.

2.1.6. Android işletim sistemi sürümleri

Android işletim sistemi 2009 yılından 1.0 sürümüyle başlayıp 1.5 sürümüyle ilk yeniliklerini getirmiş ve günümüze kadar Tablo 2.2’de görüldüğü gibi farklı isimlerde sürümler çıkarmıştır.

Tablo 2.2. Android işletim sistemi sürümleri [53]

Versiyon	İsim	API	Dağıtım
1.5	Cupcake	3	
2.0	Eclair	5	-
2.3.3 – 2.3.7	Gingerbread	10	0,3%
3.0	Honeycomb	11	-
4.0.3 – 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0,4%
4.1.x	Jelly Bean	16	1,7%
4.2.x		17	2,6%
4.3		18	0,7%
4.4	KitKat	19	12,0%
5.0	Lollipop	21	5,4%
5.1		22	19,2%
6.0	Marshmallow	23	28,1%

Tablo 2.2. (Devam) Android işletim sistemi sürümleri [53]

7.0	Nougat	24	22,3%
7.1		25	6,2%
8.0	Oreo	26	0,8%
8.1		27	0,3%

2.1.7. Android Studio

Android için uygulama geliştirmek istenildiğinde önümüze farklı seçenekler çıkmaktadır. Eclipse, Netbeans, Microsoft.NET ve Android Studio gibi yazılım geliştirme araçları kullanılabilmektedir.

Bu yazılımlar dışında uygulama geliştirebilmek için Java, C/C++ veya C# programlama dillerinden biri tercih edilebilir [54,48].

2.2. Java

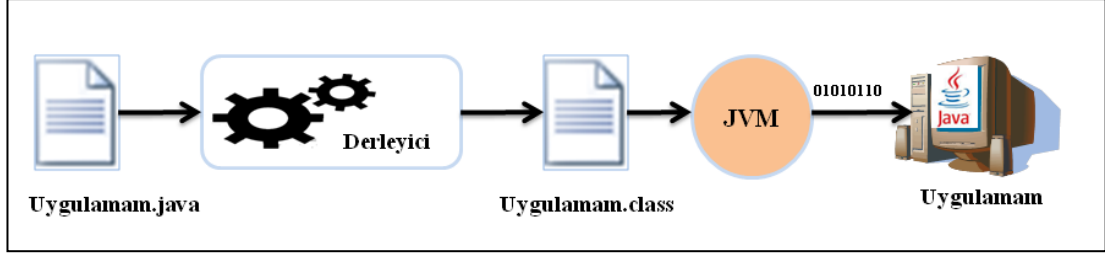
Java, işletim sisteminden bağımsız, açık kodlu, geniş kullanım alanına sahip ve taşınabilir programlar yazmak için nesneye yönelik bir programlama dilidir. Java teknolojisiyle yapılan uygulama kişisel bilgisayar, Macintosh ve cep telefonu gibi farklı ortamlarda çalışabilmektedir. Sun Microsystems tarafından 1995 yılında Java teknolojilerinin bir parçası olarak geliştirilmiştir. Yazım kuralları C ve C++ programlama dillerine benzemekte olup daha üstün özelliklere sahiptir [55].

Java, bilişim endüstrisi içinde uygulama geliştirmede en çok tercih edilen dillerden biridir. Birçok aygıt üzerinde kullanılan programlar Java diliyle geliştirilmiştir. Bu özelliği sayesinde yazılımcılar açısından en çok tercih edilen yazılımdır.

Java'nın Uygulama Alanları:

- Uygulamalar,
- Komut satırı ile çalışabilen programlar,
- Grafiksel kullanıcı arabirimleri,
- Appletler,
- Servletler,
- Gömülü sistem uygulamaları,
- Java Sunucu Sayfaları (JSP- Web tabanlı uygulamalar)

2.2.1. Java Sanal Makinesi



Şekil 2.3. Java Sanal Makinesinin çalışma prensibi [56]

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi Java diliyle yazılan kodlar sanal bir işlemcinin anlayacağı bytecode’a çevrilir. Bu bytecode’lar programın çalışması esnasında Java Sanal Makinesi (Java Virtual Machine – JVM) tarafından makine diline dönüştürülür. Java programlama dili ile yazılan kodlar .java uzantılı dosyalarda saklanır. Java derleyicisi bu kodları “.class” uzantılı dosyalarda saklanan bytecode’a çevirir. Java yorumlayıcısı bu bytecode’ları çalıştırır. Bir cihazda Java uygulamasının çalışabilmesi için JRE (Java Runtime Engine) ve SDK (Software Development Kit) cihaza yüklenmiş olmalıdır [57].

2.2.2. Java yazım kuralları

Her programlama dilinde olduğu gibi Java programlama dilinin de kendine özgü yazım kuralı vardır. Java’nın genel yazım kuralları Android içinde kullanılan Java için de geçerlidir.

2.2.3. JSON (Javascript Object Notation)

JSON, programlama dillerinden bağımsız olan ve XML programlama diline alternatif olarak geliştirilen Javascript tabanlı bir veri biçimidir. Php uygulamalarında, .NET uygulamalarında, Web servis uygulamalarında ve Mobil uygulamalarında veriler JSON formatında kullanılmaktadır [58,59].

JSON türündeki veriler iki parçadan oluşmaktadır: Anahtar (key) ve değer (value). Anahtar değişkenin ismi, değer ise değişken değeri olarak tanımlanır. Anahtar ve değerler string türünde tanımlanır. Aşağıda buna bir örnek gösterilmiştir [46,60].

Örnek: Şekil 2.4’te örnek kodlar bulunmaktadır.

```
1 [{
2
3   "veriler":
4
5   [
6   {
7
8     "urunad": "Ram",
9     "fiyat": "12"
10
11   },
12   {
13
14     "urunad": "HDD",
15     "fiyat": "50"
16
17   },
18   {
19
20     "urunad": "İşlemci",
21     "fiyat": "500"
22
23   }
24 ]
25 }
26 ]
27 ]
28 ]
29 ]]
30
31 |
```

Şekil 2.4. JSON örnek kodlar

2.3. Arduino

Açık kaynak kodlu olarak geliştirilen ve isteyen herkesin baskı devreleri indirerek kendi devrelerini basabilecekleri, bileşenleri yerleştirilmiş halde alabilecekleri, esnek, kolay kullanımlı donanım ve yazılım platformudur [11,61]. Arduino, İtalyan mühendisler Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino ve David Mellis tarafından açık kaynak kodlu olarak geliştirilmiştir. Bilgisayar üzerinde çalışan yazılımlara bağlanabileceği gibi tek başına çalışabilen nesneler geliştirmek için de kullanılabilir. Arduino kart üzerinde bulunan mikroişlemci (AtmegaXX) dışarıdan programlanabilmektedir.

Arduino ile;

- Robotik uygulamalar yapılabilir,
- Dış ortama ses, ışık ve hareket vs. üretilebilir,
- Etkileşimli sistemler tasarlanabilir,

- Açık kaynaklı bir sistem olduğundan, yazılımcılar tarafından istenilen şekilde geliştirilebilir ve eklemeler çıkarmalar yapılabilir,
- Analog ve dijital veriler işlenebilmektedir.

2.3.1. Arduino ile ilgili temel bilgiler

Mikroişlemci: Mikroişlemci, tüm elektronik cihazlarda olduğu gibi işlem yapma, karar verme, veri toplama ve yönetim işlemlerini yapmaktadır.

Giriş Gerilimi: Arduino kartlar USB ya da 3,7V pillerle doğrudan beslenebilir.

Saat Hızı: Mikroişlemcinin hıza bağlı frekans aralığıdır.

Dijital/Analog I/O: Sayısal ve analog verilerin okunabilmesi için kullanılan giriş ve çıkışlardır.

2.3.2. Arduino çeşitleri

Farklı projelerde kullanılmak üzere Arduino türevleri bulunmaktadır. En çok kullanılan Arduino çeşitleri aşağıdaki gibidir [62]:

- Arduino Uno
- Arduino Leonardo
- Arduino Micro
- Arduino Nano
- Arduino Mini
- Arduino Mega
- Arduino Zero
- Arduino Due
- Arduino Yun
- Arduino Esplora

2.3.3. Arduino Uno R3



Şekil 2.5. Arduino Uno Kart [63]

Şekil 2.5’de görüldüğü gibi Arduino Uno 14 adet dijital giriş/çıkış bağlantısına sahip ATmega 328 tabanlı mikroişlemciye sahip bir karttır. Tablo 2.3’de özellikleri verilmektedir. Pil ya da adaptör ile beslenebildiği gibi bilgisayar ile USB portu üzerinden bağlanarak çalışması sağlanabilir.

Tablo 2.3. Arduino Uno teknik özellikleri

Mikroişlemci	ATmega328P
Çalışma Gerilimi	5V
Besleme Gerilimi	7 - 12V
Sayısal G/Ç bağlantıları	14
Analog Giriş Bağlantıları	6
DC Akım	20 mA
Flash Bellek	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Hızı	16 MHz

R3 modeli diğer modellere göre daha çok hafızaya sahiptir. Arduino IDE içinde bulunan inf dosyası ile Windows’ta çok kolay bir şekilde programlanabilmektedir.

ATMega328 Mikrodenetleyici: Atmel firması tarafından üretilen, 8 bit işlemciye sahip ve 28 pin DIP paketlidir. 1 saniyede 300.000 satır C kaynak kodunu

çalıştırabilecek 16 MHz saat hızına sahiptir. 32 KB flash hafıza, 2 KB programlanabilir hafıza ve parametreleri saklamak için 1 KB EEPROM hafızaya sahiptir. 14 dijital I/O pin ve 6 analog giriş pini bulunmaktadır. Bilgisayara bağlanabilmesi için USB girişi bulunmaktadır. Ayrıca 6–20 Volt arası gerilimle beslenebilir bağlantıya sahiptir [63].

2.3.4. Bluetooth modülü

Bluetooth, güvenlik seviyesi yüksek olan taşınabilir ya da sabit cihazları birbirine bağlayan kısa mesafeli bir iletişim standardıdır. Ses ve veri iletiminde bir merkez olmadan bağlantı kurabilen, diğer kaynakların sinyallerinden etkilenmeyen, küçük boyutlu, düşük enerjiyle çalışabilen, geniş kullanım alanına sahip ve düşük fiyata sahip bir cihazdır [64].

Farklı üreticiler geliştirdikleri ürünlerinde aynı protokolleri kullandıklarından tüm dünyadaki Bluetooth cihazları uyumlu çalışır. 2,4 GHz’lik lisansız bölgeyi kullanan ve frekans modülasyonu kullanan bir teknolojidir.

HC-05 Bluetooth modülü 2,4 GHz radyo frekansını kullanmaktadır. Haberleşme yapan cihazlar, ara yüz olarak hava ortamını ve radyo dalgalarını kullanarak birbirleriyle bağlantı kurar. Bluetooth teknolojisi kısa mesafede haberleşme için tasarlanmıştır. Düşük güç tüketimi, pille çalışma ve küçük taşınabilir özelliğiyle geniş kullanım alanına sahip olmuştur. Cihazlar MAC adreslerini kullanarak birbirine bağlanır ve aralarında tek yönlü ya da çift yönlü haberleşme yaparlar[19].

2.3.5. Algılayıcılar

Algılayıcılar, fiziksel büyüklükleri elektrik sinyallerine çeviren cihazlardır. Endüstriyel işlem sürecinde kontrol, takip ve görüntüleme gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Teknoloji alanında üretilmiş yüzlerce algılayıcı bulunmakta olup her geçen gün de yenileri eklenmektedir. Algılayıcılarla sıcaklık, gerilim, akım, direnç, frekans, uzunluk, basınç, ivme, pozisyon, yoğunluk, polarizasyon vb. fiziksel büyüklükler ölçülmektedir [63,65].

Algılayıcılar yüksek bir hassasiyetle çok küçük seviyedeki dış uyarıları algılayabilen cihazlardır. Birçok alanda çeşitli boyutlarda algılayıcılar bulunmaktadır. Duyarlılığı

istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Gelişen teknolojiye bağlı olarak daha hızlı, hassas ve duyarlı algılayıcılar imal edilmektedir [66].

2.3.6. e-Sağlık algılayıcı kalkanı (Shield)

Teknolojinin gelişmesiyle sağlık sektöründe kullanılan cihazlarda da artış olmuştur. Cooking Hacks tarafından geliştirilen e-Sağlık algılayıcı kalkanı (shield) insan vücudundaki 10 farklı fizyolojik sinyalleri ölçmek için kullanılmaktadır [67].

Bu kart tek başına çalışmaz. Arduino kartına uyumlu olarak üretilmiştir. Raspberry Pi ile de bağlantı kartı kullanarak çalıştırılabilir. EKG elektrotlarından alınan sinyallerin seviyeleri mili volt düzeyindedir. e-Sağlık algılayıcı kalkanı bu sinyale yükseltme ve filtreleme işlemi uygulayarak Arduino kartına 0-5 Volt aralığında göndermektedir [67].

Şekil 2.6'deki e-Sağlık algılayıcı kalkanı ile;

- EKG
- EMG (Elektromiyogram)
- EEG (Elektroensefalogram)
- Kandaki oksijen
- Hava akışı
- Vücut sıcaklığı
- Kan şekeri
- Galvanik deri tepkisi
- Hasta pozisyonu konum algılama

gibi fizyolojik veriler okunabilmektedir.



Şekil 2.6. e-Sağlık algılayıcı kalkanı bağlantıları [18]

EKG Algılayıcı Kiti: Şekil 2.7’de görüldüğü gibi 3 adet elektrot hastanın kalbine ait elektriksel ve kas fonksiyonlarını ait EKG sinyalini okuyabilmek için kullanılmaktadır. Bağlantı yapılırken Einthoven üçgeni kullanılmaktadır. Hastadan alınan fizyolojik sinyal 0,5 Hz ile 100 Hz arası frekansta ve 5 mV arası değerindedir. e-Sağlık algılayıcı kalkanı aldığı sinyalleri filtreler ve analog EKG verilerini sayısal biçime dönüştürür [18].



Şekil 2.7. EKG algılayıcı kiti [68]

Vücut Sıcaklığı Algılayıcı Kiti: Şekil 2.8’de vücut sıcaklığını ölçmek için kullanılan donanım görülmektedir.

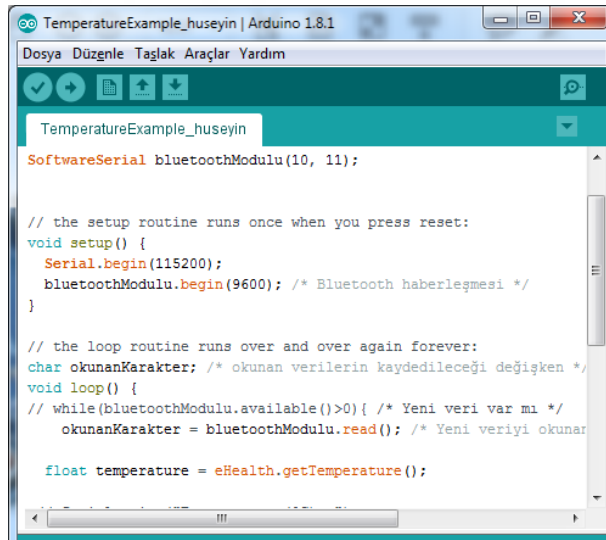


Şekil 2.8. Vücut sıcaklığı algılayıcı kiti [68]

e-Sağlık algılayıcı kalkanı ile aynı anda çoklu biyolojik veriler okunabilmektedir. Bu kalkan beraber kullanıldığı gömülü sistem kartlarının üzerine Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi, GPRS ve 3G haberleşme modülleri bağlanabilmektedir [18].

e-Sağlık algılayıcı kalkanın beslemesi ya bilgisayar üzerinden USB bağlantıyla ya da harici güç kaynağıyla sağlanmaktadır.

2.3.7. Arduino geliştirme ortamı (IDE-Integrated Development Environment)



Şekil 2.9. IDE yazılım geliştirme ortamı

Şekil 2.9’de görüldüğü gibi Arduino kartları programlayabilmek için ücretsiz IDE programı kullanılmaktadır. Komutların yazılmasını, derleme işleminin yapılmasını ve son olarak USB üzerinden bu derlenen kodların Arduino karta yüklenmesini sağlayan yazılım geliştirme platformudur.

2.3.8. Arduino programlama dili temelleri

Arduino programlama dilinin C++ diline benzer kodlama yapısı bulunmaktadır. Programda `setup()` ve `loop()` adlı iki fonksiyon bulunmaktadır. `Setup` fonksiyonu, kod çalışmaya başladığında ilk olarak işletilen kısımdır. Bu kısım sadece bir kere çalışır ve bir daha çalışmaz. Genellikle, pinlerin çalışma modları ve ayarlar yapılır.

`Loop` fonksiyonu ise yapılması istenilen görevler buraya yazılır. Yazılan kodlar sürekli olarak çalışır.

Kodlar yazılmadan önce başlangıç Şekil 2.10'da olduğu gibidir.

```
Void setup()
{
    //Sadece bir kere çalışır. Genel ayarlar buraya yazılır.
}

Void loop()
{
    /*
    Bu fonksiyon sürekli çalışır. İcra edilecek işlemler burada bulunur.
    */
}
```

Şekil 2.10. Arduino örnek kodlar

PinMode: Arduino kart üzerinde bulunan pinleri çıkış ya da giriş olarak tanımlamak için kullanılır. Giriş için `INPUT`, çıkış için ise `OUTPUT` kullanılmalıdır.

`Pinmode(5, OUTPUT);` // Burda 5 nolu pin çıkış olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlama `void setup()`'ta yapılmalıdır.

`dijitalWrite(5, HIGH);` 5 nolu pine enerji verilmiştir. Eğer pine bağlı bir led varsa yanacaktır.

Delay: İki kod arasında bekleme süresini ayarlamak için kullanılır. Örneğin bir flip-flop devresinde olduğu gibi bir saniye yanan bir saniye sönen led için 1000 değeri kullanılır.

```
delay(1000);
```

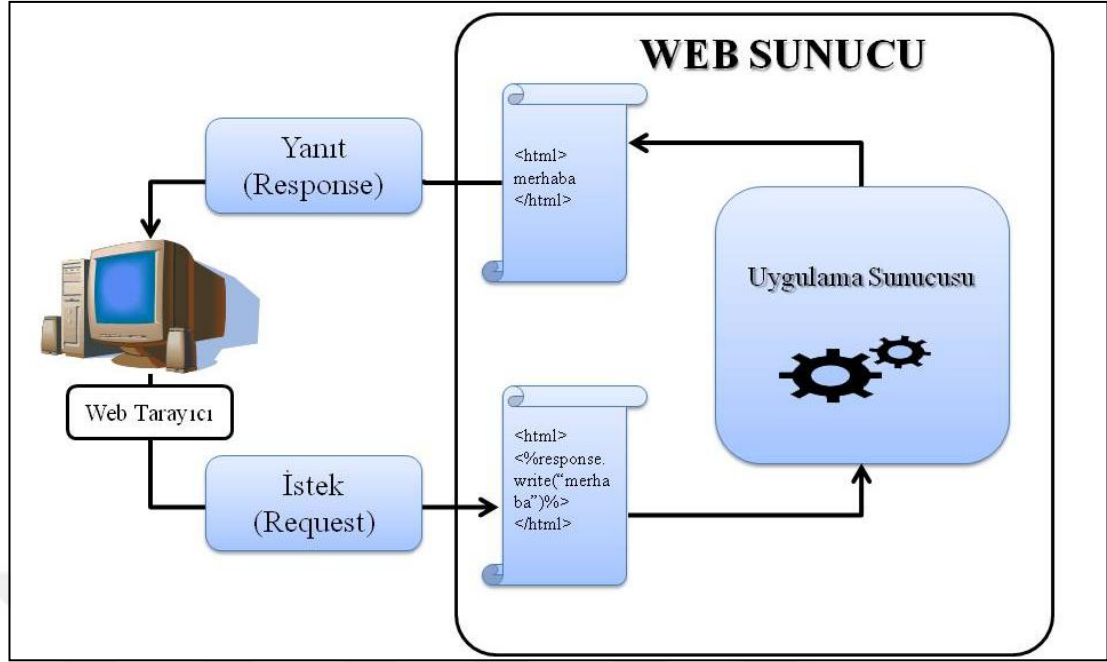
Kütüphane Ekleme: Temel fonksiyonlar dışında yazılımcılar tarafından geliştirilmiş fonksiyonları kullanabilmek için fonksiyona ait kütüphanenin projeye dahil edilmesi gerekmektedir.

```
#include <kutuphaneismi.h>
```

Bluetooth ile İletişim: Bluetooth modüllerinin bilgisayar veya telefon gibi cihazlara bağlanabilmesi için öncelikle eşleştirilmesi gerekmektedir. Akıllı telefonlar bu cihazlara bir telefonla eşleşiyormuş gibi bağlanır. Bluetooth modülüne enerji verildikten sonra üzerindeki ışık hızlı bir şekilde yanıp sönüyorsa bağlanmaya hazır olduğunu göstermektedir. Akıllı cihazlarla geliştirilen uygulamayla bağlanılmaya birkaç saniye sonra eğer ışık sürekli yanıyorsa başarılı bir şekilde bağlanılmıştır demektir [69].

2.4. Dinamik Web Sayfaları

Dinamik web sayfaları kullanıcı ile web sitesi arasındaki iletişimi artırmaktadır. Sunucu üzerinde yazılmış olan kodlar yorumlanarak kullanıcının ekranında HTML olarak görüntülenmektedir. Böylece kullanıcı arka planda çalışan kodları görme ihtimali yoktur. Dinamik web sitelerinde genellikle PHP, ASP, JSP ve ASP.NET gibi araçlar kullanılmaktadır [70]. Bu araçlarla e-ticaret, emlak siteleri, forumlar ve haber siteleri gibi yapılabilmektedir. Dinamik web sayfaların en büyük öneme sahip özelliği yazılımcılar tarafından oluşturulan yönetim paneliyle herhangi bir kod bilmeden kullanıcı tarafında sayfaların yönetilebilmesidir.



Şekil 2.11. Dinamik web sayfaların çalışması [71]

2.4.1. Dinamik web uygulaması ASP (Active Server Pages)

Şekil 2.11’de görüldüğü gibi ASP sunucu taraflı bir scripting dili olduğundan, kullanıcının bilgisayarındaki platformlardan bağımsız çalışmaktadır. Yani kullanıcı hangi işletim sistemi kullanıyor olursa olsun scriptler çalışacaktır. Bunun sebebi yazılan kodlar sunucuda yorumlanır ve sonucu HTML biçimde web tarayıcılarında görüntülenir.

ASP’nin kendine özgü nesneleri ve bileşenleri bulunmaktadır. Script dilleri olarak VBScript, JavaScript ve Jscript kullanılmaktadır. Eğer herhangi bir şey belirtilmediyse VBScript varsayılan dil olarak kabul edilir. Eğer JavaScript kullanılacaksa sayfanın başında tanımlama yapılmalıdır. Buradan anlaşıldığı gibi bir ASP sayfası içinde birden fazla script dili kullanılabilir.

Yazılımcı tarafından oluşturulan ASP sayfasının kişisel bilgisayarlarda çalıştırılabilmesi için Windows tabanlı işletim sistemlerinde İnternet Bilgi Servisinin (Internet Information Service, IIS) çalışması gerekmektedir. Böylece, yazılımcı yazdığı kodları sunucuya yüklemeyen kendi bilgisayarında test edebilmektedir [71].

2.4.2. ASP Dili

ASP kodları “<% --- %>” tagları arasında yazılmalıdır.

Response Nesnesi: Ziyaretçiye sunucudan veriler gönderir. En çok kullanılan metodu write’dir.

Örnek: Şekil 2.12’de ekrana mesaj yazdırılmaktadır.

```
<%  
Response.write("merhaba")  
%>
```

Şekil 2.12. Response.write kullanımı

Request Nesnesi: Kullanıcının sunucudan talep ettiği her sayfaya istek (request) denir. Kullanıcıdan bilgi alırken bu nesne kullanılır. Querystring metoduyla gelen veriler okunur.

Örnek: Şekil 2.13’te request nesnesinin kullanımı gösterilmektedir.

```
Verigonder.asp  
<%adsoyad="Esmâ-Fatih"%>  
<a href="verioku.asp?isim=<%=adsoyad%>">  
Verioku.asp  
<%isim=Request.QueryString("isim")%>
```

Şekil 2.13. Request nesnesinin kullanımı

2.5. Veritabanı

Veritabanı bilgisayar sistemlerinin hayatımıza girmesiyle her işletme için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Veritabanı verilerin düzenli olarak saklandığı dijital bir ortamdır. Milyonlarca ya da milyarlarca kaydı yönetmek için gelişmiş programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle internetin yaygınlaşmasıyla veritabanının önemi daha arttı. Bankacılık, market, sağlık gibi sektörlerde veritabanı vazgeçilmez

hale gelmişlerdir. Veritabanının sunduğu araçlarla ya da farklı uygulamalardan veritabanına erişerek istenilen analizler yapılabilmektedir [72]. Veritabanı olarak genellikle ORACLE, SQL Server, MySQL ve Access gibi araçlar kullanılmaktadır.

Web sayfalarının veritabanı ile bağlantılarıyla sayesinde daha dinamik bir yapıya sahip oldu. Web'in ilk dönemlerinde web sayfalarının büyük bir kısmı sadece bilgilerin yayımlandığı gazete gibiydi.

2.5.1. Veritabanının temel kavramları

Yaklaşık tüm veritabanı programları aynı yapıya sahiptir. Kullanılan kavramlar genelde aynıdır.

Tablo: Tüm kayıtların tutulacağı yapıya denmektedir. Bir veritabanında birden fazla tablo olabilir. Tablolar satır ve sütunlardan oluşmaktadır. Her satırdaki verilere kayıt, sütunlara ise alan adı verilmektedir.

Sorgu: Tablo içindeki tüm verilere değil de özel verileri listelemeye denir.

SQL Dili: SQL(Structured Query Language) veritabanlarının ortak kullandığı bir dildir. Yazılımcılar veritabanı ya da tablo oluştururken, veri eklerken, silerken yada arama yaparken bu ortak dili kullanırlar.

2.5.2. Access

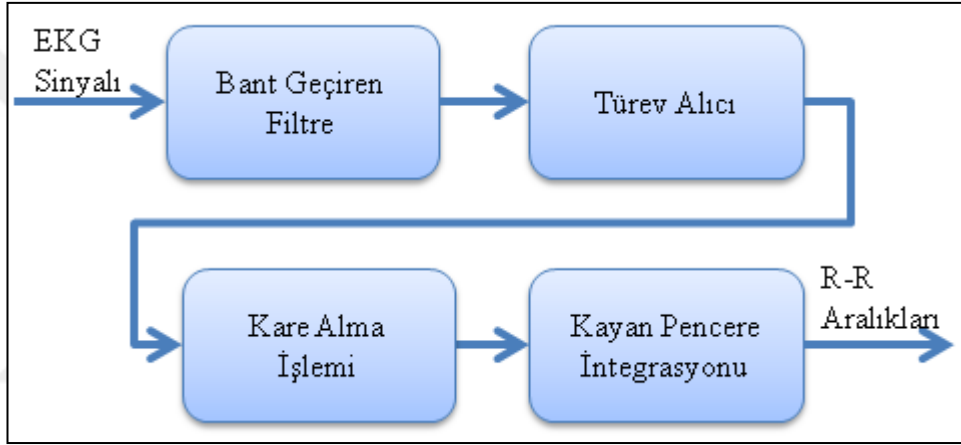
Microsoft Access, çok güçlü tablolaştırma özellikleri ile beraber uygulama geliştirebilmek için kullanışlı bir ara yüze sahiptir. Hiç kod bilmeden veritabanı yönetilebilmektedir. Aynı zamanda istenildiğinde SQL dili de kullanılabilir. Access programında tablolar, sorgular, formlar, raporlar, makrolar ve modüller gibi nesneler bulunmaktadır [73].

2.5.3. SQLite

Android'te lokal veritabanı olarak SQLite isimli veritabanı yönetim sistemi kullanılabilir. SQLite açık kaynak kodlu olduğundan farklı işletim sistemlerinde de çalışabilir. Android'in rehber, ajanda gibi kendi uygulamaları da bu veritabanını kullanmaktadır [74,75].

2.6. Pan-Tompkins algoritması

R tepesinin tespitinde farklı yöntemler bulunmakla beraber en çok kullanılan ve bilinen algoritma Pan-Tompkins algoritmasıdır [76]. Pan ve Tompkins eğitim, genlik ve genişlik bilgilerini kullanarak 1985 yılında QRS bulma algoritmasını geliştirmişlerdir. Şekil 2.14’de görüldüğü gibi öce EKG sinyalinin DC bileşenleri yok edilir ve ardından filtreleme işlemleri yapılır. Daha sonra türev alıcıyla EKG sinyalinde düşük frekanslı olan P ve T dalgalarını bastırılır. Üçüncü aşamada sinyalin karesi alınarak negatif taraftaki bileşenler pozitifleştirilir. Son aşamada ise kayan pencere integrasyonu kullanılmaktadır [77].



Şekil 2.14. Pan-Tompkins algoritması blok diyagramı [77]

2.6.1. Filtreleme

Kaydedilen sinyalden gürültüleri arındırmak için kullanılır.

İlk önce sinyale Denklem (2.1) ve (2.2)’de olduğu gibi alçak geçiren filtre uygulanır [78];

$$H(z) = (1 - z^{-6})^2 / (1 - z^{-1})^2 \quad (2.1)$$

$H(z)$: z- düzleminde transfer fonksiyonu

$$y[n] = 2y[n-1] - y[n-2] + x[n] - 2x[n-6] + x[n-12] \quad (2.2)$$

$y[n]$: Ayırık zaman düzleminde çıkış işareti

Daha sonra ise Denklem (2.3)’deki gibi yüksek geçiren filtre uygulanır;

$$H(z) = [Y(z) / X(z)] = (1 + 32z^{-16} + z^{-32}) / (1 + z^{-1}) \quad (2.3)$$

2.6.2. Türev alma

EKG sinyalindeki QRS kompleksinin ortaya çıkması, P ile T dalgalarının bastırılması için kullanılmaktadır. Denklem (2.4)'teki gibidir [77,78];

$$H(z) = 0,125(2 + z^{-1} - z^{-3} - 2z^{-4}) \quad (2.4)$$

2.6.3. Kare alma

Kare alma işlemi, negatif genlikteki sinyali pozitif hale çevirmektedir. Böylece küçük değerler daha küçülürken büyük değerler daha da büyümektedir. Diğer bir deyişle R tepesi Denklem (2.5) ile daha belirgin hale gelmektedir [77,78];

$$y[n] = (x[n])^2 \quad (2.5)$$

$x(n)$: Ayırık zaman düzleminde giriş işareti

2.6.4. Kayan pencere integrasyonu

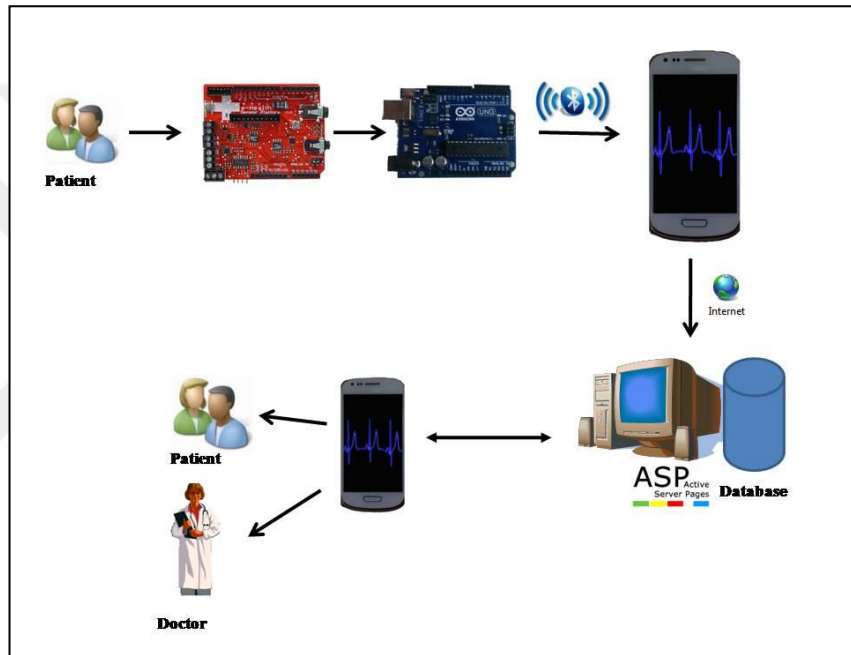
QRS kompleksinin olduğu bölgelerde bulunan çoklu tepeleri Denklem (2.6) ile tek bir tepe haline getirilmesi için kullanılmaktadır [79,80];

$$y[n] = (x[n - (N-1)] + x[n - (N-2)] + \dots + x[n]) / N \quad (2.6)$$

N : Pencere sayısı

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

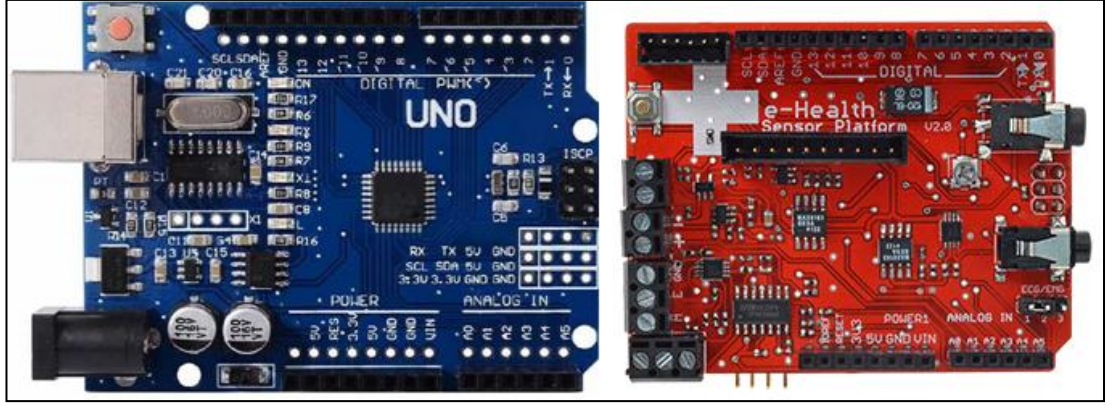
Mobil Platform Üzerinden Kişisel Sağlık İzleme Sistemi konulu tez çalışmanın Şekil 3.1’de blok diyagramı görülmektedir. Tasarlanan sistem donanım ve yazılım olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Donanım olarak Arduino ve algılayıcıları kullanılmıştır. Yazılım olarak Android Studio kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Geliştirilen sistemin blok diyagramı

3.1. Çalışmanın Donanım Yapısı

Sistemimizin donanım kısmını Şekil 3.2’de görüldüğü gibi Arduino Uno R3 ve Sağlık algılayıcı kalkanı oluşturmuştur.



Şekil 3.2. Sistemi oluşturan kartlar

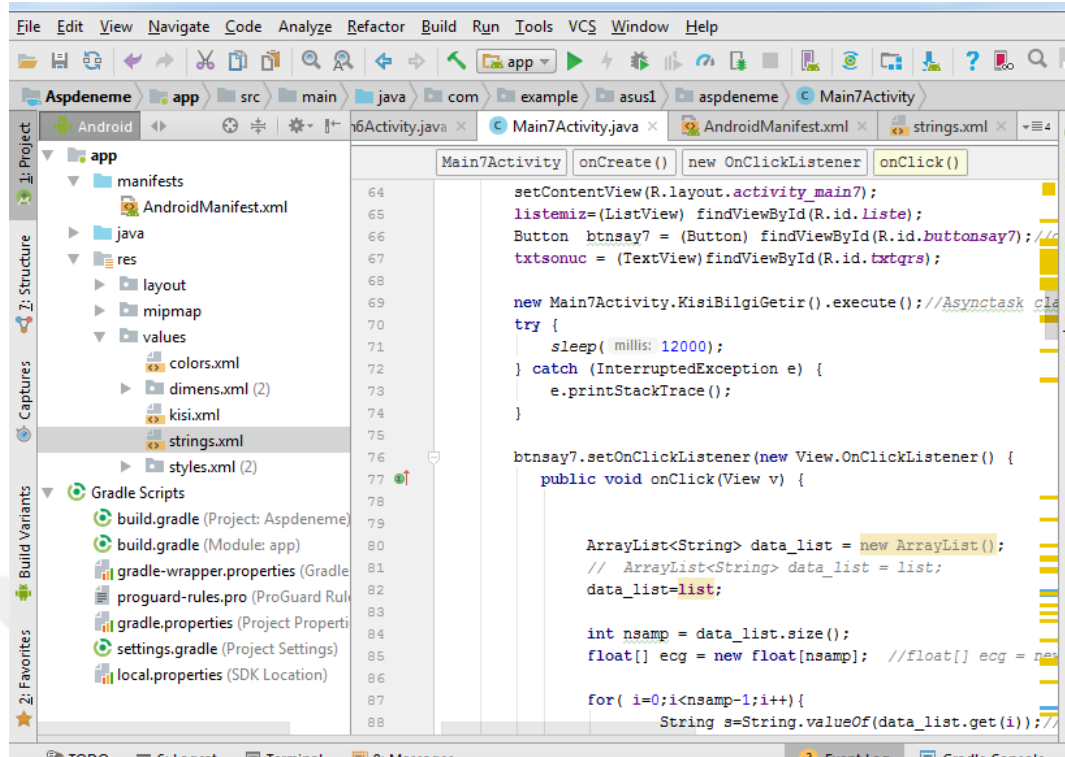
Hastadan EKG ve ateş verilerini okumak için Şekil 3.3'te görülen algılayıcılar kullanılmıştır.



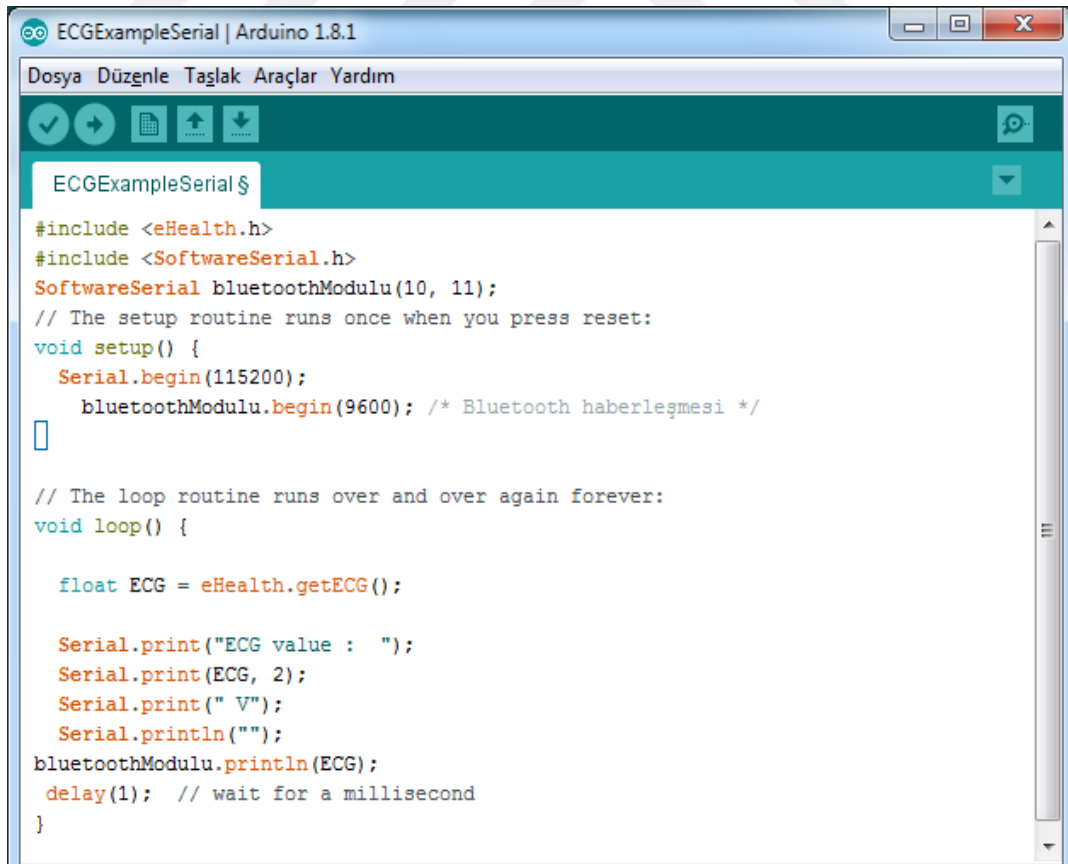
Şekil 3.3. Kullanılan algılayıcılar

3.2. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar

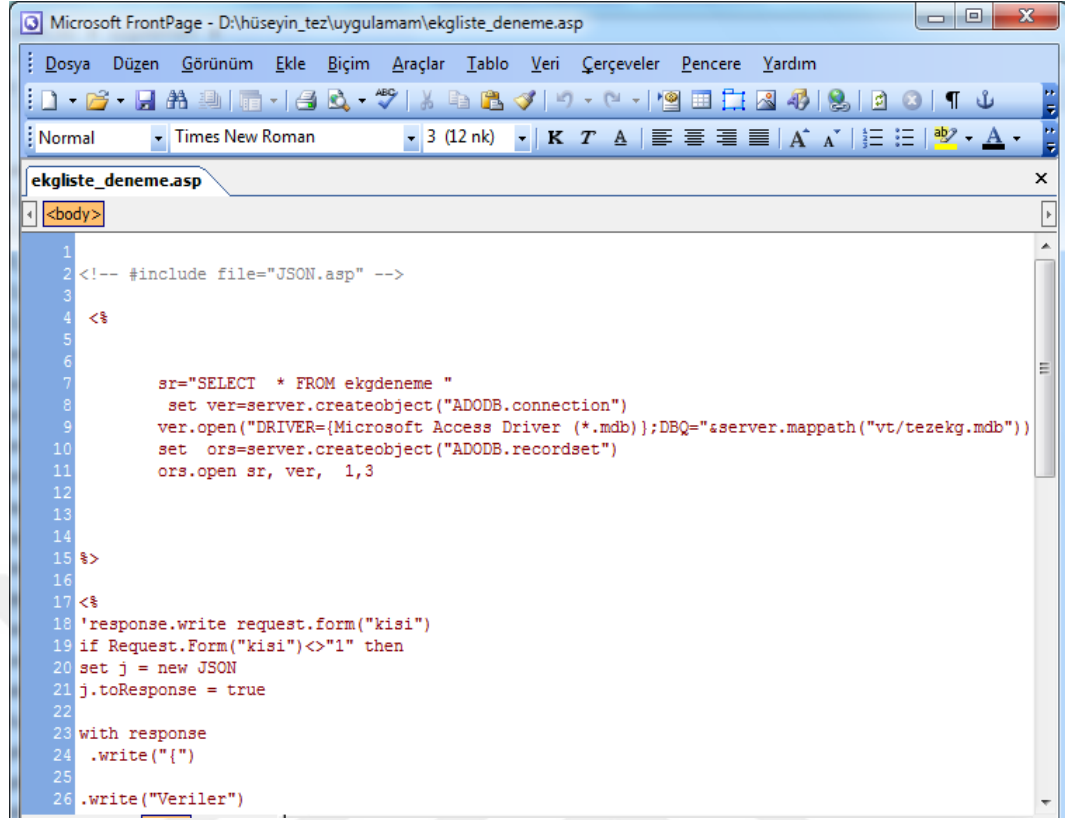
Çalışmamızda kullanılan yazılımlar 3.4, 3.5 ve 3.6'da olduğu gibi Android Studio, Arduino IDE ve FrontPage yazılımları kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Kullanılan yazılımlar (Android Studio)



Şekil 3.5. Kullanılan yazılımlar (Arduino IDE)



```
1
2 <!-- #include file="JSON.asp" -->
3
4 <%
5
6
7     sr="SELECT * FROM ekgdeneme "
8     set ver=server.createObject("ADODB.connection")
9     ver.open("DRIVER={Microsoft Access Driver (*.mdb)};DBQ=" & server.mappath("vt/tezkg.mdb"))
10    set ors=server.createObject("ADODB.recordset")
11    ors.open sr, ver, 1,3
12
13
14
15 %>
16
17 <%
18 'response.write request.form("kisi")
19 if Request.Form("kisi")<>"1" then
20 set j = new JSON
21 j.toResponse = true
22
23 with response
24     .write("{")
25
26     .write("Veriler")
```

Şekil 3.6. Kullanılan yazılımlar (Frontpage)

3.3. Veritabanı Yapısı

Çalışmada 2 farklı veritabanı kullanılmıştır. Mobil telefonda Sqlite ve diğer verileri saklamak için Access tercih edilmiştir. Tablo 3.1’de Sqlite ve Tablo 3.2’de Access tablo yapıları gösterilmiştir.

Mobil telefonda hastanın programı kullanabilmesi için önce sisteme üye olması gerekir ve bu bilgiler hem telefonda saklanmaktadır.

Tablo 3.1. Sqlite veritabanı yapısı

uyelik	
uyead	Text
tcno	Text
adsoyad	Text
sifre	Text
giris	Text
yakinad	Text
yakincep	Text

Üyelik tablosunda bulunan yakınad ve yakıncep alanları acil durumlarda mesaj atılacak ya da aranacak kişiyi kaydetmek için oluşturulmuştur.

Tablo 3.2. Hasta bilgilerinin kaydedildiği tablo

hastalar	
hastatc	Text
hastaadsoyad	Text

Tablo 3.2’de hastaya ait bilgiler saklanmaktadır.

Tablo 3.3. Hastaya ait sıcaklık bilgilerinin saklandığı tablo

sicaklik	
hastatc	Text
hastaadsoyad	Text
tarih	Tarih/Saat
saat	Tarih/Saat
Sicaklik	sayi

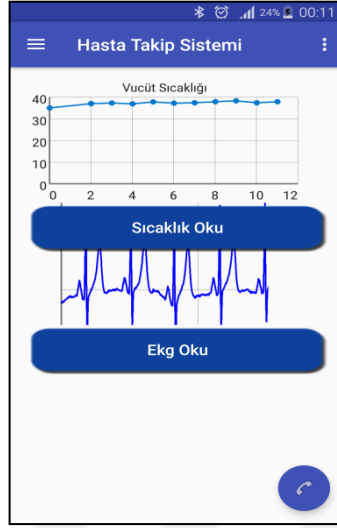
Tablo 3.3’te hastaya ait ölçülen ateş verilerinin kaydedilmesi için oluşturulan tablo görülmektedir.

Tablo 3.4. Hastaya ait EKG bilgilerinin saklandığı tablo

ekg	
hastatc	Text
hastaadsoyad	Text
tarih	Tarih/Saat
saat	Tarih/Saat
volt	sayi

Tablo 3.4’de hastaya ait EKG verilerinin kaydedildiği tablo görülmektedir.

3.4. Android Uygulaması



Şekil 3.7. Giriş ekranı (main.xml)

Uygulama çalıştırıldığında karşımıza Şekil 3.7’te görülen “main.xml” dosyasından oluşan bir açılış ekranı gelmektedir. Buradan kullanıcı menüye tıklayarak üye olur daha sonra ateş ve EKG gibi verileri okuyabilir.

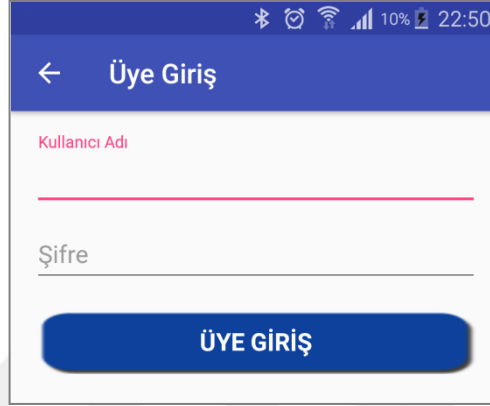
3.4.1. Üyelik ekranı

Hasta/kullanıcının bu uygulamayı kullanabilmesi için öncelikle Şekil 3.8’da olan üyelik formunu doldurarak üye olması gerekmektedir. Üyelik bilgileri kullanıcının kendi telefonunda Sqlite veritabanında saklanmaktadır. Kullanıcıya ait T.C.Kimlik, Ad Soyad, kullanıcı adı ve şifre bilgileri istenmektedir.

Şekil 3.8. Üyelik ekranı (uyekayit.xml)

3.4.2. Üye giriş ekranı

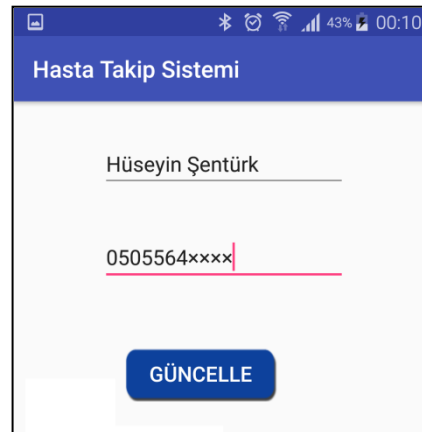
Kullanıcı üye olduktan sonra Şekil 3.9’da görülen ekranı kullanarak sisteme giriş yaparak uygulamanın özelliklerini kullanmaya başlayabilir. Bir kere giriş yapıldıktan sonra uygulama kapatılıp her açıldığında kullanıcı bilgilerini otomatik olarak tanıyacaktır.



Şekil 3.9. Üye giriş ekranı (uyegiris.xml)

3.4.3. Hasta yakını bilgileri

Şekil 3.10’da olduğu gibi acil durumlarda uygulamanın iletişim kurabileceği hastanın yakınına ait bilgiler bu ekrandan girilecektir. Kullanıcının hayati verilerinde kritik seviye aşıldığında uygulama otomatik olarak yakınına mesaj atacaktır.



Şekil 3.10. Hasta yakını bilgileri güncelleme sayfası (uyedetay.xml)

3.4.5. Hasta ateşinin ölçülmesi ekranı



Şekil 3.11. Vücut sıcaklığı ölçme ekranı(veri_oku_sicaklik.xml)

Şekil 3.11’de görülen ekranda Arduino algılayıcıdan gelen vücut sıcaklığı ölçülmektedir. Gelen bu sıcaklık bilgisi aynı zamanda istenilen zaman aralığında webde kaydedilmektedir. Daha sonra bu sıcaklık verilerine doktoru ve hasta yakını tarafından ulaşılabilir. Ayrıca vücut sıcaklığı kritik seviye 39,5 derece üstüne çıktığında yakınına mesaj gönderecektir.

3.4.6. Hasta EKG veri ölçme ekranı

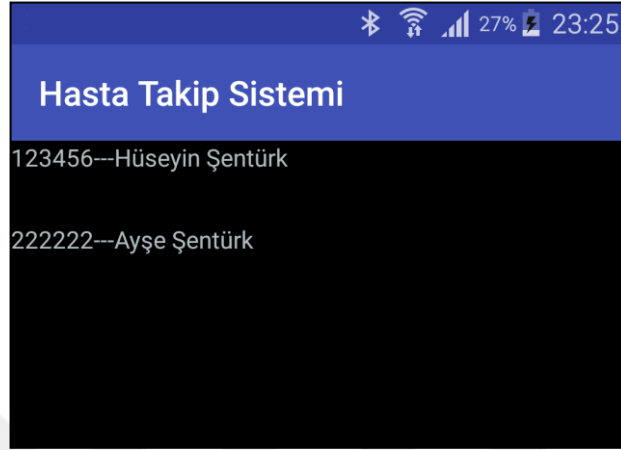


Şekil 3.12. EKG okuma ekranı (ekgoku.xml)

Şekil 3.12’de görüldüğü gibi hastaya ait önemli verilerden olan EKG verileri Arduino algılayıcıdan okunmaktadır. Veri okuma işlemi bir dakika boyunca

sürmektedir. Okunan bu veriler aynı anda webde bulunan “ekg” tablosuna kaydedilmektedir.

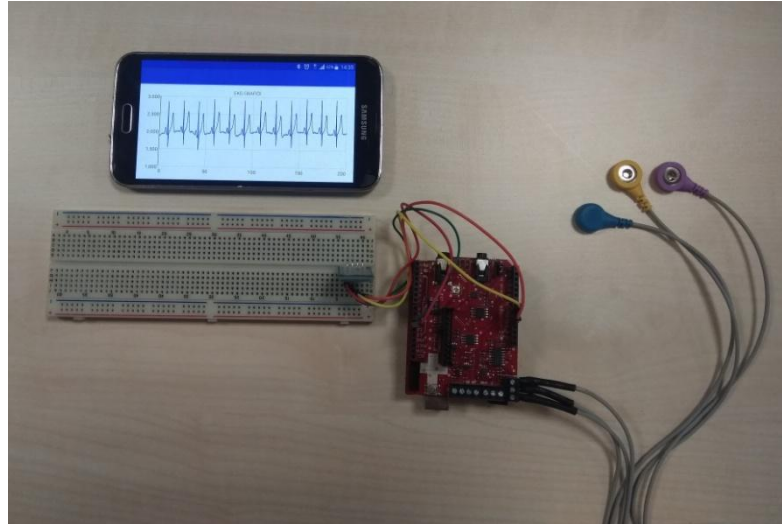
3.4.7. Doktor ekranı



Şekil 3.13. Doktor ekranı (doktor.xml)

Şekil 3.13’da doktorun kullanacağı ekran görülmektedir. Bu ekrandan doktor ya da hasta yakını hastaya ait EKG ve ateş gibi verileri görebilmektedir.

3.5. Sistemin Çalışması



Şekil 3.14. EKG ve ateş ölçüm sistemi

Şekil 3.14’de görülen projeyeyle Arduino kart üzerinde bulunan e-Sağlık modülü kullanılarak EKG ve ateş algılayıcısından alınan veri Bluetooth modülüyle akıllı telefona aktarılmaktadır. Gelen veriler kullanıcının ekranında görüldüğü gibi aynı

zamanda web üzerinde bulunan veritabanına kaydedilmektedir. Bu sayede kaydedilen verilere doktoru tarafından ulaşılabilir.

Kullanıcı uygulamayı telefonuna yükledikten sonra sistemi kullanabilmesi için hesap oluşturması gerekmektedir. Hesap oluşturduktan sonra uygulama her açıldığında otomatik olarak kişiyi tanıyacaktır. Uygulama açıldığında cep telefonunun Bluetooth özelliği açılması için kullanıcıdan izin ister. Telefonla Arduino karttaki HC-05 modülü eşleşerek veri akışı başlar. Gelen veriler aynı anda veritabanına kaydedilir.

Hastadan alınan EKG ve ateş verileri kaydedilmektedir. Ayrıca EKG ve ateş verileri anlık olarak kişinin karşısında Şekil 3.15'de olduğu gibi grafik olarak gösterilmektedir. Hasta ya da doktoru daha sonra bu verilere ulaşabilmektedir.



Şekil 3.15. Mobil uygulamada görüntülenen EKG sinyali

Uygulamanın doktor versiyonunda ise program yüklendikten sonra sisteme üye olması gerekmektedir. Doktor takip etmek istediği hastaları seçerek o hastaya ait tüm verilere ulaşip analiz edebilmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma yazılım olarak Android tabanlı uygulama ve donanım olarak ise Arduino karttan oluşmaktadır. Hastaya ait hayati verilerin gelişen teknoloji ile çeşitli algılayıcılar kullanılarak evden de takip edilebileceği görülmüştür. Arduino kartla beraber e-Sağlık algılayıcı kalkaniyla hastadan EKG ve sıcaklık verileri alınmıştır. Alınan bu veriler Bluetooth aracılığıyla akıllı telefona aktarılmıştır. Gelen verilere istenildiği zaman hasta ve doktoru tarafından ulaşılabilmesi amacıyla internet aracılığıyla web ortamında depolanmıştır. Ayrıca, EKG verisi grafik olarak çizdirilmiştir.

Hastadan sıcaklık algılayıcısıyla vücut sıcaklığı ölçülmüş olup, bu veriler web ortamında kaydedilmiştir. Eğer hastanın vücut sıcaklığı 39° derecenin üstüne çıktığında hasta yakınına mesaj gönderecek şekilde uygulama yapılmıştır.

Sistem biraz daha geliştirilerek küçük yaşta bulunan çocukların ateşli hastalıklarında özellikle gece takiplerinde kullanılabilir. Ebeveynler gece boyunca belirli aralıklarla kalkarak çocuğunu ateşini ölçmektedir. Bizim geliştirdiğimiz sistem sayesinde ateşi sürekli ölçülebilecek ve gerektiğinde mesaj çekebilecektir.

Pan–Tompkins algoritması ile web ortamında kaydedilmiş veriler üzerinden QRS tepeleri tespit ederek kalp atış sayısı bulunmuştur. Kullanılan algoritmanın doğruluğunu <https://www.physionet.org> web sitesinden MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database (nsrdb) veritabanında bulunan kayıtlar ile test edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışma ile hastanın sağlık verilerini evden takip edilmesiyle hastane masraflarının azaltılmasıyla sağlık harcamalarında düşüş olacaktır.

Gelecek çalışmada ise hastaya ait olan tüm hayati verilerin (EKG, EMG, EEG, Ateş ve Tansiyon vb.) takip edilebileceği bir sistem geliştirebilir ve bu verilerden teşhis oluşturabilecek yazılım yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] İlhan İ., Mobil Cihaz Kontrollü EKG Holteri, *Mühendislik Dergisi (Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)*, 2017, **8**(1), 101-110.
- [2] Tüzüntürk S., Uyum Analizi Kullanarak Y Kuşağı Akıllı Telefon Kullanıcılarının Tüketici Davranışlarının Anlaşılması, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2017, **39**(1), 257-280.
- [3] <http://www.dijitalajanslar.com/internet-ve-sosyal-medya-kullanici-istatistikleri-2017/> (Ziyaret tarihi: 5 Aralık 2017).
- [4] <https://www.emarketer.com/Article/Mobile-Phone-Smartphone-Usage-Varies-Globally/1014738> (Ziyaret tarihi: 20 Mart 2018).
- [5] Ağaç F., Mobil Uygulamalar Sağlık Sistemini Kişiselleştiriyor, Türkiye Bilişim Derneği, <http://www.bilisimdergisi.org/s174/pdf/42-51.pdf> (Ziyaret tarihi: 24 Mart 2018).
- [6] Tezcan C., Sağlığa Yenilikçi Bir Bakış Açısı: Mobil Sağlık, *TÜSİAD*, T/2016-03/575, 33-37, 2016.
- [7] www.tuik.gov.tr/PdfGetir.do?id=24574 (Ziyaret tarihi: 25 Mart 2018).
- [8] Akduman A., Bildirilen Ölüm Nedenlerinin Uygulamaya Giren ICD 10 Ve Değişen Defin Ruhsatları Çerçevesinde İncelenerek Daha Önceki Bildirimlerle Karşılaştırılması, Tıpta Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, İzmir, 2012, 344213.
- [9] Şentürk H., Yakut Ö., Bolat E.D., Development of a Mobile Application Based Health Tracking System, *Global Journal of Advanced Engineering Technologies and Sciences*, 2018, **5**(2), 14-19.
- [10] Yakut O., Solak E., Bolat E.D., Measuring ECG Signal Using e-Health Sensor Platform, *International Conference on Chemistry, Biomedical and Enviroment Engineering*, Antalya, Türkiye, 7-8 October 2014.
- [11] Lou D., Chen X., Zhao Z., Xuan Y., Xu Z., Jin H., Guo X., Fang Z., A Wireless Health Monitoring System based on Android Operating System, *International Conference on Electronic Engineering and Computer Science*, 2013, **4**(2013), 208-215.
- [12] Janye L., Kulkarni N., Gawas A., Android Application for Measuring ECG, Teperature, Heart Rate and Sending Alerts to Family Doctor, *International Journal for Research in Engineering Application & Management*, 2016, **1**(11), 1-3.

- [13] Kai L., Xu Z., Yuan W., Suibiao H., Ning G., Wangyong P., Bin L., Hongda C., A System of Portable ECG Monitoring Based on Bluetooth Mobile Phone, *IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education*, Cuangzhou, China, 9-11 December 2011.
- [14] Rizqyawan M. I., Amri M. F., Pratama R. P., Turnip A., Design and Development of Andorid-based Cloud ECG Monitoring System, *Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) International Conference*, Semarang, Indonesia, 19-20 October 2016.
- [15] Wahane V., Ingole P.V., An Android Based Wireless ECG Monitoring System for Cardiac Arrhythmia, *IEEE Healthcare Innovation Point-Of-Care Technologies Conference (HI-POCT)*, Cancun, Mexico, 9-11 November 2016.
- [16] Wu M.J., Shieh S.F., Liao Y.L., Chen Y.C., ECG Measurement System Based On Arduino and Android Devices, *International Symposium on Computer, Consumer and Control*, Xi'an, China, 4-6 July 2016.
- [17] Thomas S.S., Saraswat A., Shashwat A., Bharti V., Sensing Heart Beat and Body Temperature Digitally using Arduino, *International conference on Signal Processing, Communication*, Paralakhemundi, India, 3-5 October 2016.
- [18] Ekmekçi H.D., e-Health Kalkan ve Arduino Kullanılarak Çoklu Fizyolojik İşaretlerin Bilgisayar Ortamında Görüntülenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 2017, 482348.
- [19] Özcan S., Bluetooth ile EKG Verilerinin İletimi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 251637.
- [20] Kiaghadi A., Teker D., Enginoğlu B., Oncu A., A K-Band Radar System for Remote Cardiorespiratory Monitoring, *15th International Radar Symposium (IRS)*, Gdansk, Poland, 16-18 June 2014.
- [21] Kurban R., Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi: Mobil Sağlık Danışmanı, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2006, 197296.
- [22] Tong K., Leung K., Leung Y., A System for Personalized Health Care with ECG and EEG Signals for Analysis, *International Smart Cities Conference (ISC2)*, Wuxi, China, 14-17 September 2017.
- [23] Saod A., Ghani S., Harron N., Ramlan S., Rashid A., Ishak N., Android-Based Elderly Support System, *IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, Langkawi, Malaysia, 24-25 April 2017.
- [24] Vaidya R.,V., Trivedi D.,K., m-Health: A Complete Healthcare Solution, *International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, Erode, India, 18-19 July 2017.

- [25] Mustapha M. F. B., Anwar T., Mobile Heart Rate Monitor for Myocardial Infarction Patients, *6th ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC)*, Skudai, Malaysia, 23-24 May 2017.
- [26] Chung W. Y., Fong E. M., Seamless Personel Health Information System in Cloud Computing, *36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Chicago, USA, 26-30 August 2014.
- [27] Budida D. A. M., Mangrulkar R. S., Design and Implementation of Smart HealthCare System Using IoT, *International Conference on Onnovation in Information Embedded and Communication Systems*, Coimbatore, India, 17-18 March 2017.
- [28] Reza T., Shoilee S. B. A., Akhand S. M., Khan M. M., Development of Android Based Pulse Monitoring System, *Second International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies*, Coimbatore, India, 22-24 February 2017.
- [29] Wen C., Liu Q., Mobile Remote Medical Monitoring System, *IEEE International Conference on Consumer Electronics-China*, Guangzhou, China, 19-21 December 2016.
- [30] Khalaf A., Abdoola R., Wireless Body Sensor Network and ECG Android Application for eHealth, *Fourth International Conference on Advances in Biomedical Engineering*, Beirut, Lebanon, 19-21 October 2017.
- [31] Al-Shaher M.A., Al-Khafaji N.J., E-Healthcare System to Monitor Vital Signs, *International Conference Eletronics Computers and Artificial Intelligence*, Targoviste, Romania, 29 June-1 July 2017.
- [32] Bawa K., Sabherwal P., R-peak Detection by Modified Pan-Tompkins Algorithm, *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2014, 3(5), 30-33.
- [33] Aksu U., Geniş QRS Taşikardi'li Hastalarda A-V Disosiasyon Saptamada Standart Ekg ile Lewis Ekg Nin Karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi, Atatürk Üniversitesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, 2014, 388607.
- [34] Barrett K., Barman S., Boitano S., Brooks H., *Ganong's Review of Medical Physiology*, 24th ed., Mc Graw Hill Lange, China, 2009.
- [35] Özdemir A.T., Erken Ventriküler Kasılmalarda YSA Tabanlı bir Sınıflandırıcının Fpga ile Gerçekleştirilmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2010, 276763.
- [36] Başçıfci N., Zigbee Tabanlı Mobil Sağlık İzleme Sistem Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011, 283464.

- [37] Akdeniz F., EKG Aritmilerinin Zaman Frekans esaslı Öznitelikler Kullanılarak Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2017, 461832.
- [38] Samuel R., What to the world Einthoven talking about, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 2012, **23**(17), 1-7.
- [39] Kayıkçıoğlu İ., Kalp Krizinin Erken Teşhisi için EKG'deki Segmenti Değişimlerinin Zaman-Frekans Dönüşümleriyle Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2017, 461826.
- [40] Şentürk Ü., EKG Sinyallerinin Bilgisayarda Görüntülenmesi, Ayrıştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013, 338979.
- [41] Guyton A., Hall J., *Medical Physiology*, 11th Ed., Elsevier Saunders, 2006.
- [42] Kurban R., Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi: Mobil Sağlık Danışmanı, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2006, 197296.
- [43] Mutchler P., Safaei Y., Doupe A., Mitchell J., Target Fragmentation in Android Apps, *IEEE Security and Privacy Workshops*, San Jose, USA, 22-26 May 2016.
- [44] KH'TOUR M., Android Tabanlı Hastane Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale, 2015, 418488.
- [45] Aksoy F., Android İşletim Sistemi için Medikal İzleme Yazılımı Geliştirme, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2014, 373823.
- [46] Ünal E., Android İşletim Sisteminde Görme Engelli Bireyler için Mobil Uyarı ve Yönlendirme Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017, 470677.
- [47] Wang C., Duan W., Ma J., Wang C., The Research of Android System Architecture and Application Programming, *International Conference on Computer Science and Network Technology*, Harbin, China, 24-26 December 2011.
- [48] Muştu Y., Sms ve Android Tabanlı Uygulamalarla Sınıf İçi Etkileşimin Arttırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 2012, 334823.
- [49] Backes M., Bugil S., Schrabx O., Styp-Rekowsky P., Weisgerber S., The Android Runtime Instrumentation and Security Toolkit, *IEEE European Symposium on Security and Privacy*, Paris, France, 26-28 April 2017.

- [50] Yan Y., Dantu K., Ko S. Y., Vitek J., Ziarek L., Making Android Run on Time, *Real-Time Embedded Technology and Applications Symposium*, Pittsburgh, USA, 18-21 April 2017.
- [51] Oh H. S., Yeo J., Moon S., Bytecode-to-C Ahead-of-Time Compilation for Android Dalvik Virtual Machine, *Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition*, Grenoble, France, 9-13 March 2015.
- [52] <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os> (Ziyaret tarihi: 11 Şubat 2018).
- [53] <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html> (Ziyaret tarihi: 14 Şubat 2018).
- [54] Gerber A., Craig C., Learn Android Studio, https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=yFEnCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR21&dq=android+studio&ots=nFDER7mzOC&sig=L5Xwzb8nRUAjfttSvNlezs-nQco&redir_esc=y#v=onepage&q=android%20studio&f=false (Ziyaret tarihi: 14 Şubat 2018).
- [55] Elibol M.Ç., e-Hastane Sistemlerinin İncelenmesi ve Java Teknolojileri ile e-Hastane Uygulaması Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008, 176971.
- [56] Kara Ş.E., C# ve Java Nesne Yönelimli Programlama Dillerinde Collection Framework'lerin Karşılaştırmalı Performans Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2014, 355581.
- [57] Ünal C., Bay Ö.F., Java Programlama Dili'nin Bilgisayar Destekli Öğretimi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2009, 2(1), 1-14.
- [58] Baumann P., Hirschorn E., Maso J., Merticariu V., Misev D., Encoding Spatio-Temporal Big Data in XML, JSON and RDF without Information Loss, *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, Boston, USA, 11-14 December 2017.
- [59] Guo S., Xia H., Xiang G., Research on the Translation from XSD to JSON Schema, *IEEE International Conference on Communication Software and Networks*, Guangzhou, China, 6-8 May 2017.
- [60] Izquierdo J.L.C., Cabot J., JSON Discoverer: Visualizing the schema lurking behind JSON documents, *Elsevier Knowledge-Based Systems*, 2016, 52(55), 1-4.
- [61] Güler E., Akıllı Ekranlarda Mobil Sağlık Uygulamaları, *Journal of Research in Education and Teaching*, 2015, 4(3), 45-51.
- [62] <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> (Ziyaret tarihi: 20 Mart 2018).

- [63] Ocak F., Arduino C# ve Android Kullanılarak Güvenlik Sistemi Prototipi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 2015, 411391.
- [64] Gaikwad P.V., Kalshetty Y.R., Bluetooth Based Smart Automation System Using Android, *International Journal of Science and Research*, 2015, **6**(5), 1003-1006.
- [65] Kwak Y., Kim W., Park K., Kim K., Seo S., Flexible heartbeat sensor for wearable device, *Elsevier Biosensors and Bioelectronics*, 2017, **94**(2017), 250-255.
- [66] Işık A.F., Sensör Çeşitleri Robotik Alanda Kullanılan Sensörler ve FSR Sensör Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2013, 352054.
- [67] Puente S.T., Ubeda A., Torres F., e-Health: Biomedical Instrumentation with Arduino, *Elsevier ScienceDirect*, 2017, **50**(1), 9156-9161.
- [68] https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical#step3_1 (Ziyaret tarihi: 15 Mayıs 2018).
- [69] <https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/arduino/egitim/arduino-201/bluetooth-eslestirmesi> (Ziyaret tarihi: 20 Mart 2018).
- [70] Turğut R.N., Web Uygulamalarının Bir Bilgi Teknoloji Aracı Olarak Kullanımı, Yüksek Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Isparta, 2008, 253911.
- [71] Demirkol Z., *ASP ile Web Programcılığı ve Elektronik Ticaret*, 1.Baskı, Pusula, İstanbul, 2000.
- [72] Kenanoğlu Y.S., Veritabanları ve Kütüphane Otomasyonu Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 1997, 58506.
- [73] Demirli N., İnan Y., *Access 2003*, 2.Baskı, Prestige Education Center, İstanbul, 2003.
- [74] Taşdelen A., *Android Programlama Eğitimi*, 4.Baskı, Pusula, İstanbul, 2017.
- [75] Shi Y., Shen Z., Shao Z., SQLiteKV: An Efficient LSM-tree-based SQLite-like Database Engine for Mobile Devices, *23rd Asia and South Pacific Design Automation Conference*, Jeju, South Korea, 22-25 January 2018.
- [76] Pan J., Tompkins W.J., A Real-Time QRS Detection Algorithm, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1985, **32**(3), 230-236.

- [77] Krishna B.T., Babulu K., QRS Detection using Novel Digital Differentiators, *International Conferene on Information and Communication Technology*, Kuala Lumpur, Malaysia, 16-17 May 2016.
- [78] Gakare P.K., Patel A.M., Vaghela J.R., Awale R.N., Real Time Feature Extraction of ECG Signal on Android Platform, *International Conference on Communication, Information & Computing Technology (ICCICT)*, Mumbai, India, 19-20 October 2012.
- [79] Yücelbaş Ş., Hibrit Sınıflayıcılar Kullanarak Kalpteki Ritim Bozukluklarının Teşhisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2013, 467367.
- [80] Kuruş O. A., Hermitian Transform Tabanlı Yöntemlerle Sayısal İşaretlerin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 305374.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Şentürk H.**, Yakut Ö., Bolat E.D., Development of a Mobile Application Based Health Tracking System, *Global Journal of Advanced Engineering Technologies and Sciences*, 2018, 5(2), 14-19.



ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Artvin’de doğdu. İlkokulu Artvin’de ortaokulu ise Kocaeli’de okudu. Lise eğitimini Kocaeli Teknik Lisesi’nde Elektronik bölümünde 1992-1996 yılları arasında tamamladı. 1996 yılında Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Öğretmenliği bölümüne girdi. 2002-2010 yılları arasında İstanbul Sarıyer Mehmet Şam Ticaret Meslek Lisesinde görev yaptı. 2010 yılından beri Kocaeli-Bahçecik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde Bilişim Teknolojileri öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

