

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



ÇOK KANALLI
BİYOMEDİKAL ÖLÇÜM SİSTEMİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALİL İBRAHİM BAYKOCA

BOLU, ŞUBAT - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Halil İbrahim BAYKOCA tarafından hazırlanan “**ÇOK KANALLI BİYOMEDİKAL ÖLÇÜM SİSTEM TASARIMI**” adlı tez çalışması Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 01.02.2018 tarihinde Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

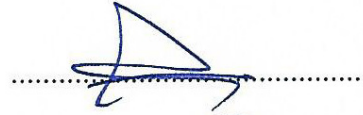
Jüri Üyeleri

Danışman
Doç. Dr. Kemal POLAT
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Mehmet Recep BOZKURT
Sakarya Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Nihat DALDAL
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza



01.02.2018

Doç. Dr. Ömer ÖZYURT



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Biricik eşime ve canım çocuklarıma...

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Halil İbrahim BAYKOCA



ÖZET

**ÇOK KANALLI BİYOMEDİKAL ÖLÇÜM SİSTEM TASARIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HALİL İBRAHİM BAYKOCA
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. KEMAL POLAT)**

BOLU, ŞUBAT - 2018

Günümüzde kablosuz teknolojiler hayatımızın hemen her alanında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle sağlık alanında her geçen gün üretilen cihazlarda kablosuz teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Kablosuz iletişimin biyomedikal alanda kullanılmasının en önemli avantajı sağlık hizmetlerinin sağlık tesisleri dışında da verilebilmesidir. Bu projede önerilen sistem sayesinde yoğun iş gücü daha aşağı seviyelere düşürülebilir, hastaya verilecek zahmet ortadan kaldırılabilir. Ayrıca maliyeti de hatırı sayılır bir ölçüde düşürmek mümkün olabilir.

Bu tez çalışmasında, sensörler ile vücuttan alınan nabız (*kalp hızı*), sıcaklık ve solunum değerlerinin Nesnelerin İnterneti (*Internet of Things - IoT*) kullanılarak bir Android cihazda ve bir web sitesinde görüntülenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede, hastaneye gitme zorluğu bulunan yaşlı ve bakıma muhtaç kişilerin fizyolojik değerlerinin anlık olarak ölçülerek bir doktora veya hastane ortamına aktarılması sağlanmıştır.

Vücut sıcaklığı, solunum hızı ve nabız sinyalleri sensörler ile algılanarak Arduino UNO mikrodenetleyici kartı ile toplanmıştır. Bluetooth yardımıyla kablosuz olarak Android tabanlı telefon ortamına aktarılarak anlık olarak görüntülenmesi ve web ortamında uzaktan takip edilmesi sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen sistemle alınan ölçüm değerleri, medikal ölçüm cihazları ile alınan değerlerle karşılaştırılarak sistemin geçerliliği ve doğruluğu tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Solunum, Vücut Sıcaklığı, Kalp Hızı, Kablosuz İletim, Mobil Sağlık, Nesnelerin İnterneti (IoT)

ABSTRACT

**MULTI CHANNEL BIOMEDICAL MEASUREMENT SYSTEM DESIGN
MSC THESIS
HALİL İBRAHİM BAYKOCA
ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. KEMAL POLAT)**

BOLU, FEBRUARY 2018

Today, wireless technologies are being used in almost every area of our lives. Especially in the field of health, the use of wireless technologies is increasing every day. The most important advantage of using wireless communication in biomedical area is that health services can be provided outside health facilities. With the help of the system which is suggested in this project, intensive workload can be reduced to lower levels, the trouble to the patient can be removed. Also the cost can be reduced to a considerable extent.

In this thesis study, it is aimed to display pulse (*heart rate*), temperature and respiration values collected by sensors from the body on an Android device and on a web site using the *Internet of Things (IoT)*. In this way, the physiological values of elderly and inexperienced persons who have difficulty going to the hospital were measured instantaneously and transferred to a doctor or hospital environment.

Body temperature, respiratory rate and pulse signals were detected with sensors and collected with Arduino UNO microcontroller card. It is transferred wirelessly to the Android based phone environment via Bluetooth and displayed instantly and monitored remotely on the Web environment.

The validity of the system was determined by comparing the measured values obtained with the realized system with the values obtained with the medical measuring devices.

KEYWORDS: Respiration, Body Temperature, Heart Rate, Wireless Transmission, Mobile Health, Internet of Things (IoT).

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Tanımı	2
1.2 Tez Çalışmasının Amacı	2
1.3 Tezin Yapısı	3
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1 Ölçülebilir Fizyolojik Parametreler	7
3.1.1 Nabız	7
3.1.2 Solunum Hızı	8
3.1.3 Vücut Sıcaklığı	9
3.2 Algılayıcılar ve Mikrodenetleyiciler	10
3.2.1 Nesnelerin İnterneti.....	11
3.2.2 Arduino UNO	12
3.2.2.1 Arduino Güç Bağlantısı.....	13
3.2.2.2 Hafıza	13
3.2.2.3 Giriş-Çıkış Pinleri	14
3.2.2.4 Haberleşme Kanalı	14
3.2.3 Vücut Sıcaklığı Sensörü.....	15
3.2.4 Arduino Ses Sensör Modülü	16
3.2.5 Seeed Studio Klipsli Nabız Sensör Modülü	17
3.2.6 HC-06 Bluetooth Modülü	18
3.3 Veri İşleme Yazılımları	18
3.3.1 Arduino Programlama.....	19
3.3.2 Android Programlama.....	20
3.3.3 Web Sitesi Tasarımı.....	23
4. TASARLANAN SİSTEMİN YAPISI	24
4.1 Sensörlerle sinyallerin alınması.....	25
4.1.1 Vücut Sıcaklığı Ölçümü.....	25
4.1.2 Solunum Sayısı Ölçümü	26
4.1.3 Nabız Ölçümü	29
4.2 Mikrodenetleyici İle Verilerin İşlenmesi	30
4.3 Bluetooth ile Kablolu Veri Aktarımı	30
4.4 Android Cihazda Verilerin Görüntülenmesi	31

4.5	Verilerin Ağ Geçidi Üzerinden İnternete Aktarılması	33
4.6	Web Sitesinde Yayınlama	34
4.6.1	Hasta Kayıt Ekranı	35
4.6.2	Alınan Veriler ve Veri Tabanına Kaydedilmesi	35
4.6.3	Hasta Arayüzü	35
5.	BULGULAR VE TARTIŞMA	37
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	38
7.	KAYNAKLAR	39
8.	EKLER	43
EK A.1	Vücut Sıcaklığı Ölçümü Arduino Program Kodları	43
EK A.2	Solunum Sayısı Ölçümü Arduino Program Kodları	45
EK A.3	Nabız Ölçümü Arduino Program Kodları	47
EK A.4	Sinyallerin İşlendiği Arduino Program Kodları	49
EK A.5	Android Uygulaması Kod Blokları	54
9.	ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Nesnelerin interneti uygulama alanları.....	2
Şekil 3.1. Geleneksel yöntemlerle nabız ölçümü.....	8
Şekil 3.2. Pulseoksimetre ile nabız ölçümü	8
Şekil 3.3. Solunum ölçme cihazı.....	9
Şekil 3.4. Vücut sıcaklığı ölçüm bölgeleri.....	10
Şekil 3.5. IoT kapsamındaki bazı nesneler	12
Şekil 3.6. Arduino UNO bileşenleri ve pin tanımlamaları.....	13
Şekil 3.7. DS18B20 sıcaklık sensörü ve pin tanımlamaları.....	15
Şekil 3.8. Arduino ses sensör modülü.....	16
Şekil 3.9. Ses sensör modülünün şematik diyagramı ve çıkış grafiği.....	16
Şekil 3.10. Nabız sensörü	18
Şekil 3.11. Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı	19
Şekil 3.12. Stratch for Arduino tasarım ortamı.....	20
Şekil 3.13. Ülkemizdeki mobil işletim sistemi kullanım oranları	21
Şekil 3.14. App inventor 2 designer arayüzü	22
Şekil 3.15. App inventor 2 blocks arayüzü	22
Şekil 4.1. Tasarlanan sistemin blok diyagramı	24
Şekil 4.2. DS18B20 sensörünün Arduino UNO ile bağlantısı.....	26
Şekil 4.3. Ses sensör modülünün Arduinoya bağlanması.....	27
Şekil 4.4. Tasarlanan solunum sensörü.....	28
Şekil 4.5. Arduino IDE serial monitörde görüntülenen solunum değerleri	28
Şekil 4.6. Nabız sensörünün parmak ve kulağa takılışı	29
Şekil 4.7. Arduino IDE serial monitörde görüntülenen nabız değerleri	30
Şekil 4.8. HC-06 bluetooth modülü ve Arduino UNO bağlantısı.....	31
Şekil 4.9. Android uygulama arayüzü.....	32
Şekil 4.10. Android uygulama ile ölçülen değerler	33
Şekil 4.11. Ağ geçidi ile ilgili Android kod blokları	34
Şekil 4.12. Web sitesinin yapısı	34
Şekil 4.13. Hasta kayıt ekranı	35
Şekil 4.14. Hasta arayüzü.....	36

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Bölgelere göre sıcaklık değerleri	10
Çizelge 3.2. Arduino UNO özellikleri	14
Çizelge 3.3. DS18B20'nin özellikleri	15
Çizelge 3.4. Nabız sensörü özellikleri	17
Çizelge 3.5. Bluetooth modülünün özellikleri	18



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AC	: Alternative Current
AGS	: Akıllı Giyilebilir Sistem
BPM	: Beats Per Minute
BPM	: Breaths Per Minute
CRC	: Cyclic Redundancy Check
CSS	: Cascading Style Sheets
dBm	: Desibell Metre
DC	: Direct Current
EDR	: Enhanced Data Rate
EEG	: Elektroensefalografi
EKG	: Elektrokardiyografi
EMG	: Elektromyografi
GHz	: GigaHertz
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System For Mobil Communications
HTML	: Hyper Text Markup Language
IDE	: Integrated Development Environment
IoMT	: Internet of Medical Things
IoNT	: Internet of Nano Things
IoT	: Internet of Things
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
LED	: Light Emitting Diode
MBps	: Mega Byte Per Minute
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NFC	: Near-Field Communication
PHP	: Hypertext Preprocessor
PWM	: Pulse Width Modulation
ROM	: Read Only Memory
SDK	: Software Development Kit
TTL	: Transistor Transistor Logic
USB	: Universal Serial Bus
Wi-Fi	: Wireless Fidelity

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında bana her konuda destek olan ve beni her zaman yüreklendiren danışmanım Sayın Doç. Dr. Kemal POLAT'a; bilgi, tecrübe ve yardımlarıyla destek olan çalışma arkadaşlarıma, özellikle Mustafa KUŞ, Muzaffer ÖVÜN, Ümit ŞENTÜRK ve Zeki BOZKURT'a; tez yazımında yardımcı olan Hakan HANLI'ya ve maddi manevi yardımda bulunan bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimi boyunca ve özellikle tez döneminde kendilerini ihmal etmeme rağmen her zaman dualarıyla bana destek olan ve en az benim kadar emekleri bulunan değerli eşim, sevgili çocuklarım ve kıymetli anneciğime teşekkür ederim.

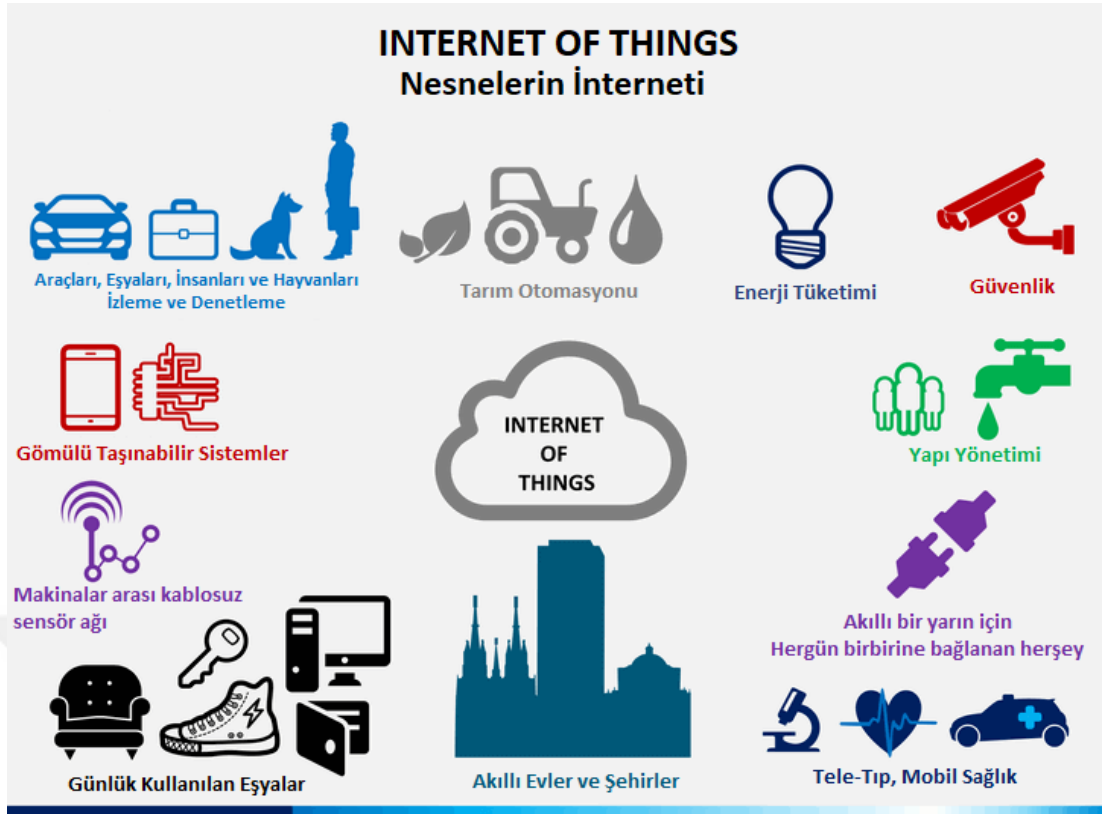
Bu çalışma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir (2017.09.03.1132).

1. GİRİŞ

1960'lı yıllardan beri haberleşme ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler tele-tıp çalışmalarının yapılmasına öncü olmuştur. Haberleşme yoluyla tele-tıp NASA'nın uzaya ilk insanı göndermesi ile başlamış ve uzay uçuşları esnasında, astronotların fizyolojik ölçümleri uydu aracılığı ile yapılmıştır. Nüfusu giderek büyüyen toplumlar için sağlık sorunları daha da önem kazanmaktadır. Sağlık hizmeti sunucuları, Alzheimer ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik hastalıklardan muzdarip insanlara daha rahat yaşam sağlamak için akıllı ve düşük maliyetli, her yerde bulunan sistemler geliştirmeyi planlamaktadırlar. Kablosuz iletişim ve gömülü hesaplama teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak uzaktan sağlık izleme ve tele-tıp konuları günümüzde çok aktif bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu nedenle, düşük maliyetli, taşınabilir ve giyilebilir uzaktan sağlık izleme sistemlerinin geliştirilmesi, hastanelerin dışında da bazı hastalıkların gözlenebilmesini sağlayacaktır (Binkley, 2003). Çevrimiçi tıbbi parametreleri izlemek ve bu bilgilere her yerden ulaşmak amacıyla uzaktan sağlık izleme sistemleri sürekli geliştirilmektedir. Kablosuz iletişim teknolojilerinin düşük maliyetli olması, sağlık izleme sistemlerine uygulanmasını kolaylaştırmıştır.

Nesnelerin interneti (IoT) konusunda yapılan çalışmalar uzaktan sağlık izleme sistemlerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır. Artık sıradan nesneler yerine akıllı nesnelerden bahsedilmektedir. Buzdolabı, otomobil, EKG ölçüm cihazı, solunum ölçüm cihazı gibi bütün nesneler IoT sistemi içerisinde akıllı nesneler haline getirilebilmektedir. Şekil 1.1.'de IoT uygulama alanları verilmiştir.

İnsanların günlük yaşamı içerisinde aktif olarak kullandıkları ya da yararlandıkları nesnelerin internete bağlanması esasına dayanan IoT sistemlerine sağlık ölçme sistemleri de dahil edilebilmektedir. Özellikle kronik hastalıklar olmak üzere belirli bir süre izlenmesi gereken hastalıkların takibinde taşınabilir sağlık sistemlerinin rolü çok büyüktür. Sensörler ile vücudun çeşitli yerlerinden alınan biyolojik sinyallerin bir denetim kartında toplanıp, kablosuz bir ağ geçidi üzerinden internet ortamına aktarılması, bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 1.1. IoT uygulama alanları (Future Notes, 2017).

1.1 Problem Tanımı

Özellikle yaşlı ve hastaneye gitme imkanları kısıtlı olanlar olmak üzere yoğun iş temposuyla çalışan kişilerin sağlık izlemlerinin yapılması çok zahmetli ve zor olmaktadır. Bu tez çalışmasında tasarlanan sistem ile bu durumda olan kişilerin günlük faaliyetlerine devam ederken uzaktan sağlık izlemlerinin yapılması sağlanmıştır.

1.2 Tez Çalışmasının Amacı

Uzaktan insan vücuduna ilişkin parametrik değerlerin ölçümü ve sürekli olarak izlenmesi bakıma muhtaç, yaşlı ve yürüme imkânı bulunmayan insanlar için hayati değere sahiptir. Bu çalışmada, solunum, vücut sıcaklığı ve nabız bilgileri eş zamanlı olarak ölçülerek, kablosuz olarak cep telefonuna ve web ortamına aktarılmıştır. Bu sayede, bahsedilen hastaların yaşam konforu korunurken, genç

hastaların ise günlük faaliyetleri sırasında fizyolojik verilerinin sürekli ölçülmesi ve web ortamına aktarılması sağlanacaktır. Olası hastalık durumlarında doktorun geçmişe dönük bu bilgilerden faydalanarak tanı koymasına yardımcı olunacaktır.

1.3 Tezin Yapısı

Bu tez çalışması aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

- 1. Bölüm: Giriş** – Bu bölümde tezin konusu ile ilgili genel bilgiler, problemin tanımı, tez çalışmasının amacı ve tezin yapısı anlatılmaktadır.
- 2. Bölüm: Kaynak Araştırması** – Tezin amacına ulaşması için yapılacak çalışmalar kapsamında Nesnelerin İnterneti (IoT), mobil sağlık, tele-tıp, giyilebilir sistemler, kablosuz iletişim, Arduino mikrodenetleyiciler ve sensörler konularında yapılan literatür taraması sonuçları verilmektedir.
- 3. Bölüm: Materyal ve Metodlar** – Araştırmaya neden olan problem ve yapılan araştırmalar neticesinde tasarlanacak sistemde kullanılacak olan materyaller ve uygulanacak yöntemlerle ilgili bilgiler bu bölümde verilmektedir.
- 4. Tasarlanan Sistemin Yapısı** – Bu bölümde, araştırmalar neticesinde elde edilen veriler kullanılarak hastaların günlük yaşamsal faaliyetleri sırasında, yaşam konforunu etkilemeden vücut sıcaklığı, solunum hızı ve kalp hızı (nabız) ölçümü için tasarlanarak gerçekleştirilen sistemin yapısı, bölümleri ve çalışması anlatılmaktadır.
- 5. Bölüm: Bulgular ve Tartışma** – Tasarlanan sistem ile ölçülen değerlerin diğer tıbbi ölçüm cihazlarından elde edilen değerlerle karşılaştırılması ile elde edilen bulgular ve bunların değerlendirilmesi, gerçek hayata uygunluğunun tespit edilmesi bu bölümde verilmektedir.
- 6. Bölüm: Sonuç ve Öneriler** – Bu bölümde tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ve geliştirilerek farklı sistemlerle yapılabilecek çalışmalarla ilgili öneriler belirtilmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Mobil sağlık, tele-tıp, giyilebilir teknolojiler ve nesnelerin interneti konularında yapılan literatür taramasında birçok bilimsel çalışma bulunmuştur. Bu çalışmalar incelenerek bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Khera vd. (2016) yaptıkları çalışmada basit, düşük maliyetli Android tabanlı kablosuz uyarı kartı tasarlamışlardır. Önerdikleri sistemde Android tabanlı bir cihaz ile bir mikrodenetleyici kartı arasında Bluetooth ve Wi-Fi ile seri haberleşme sağlanmıştır. Mikrodenetleyici kartı olarak düşük maliyetli olmasından dolayı Arduino UNO tercih edilmiştir. Geliştirilen sistemi kullanarak mesajları uzak bir dijital bildirim panosunda görüntülemek için iki farklı uygulama ve kablosuz görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, geliştirilen sistemin bilgiyi kullanıcılarla kablosuz olarak paylaşmayı, ayrıca kâğıt, baskı donanımı, zaman ve maliyeti azaltmaya yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Saad vd. (2017) mevcut bakım evleri veya sağlık merkezleri için alternatif bir yol olarak Android tabanlı yaşlı destek sistemini önermişlerdir. Kullanıcıları GPS izleme yöntemi ile konumlarına göre izlemek ve taşınabilir bir nabız sensörü kullanarak kullanıcının kalp atış hızını tespit etmek amacıyla, Arduino mikrodenetleyici kartı, Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) modülü, Küresel Mobil İletişim Modülü (GSM) modemi, Bluetooth modülü ve güç kaynağı birimi ile donatılmış bir prototip gerçekleştirmişlerdir.

Maiti vd. (2017) tarafından yapılan tasarımda Arduino, XBee, Raspberry Pi 3 ve açık kaynaklı yazılım kullanarak gerçek zamanlı veriyi işleyip ham verilerin buluta teslimi sağlanmıştır. Algılayıcı verisinin farklı ileti biçimlerini ve etkin karar verme sistemini desteklemek için akıllı bir IoMT ağ geçidi ve ara katmanı kullanılmıştır.

Iman vd. (2017) kişiselleştirilmiş hasta takibi için akıllı tıbbi uyarı sunan yeni bir IoT tabanlı yaklaşım önermişlerdir. EKG sinyalindeki aritmi yoluyla hastanın sağlık durumunun kötüye gitmesini erken tespit etmek için sürekli hasta izleme ile ilgili bir vaka çalışması yapılmıştır. Vücuttan alınan EKG sinyallerinin buluta

aktarılmadan önce analiz edilmesini sağlayan Sis Bilişim (Fog Computing) yapısı kullanılmıştır.

Liu (2016) hastaların fizyolojik parametrelerini gerçek zamanlı olarak edinip depolayabilen ve ilgili verileri izleme merkezine gönderen bir sistem geliştirmiştir. Sistem ile aynı zamanda hastanın bulunduğu yer de konumlama teknolojisi ile takip edilebilmektedir.

Ali vd. (2016) IoNT'nin (Internet of Nano Things) farklı ağ modellerini ve uygulama için mimari gereklilikleri özetleyerek IoNT'nin ana uygulamalarını ve bu teknolojiyi sağlık hizmetlerinde uygulamada karşılaşılan önemli zorlukları vurgulamışlardır.

Ullah vd. (2016) yaptıkları çalışmalarında ilk olarak, IoT'yi tıbbi ve akıllı sağlık hizmetleri alanına dağıtmanın etkili yollarını tartışan mevcut literatürü eleştirel olarak değerlendirmişler ve hastaların e-Sağlığı için yeni bir semantik model önermişlerdir. Önerilen 'k-Healthcare' modeli 4 katman kullanmaktadır; sensör katmanı, ağ katmanı, İnternet katmanı ve hizmetler katmanı. Tüm katmanlar, akıllı telefonları kullanarak hastaların sağlık verilerine erişmek amacıyla bir platform sağlamak için birbirleriyle etkili ve verimli bir şekilde çalışmaktadırlar.

Jayanth vd. (2017) hastaların günlük ilaçlarını zamanında alması için bir hatırlatma uyarısı olarak kullanabilecekleri kullanıcı dostu bir tasarım yapmışlardır. Kalp atışını izlemek için kullanılan bir giyilebilir cihaz sayesinde kalp atımında belirgin değişiklikler olduğunda kullanıcı, bir ilacın alınması için bir titreşimle uyarılmakta ve bir hatırlatma e-postası gönderilmektedir.

Quarto vd. (2017) yaşlı ve bebeklerin uzaktan izlenmesine uygun sensör ve internet bağlantılarına sahip, giyilebilir bir cihazın olası bir uygulaması için bazı kuralların belirlenmesi konusunda çalışmışlardır.

Dobrea ve Dobrea (2017) pozisyonun izlenebilmesi ve kafa hareketlerini analiz edebilmesi için yeni ve yenilikçi bir giyilebilir sistemin kavramlarını ve gelişim sürecini sunmuşlardır. Önerdikleri sistemde, baş pozisyonu ve hareketlerini, temassız modda ve yaka içine yerleştirilen çeşitli kapasitif sensörleri barındıran bazı

akıllı kıyafetler kullanılarak elde etmişlerdir. Tüm sistem, çok düşük güç ve kolay bulut bağlantılı olmak için geliştirilmiştir.

Ferreira vd. (2016) bebeklerin uyku sırasında en önemli ölüm nedenlerinden biri olan Ani Bebek Ölüm Sendromuna karşı bebeğin güvenliğini artırmak için bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri Akıllı Giyilebilir Sistem (AGS), Giyilebilir IoT Cihazı, Ağ Geçidi ve H Tıbbi Arabirimden oluşmaktadır. Giyilebilir IoT cihazı göğüs kemerine bütünleşmiş kablosuz bir sensör düğümüdür ve vücut ısısı, kalp hızı, solunum hızı ve vücut pozisyonu gibi parametreleri izleyebilme kapasitesine sahiptir. Minimum bir veri işlemeden sonra, bu bilgi seti ZigBee teknolojisi vasıtasıyla Ağ Geçidine gönderilmekte ve kullanıcıya H Tıbbi Arayüz yoluyla erişilebilmektedir. Kritik bir olay meydana gelirse, cihaz üzerinde görsel ve işitsel bir alarm tetiklenmekte ve bir mobil uygulamaya tehlike mesajı gönderilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

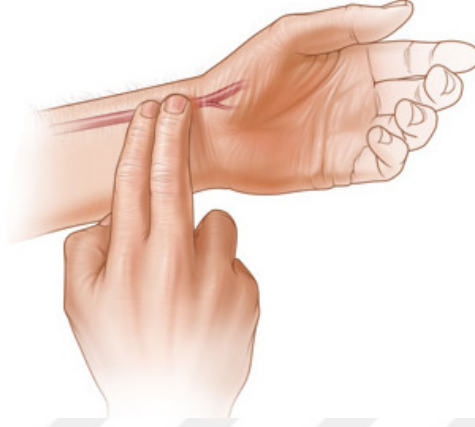
3.1 Ölçülebilir Fizyolojik Parametreler

Hastalıkların tespitinde yaşamsal bulguların büyük önemi vardır. Başta solunum sayısı olmak üzere vücut sıcaklığı, nabız, EKG, EMG, EEG gibi fizyolojik parametreler sayesinde hastalıkların teşhisi yapılmaktadır. Nefes sayısı hesaplama özellikle kalp ve akciğer rahatsızlıklarının belirlenmesinde önemlidir. Kişinin normal bir şekilde solunum yapıp yapmadığını tespit etmeyi sağlar. Kalp ya da akciğer rahatsızlığına sahip bireylerin solunum sayıları normal değerlerin üzerindedir. Solunum derinliği azalan birinin nefes hızı artar. Nefes hızı artan bir kişinin akciğer kanseri, KOAH, kalp rahatsızlığı ya da astım olma ihtimali yüksektir (Songür, 2015). Risk grubundaki kişilerin solunum sayısının düzenli takip edilmesi çok önemlidir. İnsan vücudunun normal sıcaklığı 36,5 derecedir. Bu sıcaklığın artması ya da azalması bazı hastalıkların habercisidir. Bu nedenle vücut sıcaklığının takip edilmesi gereklidir. Nabız, kalp hızının yanında kalbin ritmi hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca bazı kalp hastalıklarında tanı koymada yardımcı olmaktadır. Sağlıklı bireylerde nabız istirahat halinde iken dakikada 60-100, ortalama 70 civarında olmalıdır. Çeşitli hastalıklar, egzersiz, stres, yaralanma gibi durumlarda nabız hızı artmaktadır (Karataş Hastanesi, 2017). Bu nedenlerden dolayı bu tez çalışmasında solunum sayısı, vücut sıcaklığı ve nabız ölçümü yapılmıştır.

3.1.1 Nabız

Kalp, oksijen bakımından zengin olan temiz kanı hücrelere taşıyan ve hücrelerde atıklarla kirlenmiş olan kirli kanı toplayıp akciğere götüren dolaşım sisteminin pompasıdır (Beckerman, 2016). Dinlenme ve egzersiz zamanlarında kasların oksijen talebine göre kalp hızı artmakta ya da azalmaktadır. Kalbin her kasılmasında damarlardaki kanın basıncı artmakta ve damarlar genişlemektedir. Cilt yüzeyine yakın olan atardamarlara parmak ile dokunulduğunda bu genişleme belirgin bir şekilde tespit edilebilmektedir. Bir dakikadaki kalp atım sayısına kalp hızı ya da

nabız denilmektedir. Dinlenme sırasında nabız değeri yaklaşık olarak yetişkin erkekler için dakikada 70 atım, yetişkin kadınlar için 75 atımdır (Academic, 2017). Şekil 3.1.'de Geleneksel yöntemlerle (manuel olarak) yapılan nabız ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Geleneksel yöntemlerle nabız ölçümü (HealthLinkBC, 2016).

Nabız ölçümü geleneksel yöntemlerle yapılabildiği gibi pulseoksimetre ve nabız ölçme sensörleri gibi modern yöntemlerle de yapılabilmektedir. Şekil 3.2'de palsoksimetre ile yapılan nabız ölçümü gösterilmiştir.



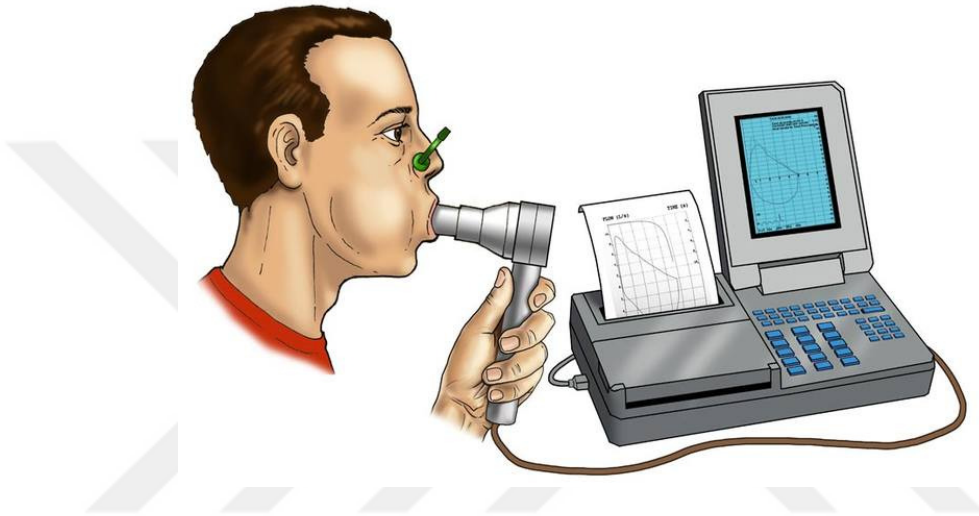
Şekil 3.2. Palsoksimetre ile nabız ölçümü (Ucuzbigpazar, 2017).

3.1.2 Solunum Hızı

Solunum hızı ve derinliği, beyin sapındaki medulla oblongatada bulunan solunum merkezi tarafından kontrol edilir. Solunumun hızı bireyin yapısına, yaşına ve o anda yapmış olduğu işe bağlı olarak değişir. Normal solunum düzenli ve sessiz

olup herhangi bir çaba gerektirmez. Solunum, kendiliğinden gerçekleşir ancak kısmen kontrol edilebilir (örneğin nefesin tutulması). Her soluk alma ve verme arasında kısa bir dinlenme süresi vardır.

Normal erişkin bireyde, dinlenme hâlinde, normal solunum dakikada 12–20’dir. Çocuklarda dakikada 20–25 ve yeni doğanda 30–50 arasındadır. Bunun yanı sıra dakikadaki solunum hızı ile nabız hızı arasında ilişki vardır. Yaklaşık, dört kalp atımına karşılık bir kez solunum gerçekleşir.



Şekil 3.3. Solunum ölçme cihazı (Alanlı R, 2016).

Şekil 3.3.’de Solunum ölçme cihazı ile yapılan ölçüm gösterilmektedir. Bu şekilde yapılan ölçüm hastanın cihazın yanında durmasını gerektirmekte ve günlük yaşam faaliyetleri sırasında solunum ölçümü yapılmasını imkânsız kılmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için taşınabilir solunum ölçüm sistemleri kullanılabilmektedir.

3.1.3 Vücut Sıcaklığı

Vücut sıcaklığı, vücudun genel sağlığı ile ilgili bilgiler vermektedir. Vücut sıcaklığı artınca cilt yüzeyine yakın damarlar genişleyerek fazla ısıyı dışarı vermekte ve kişi terlemeye başlamaktadır. Böylece vücut sıcaklığı normal değerine dönmektedir. İnsan vücudunun normal sıcaklığı 36,5°C civarındadır. Bu değer kişinin aktivite durumuna ve ölçüm yapılan bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Şekil 3.4’de sıcaklık ölçüm bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Vücut sıcaklığı ölçüm bölgeleri (Hastaneciyiz, 2012).

Çıplak bir kişi, kuru havada 12,5-60 °C değerleri arasındaki ısıya maruz kalsa bile vücudunun iç sıcaklığı sabit kalır. Vücut sıcaklığının kontrol mekanizması, çok düzenli olarak ayarlanmıştır. Çizelge 3.1’de vücut sıcaklığı ölçüm bölgeleri ve sıcaklık değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Bölgelere göre sıcaklık değerleri

BÖLGELER	NORMAL DEĞERLER	ORTALAMA
Oral (Ağız)	36,5– 37,5 °C	37 °C
Rektal (Anüs)	37– 38 °C	37,5 °C
Aksiller (Koltuk altı)	36– 37 °C	36,5 °C
Timpanik yol (Kulak)	36,5– 37,5 °C	37 °C

3.2 Algılayıcılar ve Mikrodenetleyiciler

IoT sistemlerinin mobil sağlık alanında kullanılması ile uzaktan hasta izleme uygulamalarında gelişmeler yaşanmıştır. İnsan vücudunda bulunan fizyolojik parametreler çeşitli algılayıcılar ile elektriksel sinyallere dönüştürülebilmektedir. Bu sinyaller bir mikrodenetleyiciye gönderilerek, geliştirilen yazılım ile işlenebilmektedir. Yazılımsal işleme sonucunda elde edilen değerler kablosuz iletişim teknolojileri kullanılarak taşınabilir akıllı cihazlara ve web ortamına aktarılabilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında tasarlanan ve gerçekleştirilen IoT tabanlı mobil sağlık sisteminde, Arduino UNO, vücut sıcaklığı sensörü, Arduino ses sensör modülü, nabız sensör modülü ve bluetooth modülü kullanılmıştır. Kullanım

kolaylığı, uygun maliyeti, ölçeklenebilirliği, modüler yapısı ve desteklediği sensör çeşitliliği nedeniyle Arduino UNO mikrodenetleyici kartı ve sensörleri tercih edilmiştir.

3.2.1 Nesnelerin İnterneti

Son yüzyıldaki en önemli gelişim ve değişimlerden biri şüphesiz internetin ticaret, eğitim, devlet kurumları ve sosyal medya başta olmak üzere hayatın hemen her alanında kullanılmasıdır. IoT, internetin bir üst aşaması olma yolunda ilerlemektedir. Yıllardır insanların kullanımında olan internet, IoT ile birlikte artık bütün nesneler tarafından kullanılır hale gelmektedir. İlk kullanımı ile ilgili farklı görüşler olmakla birlikte, IoT terimi son 20 yıldaki elektronik ve bilişim alanında yapılan bilimsel çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde yapılan çalışmalarda ise sıklıkla bahsedilmektedir.

IoT kapsamında hayvanlar, motorlu araçlar, mutfak eşyaları, lambalar, ısıtma ve soğutma araçları, hatta bitkiler gibi birçok canlı ve cansız nesneler, üzerlerine takılan sensörler ve kablosuz iletişim kartları ile internete bağlanmaktadır. Böylece “akıllı” olma özelliğine sahip olan milyarlarca nesnenin uzaktan takibinin ve yönlendirilmesinin mümkün olduğu görülmektedir. Hatta bazı nesnelerin, insan yönlendirmesine gerek olmadan birbirleri ile etkileşimde bulunmaları mümkün olmaktadır (Keerthana ve Ashika, 2017). Şekil 3.5. IoT kapsamındaki bazı nesneleri göstermektedir.

IoT’deki en önemli konulardan biri de güvenliktir. Motorlu araçlardan ısıtma-soğutma sistemlerine, evimizde kullandığımız beyaz eşyalardan aydınlatma sistemlerine kadar hemen her şeyin internete açık olması güvenlik açıklarını da beraberinde getirmektedir. Yeterli güvenlik önlemlerinin alınmaması durumunda bize yabancı gibi davranan, bizim isteğimiz dışında davranan ev eşyaları ya da araçlarla karşılaşmak kaçınılmaz olacaktır. IoT geliştikçe, bu konuda yeni standartlar ve ek güvenlik önlemlerinin de geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

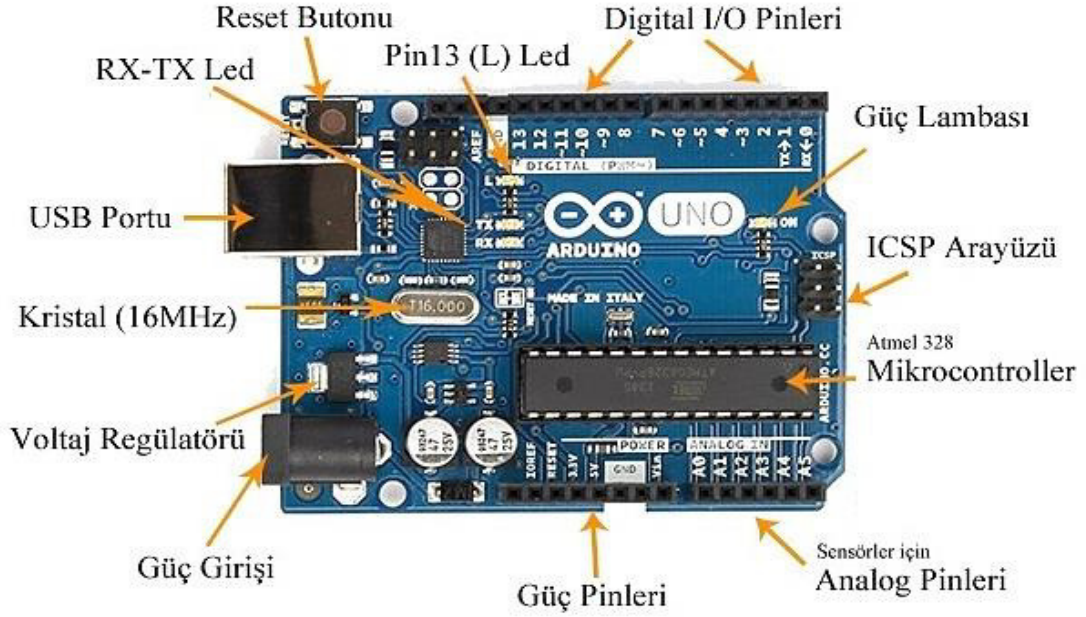


Şekil 3.5. IoT kapsamındaki bazı nesneler (Bircan G, 2017).

IoT'nin önündeki engellerden biri 32 bitlik yapısıyla 4,3 milyar benzersiz adrese sahip olan IPv4'dür. Her geçen gün artan internet kullanıcı sayısına, internete bağlanmak için bir IP adresine gereksinim duyan milyarlarca nesne de eklendiğinde konunun ciddiyeti daha iyi anlaşılmaktadır. Bu kısıtlamaya çözüm olması amacıyla, 128 bitlik yapısıyla 2^{128} (340 trilyon X trilyon X trilyon) adet adrese sahip olan IPv6 geliştirilmiştir.

3.2.2 Arduino UNO

Arduino UNO R3 kartı bir mikrodnetleyici olarak işlev görmektedir. Arduino UNO üzerinde, altı analog giriş pini (A0-A5) ve 14 dijital giriş / çıkış pinine (altı tanesi PWM özellikli) sahip olan bir ATmega328 mikrodnetleyicisi bulunmaktadır. Şekil 3.6'de Arduino UNO bileşenleri ve pin tanımlamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Arduino UNO bileşenleri ve pin tanımlamaları (Arduino.cc, 2017).

3.2.2.1 Arduino Güç Bağlantısı

Arduino UNO'ya USB bağlantısı veya harici güç kaynağı ile enerji sağlanabilmektedir. Harici güç bağlantısı AC-DC adaptöründen veya pilden 2.1 mm jack ile bağlanabilmektedir. Kart 6 V- 20 V arası besleme ile çalışabilmesine rağmen 7 Volttan düşük bir değer verildiğinde Vin pininden 5V'tan daha düşük bir değer elde edilmektedir. 12 Volttan fazla gerilim uygulandığında da voltaj regülatörü aşırı ısınmakta ve karta zarar verebilmektedir. Bu gibi olumsuzlukların önüne geçebilmek için 7V-12V arası güç beslemesi önerilmektedir.

3.2.2.2 Hafıza

Arduino UNO'da veri saklamak için 32 KB'lık bir bellek bulunmaktadır. Bu belleğin 0,5 KB'lık kısmı cihazın açılması için gerekli fabrikasyon bilgilerini yüklemek için ayrılmıştır (bootloader). 2 KB SRAM (Static Random Access Memory) yani rastgele erişimli bellek bulunmaktadır. Bu bellekteki veriler enerji kesildiği anda silinmektedir. Arduino UNO'da 1 KB'lık EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) bulunmaktadır. Bu bellekte tıpkı

SRAM gibi veri depolanabilir, silinebilir, okunabilir, değiştirilebilir fakat enerji kesildiğinde veriler silinmez, saklanmaya devam eder. Bundan dolayı Arduino UNO çalışmaya başladığında, ilk olarak yapılması gereken önemli işlerin verilerini bu alanda depolar.

3.2.2.3 Giriş-Çıkış Pinleri

Arduino UNO’da 14 dijital giriş-çıkış pini ve 6 analog giriş pini bulunmaktadır. Dijital pinlerin her biri 5V ve azami 40mA akım ile çalışmaktadır. 20 KOhm – 50 KOhm’luk pull-up dirence sahiptirler. 3,5,6,9,10,11 pinleri 8-bit PWM çıkışı sağlamaktadır.

Seri 0 (RX) ve 1 (TX) pinleri TTL (transistor-transistor logic) verileri almak (RX) ve veri göndermek (TX) için kullanılabilir. (Arduino.cc, 2017).

3.2.2.4 Haberleşme Kanalı

Arduino UNO bilgisayar, başka bir Arduino kartı ve diğer cihazlarla iletişim kurma imkânına sahiptir. Atmega328 mikroçipi, dijital RX ve TX pinleri ile UART (Universal asynchronous receiver-transmitter) TTL seri haberleşmesi sağlamaktadır. Arduino UNO COM seri haberleşme portuna da sahiptir (Arduino.cc, 2017). Çizelge 3.2’de Arduino UNO mikrodenetleyici kartının özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Arduino UNO özellikleri

Mikrodenetleyici	ATmega328
Giriş gerilimi	7-12V
Çıkış gerilimi	5V
Dijital giriş/çıkış sayısı	14 (6 tanesi PWM çıkış)
Analog giriş sayısı	6
Giriş/çıkış pini başına DC akım	40mA
Flash Bellek	0,5 KB, 2KB SRAM ve 1KB EEPROM

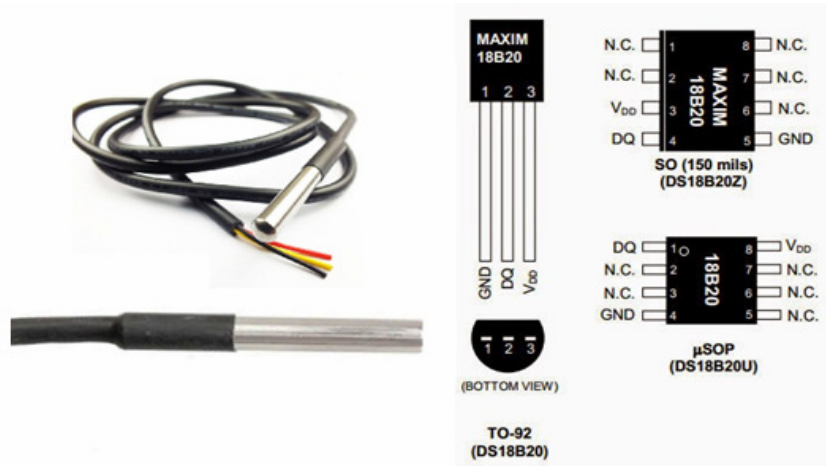
3.2.3 Vücut Sıcaklığı Sensörü

DS18B20 onewire protokolünü kullanan, 12bit çözünürlüğe sahip bir sıcaklık sensörüdür. İletişim için sadece tek port gerektirmesi, düşük enerji gereksinimi ve yüksek çözünürlüğü ile pek çok uygulamada kullanılabilecek gelişmiş bir sıcaklık sensörüdür. Her DS18B20 entegresi yalnızca kendisine has, üretim esnasında belirlenen ve ROM belleğinde saklı olan 48bitlik (8 bit CRC kodu+48 bit seri no+8 bit aile kodu) seri koda sahiptir. Bu sayede aynı hat üzerinden birden fazla DS18B20 entegresi ile haberleşmeyi mümkün kılmaktadır. Çizelge 3.3’de DS18B20 sıcaklık sensörünün özellikleri verilmiştir (Maxim Integrated, 2015).

Çizelge 3.3. DS18B20’nin özellikleri

Çalışma Voltajı	3-5V
Çözünürlük	9 bit veya 12 bit
Tepki Süresi	<750ms
Sıcaklık okuma hassasiyeti	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle $-10^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ arasında

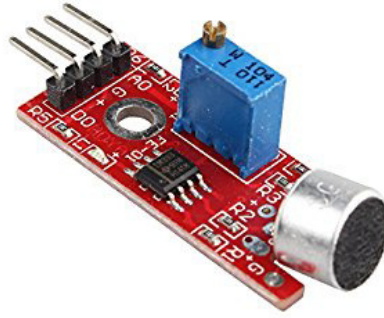
Metal kılıfa ve 1 metrelik kabloya sahip olan çeşidi ile derin mesafelerdeki sıcaklıklar rahatlıkla ölçülebilmekte ve data transferinde herhangi bir bozulma olmamaktadır. Şekil 3.7’de DS18B20 sıcaklık sensörü ve pin tanımlamaları verilmiştir.



Şekil 3.7. DS18B20 sıcaklık sensörü ve pin tanımlamaları (Lezzetli Robot Tarifleri, 2017).

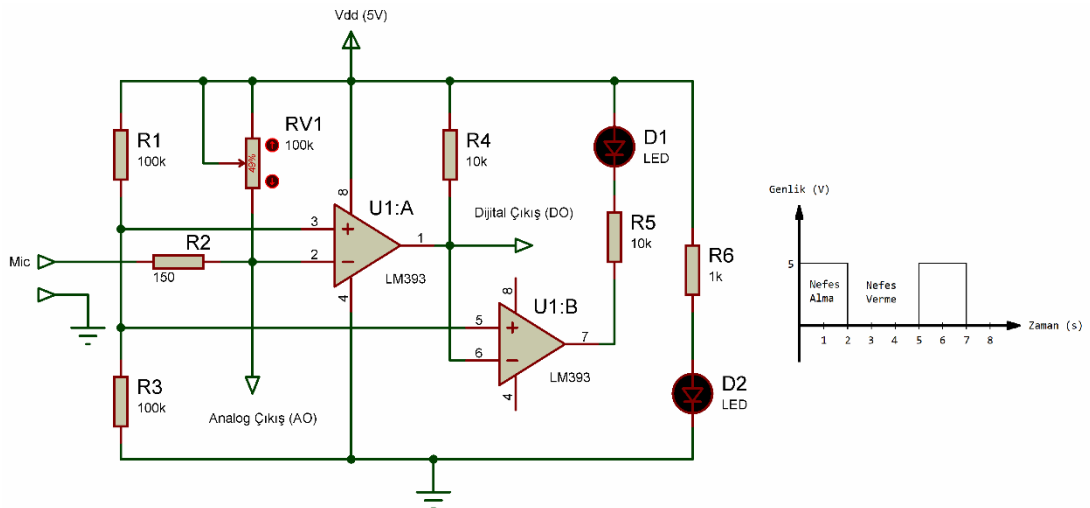
3.2.4 Arduino Ses Sensör Modülü

Ses algılayıcı modül genellikle ses yoğunluğunu algılamak için kullanılır. Bu modül güvenlik, anahtarlama ve izleme uygulamaları için kullanılabilir. Şekil 3.8’de Ses sensörü gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Arduino ses sensör modülü (Keyes, 2017).

Yapısında amplifikatöre ses girişini sağlayan bir mikrofon, pik dedektörü ve bir tampon bulunur. Sensör bir ses algıladığında üretilen çıkış voltajı bir mikrodenetleyiciye uygulanarak istenilen işlemler yaptırılabilir. Besleme gerilimi 3-5 V aralığındadır. Dijital ve analog olmak üzere iki çıkışı bulunmaktadır. Şekil 3.9 ses sensör modülünün şematik diyagramını göstermektedir.



Şekil 3.9. Ses sensör modülünün şematik diyagramı ve çıkış grafiği.

Sensör modülü 3 ana bileşene sahiptir. Modülün ön tarafındaki mikrofon, sesi algılamakta ve analog sinyal üretmektedir. Üretilen sinyal, trimpot ve dirençten oluşan gerilim bölücü devreye uygulanarak analog çıkış elde edilmektedir. Analog çıkıştaki sinyal LM393 ile yapılan karşılaştırıcıya uygulanarak dijital çıkış elde edilmektedir. Trimpotu ayarlayarak hassasiyet ayarlanabilmektedir (Keyes, 2017).

3.2.5 Sseed Studio Klipsli Nabız Sensör Modülü

Nabız ölçer, kulak klipsi ve alıcı modülü ile birlikte bir kittir. Kulak klipsi parmak ucu veya kulak memesine takılarak nabız ölçülebilir. Sensör seri çıkış verdiği için başta Arduino olmak üzere birçok mikrodenetleyeci sistemi ile beraber kullanılabilir. Oldukça taşınabilir olan sistem yüksek çözünürlüklü olup, düşük güç tüketimine sahiptir. Kulak klipsi çıkışı 3,5 mm erkek jack şeklinde olup, alıcı modül üzerine kolayca takılır. Modülün özellikleri çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Nabız sensörü özellikleri

Özellik	Min	Ortalama	Max
Besleme Gerilimi	3 V	5 V	5,25 V
Çalışma Akımı		6,5 mA	
Klips kablo uzunluğu		120 cm	
Ölçüm aralığı		$\geq 30/\text{min}$	

Nabız sensörü kırmızı ışığın kan hücreleri tarafından soğurulması ve geçirilmesi prensibine göre çalışır. Kalp kasılarak damarlara kan pompalandığında kan akışı hızlanır. Kalp gevşediğinde ise kan akışı yavaşlar. Klipsin bir tarafından gönderilen ışınlar, parmak ya da kulak memesinden geçerek alıcıya ulaşır. Her nabız atışında kan hızı da arttığı için ışığın geçiş sıklığı artmaktadır. Bu değişime bağlı olarak modül çıkışında 1 ve 0 değerleri üretilmektedir. Şekil 3.10’da Nabız sensörü gösterilmektedir (SseedStudio, 2017).



Şekil 3.10. Nabız sensörü (SseedStudio, 2017).

3.2.6 HC-06 Bluetooth Modülü

HC-06 Bluetooth modül kartı, Bluetooth SPS (Serial Port Standart) kullanımı ve kablosuz seri haberleşme uygulamaları için tasarlanmıştır. Hızlı prototiplemeye imkân sağlaması, breadboard, Arduino ve çeşitli devrelerde rahatça kullanılabilmesi için gerekli pinler devre kartı sayesinde dışarıya alınmıştır. Modülün bazı özellikleri çizelge 3.5’de gösterilmiştir. (Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd., 2017)

Çizelge 3.5. Bluetooth modülünün özellikleri

Bluetooth Protokolü	Bluetooth 2.0+EDR (Gelişmiş Veri Hızı)
Haberleşme Frekansı	2,4GHz
Hassasiyet	≤ -80 dBm
Çıkış Gücü	$\leq +4$ dBm
Asenkron Hız	2,1 MBps / 160 KBps
Senkron Hız	1 MBps / 1 MBps
Çalışma Gerilimi	1,8-5V (Önerilen 3,3V)
Akım	50 mA
Boyutları	43x16x7mm
Güvenlik	Kimlik Doğrulama ve Şifreleme

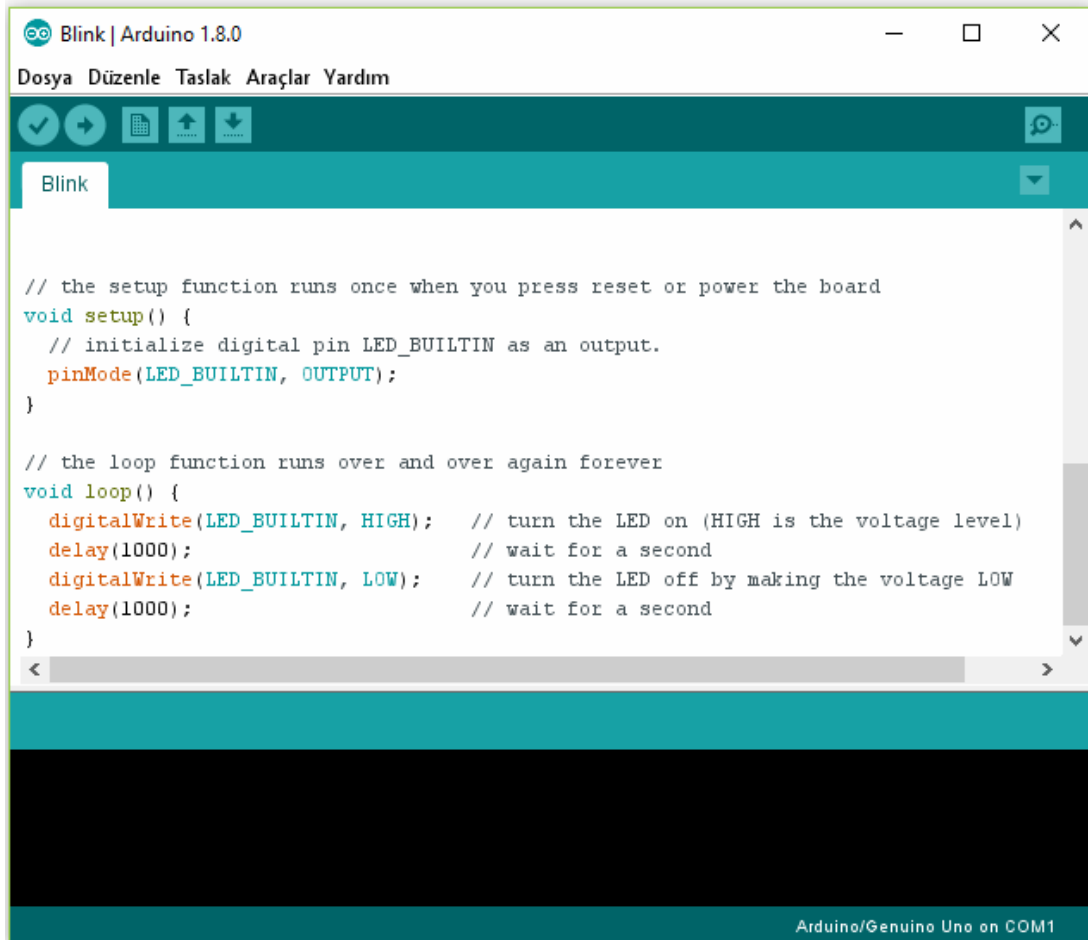
3.3 Veri İşleme Yazılımları

Bu bölümde mikrodenetleyici programlama, Android programlama ve web sitesi tasarımı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında kullanılan Arduino UNO mikrodenetleyici kartı, portlarına gelen verileri içerisine yüklenen

programa göre işleyerek istenilen şekilde çıkış verebilmektedir. Android cihazların iletişim ve bağlantı kabiliyetleri, geliştirilecek uygulamalar sayesinde birçok alanda kullanılabilmektedir. Destekledikleri 3G ve 4,5G teknolojileri sayesinde bir ağ geçidi olarak kullanılabilmektedirler. Bu bağlantılar üzerinden internet ortamına aktarılan veriler, amaca uygun olarak tasarlanan web sitelerinde görüntülenebilmektedir.

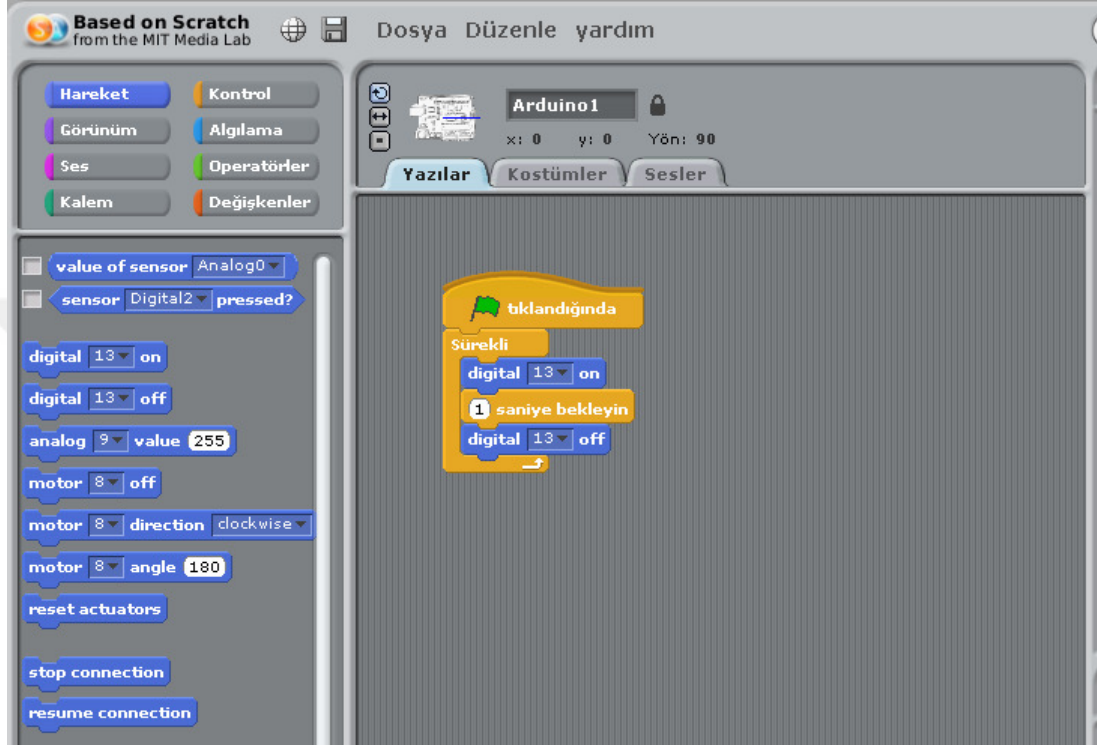
3.3.1 Arduino Programlama

Kullanım kolaylığı, uygun maliyeti, ölçeklenebilirliği, modüler yapısı ve sensör çeşitliliği nedeniyle Arduino UNO mikrodenetleyici kartı birçok projede tercih edilmektedir. Arduino kartları, üreticisi tarafından geliştirilen C++ tabanlı Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı ile programlanabilmektedir. Bu yöntem temel seviyede C++ yazılım bilgisi gerektirmektedir. Şekil 3.11’de Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı görülmektedir.



Şekil 3.11. Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı.

Programlama deneyimi olmayanlar için Scratch for Arduino (S4A) gibi kod blokları ile yazılım geliştirmeyi sağlayan görsel yazılım geliştirme programları da kullanılmaktadır. Bu programlar sayesinde hiç kodlama bilgisi ve yazılım dili bilmeyen kişilerin Arduino yazılımı geliştirmeleri sağlanmaktadır. Şekil 3.12’de S4A tasarım ortamı arayüzü verilmiştir.

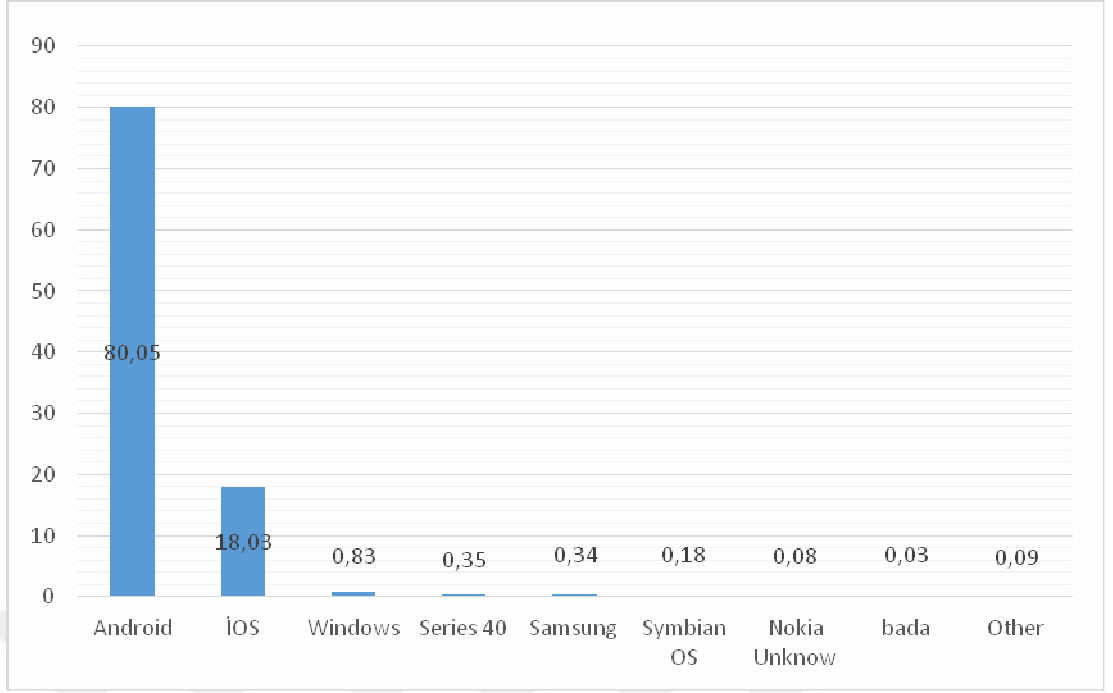


Şekil 3.12. Scratch for Arduino tasarım ortamı.

3.3.2 Android Programlama

Akıllı telefon ve tabletler, IoT’nin en önemli bileşenlerindendir. Bluetooth, Wi-Fi, NFC, GSM, 3G, 4,5G gibi kablosuz iletişim kabiliyetleri sayesinde kablosuz ağlara kolaylıkla entegre edilebilmektedirler. IoT uygulamalarında kurulan kablosuz ağların internete bağlanması için bir ağ geçidi olarak çalışabilmesi ise şüphesiz en önemli avantajlarından.

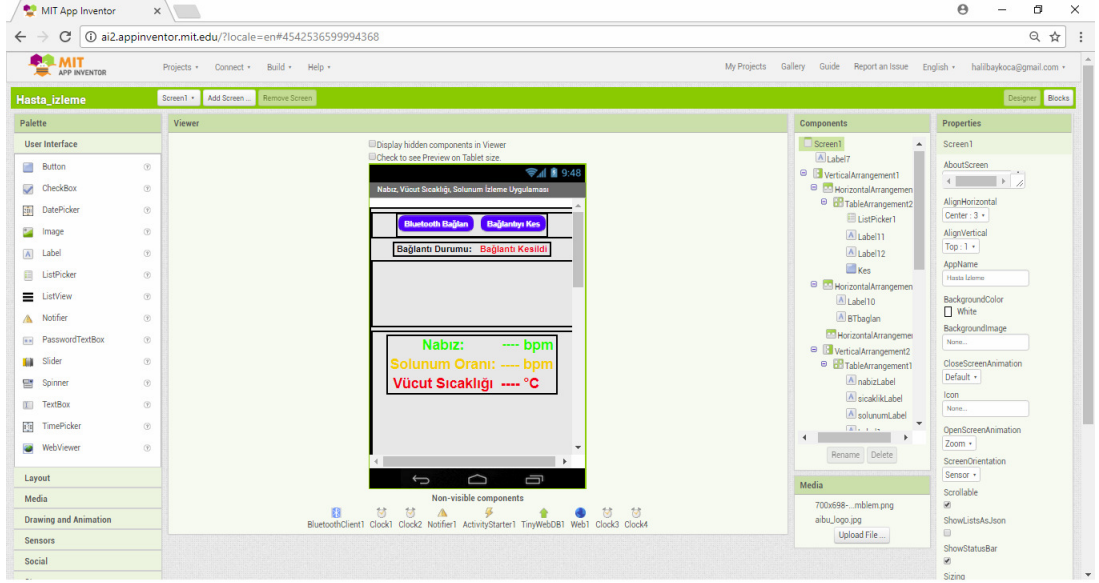
Akıllı telefon ve tabletlerde en çok kullanılan işletim sistemleri Windows Phone, Android ve iOS’dur. Şekil 3.13’de 2016-2017 yılları arasında ülkemizdeki mobil işletim sistemi kullanım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Ülkemizdeki mobil işletim sistemi kullanım oranları (Global Stats, 2017).

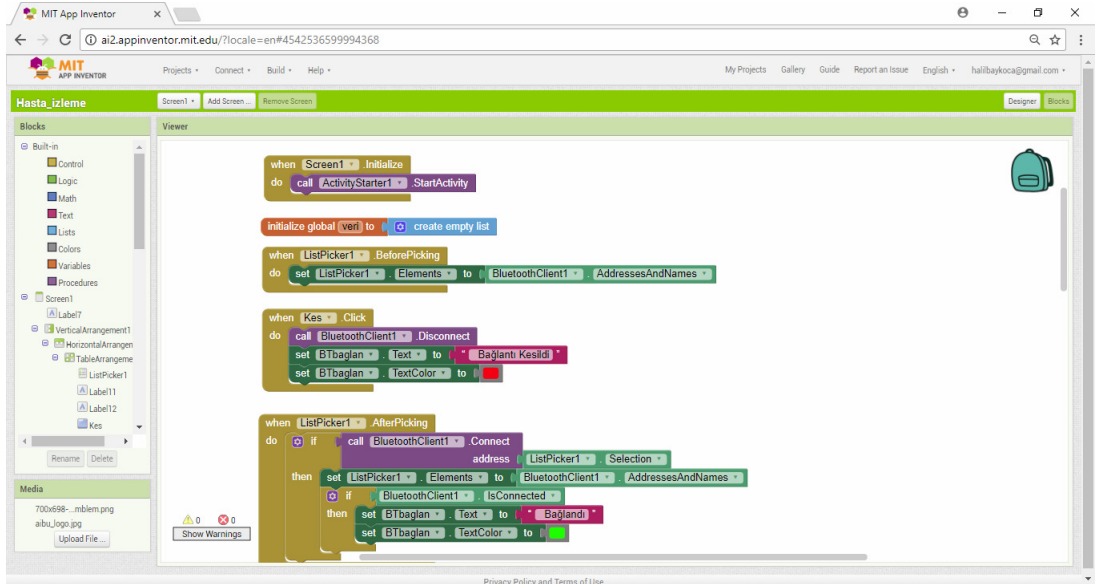
Mobil işletim sistemi kullanım oranlarına göre ülkemizde %80,05 oranıyla Android işletim sistemi kullanımı birinci sırada yer almaktadır. Bu veriler göz önüne alındığında IoT tabanlı mobil sağlık izleme uygulamalarında Android işletim sistemine uygun olarak hazırlanacak bir mobil uygulamanın, daha geniş kapsamlı kullanım alanının olacağı aşikârdır.

Android tabanlı uygulamalar Android Studio SDK üzerinde Java dili kullanılarak geliştirilebileceği gibi bazı görsel tasarım ortamları kullanılarak da geliştirilebilmektedir. Görsel tasarım ortamlarından biri olan ve Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen App Inventor 2 uygulama geliştirme ortamı sayesinde yazılım dili ve kodlama bilgisine gerek olmadan tamamen görsel olarak Android uygulama hazırlanabilmektedir.



Şekil 3.14. App Inventor 2 designer arayüzü.

Bir Google hesabı ile giriş yapılan App Inventor 2 geliştirme ortamı, **Designer** (Şekil 3.14) ve **Blocks** (Şekil 3.15) olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Designer bölümünde Android uygulamanın görsel tasarımı yapılmaktadır. Buton, etiket, metin kutusu gibi görsel tasarım öğeleri bu bölümde bulunmaktadır. Görsel tasarım tamamlandıktan sonra Blocks bölümüne geçilir.



Şekil 3.15. App Inventor 2 blocks arayüzü.

Bu bölümde görsel bloklar kullanılarak kodlama yapılır. Butonların, metin kutularının ve uygulama içerisinde kullanılan bütün öğelerin davranışları bu bloklar ile belirlenir.

Tasarım aşamasında yapılan düzenlemeler kablolu ya da kablosuz olarak bilgisayara bağlanan bir Android cihaz ile canlı test yapılabilmektedir. Ayrıca bir emülatör ile de yapılan düzenlemeler bilgisayarda görülebilmektedir. Hazırlanan uygulama Build menüsü ile derlenerek apk dosyası oluşturulabilmektedir.

3.3.3 Web Sitesi Tasarımı

Web siteleri, nesnelerin internetinin en önemli bileşenlerinden olmuştur. Nesneleri uzaktan takip etmek, onlara komutlar göndererek davranışlarını yönlendirmek IoT'nin en büyük avantajlarındanıdır. Uzaktan takip işlerinin yapılabilmesinin bir yolu web sitelerinin kullanmasıdır. Tasarlanacak bir web sitesi ile internet üzerinden evlerde kullanılan akıllı nesneler kontrol edilebilmektedir.

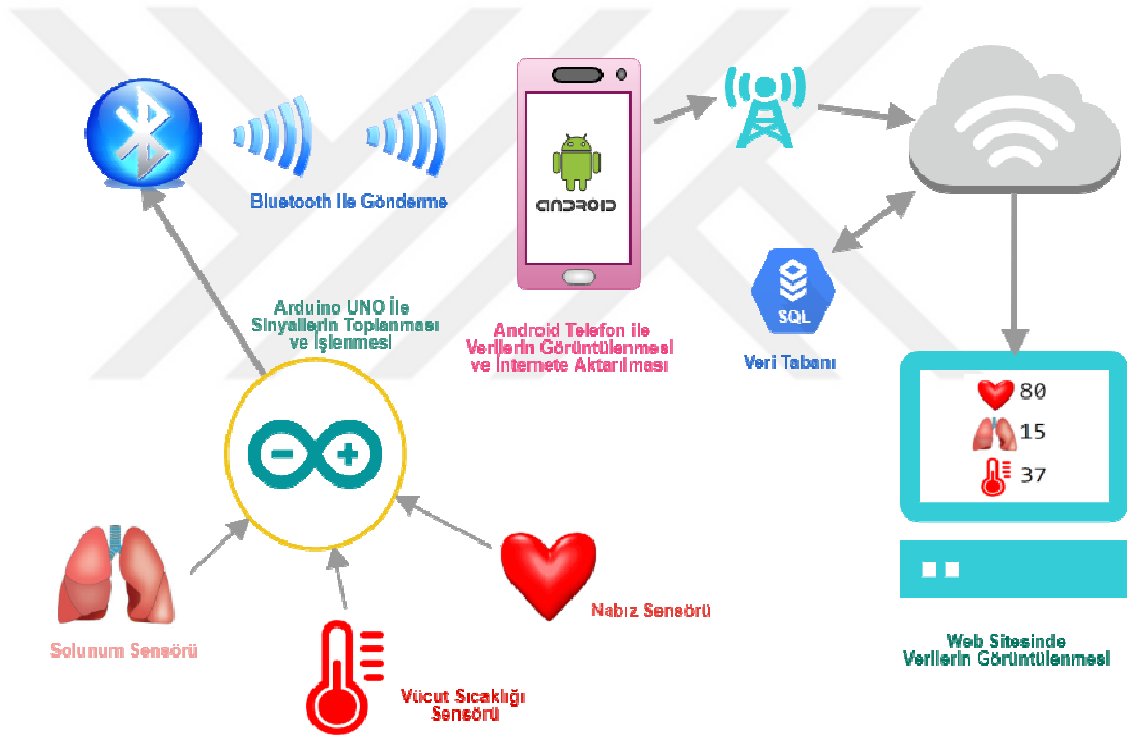
İnternet üzerinde web sayfası oluşturmak için kullanılan en temel yazılım dili HTML'dir. HTML dosyaları sunucu bilgisayarın sabit diskinde .html ya da .htm uzantısı ile saklanmaktadır. Bu dosyalar, yazılımcı tarafından derlenmesine ihtiyaç olmadan doğrudan web sunucusuna yüklenmektedir. HTML kodlarını yazmak için özel bir düzenleyiciye ihtiyaç olmamakta, herhangi bir metin düzenleyici ile kodlar yazılıp .html ya da .htm uzantısı ile kaydedilmesi yeterli olmaktadır. HTML ile hazırlanan web sayfaları statik yapıda olduğundan görsel yönden yetersiz kalmaktadır.

Görsel yönden zengin, hareketli ve dinamik bir site tasarımı için Javascript, JQuery, Css ve PHP gibi yazılım dillerini kullanmak gerekmektedir. Uzun kod satırlarının kısaltılmasını sağlayan Javascript ve jquery ile içeriklere efekt verme ve anında güncelleme gibi işlemler yapılabilmektedir. Css ile sayfa içerisindeki nesnelerin rengi ve boyutu gibi görsel özellikleri ayarlanabilirken PHP ile arka plandaki işlemler ve olaylar kontrol edilerek sonuçlar üretilmektedir.

4. TASARLANAN SİSTEMİN YAPISI

Tasarlanan sistem aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır (Şekil 4.1).

- Sensörlerle sinyallerin alınması,
- Mikrodenetleyici ile verilerin işlenmesi,
- Kablosuz veri transferi,
- Verilerin görüntülenmesi,
- Verilerin internete gönderilmesi,
- Web sitesinde yayınlama.



Şekil 4.1. Tasarlanan sistemin blok diyagramı.

Vücuttaki sıcaklık, solunum sayısı ve nabız değerleri sensörler ile algılanarak kablo vasıtasıyla mikrodenetleyiciye gönderilir. Mikrodenetleyici olarak kullanılan Arduino UNO kartına yüklenen yazılım ile sensörlerden gelen veriler işlenerek anlamlı değerlere dönüştürülür. Bu değerler bluetooth modülü yardımıyla kablosuz olarak bir Android tabanlı cihaza gönderilir. App Inventor 2 yazılım geliştirme ortamında hazırlanarak Android cihaza yüklenen uygulama sayesinde bluetooth üzerinden gelen nabız, solunum sayısı ve vücut sıcaklığı değerleri cihaz ekranında

anlık olarak görüntülenir. Aynı zamanda Android cihazın internet bağlantısı üzerinden bir web sitesine aktarılır. Tasarlanan web sitesine gelen fizyolojik değerler anlık olarak görüntülenir.

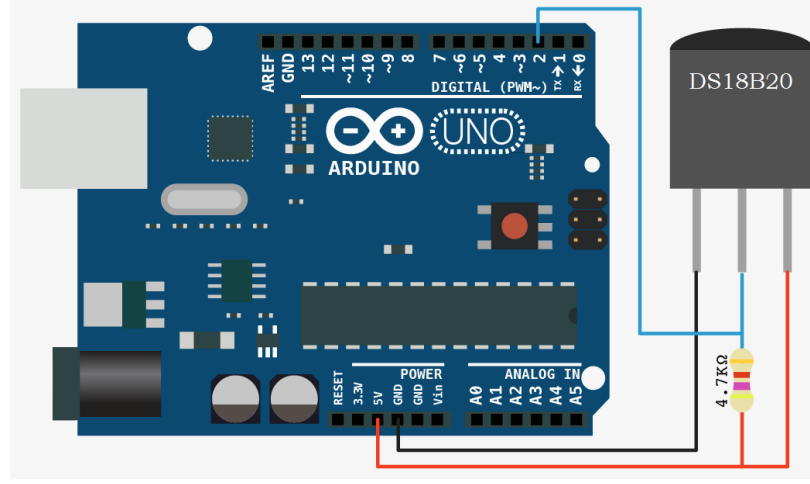
Fizyolojik değerlerin sensörler ile algılanarak web sitesinde yayınlanmasına kadar geçen bütün aşamalar bu bölümde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

4.1 Sensörlerle sinyallerin alınması

Vücut sıcaklığı, solunum sayısı ve nabız değerlerinin ölçülebilmesi için bazı algılayıcılara gereksinim duyulmaktadır. Sensör adı verilen algılayıcılar ölçüm bölgesine yerleştirilerek fizyolojik değerlerin elektriksel sinyallere dönüşümü sağlanmaktadır. Tasarlanan sistemde Dallas Semiconductor firması tarafından üretilen DS18B20 sıcaklık sensörü, solunum hızı ölçümü için Arduino ses sensör modülü ve nabız ölçmek için Seeed Studio klipsli nabız sensör modülü kullanılmıştır. Öncelikle sensörler teker teker mikrodenetleyiciye bağlanarak denemeleri yapılmış ve çalışma durumları gözlemlenmiştir. Stabil çalışmaları sağlandıktan sonra bütün sensörler sisteme dahil edilerek aynı yazılım içerisinde birlikte çalışmaları sağlanmıştır. Bu bölümde, tasarlanan sistemde kullanılan sensörlerin kullanılış şekli anlatılmıştır.

4.1.1 Vücut Sıcaklığı Ölçümü

Vücut sıcaklığının ölçümünde hassasiyeti ve dijital çıkış vermesinden dolayı DS18B20 sıcaklık sensörü tercih edilmiştir. Dijital çıkış vermesi sayesinde ayrıca bir analog-dijital dönüştürme işlemine ihtiyaç kalmamaktadır.



Şekil 4.2. DS18B20 sensörünün Arduino UNO ile bağlantısı.

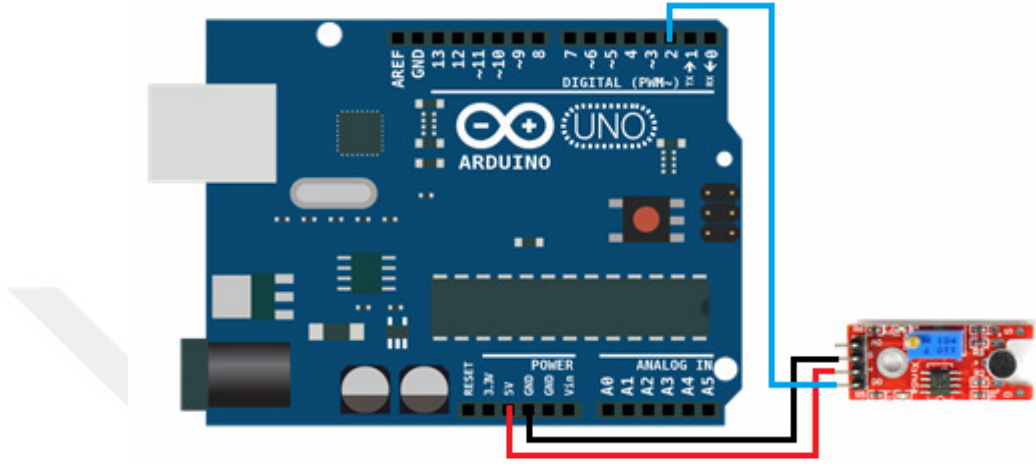
Öncelikle ortam sıcaklığını ölçmek amacıyla sensörün Arduino UNO ile bağlantısı şekil 4.2 'deki gibi yapılmıştır. Sensörden gelen sinyallerin santigrad cinsinden okunabilmesi için hazırlanan program Arduino UNO kartına yüklenerek ortam ısısı ölçülmüştür. Bu bölüme ait Arduino program kodları EK A.1'de verilmiştir. Ölçülen değerin bir termometre ile yapılan ölçüm değeri ile aynı olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra vücut sıcaklığı ölçülmüştür.

Vücuttan sıcaklık ölçümü için hava akımının en az olduğu yer olması ve günlük yaşam konforuna fazla engel olmaması nedeniyle koltukaltı bölgesi tercih edilmiştir. Sıcaklık sensörü koltuk altına yerleştirilerek sistem çalıştırılmış ve ölçülen sıcaklık değerleri Arduino IDE seri monitöründen izlenmiştir. Ölçülen değerlerin ortam sıcaklığından vücut sıcaklığına ulaşması yaklaşık beş dakika sürmüştür. Bu süre sonunda ölçülen vücut sıcaklığı değerlerinin, alın termometresiyle ölçülen değerler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2 Solunum Sayısı Ölçümü

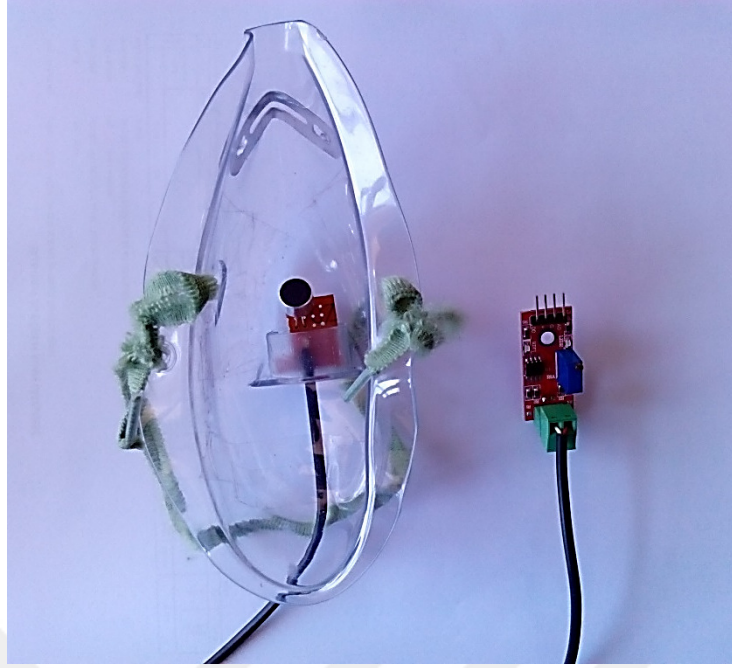
Solunum sayısı, kalp ve akciğer gibi organların sağlık durumu hakkında bilgi vermektedir. Bu nedenle takip edilmesi bazı hastalıkların erken teşhis edilmesi için yararlı olmaktadır. Solunum sayısının ölçülmesinde çoğunlukla termistörlü sensörler kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında öncelikle termistörlü sensör kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Yapılan deneylerde termistörün oda sıcaklığından nefes sıcaklığına

ulaşması için bir dakika civarında bir sürenin geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca nefes alışı ile verişi sırasında termistör direncindeki değişimin çok az olması nedeniyle yapılan ölçümlerde hata payının fazla olduğu gözlenmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde Arduino ses sensör modülü ile nefes sayısının ölçülebileceği düşünülmüş ve modül temin edilmiştir.



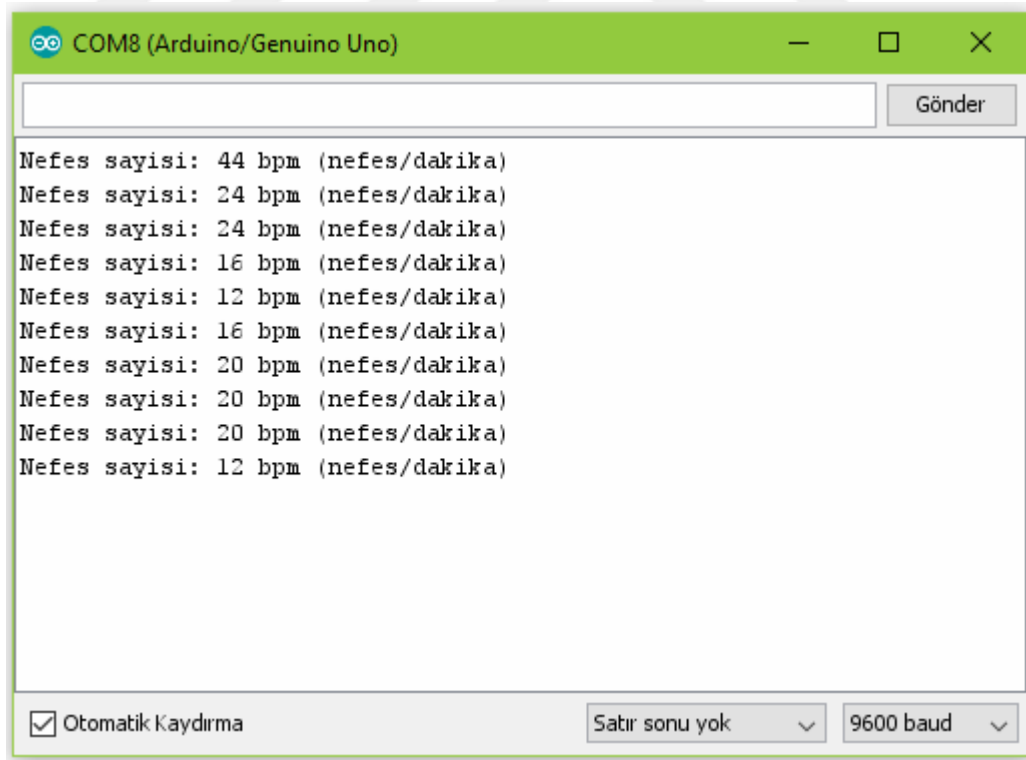
Şekil 4.3. Ses sensör modülünün Arduino'ya bağlanması.

Modül üzerinde besleme pinleri ile DO dijital çıkışı ve AO analog çıkışı bulunmaktadır. Modül üzerinde bulunan trimpot ile ayarlanan eşik değerine göre DO dijital çıkışından 1 ve 0 değerleri elde edilebilmektedir. Şekil 4.3'deki bağlantı kurularak, ses modülünün DO dijital çıkışından alınan 0 ve 1 değerlerini saymak için gereken Arduino programı yazılmış ve yüklenmiştir. Bu bölüme ait Arduino program kodları EK A.2'de verilmiştir. Modül üzerindeki trimpot ile hassasiyet ayarı değiştirilerek DO çıkışından, nefes alırken 1, nefes verirken 0 değerinin alındığı konumda sabitlenmiştir. Daha sonra modül üzerindeki mikrofona bir solunum maskesi yerleştirilip kablo vasıtasıyla tekrar modüle lehimlenmiştir. Bu şekilde bir solunum sensörü elde edilmiştir. Tasarlanan solunum sensörü şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4. Tasarlanan solunum sensörü.

Sistem çalıştırılarak solunum değerleri Arduino IDE seri monitöründen izlenmiştir. Elde edilen solunum değerleri şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Arduino IDE serial monitörde görüntülenen solunum değerleri.

4.1.3 Nabız Ölçümü

Nabız, kalbin düzenli çalıştığının en önemli göstergelerinden biridir. Yetişkin, sağlıklı bir kişinin dakikadaki nabız sayısı 60 ile 100 arasındadır. Nabız geleneksel yollarla ölçülebilmektedir. Ancak nabız bilgisinin anlık olarak ve sürekli ölçülmesi bu yöntemlerle mümkün olmamaktadır. Kesintisiz bir nabız ölçümü için, hastanın yanında taşıyabileceği ve ölçüm değerlerini kaydeden ya da kablosuz olarak bir kayıt ve görüntüleme birimine aktarımını yapabilen bir elektronik cihaza ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasında bir nabız sensörü ile algılanan nabız değeri mikrodenetleyici kart vasıtasıyla kablosuz olarak bir Android cihaza aktarılmış, buradan da internet ortamına aktarılarak anlık ve kesintisiz nabız takibi sağlanmıştır.

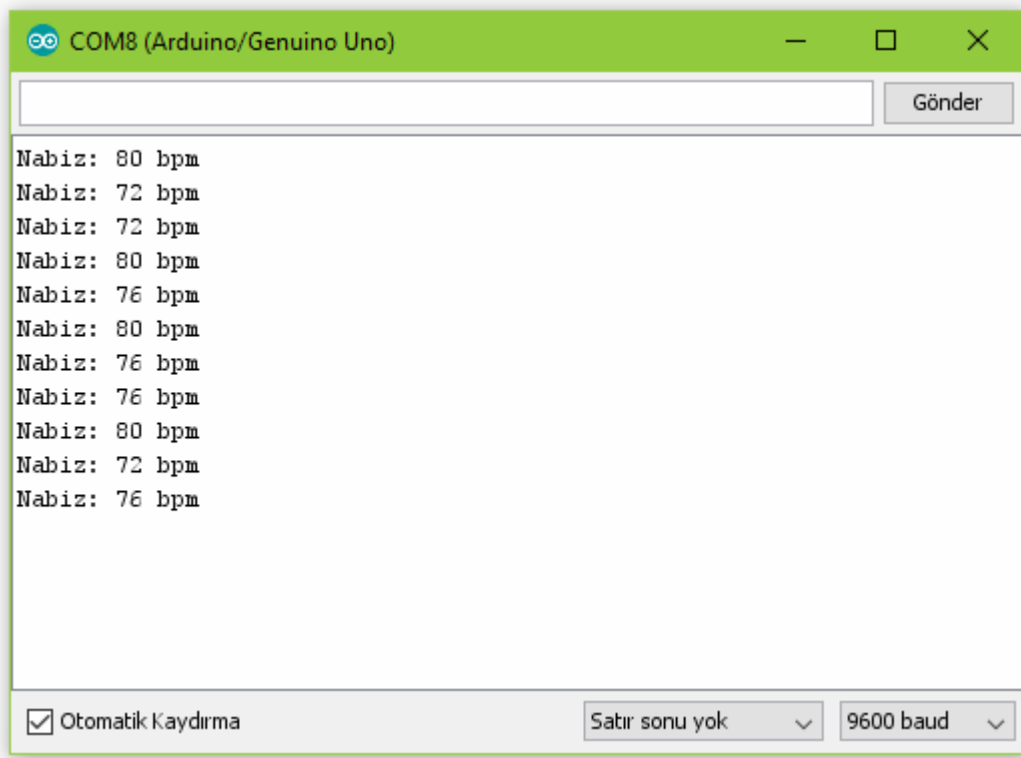
Nabız değeri çeşitli sensörlerle algılanabilmektedir. Bu sensörler kırmızı veya kızılötesi ışıkların kandaki farklı soğurulma ve geçirilme değerlerine göre nabızı algılamaktadırlar. Bu çalışmada Sseed Studio firması tarafından geliştirilen klipsli nabız sensörü tercih edilmiştir. Klipsli ve küçük yapısı sayesinde kulak memesine ya da parmak ucuna takılarak kullanılabilir. Şekil 4.6 sensörün parmak ve kulağa takılışını göstermektedir.



Şekil 4.6. Nabız sensörünün parmak ve kulağa takılışı.

Sensör test amaçlı olarak Arduinoya bağlanıp gerekli program kodları yüklenmiştir. Sistem çalıştığında Arduino IDE seri monitörden alınan nabız değerleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Ölçüm sonucunda elde edilen değerlerin pulseoksimetre

ile ölçülen nabız değerleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu bölüme ait Arduino program kodları EK A.3’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Arduino IDE serial monitörde görüntülenen nabız değerleri.

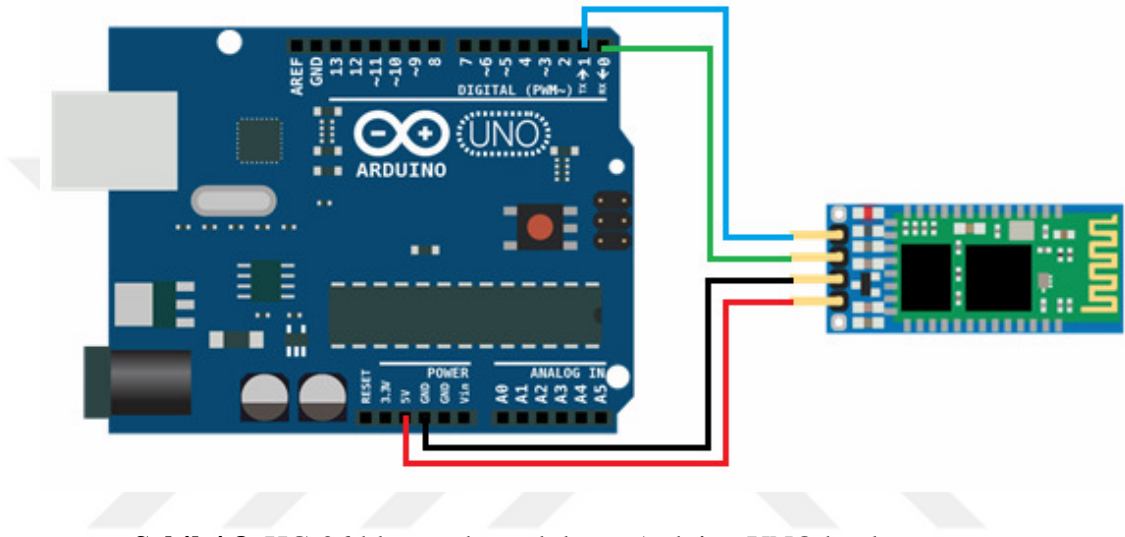
4.2 Mikrodenetleyici İle Verilerin İşlenmesi

Sensörlerin tek tek bağlanarak istenilen değerlerin ölçülmesinden sonra tamamı birlikte Arduinoya bağlanıp, herbiri için yazılan Arduino programları birleştirilmiştir. Programların birbirine entegrasyonu ve zamanlamaların ayarlanması ile vücut sıcaklığı, solunum sayısı ve nabız değerleri Arduino IDE serial monitöründe izlenmiştir. Bu bölüme ait Arduino program kodları EK A.4’de verilmiştir.

4.3 Bluetooth ile Kablolu Veri Aktarımı

Sensörler ile alınan sinyallerin Arduino ile işlenerek anlamlı hale getirilmesinden sonra elde edilen değerlerin bir Android tabanlı cihaza kablolu

olarak gönderilmesi gerekmektedir. Buna benzer uygulamalarda kablosuz iletişim için kullanılabilen bir çok kablosuz modül bulunmaktadır. Bu çalışmada düşük maliyeti, kullanım kolaylığı ve ek yazılım yükü getirmemesi nedeniyle HC-06 bluetooth modülü kullanılmıştır. Bu modül Arduino ile seri iletişim yapabilmektedir. Arduino için yazılan programda herhangi bir değişiklik yapılmadan seri iletişim portları olan D0 (Rx) ve D1 (Tx) portlarına bağlantı yapılarak doğrudan kullanılabilir. Şekil 4.8, HC-06 ile Arduino UNO bağlantısını göstermektedir.



Şekil 4.8. HC-06 bluetooth modülü ve Arduino UNO bağlantısı.

4.4 Android Cihazda Verilerin Görüntülenmesi

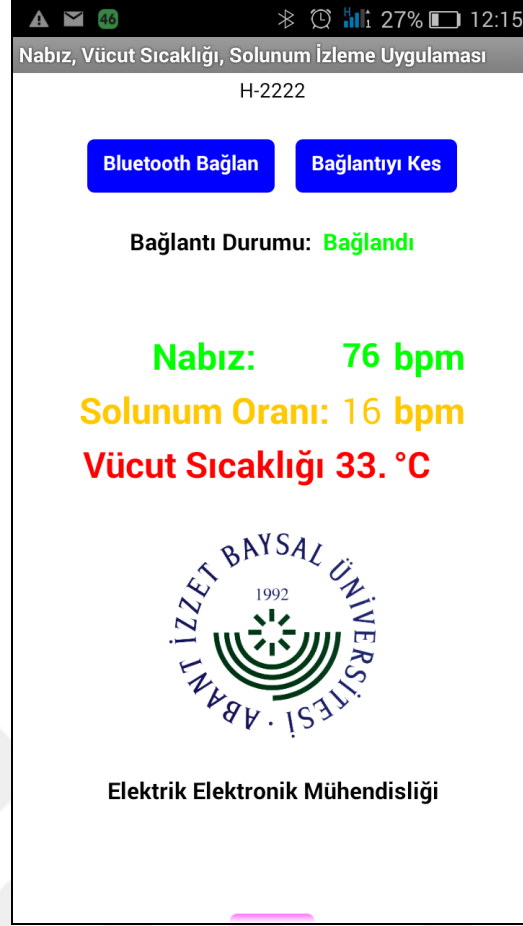
Mobil işletim sistemi kullanım oranlarına göre ülkemizde %80,05 oranıyla Android işletim sistemi kullanımı birinci sırada yer almaktadır (bkz. Şekil 3.13). Bu çalışmada, kullanım alanının daha kapsamlı olması nedeniyle ağ geçidi olarak Android tabanlı cihazların kullanımı tercih edilmiştir. Bluetooth modülü üzerinden gönderilen vücut sıcaklığı, solunum ve nabız değerlerinin bir akıllı telefon ekranında gösterilmesi ve internet ortamına aktarılması için bir yazılım geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, kolay ve pratik olmasıyla birlikte kodlama bilgisine ihtiyaç duyulmadan bloklarla yazılım geliştirilmesini sağlayan App Inventor 2 yazılım geliştirme ortamı tercih edilmiştir. <http://ai2.appinventor.mit.edu> adresinden ulaşılan sisteme bir Google hesabı ile giriş yapılabilir.

Sisteme giriş yapılarak yeni bir proje başlatılmıştır. Öncelikle Designer bölümünde buton, etiket, liste seçici gibi araçlar ve arka plan öğeleri kullanarak uygulama arayüzü hazırlanmıştır. Şekil 4.9’da uygulama arayüzü görülmektedir.



Şekil 4.9. Android uygulama arayüzü.

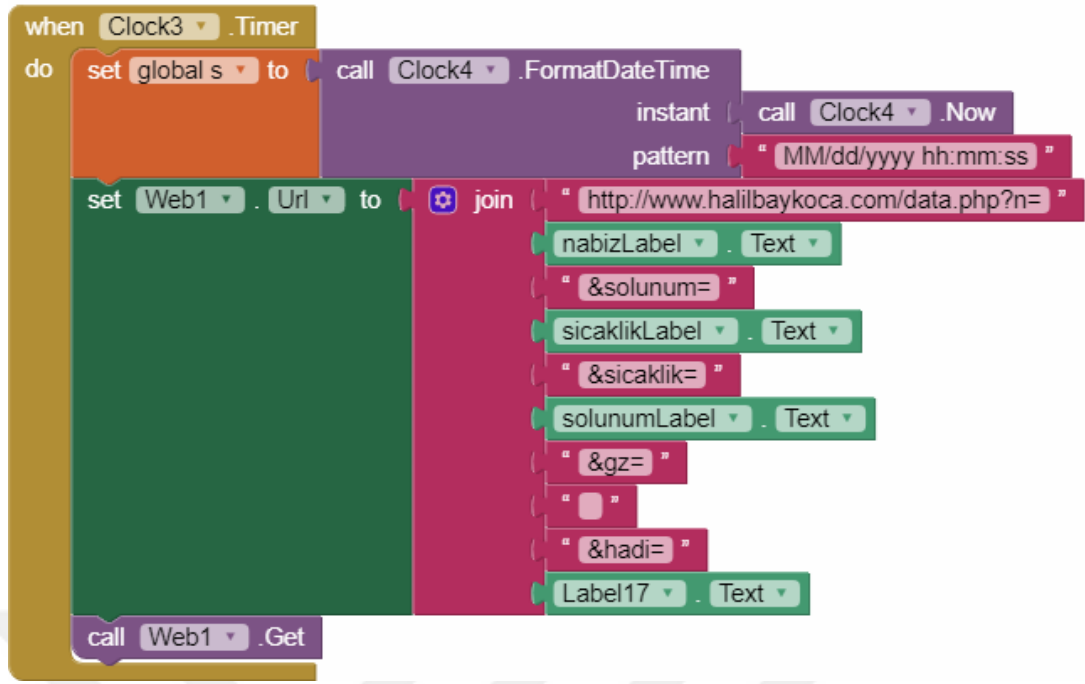
Designer bölümünde uygulama arayüzünün tasarlanmasından sonra Blocks bölümüne geçilerek, arayüz tasarımında kullanılan buton, etiket, liste seçici gibi araçların ve zamanlayıcılar, uyarılar, etkinlik başlatıcıları, veri tabanı, web bağlantısı gibi arka plan öğelerinin davranışlarını belirleyen kod blokları hazırlanmıştır. Hazırlanan kod blokları EK E’de verilmiştir. Uygulamanın hazırlanması sırasında App Inventor 2’nin canlı test özelliği ile, tasarım ve kodlama aşamaları eşzamanlı olarak sisteme bağlı bir Android cihaz ekranında takip edilmiştir. Tasarım ve kodlamanın tamamlanmasından sonra uygulama derlenerek apk dosyası üretilmiş ve Android cihaza yüklenmiştir. Sensörler ve Android cihaz ile Arduino UNO arasındaki bağlantılar yapılarak sistem test edilmiş ve elde edilen Android uygulama ekran görüntüsü şekil 4.10. da verilmiştir.



Şekil 4.10. Android uygulama ile ölçülen değerler.

4.5 Verilerin Ağ Geçidi Üzerinden İnternete Aktarılması

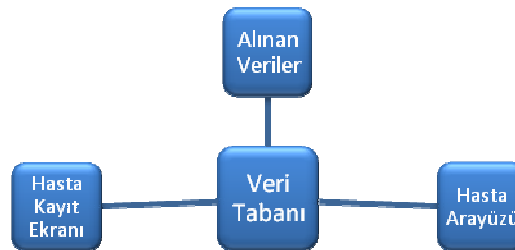
Ölçülen sağlık değerlerinin doktor, sağlık personeli ve hasta yakınları tarafından takip edilebilmesi için bir ağ geçidi üzerinden internet ortamına aktarılması gerekmektedir. Ağ geçidi olarak Android cihaz kullanılmıştır. Vücut sıcaklığı, solunum sayısı ve nabız değerleri Android cihaz ekranında görüntülenirken, aynı zamanda uygulama arka planında web sitesine aktarılmaktadır. Bu amaçla halilbaykoca.com alan adı tescil ettirilmiş ve ölçülen değerler Android ağ geçidi üzerinden bu adrese yönlendirilmiştir. Şekil 4.11’de Android uygulamasına ait kod bloklarının ağ geçidi ile ilgili kısımları gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Ağ geçidi ile ilgili Android kod blokları.

4.6 Web Sitesinde Yayınlanma

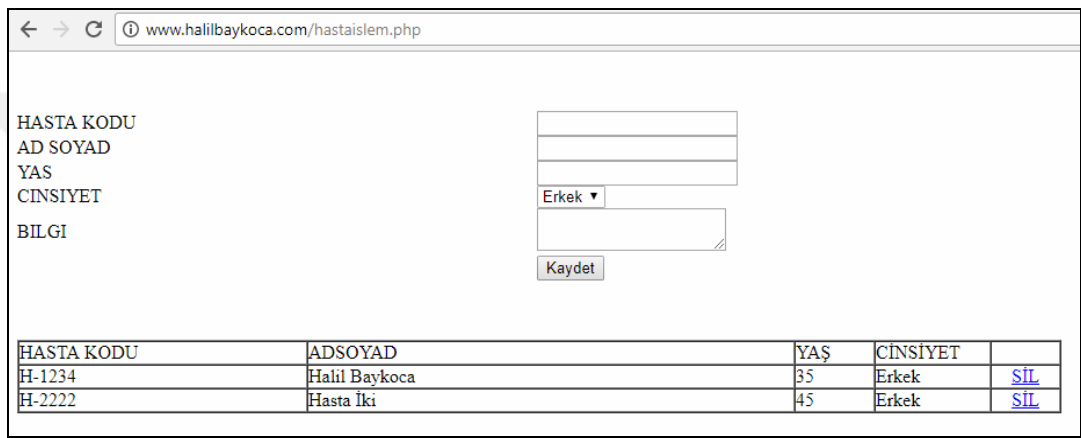
Ölçülen sağlık değerlerinin uzaktan görüntülenmesi için halilbaykoca.com web adresinde yayınlanmak üzere bir web sitesi tasarlanmıştır. Sitenin tasarımında html, jquery ve php dilleri kullanılmıştır. Sitenin görsel tasarımı html ve jquery ile yapılmıştır. Veri tabanı işlemleri ise php dili ile yazılmıştır. Şekil 4.12’de web sitesinin yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Web sitesinin yapısı.

4.6.1 Hasta Kayıt Ekranı

Tasarlanan sistem ile fizyolojik değerleri ölçülecek olan hasta bilgileri, öncelikle web sitesindeki hasta kayıt ekranından veri tabanına kaydedilmektedir. İlgili hastaya ait verilerin web sitesinden takip edilebilmesi ve geçmiş kayıtlara bakılabilmesi amacıyla kayıt sırasında bir hasta kodu belirlenmekte ve Android uygulamasına bu kod ile giriş yapılmaktadır. Ölçülen değerlere bu hasta kodu ile zaman bilgisi de eklenerek web sitesine gönderilmektedir. Şekil 4.13’de hasta kayıt ekranı görülmektedir.



HASTA KODU	ADSOYAD	YAŞ	CINSİYET	
H-1234	Halil Baykoca	35	Erkek	SİL
H-2222	Hasta İki	45	Erkek	SİL

Şekil 4.13. Hasta kayıt ekranı.

4.6.2 Alınan Veriler ve Veri Tabanına Kaydedilmesi

Android tabanlı cep telefonundan internet yoluyla gelen solunum, sıcaklık, nabız, gerçek zaman ve kullanıcı kodu verileri data.php isimli veri tabanı dosyasına kaydedilerek sql sunucuda saklanmaktadır. İstenildiğinde kullanıcı kodu ve zaman bilgisine göre geçmiş kayıtlar listelenebilmektedir.

4.6.3 Hasta Arayüzü

Web sitesine giriş yapıldığında ana sayfada hasta kodu girilmesi istenmektedir. Girilen kodla ilişkilendirilen hastaya ait anlık ölçüm değerleri ve hasta adı bir sonraki sayfada gösterilmektedir. Bu sayfada bulunan Geçmiş bağlantısı ile

veri tabanında kayıtlı geçmiş kayıtların listelenebileceği yeni bir sayfaya geçilir. Bu sayfada hastaya ait bütün ölçüm değerleri listelenmektedir. Ayrıca istenilen tarih aralığı listelenecek şekilde filtreleme de yapılabilmektedir. Hasta arayüzü Şekil 4.14’da görülmektedir.



Şekil 4.14. Hasta arayüzü.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tasarımı yapılarak gerçekleştirilen sistem ile yapılan deneylerde sistemin taşınabilir olması ve hareket özgürlüğü sağlaması avantaj olarak görülmüştür. Sistem ile ölçülen vücut sıcaklığı ile alından sıcaklık ölçen tıbbi termometre ile yapılan ölçüm değerlerinin birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Ölçülen nabız değerlerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla bir palsoksimetre kullanılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında aynı değerlerin çıktığı tespit edilmiştir. Solunum sensörünün doğruluğunu tespit etmek için, ölçülen değerler ile manuel olarak sayılan nefes sayıları karşılaştırıldığında birebir uyumlu olduğu görülmüştür. Yapılan bütün ölçüm sonuçlarına bakılarak sistemin doğruluğu ve ölçülen değerlerin geçerliliği tespit edilmiştir.

Yapılan literatür taramalarında nabız sayısı ve vücut sıcaklığı ölçümlerinin genellikle benzer yöntemlerle yapıldığı görülmüştür. Bu yönüyle bu tez çalışmasında kullanılan yöntemler, gerçekleştirilen diğer sistemlerin devamı niteliğindedir. Solunum sayısı ölçüm yöntemine bakıldığında, yapılan literatür taramasında tespit edilen yöntemlere göre farklı bir yöntem kullanılmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda solunum ölçümü genellikle termistör tabanlı sensörler ile yapılmasına karşılık, bu tez çalışmasında mikrofonsal ses sensörü kullanılmıştır. Termistör tabanlı sensörlerin oda sıcaklığından nefes sıcaklığına gelmesi için yaklaşık bir dakikalık bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Ayrıca nefes alma ve verme sırasındaki direnç değişimi çok az olmasından dolayı solunum ölçme hassasiyeti düşük olmaktadır. Bu da çok sakın halde alınan bazı nefeslerin atlanmasına neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan mikrofonsal ses sensörü ile, sistem kullanılmaya başlandığı anda nefes sayımına başlanmaktadır. Sensör üzerinde bulunan trimpot ile yapılan hassasiyet ayarı sayesinde en sakın halde alınan nefesler bile sayılmakta ve doğru bir ölçüm yapılmaktadır. Bu özelliği ile, geliştirilen bu çok kanallı biyomedikal ölçüm sistemi, yapılan diğer çalışmalardan daha avantajlı hale gelmektedir. Ölçüm değerlerinin kablosuz olarak Android tabanlı bir cep telefonu üzerinden internet ortamına aktarılması ve kişiye özgü olarak kaydedilip istenilen herhangi bir zamanda geçmiş bütün kayıtlara ulaşılabilmesi özelliği ile IoT çalışmalarına güzel bir örnek olmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında, nesnelerin interneti kavramının günlük yaşantımıza girmekte olduğu ve yakın gelecekte yaşamın her alanında akıllı nesnelerin bulunacağı anlaşılmıştır. Özellikle sağlık alanındaki uygulamaların içerisinde IoT kavramından sıklıkla bahsedileceği, yapılan bu tez çalışmasının bu alandaki gelişmelere kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir. Kullanılan solunum sensörünün bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı tahmin edilmektedir.

Sistemin tasarımında, kişinin günlük faaliyetlerine devam ederken ölçümlerin yapılabilmesi hedeflenmiştir. Vücut sıcaklığı ve nabız sensörlerinin bu konuda başarılı olduğu, solunum sensörünün ise geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Solunum sensörünün maskeli yapıda olmasından dolayı uzun süreli konforlu kullanım yapılamamaktadır.

Daha küçük boyutlu mikrodenetleyici kartları ve Lityum Polimer piller kullanılarak sistemin taşınabilirliği arttırılabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- Academic, Heart Rate, <http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/183293>, 31 Aralık 2017.
- Alanlı R (2016) Solunum Fonksiyon Testi, <http://www.recepalanli.com/solunum-fonksiyon-testi/>, 19 Aralık 2017.
- Ali NA, Aleyadeh W and AbuElkhair M (2016) “Internet of Nano-Things network models and medical applications”, 2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 5-9 Sept. 2016, Paphos.
- Arduino.cc, Arduino UNO Rev3, <https://store.Arduino.cc/usa/Arduino-UNO-rev3>, 15 Aralık 2017.
- Beckerman J (2016) “How the Heart Works”, <https://www.webmd.com/heart-disease/guide/how-heart-works#4-11>, 31 Aralık 2017.
- Binkley PF (2013) “Predicting the potential of wearable technology”, Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE Volume 22, Issue 3, May 2003: 23 – 27.
- Bircan G (2017) Nesnelerin İnterneti ve Kullanım Alanları Nedir?, <https://www.voltimum.com.tr/haberler/nesnelerin-interneti-ve-kullanim>, 20 Aralık 2017.
- Dobrea DM and Dobrea MC (2017) “Concepts and developments of an wearable system – an IoT approach”, 2017 International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS), 13-14 July 2017, Iasi.
- Ferreira AG, Fernandes D, Branco S, Monteiro JL, Cabral J, Catarino AP and Roche AM (2016) “A smart wearable system for sudden infant death syndrome monitoring”, 2016 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), 14-17 March 2016, Taipei.
- Future Notes, Internet of Things – IoT / Nesnelerin İnterneti, <https://www.futurenotes.org/internet-of-things-iot-nesnelerin-interneti/>, 15 Aralık 2017.
- Global Stats, Mobile Operating System Market Share Turkey, <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/turkey/#yearly-2016-2017-bar>, 17 Aralık 2017.
- Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd., HC-06 Datasheet, <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>, 16 Aralık 2017.

- Hastaneciyiz, Vücut Isısının Ölçülmesi (Ateş Ölçme), <http://hastaneciyiz.blogspot.com.tr/2012/04/vucut-isisinin-olculmesi-ates-olcme.html>, 18 Aralık 2017.
- HealthLinkBC, Taking a Pulse (Heart Rate), <https://www.healthlinkbc.ca/health-topics/hw201445>, 5 Aralık 2017.
- Hongju L (2016) “Remote Intelligent Medical Monitoring System Based on Internet of Things”, International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA), 11-12 Aug. 2016, Zhangjiajie.
- Iman A, Anzanpour A, Rahmani AM, Liljeberg P and Salakoski T (2017) “Medical Warning System Based on Internet of Things Using Fog Computing”, International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS), 18-19 Oct. 2016, Jakarta.
- Jayanth S, Poorvi MB, Shreyas R, Padmaja B and Sunil MP (2017) “Wearable Device To Measure Heart Beat using IoT”, 2017 International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC), 19-20 Jan. 2017, Coimbatore.
- Karataş Hastanesi, Tansiyon ve Nabız Hakkında 5 Doğru Bilinen Yanlış, <http://www.karatashastanesi.com.tr/hayat/tansiyon-ve-nabiz-hakkinda-5-dogru-bilinen-yanlis/>, 23 Kasım 2017.
- Keerthana M and Ashika PS (2017) “Internet Of Things”, International Journal of Advanced Research Methodology in Engineering & Technology, Volume 1, Issue 2, March 2017:105 – 108.
- Keyes, Arduino KY-038 Microphone Sound Sensor Module Datasheet, <http://smartme.unime.it/datasheets/rumore-ky-038.pdf>, 16 Aralık 2017.
- Khera N, Shukla D and Awasthi S (2016) “Development of Simple and Low Cost Android Based Wireless Notice Board”, 2016 5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), 7-9 Sept. 2016, Noida.
- Lezzetli Robot Tarifleri, DS18B20 Sıcaklık Sensörü, <http://lezzetlirobottarifleri.com/lrtsosyal/konu-ds18b20-sicaklik-sensoru.html>, 10 Aralık 2017.
- Maiti P, Sahoo B, and Turuk AK (2017) “Sensors data collection architecture in the Internet of Mobile Things as a service (IoMTaaS) platform”, 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 10-11 Feb. 2017, Palladam.
- Maxim Integrated, DS18B20, <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>, 15 Aralık 2017.

Quarto A, Soldo D, Dario R, Lecce VD, Guaragnella C, Cardellicchio A and Lombardi A (2017) “IoT and CPS applications based on wearable devices. A case study: monitoring of elderly and infirm patients”, 2017 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS), 24-25 July 2017, Milan.

Saad AH , Ghani SJ, Harron NA, Ramlan SA, Rashid AN and Ishak NH (2017) “Android-based elderly support system”, 2017 IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 24-25 April 2017, Langkawi.

SeedStudio, Grove - Ear-clip Heart Rate Sensor, http://wiki.seeed.cc/Grove-Ear-clip_Heart_Rate_Sensor/, 16 Aralık 2017.

Songür N (2015) Akciğer Hastalıkları Solunum Testiyle Belirlenebiliyor, <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberleri/akciger-hastaliklari-solunum-testiyle-belirlenebiliyor/>, 23 Kasım 2017.

Ucuzbigpazar, Pulser Oksimetre Kandaki Oksijen Ölçme Nabız Ölçme, <https://www.ucuzbigpazar.com/urun/pulser-oksometre-kandaki-oksijen-olcme-nabiz-olcme/310>, 20 Aralık 2017.

Ullah K, Shah MA and Zhang S (2016) “Effective Ways to Use Internet of Things in the Field of Medical and Smart Health Care”, 2016 International Conference on Intelligent Systems Engineering (ICISE), 15-17 Jan. 2016, Islamabad.



EKLER

8. EKLER

EK A.1 Vücut Sıcaklığı Ölçümü Arduino Program Kodları

```
#include <OneWire.h>
int DS18S20_Pin = 3;           //DS18S20 pini: Digital 2
OneWire ds(DS18S20_Pin);

void setup(void)
{
    Serial.begin(9600);
}

void loop(void)
{
    float temperature = getTemp();
    Serial.println(temperature);}

float getTemp()
{
    //Sıcaklık değerini santigrad cinsinden döndürüyor.
    byte data[12];
    byte addr[8];

    if ( !ds.search(addr))
    { /                               / Sesnsör bulunamadıysa aramayı tekrarlar
      ds.reset_search();
      return -1000;
    }
    if ( OneWire::crc8( addr, 7) != addr[7])
    {
        Serial.println("CRC geçerli değil!");
```

```

        return -1000;
    }
    if ( addr[0] != 0x10 && addr[0] != 0x28)
    {
        Serial.print("Sensor okunamadi");
        return -1000;
    }

    ds.reset();
    ds.select(addr);
    ds.write(0x44, 1);          // dönüşüme başla
    delay(750);                 // Sıcaklık dönüşümünün tamamlanmasını
    bekler                      // bekler
    byte present = ds.reset();
    ds.select(addr);
    ds.write(0xBE);

    for (int i = 0; i < 9; i++) // 9 byte ihtiyaç var
    { data[i] = ds.read();}
    ds.reset_search();
    byte MSB = data[1];
    byte LSB = data[0];

    float tempRead = ((MSB << 8) | LSB); // 2'nin eşleniği kullanılıyor
    float TemperatureSum = tempRead / 16;
    return TemperatureSum;
}

```


EK A.2 Solunum Sayısı Ölçümü Arduino Program Kodları

```
//Değişken Tanımlama

float sensorSol;          // Sesnsörden okunan değeri tutan değişken.
int nefesPin = 3;         // Sensörün bağlandığı pin.
int ledPin = 13;          // Her nefeste yanan LED
int nefes = 0;            // Alınan nefes sayısını tutan değişken.
int modu = 1;             // Neefes alındığını ya da verildiğini tutan değişken.
long oncekiZamanDegeri = 0;
long olcmeAraligi = 60000; //Nefesin sayılacağı süre 1 dakika.

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Solunum monitoru basliyor...");
}

void loop()
{
  unsigned long zamanDegeri = millis();
  sensorSol = digitalRead(nefesPin);          //sensor okuma
  if ( sensorSol == 1 && modu == 0)
  {
    nefes++;
    digitalWrite(ledPin, sensorSol);
    Serial.print("Alınan nefes= ");
    Serial.println(nefes);
    if (zamanDegeri - oncekiZamanDegeri > olcmeAraligi)
    {
      oncekiZamanDegeri = zamanDegeri;
      Serial.print("Nefes sayisi= ");
      Serial.print(nefes);
      Serial.println(" nefes/dakika");
      nefes = 0;
    }
  }
}
```

```
}  
    modu = 1;  
}  
if ( sensorSol == 0 && modu == 1)  
{  
    modu = 0;  
}  
delay(200);  
}
```



EK A.3 Nabız Ölçümü Arduino Program Kodları

```
int nabizPin = 2;           //Sensör dijital 2 pinine bağlı
int LED = 13;              //LED dijital 13 pinine bağlı

long oncekiZamanDegeri = 0;
long olcmeAraligi = 15000;
long nabiz = 0;
boolean atim = false;      /* Seri iletişimin zamanlamasını ayarlar.
                             Sadece okunan değerde değişiklik varsa veri gönderilir.
*/

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(nabizPin, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);
  Serial.println("nabiz olcumu basliyor...");
}

void loop()
{
  unsigned long zamanDegeri = millis();

  if (digitalRead(nabizPin) > 0) //Sadece sensörden değer geliyorsa işlem
  yapar
  {
    if (!atim)                  /*Sadece ilk kalp atımında veri gönderir.
                                Yoksa birkaç defa veri gidebilir.*/

    {
      atim = true;              //fazladan veri gitmesini engeller.
      digitalWrite(LED, HIGH);  //Led yanar.
      nabiz++;                  //Nabız 1 artar.
    }
  }
}
```

```

if (zamanDegeri - oncekiZamanDegeri > olcmeAraligi)
    //Ölçme aralığı kadar zaman geçtiyse...
{
    oncekiZamanDegeri = zamanDegeri;
    Serial.println(nabiz*4);    //Bir dakikalık değer için 4 ile çarpılıyor.
    nabiz = 0;                //1 dakikalık nabız değeri yazdırıldıktan sonra
sıfırlanıyor.
}
}
}
else                            //Sensörden değer gelmiyorsa
{
    if (atim)                    /*ilk okumada 1'den 0'a değişir
    {
        atim = false;          //Ardarda gereksiz veri aktarımını engeller.
        digitalWrite(LED, LOW);} //Led söner.
    }
}

```

EK A.4 Sinyallerin İşlendiği Arduino Program Kodları

```
#include <OneWire.h>          //Sıcaklık ölçme kütüphanesi (DS18S20)
//-----Sıcaklık Değişkenleri-----
int DS18S20_Pin = 3;          // DS18S20 pini: Digital 4
int sicaklikLed = 8;          /* 37,5 dereceden sonra yanan Kırmızı LED :
                               Digital 8 */
OneWire ds(DS18S20_Pin); /* OneWire kütüphanesine gönderilen pin adı:
                               DS18S20_Pin */

//=====Nabız Değişkenleri=====
int nabizPin = 7;              // Nabız sensörünün bağlandığı pin: Digital 5
int nabizLed=12;              // Her kalp atışında yanan Yeşil LED: Digital 12
long oncekiZamanDegeriNabiz = 0; // Son 1 dakikalık süreyi tutan değişken
long olcmeAraligiNabiz = 15000; // Nabızın sayılacağı süre 15 saniye
long nabiz=0;                 // Nabız sayısını tutan değişken
boolean atim = false;         /* "atim" değişkeni Seri haberleşmenin
                               zamanlamasını kontrol etmek için kullanılır,
                               böylece veriler sadece dijital okumalarda
                               "değişiklik" olduğunda gönderilir. */

//*****Solunum Değişkenleri*****
float sensorSol;              // Sensörden okunan değeri tutan değişken
int nefesPin=5;              // Solunum sensörünün bağlandığı pin: Digital 5
int solunumLed = 10;          // Her nefes alışında yanan Sarı LED: Digital 10
int nefes=0;                 // Alınan nefes sayısını tutan değişken
int modu=1;                  // Nefesin alındığını ya da verildiğini tutan
değişken
long oncekiZamanDegeriSol = 0; // Son 1 dakikalık süreyi tutan değişken
long olcmeAraligiSol = 15000; // Nefesin sayılacağı süre 60 saniye

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
```

```

pinMode(nefesPin, INPUT);      // nefesPini giriş olarak ayarla
pinMode(nabizPin, INPUT);      // nabizPini giriş olarak ayarla
pinMode(sicaklikLed, OUTPUT);  // sicaklikLedi çıkış olarak ayarla
pinMode(solunumLed, OUTPUT);   // solunumLedi çıkış olarak ayarla
pinMode(nabizLed, OUTPUT);     // nabizLedi çıkış olarak ayarla
}

void loop()
{
    unsigned long zamanDegeri = millis();

    //-----Sıcaklık Ölçme Başladı-----
    float sicaklik = getTemp();
    //-----Sıcaklık Ölçme Bitti-----

    //=====Nabız Ölçme Başladı=====
    if (digitalRead(nabizPin) > 0) //Sadece sensörden değer geliyorsa işlem
        yapar
    {
        if (!atim)                /* Sadece ilk kalp atımında veri gönderir.
                                   Yoksa birkaç defa veri gidebilir. */
        {
            atim=true;            //fazladan veri gitmesini engeller.
            digitalWrite(nabizLed, HIGH); //Led yanar.
            nabiz++;               //Nabız 1 artar.
            if ( zamanDegeri-oncekiZamanDegeriNabiz > olcmeAraligiNabiz )
            {
                oncekiZamanDegeriNabiz=zamanDegeri;
                Serial.print(1);    // Ölçülen değerler gönderiliyor.
                Serial.print("\n");
                Serial.print(nabiz*4);
                Serial.print("\n");
                Serial.print(nefes*4);
                Serial.print("\n");
            }
        }
    }
}

```

```

Serial.println(sicaklik);
nefes=0;
nabiz=0;
}
}
}
else //Sensörden değer gelmiyorsa
{
if (atim) /*İlk okumada 1'den 0'a değişir.
{
atim = false; //Ardarda gereksiz veri aktarımını engeller.
digitalWrite(nabizLed, LOW); //Led söner.
}
}
//=====Nabız Ölçme Bitti=====

//*****Solunum Ölçme Başladı*****

sensorSol = digitalRead(nefesPin); //sensor okuma
if ( sensorSol==1 && modu==0)
{
nefes++;
digitalWrite(solunumLed, sensorSol);
modu=1;
}
if ( sensorSol==0 && modu==1)
{
digitalWrite(solunumLed, sensorSol);
modu=0;}
//*****Solunum ölçme Bitti*****

}

//-----Sıcaklık Alt Programı-----

float getTemp()
{ //Sıcaklık değerini santigrad cinsinden döndürüyor.

```

```

byte data[12];
byte addr[8];

if ( !ds.search(addr)) // Sensör bulunamadıysa aramayı tekrarlar
{
    ds.reset_search();
    return -1000;
}

if ( OneWire::crc8( addr, 7) != addr[7])
{
    Serial.println("CRC gecerli degil!");
    return -1000;
}

if ( addr[0] != 0x10 && addr[0] != 0x28)
{
    Serial.print("Sesnsor okunamadi");
    return -1000;
}

ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0x44,1);    // dönüşüme başla
//delay(750);        // Sıcaklık dönüşümünün tamamlanmasını bekler

byte present = ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0xBE);

for (int i = 0; i < 9; i++) {    // 9 byte ihtiyaç var
    data[i] = ds.read();
}

```



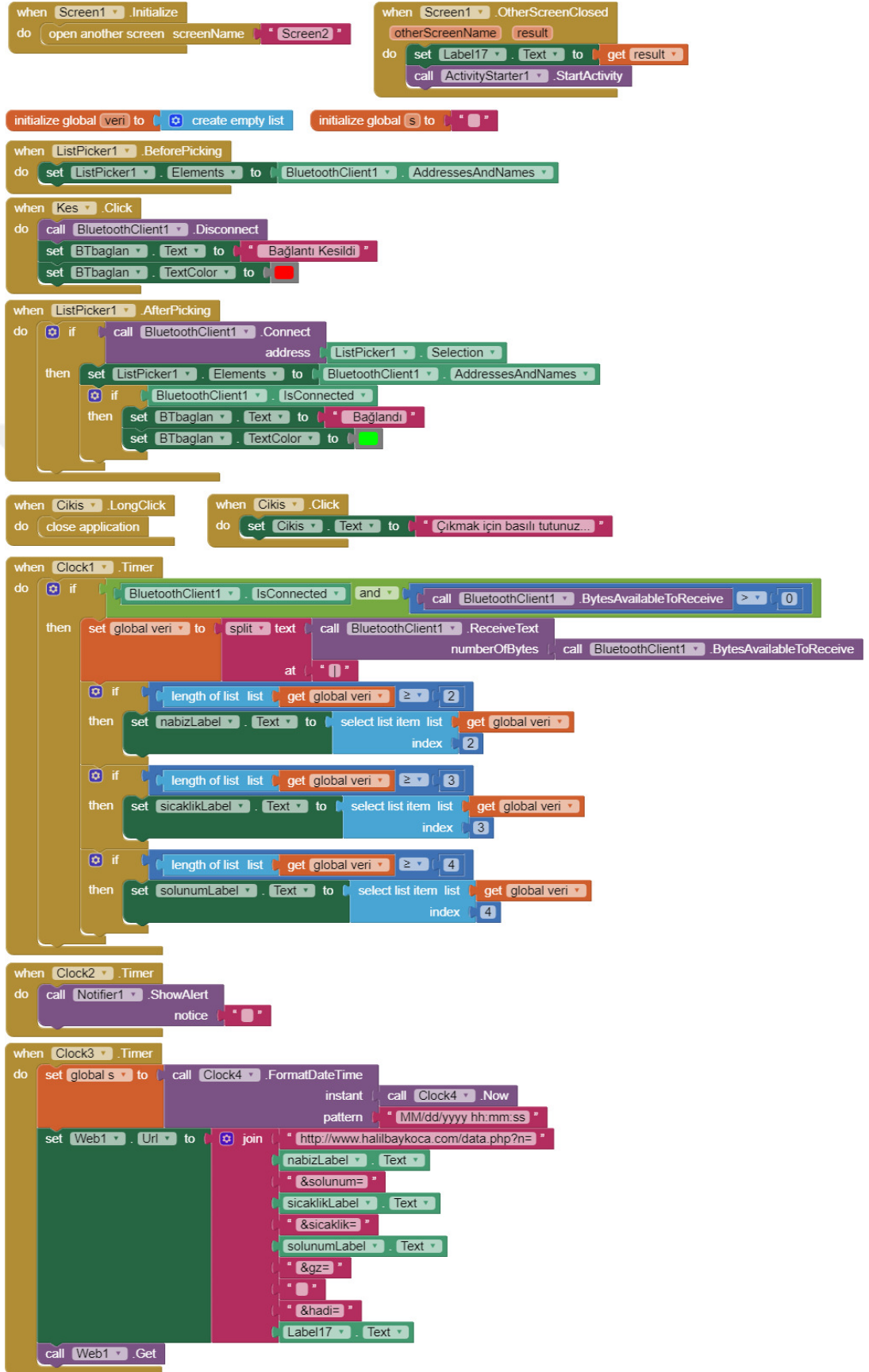
```
ds.reset_search();

byte MSB = data[1];
byte LSB = data[0];

float tempRead = ((MSB << 8) | LSB);    // 2'nin eşleniği kullanılıyor
float TemperatureSum = tempRead / 16;

return TemperatureSum;
}
```

EK A.5 Android Uygulaması Kod Blokları



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Halil İbrahim BAYKOCA

Doğum Yeri ve Tarihi : Pınarbaşı 06.07.1982

Lisans Üniversite : Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
Elektronik Öğretmenliği

Elektronik posta : halilbaykoca@gmail.com

İletişim Adresi : Alpağutbey Mh. Alpağut Cd. Yıldız Park
Evleri B Blok No:5/8 Merkez/BOLU

Yayın Listesi :

Baykoca Hİ, Daldal N, Koç KO, Polat K (2017) “Three-Channel Physiological Parameter Measurement And Its Wireless Monitoring”, 2017 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO), Trabzon.

Baykoca Hİ, Kurtcu MA, Polat K (2015) “Termistör ve Arduino Yardımıyla Solunum Oranının Taşınabilir Bir Sistem ile Ölçülmesi ve Görüntülenmesi”, 3E Electrotech, 251