

T.C
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAKIN ALAN İLETİŞİMİ TABANLI MOBİL HASTA
TAKİP SİSTEMİ TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim Fırat Oğuzhan ATMACA

Enstitü Ana Bilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇOBANOĞLU

Şubat 2016

T.C
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAKIN ALAN İLETİŞİMİ TABANLI MOBİL HASTA
TAKİP SİSTEMİ TASARIMI

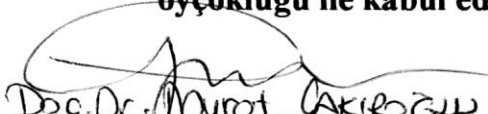
YÜKSEK LİSANS TEZİ


İbrahim Fırat Oğuzhan ATMACA


Enstitü Ana Bilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇOBANOĞLU

Bu tez 25.02.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği /
oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Murat AKINOĞLU
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇOBANOĞLU
Üye


Yrd. Doç. Dr. Salih GÖKMEÑOĞLU
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İbrahim Fırat Oğuzhan ATMACA

16.12.2015

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇOBANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2013-09-18-002) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Literatürde Yapılan Çalışmaların Özeti	2
1.2. Tezin Hedefleri	4
1.3. Tezin Kapsamı	5
1.4. Gelecekle Entegrasyon.....	5
1.5. Motivasyon	6
1.6. Projenin Çalışması	6
1.7. Tez Organizasyonu	7
BÖLÜM 2.	
TELETIP ve KULLANILAN TEKNOLOJİLER.....	9
2.1. Teletıp Tarihçesi	10
2.2. Teletıp Kullanım Alanları	10
2.3. Teletıp Alanında Kullanılan Teknolojiler	11
2.3.1. NFC teknolojisi	11
2.3.1.1. NFC'nin tarihçesi.....	13
2.3.1.2. NFC çalışma mantığı	13

2.3.1.3. NFC cihazların çalışma modları	14
2.3.1.4. NFC'nin yararları.....	17
2.3.1.5. NFC terminolojisi	17
2.3.1.6. NFC etiket tipleri	18
2.3.1.7. NFC tabanlı haberleşme.....	19
2.3.1.8. NFC sinyalleşme teknolojileri	20
2.3.2. NFC ve diğer kablosuz iletişim teknolojileri	21
2.3.3. Arduino mikrodenetleyici platformu	24
2.3.3.1. Tasarım üstünlükleri	24
2.3.3.2. Arduino modelleri.....	25
2.3.3.3. Arduino uno	26
2.3.4. Android mobil işletim sistemi.....	29
BÖLÜM 3.	
GELİŞTİRİLEN MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ VE BİLEŞENLERİ.....	30
3.1. Sistemin Donanımsal Bileşenleri	31
3.1.1. Arduino uno	33
3.1.2. Arduino NFC shield.....	33
3.1.3. E-Health sensor platform v2.0	34
3.1.3.1. Kandaki oksijen oranı (Pulse and oxygen in blood)	35
3.1.3.2. Vücut sıcaklık sensörü	36
3.1.3.3. Şeker ölçüm sensörü	37
3.2. Sistemin Yazılımsal Bileşenleri	38
3.2.1. Veritabanı yazılımı.....	39
3.2.2. Android yazılım arabirimi.....	40
3.3. Sistemin Yapısı ve Çalışma Prensipleri	43
3.4. Başarım Değerlendirmesi.....	44
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	50

ÖZGEÇMİŞ	52
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AES	: Gelişmiş Şifreleme Standardı
CMOS	: Bütünleyici Metal Oksit Yarı iletken
DSL	: Sayısal Abone Hattı
EPC	: Elektronik Ürün Kodu
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi
GSM	: Mobil iletişim için Küresel Sistem
HF	: Yüksek Frekans
HGS	: Hızlı Geçiş Sistemi
ICV	: Bütünleşik Kontrol Değeri
IEEE	: Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IFF	: Dost ya da Düşman Tanımlama
ISDN	: Bütünleştirilmiş sayısal ağ hizmetleri
IV	: Başlangıç Vektörü
KGS	: Kartlı Geçiş Sistemi
LF	: Düşük Frekans
MAC	: Ortam Erişim Kontrolü
MHTS	: Mobil Hasta Takip Sistemi
NDEF	: NFC Veri Değişim Formatı
NFC	: Yakın Alan İletişimi
OCR	: Optik Karakter Tanıma
OGS	: Otomatik Geçiş Sistemi
P2P	: Karşılıklı İletişim
POS	: Satış Noktası
PWM	: Darbe Genişlik Modülasyonu
RFID	: Radyo Frekanslı Tanımlama

RSN	: Güçlü Güvenlik Ađı
SPI	: Seri Çevresel Arabirim
SSID	: Servis Seti Tanımlayıcısı
TKIP	: Geçici Anahtar Bütünlük Protokolü
UART	: Evrensel Asenkron İletim/Alma
UHF	: Ultra Yüksek Frekans
USB	: Evrensel Seri Veri yolu
UWB	: Ultra Geniş Bant
WIFI	: Kablosuz Bağlantı
WPA	: Kablosuz Korumalı Erişim

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. NFC çalışma prensibi.....	14
Şekil 2.2. NFC Okuyucu/Yazıcı modu	15
Şekil 2.3. Kart emülasyon modu.	16
Şekil 2.4. Birebir iletişim modu.	16
Şekil 2.5. Arduino ürünleri ve sınıflandırması.....	26
Şekil 2.6. Arduino Uno bağlantıları	27
Şekil 3.1. Geliştirilen mobil hasta takip ekosistemi	30
Şekil 3.2. Mobil hasta takip ekosistemi.	31
Şekil 3.3. NFC tabanlı hasta takip sisteminin uygulama devresi.	32
Şekil 3.4. Arduino ve NFC shield birlikte görünümü.	34
Şekil 3.5. e-Health sensor platform v2.0.....	35
Şekil 3.6. e-Health platform pulse and oxygen in blood sensörü.....	36
Şekil 3.7. e-Health platformu vücut sıcaklık ölçüm sensörü	37
Şekil 3.8. e-Health platform şeker ölçüm sensörü	38
Şekil 3.9. Sistemin veri tabanı görüntüsü.	39
Şekil 3.10. e-doktorum yazılımı kullanıcı kayıt ekranı.....	41
Şekil 3.11. e-doktorum giriş ekranı.....	41
Şekil 3.12. e-doktorum kullanıcı ana sayfası	42
Şekil 3.13. Data Measure ölçüm ekranı.	43
Şekil 3.14. Tasarlanan sistemin akış diyagramı.	43
Şekil 3.15. Hasta günlük vücut sıcaklık ölçüm grafiği	45
Şekil 3.16. Hasta günlük Spo2 ve PRbpm ölçüm grafiği.....	46
Şekil 3.17. Hasta günlük şeker ölçüm grafiği	46

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. NFC etiket tipleri ve özellikleri	18
Tablo 2.2. NFC ve diğer kablosuz teknolojiler arasındaki farklar.....	23
Tablo 2.3. Arduino Uno özellikleri	26

ÖZET

Anahtar kelimeler: Akıllı kartlar, Hasta takip, Mobil cihazlar, NFC, RFID, Teletıp, Yakın alan haberleşmesi

Mevcut RFID teknolojilerini de destekleyen Yakın Alan İletişimi (NFC) güvenliğinin ön planda olduğu uygulamalarda tercih edilmektedir. NFC tabanlı hasta takip sistemi, hastaların durum bilgilerini gerçek zamanlı olarak iletme ve geribildirim almada sağlık personelleri için etkin bir iletişim sağlamaktadır. Mobil Hasta Takip Sistemleri (MHTS)'nin, maliyetleri azaltma, ulaşılabilirlik ve hasta klinik verilerine erişim gibi avantajlarından dolayı kullanım alanları her geçen gün hızla yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında, NFC teknolojisi kullanılarak bir mobil hasta takip sisteminin tasarım ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Tasarım ve uygulaması gerçekleştirilen mobil hasta takip sistemi ile aile sağlık merkezleri tarafından sunulan hizmetlerin veriminin artırılması, teşhis, tedavi ve takip hizmetlerinin hızlandırılması ve dolayısıyla hastaların yaşam kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen sistem düzeneği ev, ofis, kampüs gibi binalara rahatlıkla kurulabilir. Şahısların/hastaların EKG, nabız, tansiyon, şeker gibi önemli parametreleri NFC destekli bir akıllı cihaz yardımıyla ikamet edilen bölgedeki sağlık personeline anlık iletilebilir. Böylece acil durumlara sağlık personelinin müdahale süresi hızlandırılabilir.

NEAR FIELD COMMUNICATION BASED MOBILE PATIENT MONITORING SYSTEM DESIGN

SUMMARY

Keywords: Smart cards, Patient tracking, Mobile devices, NFC, RFID, Telemedicine, Near-field communication

Near Field Communication (NFC) also supports existing RFID technology is preferred in applications where safety is at the forefront. NFC-based patient tracking system, providing effective communication to health staff in taking forward the status information in real time and patient feedback. Mobile Patient Tracking Systems (MHTS), to reduce the costs, accessibility and patient areas because of the advantages such as access to clinical data is rapidly gaining popularity with each passing day.

In this study, the design and implementation of a mobile patient monitoring system using NFC technology has been carried out. Design and implementation of mobile patients performed to increase the efficiency of the services offered by the family health centers and tracking systems, diagnosis, treatment and follow-up services to accelerate and thus is intended to improve the quality of life of patients. Performed system assembly houses, offices, buildings can be installed as easily campus. Thus, individuals / patients' ECG, heart rate, blood pressure, diabetes important parameters such as NFC support with the help of a smart phone is transmitted to the patient's health in areas inhabited by the staff, aimed to accelerate the response of the emergency medical personnel.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Sayısal veri kaynaklarındaki artış ile mobil cihazların ve uygulamaların bu kaynaklardaki bilgilere etkileşimli bir şekilde erişim ve bu bilgileri kullanım imkânları da artmıştır. İnternet erişimli akıllı mobil cihazlar ve uygulamaları ile bilgi/veri erişim ve paylaşımı, elektronik ticaret ve ödeme işlemleri, sağlık hizmetleri gibi işlemler hızlı ve güvenli bir şekilde yapılabilmektedir. Ülkemizde ve dünyada nüfusun hızla artması, hastane hizmetlerindeki Ar-Ge ve inovasyon maliyetlerinin yüksekliği, hastane imkânlarına erişim ve faydalanma da farklı gelir grupları arasındaki eşitsizliği ileri boyutlara taşımaktadır. Ayrıca hastane imkânlarından faydalanmak isteyen bir kişi uzun mesafeler kat etmek veya hastanede randevu sırası beklemek gibi zaman alıcı zorluklar ile karşılaşmaktadır.

Sağlık sistemleri alanındaki gelişmeler beraberinde yeni kavramların oluşmasına zemin hazırlamıştır. Bu kavramların en bilindiklerinden birisi de teletıp'tır. Teletıp teknolojisi, kabaca uzak merkezler arasında bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak tanı, tedavi, takip amacıyla fizyolojik verilerin gönderilmesi, depolanması ve uzman kişilere belirli bir gizlilik prosedürü içerisinde sunulmasıdır.

Sağlık hizmetlerindeki gelişmeler ve nüfustaki artış ile birlikte hastane maliyetlerinin artması, hastaneye gidiş sıklığını azaltma, uzman hekimi ve tedavi yöntemlerini daha etkin kullanma, uzun vadede hastalar ile ilgili istatistikî bilgileri depolama ve ulaşma gibi sebepler Teletıp teknolojisine olan ilginin başlıca kaynaklarındandır.

Ülkemizde de kırsal nüfus yoğunluğunun bölgesel olarak fazlalık arz etmesi, nüfus dağılımındaki çarpıklık, bölgesel olarak ekonomik sosyal gelişmişlik farklılıkları, tedavi maliyetlerinin yüksekliği ve zaman kaybı, uzman hekim eksikliği gibi faktörler, Teletıp uygulamalarına olan ihtiyacı arttırmaktadır [1].

Ülkemizde hastaların bir kısmı hastane maliyetlerinin yüksekliğinden şikâyetçi iken, bazıları tedavi süreçlerinin uzunluğundan dolayı vakit kaybından, bazıları ise uzman hekime kolay erişememekten şikâyetçidir. Teletıp teknolojisi yukarıda belirtilen sorunların tamamı için ayrı ayrı veya tümleşik uygulamalar önermektedir.

Teletıp teknolojisinin en büyük faydalarından biriside doktor açısından hasta verilerine erişimi oldukça kolaylaştırması ve hızlandırmasıdır. Teletıp teknolojileri sayesinde doktorlar bölgesel farklılıklara çok takılmaksızın hasta ile ilgili klinik verilere hızlıca erişebilmekte, teşhis ve tedaviyi hızlandırabilmektedir. Günün her hangi bir saatin de hastalarının geçmiş verilerine veya sisteme anlık olarak eklenmiş verilerini kontrol edebilmektedir.

NFC teknolojisi ise iki cihaz arasında 10 santimetreye kadar temassız veri alışverişine izin vermesi ve bu mesafenin kısalığından dolayı diğer yakın alan iletişim teknolojilerine göre daha güvenli iletişim sunmaktadır. Teletıp alanında kullanılabilirliği bir hayli fazladır ve popülaritesi gittikçe artmaktadır. NFC'nin basit ve temassız akıllı kartları sayesinde pasif-aktif, aktif-aktif cihazlar arasında veri iletişimi kolaylıkla yapılmaktadır. NFC'nin bu yapısı sayesinde mobil uygulamalar da ve Teletıp teknolojilerinde kullanımı bir hayli yoğundur.

1.1. Literatürde Yapılan Çalışmaların Özeti

Gerek sağlık sektöründe gerekse diğer sektörlerde RFID teknolojisi tabanlı NFC teknolojisi sıklıkla kullanılmaktadır. NFC, gerek güvenlik avantajlarından gerekse kullanım kolaylığından dolayı birçok uygulamada kendine yer bulmuştur. Özellikle son yıllarda mobil cihazlarda yaygınlaşması, Teletıp uygulamalarında tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Sağlık sektöründe NFC teknolojisi, sıklıkla verilerin aktarılmasında kullanılmaktadır. Hasta tarafından ölçülen vücut veya ortam sıcaklığı gibi verilerin merkezi bir düğüme aktarılmasından sorumludur. Merkezi düğüme aktarılan veriler buradan merkezi sunuculara gönderilmekte veya o düğüme depolanmaktadır.

San Jose State üniversitesinin'den Weider D. Yu ve arkadaşlarının ortaklaşa olarak gerçekleştirdikleri sistemde NFC teknolojisi, hastaya ait klinik verilerin taşınmasından veya merkezi ortama iletilmesinden ziyade hastane faturalandırma sisteminde personel kaynaklı hataları önleme amaçlı kullanılmıştır [2]. Mobil akıllı cihaz üzerinde kredi kartı veya benzeri ödeme sistemi ve hasta bilgileri tanımlı bulunmaktadır. Hasta hastane içerisindeki etkileşimlerinde akıllı cihazını tanımlayıcı bir kimlik olarak kullanmaktadır. Hastane içerisindeki etkileşimde hastadan herhangi bir bilgi istemek yerine hastanın mobil cihazı ile sistemde aktif olması beklenmektedir. Bu sayede hastadan herhangi bir tanımlayıcı bilgi istenmediği için personel kaynaklı tanımlama hataları ile karşılaşılmamaktadır. NFC teknolojisinin burada kullanılmasının avantajı yakın alan iletişimi sağlanarak mobil cihaz üzerinde tanımlı olan kredi kartı bilgilerinin güvenliğini sağlamaktır.

Yukarıda özetlenen çalışmanın bir benzeri de Institut Teknologi Brunei'den Suresh Sankarananrayanan ve arkadaşı tarafından tasarlanmıştır [3]. Burada tasarlanan sistem temel olarak NFC tabanlı hastane randevu sistemi olarak düşünülmüştür. NFC destekli bir mobil akıllı cihaz yardımı ile hastane de veya herhangi bir uygun ortamda bulunan kiosk cihazlardan istenilen hekimlere randevu alınması sağlanmak istenmiştir. Burada da yine mobil cihaz tanımlayıcı bir kimlik olarak kullanılmaktadır. Sistem içerisinde yazılım dili olarak PHP ve veri depolama birimi olarak da Mysql veri tabanı sistemi tercih edilmiştir.

V. Lakafosis ve arkadaşları yaptıkları çalışmada [4] sakatlıklardan sonra sporcuların tedavi ve sonrası rehabilitasyon süreçlerini takip ederek bu süreçte verimi artırmayı hedeflemişlerdir. Özel olarak hazırlanmış zeminde çeşitli noktalara sensörler yerleştirilmiştir. Bu zemin üzerinde çalışan sporculara, üzerinde NFC etiketler bulunan spor ayakkabılar giydirilmiştir. Daha sonra sporcunun bu zemin üzerindeki hareketleri haritalanmıştır. Okunan bu veriler IPv4 tabanlı 6LowPAN sayesinde herhangi bir kablosuz ağdan merkezi sunuculara aktarılmıştır. Ayrıca burada kurulan sistemin güç ihtiyacı sporcunun hareketinden sağlanmış ve elde edilen enerji ayakkabı üzerindeki bataryalarda depolanmıştır.

Leone ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise hastanın hayati/önemli verilerinin izlenmesi amaçlanmıştır. Hastadan alınan verilerin NFC tabanlı mobil akıllı cihaz vasıtası ile merkezi sunucuya aktarılması ön görülmüştür. Sistemin ilk tasarımında sadece ortam ısı sıcaklık ölçer sensör kullanılmıştır. Mikrodenetleyici olarak Arduino Nano, NFC modülü olarak NFC SonyFelica Tag RC-S802, ortam sıcaklığını ölçmede ise TMP100 ısı sıcaklık sensörü kullanılmıştır [5].

Sağlık alanında yapılan çalışmaların neredeyse tamamında NFC tagları ve NFC uyumlu cihazlar, verileri bir noktadan başka bir noktaya iletmede ya da hasta tanımlayıcı kimlik kartı olarak kullanılmaktadır. Kullanılan NFC pasif kartlarda hastalara ait hayati veriler saklanabilmekte ve anahtarlık benzeri aparatlar ile taşınabilmektedir. Bu sayede hasta dışarıda bir yerde hayati bir kaza ile karşılaştığında müdahalede bulunan acil sağlık personeli, bu tag/etiket vasıtası ile hastanın kan grubunu kolayca elde edebilmekte veya daha önceki hastalıklarına veya klinik verilerine kolaylıkla erişebilmektedir.

1.2. Tezin Hedefleri

Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların en büyük problemlerinden biriside sağlık hizmetlerinde verimi en yükseğe çıkararak hasta maliyetlerini ve zaman kaybını azaltmak, hasta memnuniyetini arttırmaktır. Günümüzde birçok hasta kronik hastalıklardan (tansiyon, şeker, yüksek ateş) şikâyetçi bulunmaktadır. Ve bu tür hastalıkların sürekli olarak izlenme gereksinimi bulunmaktadır. Rutin olarak hastalık ile ilgili klinik verilerinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçüm bazı durumlarda çok basit olmaktadır. Basitlik gerektiren bu durumlarda ölçüm işlemi için hastanelere başvurmak hastane açısından da, hasta açısından da zaman ve maddi anlamda bir kayıp meydana getirmektedir. Aynı zamanda bu durum, ölçüm bilgilerinin depolanması imkânını da zorlaştırmaktadır. Bizim önerisini yaptığımız ve tasarladığımız hasta takip sisteminde hastanın hayati/kritik verileri her hangi bir yerden kolay bir şekilde ölçülmekte ve merkezi sunucuya gönderilmektedir. Gerektiğinde de depolanmış veriler geçmişe dönük olarak incelenebilmekte ve istatistikî bilgiler çıkarılabilmektedir. Bu tez çalışmasının başka bir hedefi de

hastalarda ve hastane ortamında zaman, uzman sağlık personeli israfını dolayısıyla maddi ve manevi/ruhsal kayıpları önlemektir.

1.3. Tezin Kapsamı

Araştırmanın kapsamı her türlü yaş grubu olarak düşünülmüştür. Çok küçük yaştaki kullanıcıların sistemi ebeveynlerinin kontrolünde kullanması daha doğru olacaktır. Sistem her türlü yaş grubu düşünülerek her ortamda kullanılabilir (ev, işyeri, AVM, gibi) şekilde tasarlanmıştır. Fakat daha çok evde bakım hizmeti gören ve kronik sürekli takip edilen hastalar için önem arz etmektedir. Bu tür bakım isteyen hastaların basit klinik ölçümler için hastaneye gitmeleri engellenmek ve acil durumlarda acil müdahaleyi hızlandırmak ana hedefdir.

1.4. Gelecekle Entegrasyon

Teletıp teknolojileri ve klinik tedavilerdeki teknolojik gereksinimler her geçen gün hızla artmaktadır. Sistemin ileriki yıllarda sensör sayısında artışlar ön görülmektedir. Daha sonraki aşamada ise bu sensörlerin daha kompakt hale getirilerek küçültülmesi ve daha az yer kaplaması öngörülmektedir. Ayrıca tasarlanan sistemin giyilebilir teknolojilerle (kazak, yelek gibi) entegrasyonu sağlanarak sisteme mobilize özellik kazandırılabilir. Gelecekte tasarlanan sistemin, tümleşik özellikli biyosensörler ile hasta vücuduna nakledilmesi öngörülebilir. Bu sayede her hangi bir ek aparata gerek duymaksızın sensörler mobil cihazlar ile haberleşebilme imkânına kavuşacaklardır. İnsan veya diğer canlıların vücuduna nakledilen bu sensörler aracılığı ile ölçümler çok daha sağlıklı elde edilecektir, hastalıkların erken teşhisi noktasında çok daha hızlı yol alınacaktır, acil durumlarda da uyarı sistemi daha etkin olarak çalışacaktır. Örneğin bir hasta daha kalp krizi geçirme semptomlarını fark etmeden sistem bireyin kalp krizi geçireceğini tespit edip onu gerekli kliniğe yönlendirecektir veya acil durum prosedürlerini uygulaması yönünde bireyi uyaracaktır.

1.5. Motivasyon

Mikrodenetleyici tabanlı gömülü sistemler, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesinde hayati bir rol oynamaktadır. Günümüzde mikrodenetleyicili uygulamaların kurulumu ve farklı sistemlere entegrasyonu oldukça kolaylaşmıştır. Donanımsal tasarım kolaylığı, uygulayıcının yazılıma daha fazla odaklanmasını ve ürün kalitesini artırmaktadır.

Modüler ve kolay kod geliştirme altyapısına sahip olması, shield adı verilen ek donanımların çok kolay sisteme entegre edilebilmesi, hem donanım hemde yazılım olarak açık kaynak kodlu bir sistem olması, uygulama geliştirme de Arduino'yu tercih ettirmiştir.

Tezin hedefleri bölümünde kısmen de açıklandığı üzere özellikle aile sağlık merkezleri tarafından sunulan hizmetlerin veriminin artırılması, teşhis, tedavi ve takip hizmetlerinin hızlandırılması ve dolayısıyla hastaların yaşam kalitesinin artırılması bu tez çalışmasının motivasyonudur. Gerçekleştirilen sistem düzeneği ev, ofis, kampüs gibi binalara rahatlıkla kurulabilir. Bu sayede kalp krizi, şeker koması gibi zamanla yarışılan birçok acil durumlarda hastalara müdahale süreleri kısalmaktadır.

1.6. Projenin Çalışması

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen proje, yazılımsal ve donanımsal tasarım olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Donanımsal tasarım; Arduino mikrodenetleyici kiti, NFC, E-Health Shield, Bluetooth shield ve çeşitli sensörlerden oluşmaktadır. Yazılımsal tasarım ise Arduino SDK, Android ve MySql yazılımlarından oluşmaktadır. Tasarlanan donanım, merkezi bir yerde veya evde bakım hizmeti isteyen kişinin kolayca ulaşabileceği bir yerde bulunmalıdır. Donanım sisteminden elde edilen klinik veriler NFC destekli mobil akıllı cihaz vasıtası ile donanım biriminden alınacak ve herhangi bir kablosuz ağ aracılığı ile merkezi sunucuya gönderilecektir. Sunuya gönderilen veriler sunucu tarafında bir web servisi tarafından karşılanıp MySql veri tabanına yazılmaktadır. Daha sonraki aşamada ise

düşünülen buradaki verilerin anlamlı hale getirilip yetkili bir kişi veya kurum ile paylaşılmasıdır. Örneğin bir doktor sistem üzerinden alınan verileri online olarak görebilmektedir. Dolayısı ile hasta ölçümlerini inceleyebileceği, istatistiki bilgiler elde edebileceği ve bunları rapor olarak çıktı alabileceği bir görsel ara yazılım rahatlıkla geliştirilebilir.

1.7. Tez Organizasyonu

Yapılan çalışmaların sunulduğu bu tez 5 ana bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1 Giriş: Bu bölümde tez çalışmasına konu olan problemin tanımı, literatürde yapılan çalışmaların özetleri, tez çalışmasının hedefi, kapsamı, amacı ve motivasyonu hakkında bilgi sunulmaktadır.

Bölüm 2 Teletıp Teknolojisi: Bu bölümde teletıp teknolojisinin kapsamına kısaca değinilmiş, tanımı ve tarihsel gelişimi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde NFC konusunda detaylı bir araştırma yapılmıştır. Bu teknolojinin gelişim nedenleri, diğer tanıma sistemlerinden üstünlükleri, çalışma şekilleri, çeşitleri, avantajları ve dezavantajları, güvenlik sorunları, sektörlere göre kullanım şekilleri detaylıca incelenmiştir. Ayrıca gelecekte bu sistemin kullanım durumlarının nasıl olacağına dair araştırmalar incelenmiş ve bunlarla ilgili sonuçlarda bu bölümde sunulmuştur. Bu bölümde teletıp teknolojilerinde kullanılan diğer yazılım ve donanımlar hakkında da tanıtıcı bilgi verilmiştir.

Bölüm 3 Geliştirilen Hasta Takip Sistemi Ve Tasarımı: Bu bölümde tez çalışması kapsamında donanımsal ve yazılımsal tasarımı gerçekleştirilen NFC tabanlı mobil hasta takip sisteminde kullanılan elemanlar, bu elemanların özellikleri ve tercih edilme nedenleri, sistemin gerçekleştirilmesi, sisteme entegre edilen yazılımın hangi teknolojilerle geliştirildiği konuları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Bölüm 4 Sonuç Ve Öneriler: Bu bölümde tasarlanan sistemin kurulumu, kullanımı ve gerçekleştirilmesi, yapılan çalışmanın sonuçları, ortaya çıkan sorunlar ve bunlara getirilen çözüm önerileri detaylıca anlatılmıştır.

BÖLÜM 2. TELETIP ve KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Sağlık sektörü ile ilgili meydana gelen teknolojik ilerlemeler beraberinde yeni kavram ve teknolojilerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kavramlardan birisi de Teletıp'dır. Coğrafik olarak farklı uzak sistemler arasında iletişim teknolojilerinden faydalanarak hastalıkları tanımlama, tedavi etme, hasta takibi yapma ve değerlendirme amacı ile fizyolojik analog veya sayısal işaretlerin gönderilmesi, depolanması ve sağlık hizmetlerinin sunumuna Teletıp (Telemedicine) denir. Teletıp uygulamaları ayrıca gerçek zamanlı olarak hasta takip, uzaktan algılama gibi olanakları da ayrıca içinde barındırmaktadır.

Sağlık hizmetlerinin nüfusla beraber maliyetlerinin artması, hastaların hastaneye gelme sıklığını ve tedavi maliyetlerini azaltma, uzman doktorlardan daha etkin şekilde yararlanma, ileriye dönük olarak hasta ile ilgili istatiki veriler elde edebilme gibi avantajlarından dolayı teletıp uygulamaları yaygınlaşmaktadır.

Teletıp teknolojisinin ilk faydalarından biri hastalıkların tanı ve tedavi sürecinde bölgesel, ülkesel hatta kıtasal farklılıkları ortadan kaldırmasıdır. Sağlık merkezlerine veya uzman hekimlere uzak olan hastalar teletıp sayesinde bu imkânlardan daha ucuz maliyet ve zaman kaybı ile yararlanabilmektedir.

Teletıp teknolojisinin ikinci sıralanabilecek faydası ise hastaların uzaktan takibini kolaylaştırması ve dolayısı ile hastane fatura maliyetlerini azaltması ve bununla beraber hastane iş gücünün daha verimli kullanılmasına imkân vermesidir. Teletıp sayesinde hastalar hastaneye daha az gelmektedir. Bu durum da doğal olarak hem hasta hem de hastane için fatura maliyetlerini düşürmektedir. Teletıp teknolojisinin diğer bir faydası da hasta sağlık bilgilerinin depolanması, hasta tedavi sürecine başka hekimlerin de katkısını kolaylaştırmasıdır.

2.1. Teletıp Tarihçesi

Teletıp teknolojisinin başlangıcı olarak 1960'lı yıllar gösterilmektedir. 1964 yılında Omaha'daki Nebraska Psikiyatri Enstitüsü ile Norfolk'taki State Mental Hastanesi arasında yaklaşık olarak uzunluğu 180 km olan bir sistem kurulmuştur. Bu hat ile amaçlanan ise iki birim arasında uzaktan interaktif görüş alışverişi yapılmasının sağlanmasıdır. Yine benzer şekil de sistemler Amerika da uzman hekimin bulunmadığı kırsal kesimlerdeki hastanelere kurularak uzaktan konsültasyon yapılabilmesi sağlanmıştır. 1968 yılında Boston havaalanı ve Massachusetts Hastanesi arasında uzaktan kapalı devre sistemi kurularak havalanında sürekli hekim bulundurma gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. 1968 yılında INTERACT programıyla Vermont Üniversitesi kırsal alanlarında teletıp kullanılarak uzman doktorlardan konsültasyon ve eğitim sağlanmıştır [6-7].

1970-1980 yılları arasında uzay ve uydu teknolojilerindeki hızlı gelişmeler beraberinde teletıp alanındaki çalışmaları da tetiklemiştir. Bu yıllarda teletıp alanında özellikle A.B.D, Rusya ve Kanada da birçok çalışma yapılmıştır. Fakat geliştirme ve uygulama maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı projelerin birçoğu devam ettirilememiştir. Teletıp alanındaki gelişmelere Almanya'da sessiz kalmayarak 1986 yılından beri birçok hastanesinde video konferans vb. teknikleri kullanarak hem hasta tedavisini hızlandırma hem de uzman hekim yetiştirme çalışmalarını sürdürmektedir. Örneğin Çin ve Amerika'daki doktorlar birbirleri arasında hasta teşhis ve tedavisi için video konferanslar gerçekleştirmektedir [7].

2.2. Teletıp Kullanım Alanları

Teletıp uygulamaları günümüzde kendisini sadece hastanelerde göstermemektedir. Askeri alanda arazideki güvenlik güçlerinin, uzay araştırmaları alanında uzaydaki astronotların, cezaevi yükümlülerinin uzaktan konsültasyonunda sıklıkla kullanılmaktadır.

Teletıp teknolojisinin kullanım amaçları;

Uzaktan hasta takibi; Çeşitli elektronik aletler, sensörler kullanılarak hastaya ait verilerin alınıp, değerlendirilmesi, depolanması, izlenmesi amacı ile uzak mesafelere, merkez sunuculara gönderilmesidir. Örneğin arazide operasyon esnasında yaralanmış bir askerin hayati bilgileri (ısı-sıcaklık değeri, kalp atış hızları) veya uzaydaki astronotların kalp atış hızları, kandaki oksijen miktarları teletıp merkezi tarafından an be an izlenebilir, ilgili veriler depolanabilir ve değerlendirilebilir. Yine teletıp ile sağlık merkezlerine uzak yerlerde çalışanların ya da hastane dışındaki hastaların tıbbi verileri uzaktan takip edilebilir [8].

Hastalığın tanı ve tedavisi; Hastalığa tanı konulmasında zorluk yaşandığı durumlarda, hastaya ait veri ve yapılan tetkikler, iletişim teknolojileri aracılığıyla başka merkezlere veya alanında uzman hekimlere gönderilerek tedavi süreçlerine katkı sağlanmaları sağlanabilir. Uzak merkezde bulunan hekimler teletıp sayesinde teşhis ve tedavi süreçlerine katkı verebilirler. Aynı şekilde tıp fakültesi öğrencilerinin veya o alan ile ilgili başka hekimlerin eğitim sürecine de katkı sağlayabilir. Oluşturulan veri tabanı sayesinde hekim yetiştirilme süreci hızlandırılabilir ve hekimlerin karşılaştıkları vaka sayısı arttırılabilir. Bu sayede tıp öğrencileri ve hekimler için sürekli bir eğitim, araştırma olanağı sağlanmış olur.

2.3. Teletıp Alanında Kullanılan Teknolojiler

2.3.1. NFC teknolojisi

Yakın Alan iletişimi(Near field comunication) olarak adlandırılan NFC, telefon, tablet vb. akıllı cihazlarda temassız olarak veri transferine izin veren teknolojinin adıdır. Temassız iletişim, adı üzerinde NFC uyumlu cihazlar arasında temas sağlanmadan bilgi alış verişine izin veren iletişim şeklidir. Veri aktarım hızının yüksek olması ve kolay entegre edilebilmesi gibi teknolojik üstünlüklerinden dolayı NFC teknolojili uygulama ve ürünlerin kullanımı ve popülaritesi hızla artmaktadır.

NFC teknolojisi, diğer kablosuz iletişim yöntemleri ile birlikte sorunsuz çalışabilmektedir. Nokia, Sony ve Philips bir araya gelerek 2004 yılında NFC

teknolojisini ve hizmetlerini tanıtmak amacıyla NFC Forumu [9] kurdu. Günümüzde NFC standartları NFC Forum kuruluşu tarafından belirlenmektedir. Bu birliktelik NFC'nin ödeme ve güvenli veri iletişimi alanlarındaki popülaritesini de hızla arttırmıştır.

Günümüzde mevcut NFC teknolojileri kişisel ve kurumsal anlamda birçok ihtiyaca pratik cevaplar vermektedir. Tümüyle kredi kartları, personel mesai giriş çıkış takibi, otobüs ulaşım kartları ve uçak, tren biletleri vb. günlük hayatta sıklıkla kullanılan durumlarda insanlara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Uzmanlar tarafından yakın gelecekte tasarlanan sistemlerde her hangi bir ekstra ekipman ve donanım taşımaksızın günlük hayatta ki işlemlerimizin kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir. NFC destekli donanımların artması ile birlikte daha az sıra bekleyen, ödeme işlemlerini daha hızlı gerçekleştiren bireyler olarak yaşam kalitemiz artacak ve daha mutlu olacağız. Ayrıca NFC cihazlar bizim için beraberinde daha az fiziksel donanım taşımayı da beraberinde getirecektir.

NFC, 13.56 Mhz frekans aralığında çalışabilen, 4 cm'den 10 cm'ye kadar mesafe de veri transferine izin veren, saniyede 424 Kilobit'e kadar veri transferi yapabilen bir iletişim teknolojisidir. NFC teknolojisi ile ilgili yazılımsal veya donanımsal standartlar NFC Forum tarafından düzenlenmektedir. NFC Forum, NFC teknolojilerinin geliştirilmesi ve standardize edilmesi üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. NFC teknolojisinde iki cihaz arasında iletişim yaklaşık olarak 4 cm'lik mesafeden tetiklenir. Bu 4 cm'lik mesafe NFC teknolojisini diğer teknolojilere göre daha güvenli yapmaktadır.

NFC destekli cihazlar ve etiketler arasında haberleşmelerin nasıl gerçekleşeceği çeşitli standartlarla belirlenmiştir. İletişim esnasında okuyucu etiket haberleşme sinyalini gönderir, iletişime geçilecek cihaz yeterli uzaklıkta ise etiket okuyucunun sinyali sayesinde şarj olur ve bir akım oluşturur. Oluşan bu akım sayesinde herhangi bir pil veya güç kaynağı olmaksızın iletişim gerçekleşir.

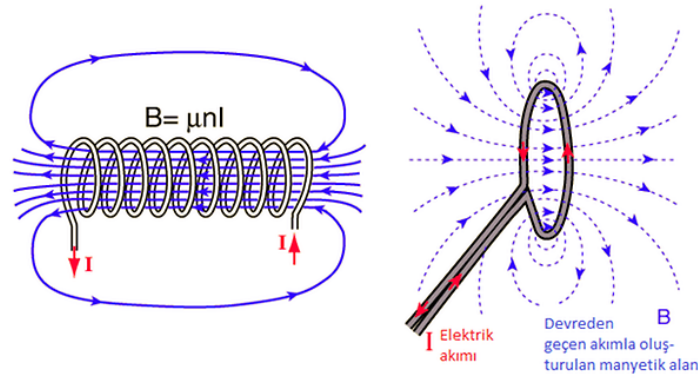
2.3.1.1. NFC'nin tarihçesi

NFC, RFID teknolojisi temel alınarak inşa edilmiş bir teknolojidir. Sony ve Philips ortaklığında 2002 yılında geliştirilmiştir ve ISO/IEC tarafından 2003 yılında standart olarak kabul edilmiştir [10]. 2004 yılında kurulan NFC Forum'a 2016 yılı itibari ile 170'den fazla üye kuruluş katılmış olup Apple, Broadcom, DNP, Google, Intel, MasterCard, Visa, Nokia, NXP, QUALCOMM, Samsung, Sony, STMicroelectronics gibi birçok teknoloji devi ana sponsor olarak destek vermektedir [9]. NFC Forum, etiket tipleri, NFC protokol ve standartlarını belirleme yanında NFC teknolojisinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için tamamen açık kaynaklı olarak faaliyet göstermektedir.

Temassız kart ve okuyucular hali hazırda ISO 14443 ile standardize edilmektedir. Mevcut NFC teknolojilerin de okuyucu ve kart arasındaki maksimum temas yüzeyi 10 cm olabilir. RFID, Bluetooth ve Wi-Fi vb. diğer kablosuz iletişim standartlarına göre daha güvenlidir ve frekans olarak da farklıdır. NFC teknolojisi de ISO 14443 standardı içerisindeki diğer teknolojiler gibi RFID olarak bilinen radyo sinyalleri üzerinden temassız iletişim kuran gruba dahil edilmektedir. 2004 yılında sadece tek yönlü iletişimde kullanılır iken 2006 yılında ki gelişmeler ile birlikte hem okunup hem de yazılabilen çift yönlü iletişim formuna kavuşmuştur.

2.3.1.2. NFC çalışma mantığı

Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, IrDA, RFID ve diğer kablosuz bağlantılarda olduğu gibi NFC teknolojisi de radyo dalgaları üzerinden veri gönderme yöntemiyle çalışmaktadır. Veri transferi elektromanyetik indükleme (manyetik alan yardımıyla kapalı devreden akım geçirme işlemi) ile gerçekleşmektedir. Manyetik alan altına giren kapalı devrelerde bir akım oluşmakta ve oluşan bu akımla radyo dalgaları yayılmaktadır.



Şekil 2.1. NFC çalışma prensibi [11].

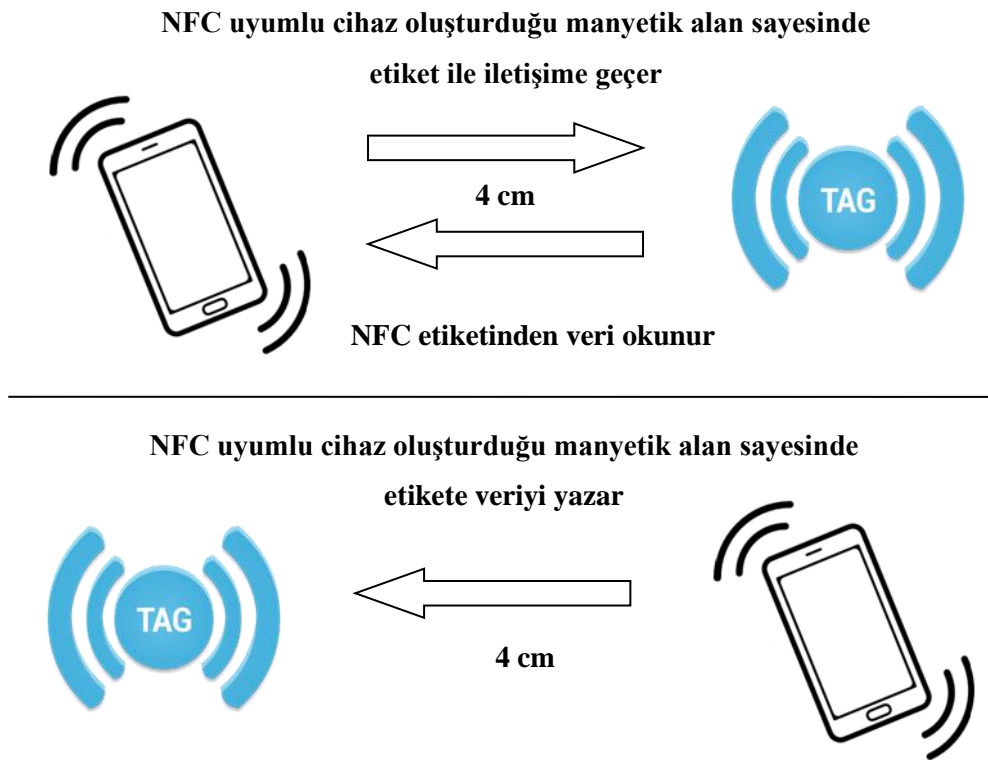
Kapalı devreden geçen akım bir manyetik alan oluşturur. Benzer şekilde eğer kapalı devre bir manyetik alana yaklaştırılır ise içerisinden akım geçer ve bu geçen akım vasıtasıyla pasif NFC cihazları güç kaynağına ihtiyaç duymadan çalışabilir. Bu durum, NFC teknolojisini Bluetooth ve Wi-Fi gibi diğer kablosuz teknolojilerden ayıran en önemli özelliklerden biridir ki bu sayede NFC, veri göndermenin yanında pasif cihazlarda elektrik akımını indükleyebilmektedir. Aktif cihaz pasif cihaza yaklaştırıldığında, veri göndermenin yanı sıra aktif cihazdan yayılan manyetik dalgalar pasif cihazda bir elektrik akımı oluşmasına sebep olur. Dolayısıyla pasif cihazın kendine ait bir elektrik kaynağı bulundurması gerekmez. Aktif cihaz vasıtasıyla pasif cihaza enerji aktarılabilir, bu nedenle pasif cihazlar da ekstra güç kaynağına ihtiyaç duymadan çalışabilir. NFC cihazların birbirine bağlanması hızlı ama veri transfer hızları düşüktür. İki NFC cihazın birbirine bağlanması 0.1 sn den daha kısadır. NFC standartları çeşitli veri hızlarını desteklese de, mevcut veri transfer hızları 106 kbps, 212 kbps ve 424 kbps' dir [9,11].

2.3.1.3. NFC cihazların çalışma modları

NFC, üç farklı çalışma modunda veri iletişimine izin vermektedir:

- Okuyucu/Yazıcı Modu (Reader/Writer Mode)
- Kart Benzetimi Modu (Card Emulation Mode)
- Birebir İletişim Modu (Peer to Peer-P2P Mode)

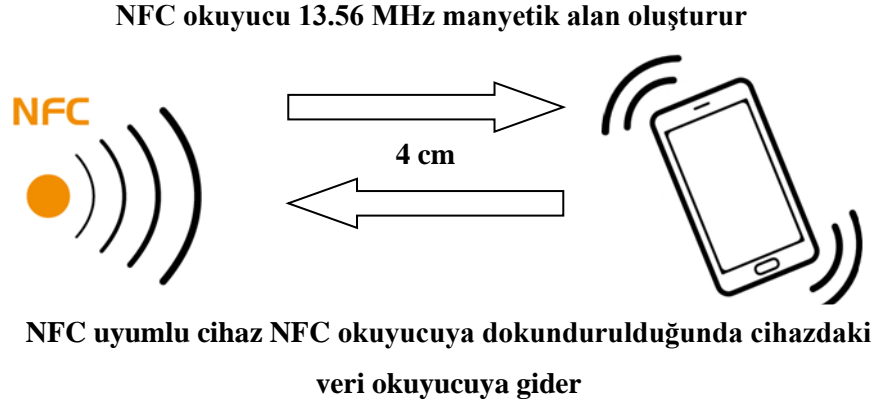
Okuyucu/Yazıcı Modu: Okuyucu/Yazıcı, RF (Radio Frequency) temelli ISO14443 standartında çalışan ve NFC-A, NFC-B ve NFC-C sinyalleşme tiplerini destekleyen çalışma modudur. İletişim, NFC uyumlu mobil cihaz ile NFC etiketin birbirine 4 cm'ye kadar yakınlaştırılması sonucu oluşan manyetik alan ile başlar. İki cihaz arasında oluşan manyetik alan vasıtası ile NFC özellikli kartta depolanmış olan veri okunabilir, değiştirilebilir ya da etikete yeni veriler yazılabilir. Temassız kredi kartları, akıllı posterler okuyucu/yazıcı modda çalışan NFC uygulamalarına birer örnek oluşturur.



Şekil 2.2. NFC Okuyucu/Yazıcı modu.

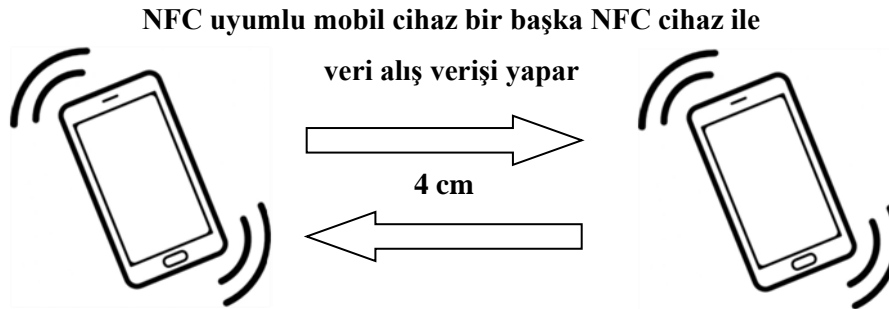
Kart Benzetimi Modu: Kart benzetimi (emisyonu) modunda NFC özellikli cihazlar ve kartlar standart temassız akıllı kart gibi davranabilmektedir. Bu özelliğe sahip cihazlar ve kartlar üzerlerinde birçok hayati bilgiyi barındırabilmektedir. Temassız NFC okuyucuya bu kart veya cihazlar yaklaştırıldığında aralarında oluşan manyetik alan sayesinde cihaz veya kart üzerindeki bilginin okuyucuya aktarımı gerçekleşir. Güvenli bir veri iletişimi sağlayan kart benzetimi moduna, temassız ödeme sistemleri, elektronik biletlendirme sistemleri örnek gösterilebilir. Örneğin Google

Wallet ve Microsoft Wallet, NFC uyumlu bir akıllı telefonun dokun-öde için kullanılmasına ve kart benzetimine güvenmesine olanak sağlayan uygulamalara birer örnektir.



Şekil 2.3. Kart emülasyon modu.

Birebir iletişim modu: ISO/IEC 18092 ile standardize edilmiş olan birebir iletişim modu NFC destekli mobil cihazlar arasında veri, dosya, mesaj vb. verilerin değişimine izin verir. NFC destekli iki cihaz birbirlerine yaklaştırıldıklarında veri transferi gerçekleşir. İki cihaz arasındaki kimlik ve veri paylaşımı gibi günümüzde sıklıkla kullanılan uygulamalar birebir iletişim modun da gerçekleşmektedir.



Şekil 2.4. Birebir iletişim modu.

2.3.1.4. NFC'nin yararları

NFC'nin yararlarını kişisel ve kurumsal yararları şeklinde iki başlık altında sınıflandırabiliriz;

Kişisel Yararları: Özellikle NFC uyumlu cep telefonlarının yaygınlaşması NFC teknolojisinin günlük yaşamda kişisel kullanımını artırmaktadır. Bireysel kullanıcılar bu teknolojiyi kullanarak kendi aralarında video, resim, veri ve belge paylaşımı yapabilir, altyapısı oluşturulmuş bilet ve fatura ödeme sistemlerinde kullanabilir. Örneğin web adresi bulunduran bir etikete dokunarak web adresini arkadaşınızla hızlı bir şekilde paylaşabilirsiniz. Akıllı bir poster üzerinde bulunan etikete dokunarak sahip olduğu harita bilgisini telefonunuzun ekranında kolayca görebilirsiniz. NFC'nin yukarıda sıralanan benzeri faydalarının listesi uzatılabilir.

Kurumsal Yararları: NFC iş yerlerine daha hızlı ve güvenli bir ödeme hizmeti sunar. Kredi kartı gibi fiziksel araçları müşterilerin taşımalarına gerek kalmadan, mobil cihazları sayesinde ödeme yaptırır. Aynı zamanda kurumlara ekstra kart çıkarma, müşterilere ise fazladan kart ve bilet taşıma maliyetini ortadan kaldırır. Kullanıcılara mobil cihazları sayesinde çeşitli hizmetleri kolayca alma imkânı sağlar.

Cep telefonu operatörleri, bankalar, kart üreticileri ve diğer servis sağlayıcı şirketlerin NFC'nin yaygınlaşmasına yönelik yapmış oldukları çalışmalar NFC'nin gelişimini ve gelecekte yaygın bir şekilde kullanılacağını göstermektedir [12].

2.3.1.5. NFC terminolojisi

NFC terminolojisinde kullanılan bazı terimler ise aşağıda açıklanmaktadır [11].

- a. NDEF (NFC Veri Değişim Formatı) : NDEF, basit ikili bir mesaj formatıdır. Örneğin bir web adresi alan adı (URL), akıllı posterler arasındaki veri alış verişi bu formatta olabilir.

- b. RTD (Kayıt Tipi Tanımlanması): Bir NDEF kaydında taşınan özel bir kayıt tipi ve kayıt adıdır.
- c. NDEF Mesajı: Bir NDEF mesajı birden fazla NDEF kaydı içermektedir. NDEF mesajı, NDEF kayıtlarından oluşan bir dizidir.
- d. NDEF Kaydı: Değişken uzunlukta bir veri yapısıdır. Kayıt tipi, uzunluğu ve ek tanımlayıcılar içerir. Bir NDEF kaydı, NDEF başlığı ve NDEF payload (veri yükü) dan oluşur. NDEF başlığı, veriyi okumak için gerekli bilgileri içerir.
- e. NDEF Payload: NDEF kaydı içerisinde taşınan uygulama verisidir. Bir NDEF kaydını oluşturan veri yükleri (payloads)'nin boyutu $2^{32} - 1$ byte ile sınırlıdır.

2.3.1.6. NFC etiket tipleri

Sinyalleşme teknolojilerine ek olarak NFC'nin kullandığı 4 etiket tipi ve aktif/pasif rollerinin oluşturduğu 2 kümesi mevcuttur. Etiket tipleri NFC etiket ve okuyucuları arasındaki uyum ve hızları açısından farklılık gösterir. Roller ise NFC haberleşmesi sırasında aktif ve pasif cihazların nasıl cevap verdiklerini tanımlar. NFC Etiket tiplerinin sınıflandırması Tablo 2.1.'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. NFC etiket tipleri ve özellikleri

Etiket Tipi	Standart	Veri Transfer Hızı	Kapasitesi
Tip 1	ISO/IEC 14443A	106 Kbps	96 byte – 2 Kbyte
Tip 2	ISO/IEC 14443A	106 Kbps	48 byte – 2 Kbyte
Tip 3	Felica	212 Kbps	1Kbyte – 1 Mbyte
Tip 4	ISO/IEC 14443	424 Kbps	4Kbyte – 32 Kbyte

Tip 1: Tip 1 etiketi ISO/IEC 14443A standardı temel alınarak üretilir. Tip 1 etiketi veri çarpışma koruması, okuma ya da yeniden yazma veya yalnızca okuma gibi özelliklere sahiptir. Tip 1 etiketlerinin bellek kapasitesi 96 byte dır ama bu kapasite 2 Kbyte'a kadar artırılabilir. Tip 1 etiketi yakın alan teknolojisinde en sık kullanılan ve en ucuz etiket türüdür.

Tip 2: Tip 2 etiketi ISO/IEC 14443A standardı temel alınarak üretilir. Tip 2 etiketi veri çarpışma koruması, okuma ya da yeniden yazma veya yalnızca okuma gibi özelliklere sahiptir. Tip 2 etiketlerinin bellek kapasitesi 48 byte dır ama bu kapasite 2 Kbyte'a kadar artırılabilir. İletişim hızı Tip 1 ile aynıdır.

Tip 3: Tip 3 etiketi FeliCa (Japonya Endüstri standardı-JIS X 6319-4) standardı temel alınarak üretilir. Tip 3 etiket tipi, gerek iletişim hızı gerekse de kapasite bakımından Tip 1 ve Tip 2'den yüksektir. Bellek kapasitesi değişkenlik arz etse de tipik olarak hizmet/servis başına 1Mbyte'dır. Tip 3 etiketleri iletişim esnasında veri kaybını engellemek için veri çarpışma koruma özelliğine sahiptir. Büyük miktarlarda veri saklama gereksinimlerini karşılayacak şekilde üretilmişlerdir bu da beraberinde maliyeti artırmıştır.

Tip 4: Tip 4 etiketi ISO/IEC 14443A standardı temel alınarak üretilir. NFC etiket tiplerinde Tip 4 NFC-A veya NFC-B iletişimleri için kullanılan, iletişim esnasında veri kaybını önlemek için veri çarpışma koruma özelliğine sahip etiket tiplerindedir. Diğer tiplerden ayıran en belirgin özelliklerinden biri tekrar üretim esnasında tekrar değiştirilmemek üzere üretilmeleridir. Tip 4 etiket tipi yalnızca okunabilir olarak üretilirler. Tip 4 etiketlerinin bellek kapasitesi değişkenlik arz etse de tipik olarak hizmet/servis başına 32 Kbyte'dır [9,11].

Bu dört etiket tipinin haricinde NFC Forum tarafından ISO/IEC 15693 standartında Tip 5'de geliştirilmiştir. Tip 5, Picopass 2K/32K ve Picotag 2K kartlarına özel NDEF mesajlarını depolama da kullanılmaktadır.

2.3.1.7. NFC tabanlı haberleşme

NFC teknolojisinde aktif ve pasif olmak üzere iki iletişim modu vardır. Aktif modda çalışan cihazlar bilgiyi alıp gönderir iken pasif modda çalışan cihazlar bilgiyi sadece gönderirler. Aktif modda çalışan cihazlar güç kaynağına sahiptir ve ürettikleri sinyal üzerinden birbiriyle iletişim kurabilirler. Pasif modda başlatıcı cihaz RF sinyalleri üretir ve hedef cihaz bu elektromanyetik alan tarafından oluşturulan gücü alır. Hedef

cihaz, mevcut elektromanyetik alan ile başlatıcı cihaza yanıt verir. Aktif cihazlara örnek NFC okuyucular, cep telefonları, tabletler verilir iken pasif cihazlara örnek etiketler ve posterler gösterilebilir.

İki aktif cihaz haberleşmesi: NFC destekli iki cihaz manyetik kuplaj'a sahip bobinler vasıtası ile yüksek frekanslı manyetik alan meydana getirir. Manyetik alanın oluşması ile bilgi iki nokta arasında transfer olur. Alıcı taraf emri aldıktan sonra, bu emrin geçerli bir emir olup olmadığını denetler, eğer geçerli bir emir almış ise, istenilen bilgiyi cevaplar. Ödeme sistemi benzeri hassas, güvenli veri transferi gerektiren yerlerde iletişim güvenli kanallardan yapılır. İletişim esnasında ise veriler şifrelenir.

NFC etiketleri (tag) yarım çift yönlü iletişim kurmaktadır. Yarım çift yönlü NFC teknolojisinde cihazlardan biri sadece ya okuyucu ya da yazıcı moddadır. Tam çift yönlü iletişimde ise cihaz hem okuyucu hem de yazıcı olarak görev yapabilmektedir. Bir okuyucu sinyali hem alıp hem de gönderebileceği gibi, etiketler yalnızca sinyalleri ya alırlar ya da gönderirler [11]. Yukarıda anlatılan iletişim kuralları NFC Forum'da ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.3.1.8. NFC sinyalleşme teknolojileri

NFC cihazlarının birbirleriyle haberleşmesinde (okuyucu ve etiket haberleştiği anda) ilk olarak kullanılan protokol belirlenir ve NFC-A, NFC-B ve NFC-F olmak üzere üç sinyalleşme teknolojisi kullanılır.

NFC-A: NFC-A ISO/IEC 14443A sinyal tipini temel alır. A tipi iletişimde, gecikme kodlaması olarak da bilinen, Miller kodlaması %100 genlik modülasyonu ile kullanılır. Kurulum aşamasında %0-%100 arasında genliği değişen bir sinyal gönderilir. A tipi iletişimde veri iletişim hızı 106 kbps'dir.

NFC-B: RFID-B tipi iletişime karşılık gelen NFC-B iletişim teknolojisi A tipi iletişim teknolojisine benzemektedir. Miller kodlaması yerine Manchester kodlaması

kullanılır. Genlik modülasyonu %10' dur [11]. Kurulum aşamasında %90 (düşük)-%100(yüksek) arasında genliği değişen bir sinyal gönderilir. Düşük sinyalden yüksek sinyale geçişler lojik '0', yüksekten düşük sinyale geçişler lojik '1' ile gösterilir.

NFC-F: 'Felica' standartına atıfla ismini alan NFC-F teknolojisi, RFID benzeri temassız iletişim teknolojilerine nazaran daha hızlıdır. Ödeme ve biletlendirme benzeri sistemlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

2.3.2. NFC ve diğer kablosuz iletişim teknolojileri

NFC teknolojisi, RFID, Bluetooth, Zigbee gibi diğer kablosuz iletişim teknolojileri ile karşılaştırıldığında başlangıç kurulum zamanı hızı, güvenlik ve kişileştirilme gibi parametreleri öne çıkmaktadır. NFC ve diğer kablosuz iletişim teknolojilerin karşılaştırması Tablo 2.2.'de gösterilmiştir.

NFC-RFID Karşılaştırması: NFC teknolojisi, RFID teknolojisini temel alınarak üretilmiştir. Bu anlamda NFC teknolojisi RFID teknolojisinin bir alt kümesidir diyebiliriz. Her iki teknoloji de 13,56 MHz frekansında çalışmaktadır. RFID etiketleri NFC teknolojisinin aksine kendi güç kaynaklarını içerirler ve bu sayede 100m kadar bir mesafe de okuma ve yayın yapma yeteneğine sahiptirler. NFC teknolojisi ise RFID teknolojisinin aksine maksimum 10cm mesafeden tetiklenip harekete geçirilebilmektedir. NFC formatının standart ve protokolleri, RFID'de de kullanılan ISO / IEC 14443, FeliCa ve ISO / IEC 18092 gibi standartlara dayanmaktadır.

NFC teknolojisini destekleyen telefon sayısının artması, NFC'nin kolay kullanımı ve tekrar tekrar yazılıp silinebilmesi gibi avantajlarından dolayı popülaritesi her geçen gün daha da artmaktadır. 4 cm'lik mesafeden aktif olması NFC'yi daha güvenli ve tercih edilir kılmaktadır. NFC ve RFID teknolojilerinin kısa bir karşılaştırmasını yapacak olursak;

Esneklik: NFC okuyucu yazıcı devrelere göre daha geniş alanda sinyal alış verişine izin veren RFID etiketleri, güvenliğin ön planda olmadığı uzak alanlarda daha fazla tercih edilmektedir.

Kullanım kolaylığı: Yeni çıkan mobil cihazların NFC teknolojisini desteklemesi ve farklı teknolojilerle bütünleşik gelmesi NFC teknolojisinin yaygınlığını artırmaktadır. Kullanıcılar NFC etiketini okumak için ayrı bir program açmak zorunda değildir ve istediği transferi hızlı bir şekilde gerçekleştirebilirler.

NFC-Bluetooth Karşılaştırması: İki teknolojinin de ortak özelliği kablosuz iletişim teknolojisine sahip olmaları ve yakın alan iletişimi sağlamalarıdır. Bluetooth, NFC'ye göre daha geniş aralıkta iletişim sunmaktadır.

Bluetooth 1994 yılında Ericson firması tarafından kablosuz olarak cihazları bir birine bağlaması amacı ile üretilmiştir. 10 ila 100 metre arasında kapsama alanına sahip Bluetooth sinyalleri vasıtası ile resim, video, doküman benzeri birçok veri rahatlıkla taşınabilmektedir. 2.4 Ghz frekansında bandında çalışan Bluetooth ile saniye de 24 Mbps boyutunda veri taşınabilir. Ayrıca Bluetooth sensörleri ile oluşturulan mobil hasta takip sistemleri kablosuz erişime uygun bir yapı sunar ve günümüzde birçok hasta takip sisteminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Enerji tasarrufu: NFC teknolojisinin standart Bluetooth teknolojisine göre bir artışı düşük güç tüketmesidir. Sadece NFC etiketin güç kaynağı olmamasından dolayı, okuma sırasında daha fazla güç gerektirebilir.

Veri bütünlüğü: NFC kalabalık bir ortamda Bluetooth'a göre daha tutarlı çalışır. Kalabalık ortamlarda NFC'nin esnek bir şekilde kullanılması kanıtlanmıştır. Bluetooth ise kalabalık ortamlarda sinyallerin çakışmasına sebep olur ve iletişimlerde kopmalar meydana gelebilir.

Kullanım kolaylığı: NFC teknolojisinin bir diğer avantajı kullanım kolaylığından gelmektedir. Bluetooth ile iletişimde kullanıcılara el ile kurulum ve diğer akıllı

telefonlar ile eşleme gerekliliği getirir. Oysaki NFC iki akıllı telefonu anında iletişime geçirir ve hızlı sinyalleşme sağlar. Bluetooth geliştiricileri Bluetooth'a düşük güç tüketimi konusunda çalışmaları mevcuttur. NFC ve Bluetooth teknolojilerinin çalışmaları da bir arada yapılmaya devam etmektedir. Kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda bu iki teknoloji bir arada da kullanılmaya çalışılacaktır.

NFC- Zigbee Karşılaştırması: Zigbee teknolojisi de Bluetooth teknolojisinde olduğu gibi güvenli, ekonomik, kolay temin edilebilme ve kolay implemente edilebilme gibi özellikleri sayesinde hasta takip sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. ZigBee, daha çok ağ uygulamalarında 100 metre mesafeye kadar kontrol ve izleme yeteneği sunan bir standarttır. Zigbee radyo frekansı uzun pil ömrü, güvenli ağ ve düşük veri hızı gerektiren uygulamalara yönelik olarak geliştirilmiştir. ZigBee, 2.4GHz bandında, 20 – 900 kbps arasında değişen iletişim hızına sahip bir teknolojidir.

Tablo 2.2. NFC ve diğer kablosuz teknolojiler arasındaki farklar [33].

Özellik	NFC	RFID	Bluetooth	Zigbee
İletişim hızı	0.02-0.4 Mbps	1.6-3.8 Mbps	0.8-2.1 Mbps	0.02-0.2 Mbps
İletişim mesafesi	4–10 cm	4 cm – 100 m	10–100 m	10–100 m
Maliyet	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Güç tüketimi	Düşük	Orta	Yüksek	Orta
Spectrum	13.56 MHz	5.8 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Güvenlik	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük
Ağ topolojisi	Bire bir	Bire bir	Piconest, scattemets	Yıldız, ağaç, karmaşık
Ağ başına cihaz	2	2	8	2-65.000
Kullanılabilirlik	Kolay, insan odaklı	Kolay	Orta, veri merkezli	Kolay, veri odaklı
Kişiselleştirme	Kolay	Kolay	Orta	Düşük
Esneklik	Kolay	Kolay	Yüksek	Yüksek
Kurulum zamanı	0.1s daha az	Tahmini 0.6s	Tahmini 6s	Tahmini 0.5s

2.3.3. Arduino mikrodenetleyici platformu

Arduino mikrodenetleyici bordu, 2005 yılında hem donanım hemde yazılım olarak açık kaynaklı olarak İtalya'da Interaction Design Enstitüsün'de meydana getirilmiştir. Massimo Banzi ve David Cuartielles devrelerine Ivrea şehrinden esinlenerek Arduino ismini vermişlerdir. Wikipedia kaynağına göre Arduino'ya ilham veren Wiring platformu [13], Ivrea Tasarım Enstitüsü'nde Hernando Barragan tarafından geliştirilmiş ve Ivrea'lı Arduin ise bu enstitünün bulunduğu kasabaya ait tarihi bir karakterdir. Arduino, açık kaynak kodlu yazılım ve donanıma sahip bir mikrodenetleyici platformudur. Açık kelimesi ile gerçek anlamda açık tasarım ifade edilmektedir. Arduino, baskılı devresi, şematik tasarımı, bilgisayar üzerinde çalışan derleyicisi, kütüphaneleri ve tüm detayları ile internet ortamında paylaşılmaktadır.

Arduino mikrodenetleyici platformu üzerinde Atmel serisi mikrodenetleyi, analog ve sayısal özellikte giriş-çıkış (I-O) pinleri, USB girişi, besleme ve reset devresi gibi birimler bulunmaktadır. Arduino mikrodenetleyici bordu üzerine lehim yapmadan shield adı verilen özel devre eklentilerini yerleştirerek çok farklı uygulamalar kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Her amaca özel çok çeşitli Arduino kartı ve shield'ı bulmak mümkündür (Şekil 2.5.).

NFC uyumlu birçok Arduino, Adafruit ve Seeed Studio firmalarının PN532 NFC/RFID denetleyici modülünü kullanır. PN532 NFC denetleyicisi, UART, SPI ve I2C seri iletişimi destekler. Adafruit's shield SPI ve I2C iletişimi desteklerken, Seeed Studio's shield ise sadece SPI iletişimi destekler [14].

2.3.3.1. Tasarım üstünlükleri

Arduino mikro denetleyicileri bazı özellikleri ile diğer mikro denetleyicilerden bir takım üstünlüklere sahiptirler. Arduino mikrodenetleyici devreleri Windows, MAC, Linux işletim sistemine sahip her hangi bir bilgisayara usb arabirimi sayesinde kolaylıkla bağlanabilir ve hızlı bir şekilde programlanabilir ve aynı şekilde test edilebilir. Arduino mikrodenetleyici devrelerini diğer teknolojilerden ayıran en

büyük özelliklerinden birisi de açık kaynaklı olmasıdır. Arduino mikro denetleyicisinin baskı devre şeması, şematik tasarımı, derleyici kodları ve ilgili kütüphanelerinin tamamı ve program örnekleri internet ortamında paylaşılmaktadır. Donanımsal ve yazılımsal olarak açık kaynaklı olması, maliyeti, kod örneklerinin fazlalığı gibi avantajlarından dolayı geniş kitleler tarafından tercih edilmekte ve yaygınlaşmaktadır.

Ayrıca Arduino uyumlu shield ve sensor/algılayıcı çeşitliliği sayesinde pekçok ileri teknoloji (wifi, gsm, gps, vb.) uygulama çok kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunun için kullanılacak teknoloji ile ilgili “Shield” adı verilen devre kartı lehim gerekmeden Arduino kartına takılır ve kullanılmaya başlanır [15]. Böylece donanımsal zorluklara takılmadan daha hızlı bir şekilde uygulamanızı gerçekleştirebilirsiniz. Bu durum aynı zamanda Arduino kullanıcı profilini de artırmıştır.

Arduino yazılım ortamı (Arduino SDK), Windows, Linux ve Mac işletim sistemlerinde çalışabilen, ücretsiz, C/C++ ve Java gramer yapısını kullanan bir platformdur. Her Arduino uygulaması; gerekli donanımsal ayarların yapıldığı setup() ve ana programın çalıştırıldığı loop() olmak üzere iki temel fonksiyona sahiptir. Programcı, test ve izleme (debug) amaçlı uygulama sonuçlarını elektronik düzenek haricinde “Serial Monitor” isimli bir arayüzden de izleyebilir. Bu arayüz vasıtası ile Arduino mikrodenetleyicisine basit metinsel veriler göndermek ve dışarıdan gelen verileri almak da mümkündür.

2.3.3.2. Arduino modelleri

Arduino, kullanıcılarına amaçlarına göre pek çok farklı ürün sunar. Bu ürünlerin bir listesi Şekil 2.5.’de verilmiştir. Bu araştırma tezine konu olan projede Uno modeli tercih edilmiştir.

BAŞLANGIÇ SEVİYESİ	ARDUINO UNO	ARDUINO 101	ARDUINO PRO	ARDUINO PRO MINI	ARDUINO MICRO
	ARDUINO NANO	ARDUINO STARTER KIT	ARDUINO BASIC KIT	ARDUINO MOTOR SHIELD	
GELİŞMİŞ ÖZELLİKLER	ARDUINO MEGA	ARDUINO ZERO	ARDUINO DUE	ARDUINO PROTO SHIELD	
İNTERNET DESTEĞİ	ARDUINO YÜN	ARDUINO MKR1000	ARDUINO ETHERNET SHIELD	ARDUINO GSM SHIELD	
	ARDUINO WIFI SHIELD 101				
GİYİLEBİLİR	ARDUINO GEMMA	LILYPAD ARDUINO USB	LILYPAD ARDUINO MAIN BOARD		
	LILYPAD ARDUINO SIMPLE	LILYPAD ARDUINO SIMPLE SNAP			
3D BASKI	MATERIA 101				

Şekil 2.5. Arduino ürünleri ve sınıflandırması [16].

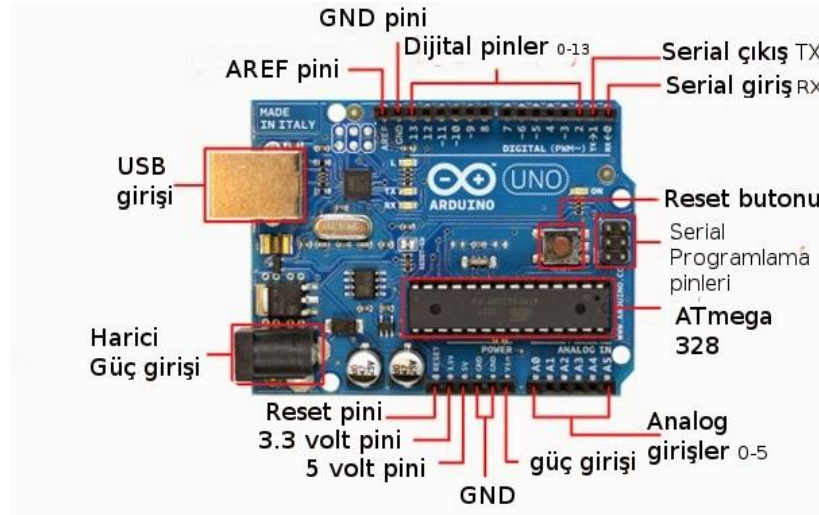
2.3.3.3. Arduino Uno

Atmega328 mikrodnetleyici ailesini temel alan bir mikrodnetleyici kartıdır. Toplamda 14 tane dijital giriş çıkış portuna sahiptir ve bunların 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılmaktadır. Arduio Uno; ATmega328 mikrodnetleyicisine, 14 adet dijital giriş/çıkış pinine, 6 adet analog girişe, 16 MHz kristal'e, 32KB program hafızasına, 1KB EEPROM hafızasına, 2KB SRAM'e, 1 adet USB girişine, birer adet besleme ve reset devresine sahiptir [17,14].

Tablo 2.3. Arduino Uno özellikleri [16].

Mikrodnetleyici	Atmega328
Çalışma gerilimi	5 V
Giriş Gerilimi (Önerilen)	7 – 12 V
Dijital Giriş/Çıkış Pin Sayısı	14 (6 tanesi PWM çıkış sağlar)
Analog Giriş Pin Sayısı	6
Pin başına DC çalışma akımı	40 mA
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Saat Hızı	16 MHz

Arduino Uno mikrodenetleyicisi, diğer mikrodenetleyicilerle veya çevresel arabirimlerle haberleşmek için UART, SPI gibi seri haberleşme protokollerini kullanır. Atmega328 UART TTL (5V) seri iletişim için RX ve TX (0 ve 1 nolu bacaklar) ile sağlar. Haberleşmenin gerçekleştiği Arduino bord üzerinde bulunan RX, TX ledlerinin yanıp-sönmesinden anlayabilirsiniz.



Şekil 2.6. Arduino Uno bağlantıları [19].

Güç (Power) girişi; Arduino Uno, hem USB aracılığıyla hem de dâhili güç girişi bağlantısıyla enerjilendirilebilir. Harici enerji girişinden hem AC'den DC'ye dönüşüm yapan adaptörler ile hem de batarya ile karta enerji verilebilir. Arduino kartına 6V-12V aralığı dışında harici bir gerilim uygulandığında kart zarar görebilir. Güç pinleri şunlardır:

5V pini: 5V pini ile kart beslenebilir. Kart harici bir adaptör ile Vin pininden ya da USB den beslendiğinde bu pinden 5V çıkış alınabilmektedir [16].

Reset pini: Mikrodenetleyiciyi reset eder. Bu pini 0V (GND)'a çektiğinizde mikrodenetleyici içerisindeki kod baştan başlayacaktır. Flash ve EEPROM belleklerde olan değerler kaybolmayacak ve değişmeyecektir fakat RAM değerleriniz sıfırlanacaktır.

3.3V pini: Kart üzerinde bulunan regülatör sayesinde kartı herhangi bir güç girişinden beslediğinizde bu pinden 3.3V ve 50mA çıkış alabilirsiniz. Bu pin sadece çıkış içindir ve bu pinden 3.3V vererek kartı besleyemezsiniz.

GND(Şase) pini: 0 V referans voltajı yani bildiğimiz ground(toprak) pinidir.

Hafıza: Arduino Uno üzerinde bulunan Atmega328 mikrodenetleyicisi 32 KB lık hafızaya sahiptir. Aynı zamanda bu mikrodenetleyici 2 KB SRAM ve EEPROM kütüphanesinden hem yazılabilen hem de okunabilen 1 KB EEPROM'a sahiptir.

Giriş ve Çıkış (I-O) pinleri: Arduino Uno üzerindeki 14 dijital pinden her biri hem giriş hem de çıkış olarak kullanılabilir. Her biri 5V ile çalışır ve 40 mA akım çekerler. Giriş - çıkış pinleri haricindeki diğer pinlerin işlevleri:

Seri haberleşme (RX/TX) pinleri; TTL seri veri haberleşmesi için kullanılır. 0.pin RX (alıcı), 1. Pin TX(iletici) olarak verileri alır ve iletir.

PWM (3, 5, 6, 9, 10, 11) pinleri: 8 bit PWM (Darbe genişlik modülasyonu) çıkış sağlayan pinlerdir. PWM özelliği daha çok sayısal analog dönüşüm işlemlerinde kullanılır. Motor hız kontrolü, bir ledin yanma şiddetini ayarlamak gibi işlemler buna örnek gösterilebilir [12].

SPI (10, 11, 12, 13) pinleri: SPI kütüphanesini kullanarak SPI haberleşmesini sağlayan pinlerdir.

Analog (A0 – A5) pinler: Arduino Uno, A0'dan A5'e kadar 6 adet analog girişe sahiptir ve onların her biri 10 bitlik çözünürlüğe sahiptir. Yani 1024 farklı değer elde edilebilir.

2.3.4. Android mobil işletim sistemi

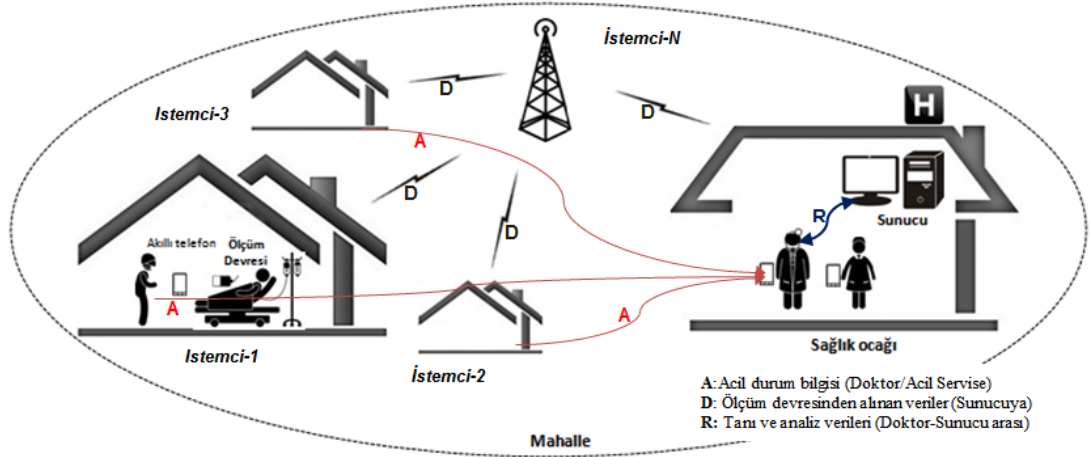
Android mobil işletim sistemi, Google ve Open Handset Alliance tarafından, mobil cihazlar için geliştirilmekte olan, Linux tabanlı özgür ve ücretsiz bir işletim sistemidir. Sistem açık kaynak kodlu olsa da, kodlarının ufak ama çok önemli bir kısmı Google tarafından kapalı tutulmaktadır. Google bu kısmın başkası tarafından geliştirilmesini istememektedir. Android uzantılı uygulamalar “.apk” uzantısına sahiptir.

Android'in temel özellikleri [20];

- Android'in son sürümleri, çoklu-görev (multitasking), çoklu-dokunuş (multitouch) ve Adobe Flash desteğiyle beraber gelmektedir. Google Play Store ile uygulamalar yüklenebilmektedir.
- Sistem, VGA, 2D grafik arşivler, OpenGL ES 3.0 tabanlı 3D grafik arşivlerine ve geleneksel telefon çıkışlarına son derece kolay uyum sağlar.
- Bilgi depolama amaçlı SQLite kullanılmaktadır.
- Android, GSM, Bluetooth, EDGE, 3G,LTE(4G) NFC ve Wi-Fi bağlantısını destekler.
- Hem SMS hem de MMS desteği vardır.
- Android'in web tarayıcısı açık kaynak kodlu WebKit application framework üzerine kuruludur.
- Android, MPEG-4, MP4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPEG, PNG, GIF gibi ses/video/resim formatlarını desteklemektedir.
- Android, titreme önlemeli fotoğraf/video kameralarda, dokunmatik ekranda, GPS, pusulalar ve ivme ölçerlerde son derece yeteneklidir.
- Android 6.0 sürümü (Marshmallow) ile bütün cihazlarda parmak izini desteği verilmektedir.

BÖLÜM 3. GELİŞTİRİLEN MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ VE BİLEŞENLERİ

Bu tez çalışması kapsamında önerilen ve tasarımı gerçekleştirilen mobil hasta takip ekosistemi Şekil 3.1.'de sunulmuştur. Şekil 3.1.'de görüleceği üzere donanımsal ve yazılımsal bileşenlerden oluşan ekosistem içerisinde ölçüm devresi aracılığı ile hastadan alınan değerler, NFC uyumlu mobil cihaz ile doktor ve sunucu sisteme aktarılmaktadır. Şekil 3.1.'de sunulan herbir istemci, mobil hasta takip sistemi ölçüm devresinin bulunduğu (ev, ofis, alış-veriş merkezi gibi) hasta birimlerini göstermektedir. Geliştirilen sistemde istemciler, takip gerektiren hastalıklarına (nabız, şeker, yüksek ateş gibi) bağlı olarak ilgili sensörden aldıkları verileri, hasta veya yakınının NFC uyumlu mobil cihazı ile merkezi sunucuya gönderilmekte, merkezi sunucuda tutulan bu veriler aynı anda hekim tarafından incelenebilmektedir.



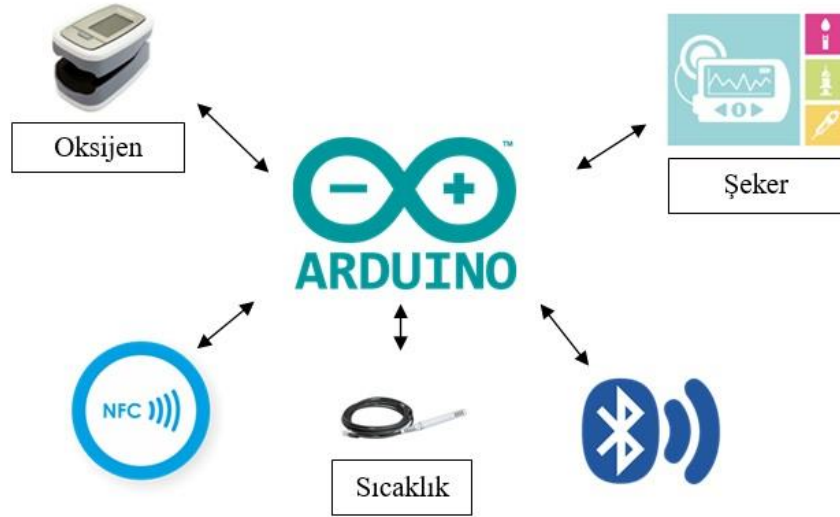
Şekil 3.1. Geliştirilen mobil hasta takip ekosistemi [8].

Geliştirilen ekosistemde hasta ölçüm cihazından alınan değerler üç veri grubunda sınıflandırılmıştır. D tipi veri; normal aralıktaki ölçüm değerlerini göstermektedir. Normal aralıktaki veri, tehlike arz etmeyen rutin değerler olup doğrudan sunucuya yazılmaktadır. Gerek doktor gerekse hasta bu verilere her zaman bakabilir. A tipi

veri ise ölçüm değerinin hasta için kritik bir veri olduğunu acil müdahale gerektirebilecek bir durum olduğunu göstermektedir ki A tipi veriler ölçüm anında doğrudan doktor veya yetkili sağlık elemanı ile paylaşılmaktadır. R tipi veri ise doktor tarafından konulan tanı ve teşhis bilgisini içermektedir.

3.1. Sistemin Donanımsal Bileşenleri

Mobil hasta takip ekosisteminde yer alan ölçüm devresinin bileşenleri Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Buna göre ölçüm devresinin donanımsal bileşenleri; hasta kimliğini elde etmede kullanılan NFC uyumlu cihaz, şeker, oksijen, vucüt sıcaklığı gibi değerleri alan e-Health sensör platformu, bu değerleri işleyen Arduino mikrodenetleyici platformu ve işlenen verileri sunucuya ileten kablosuz haberleşme ortamından oluşmaktadır.



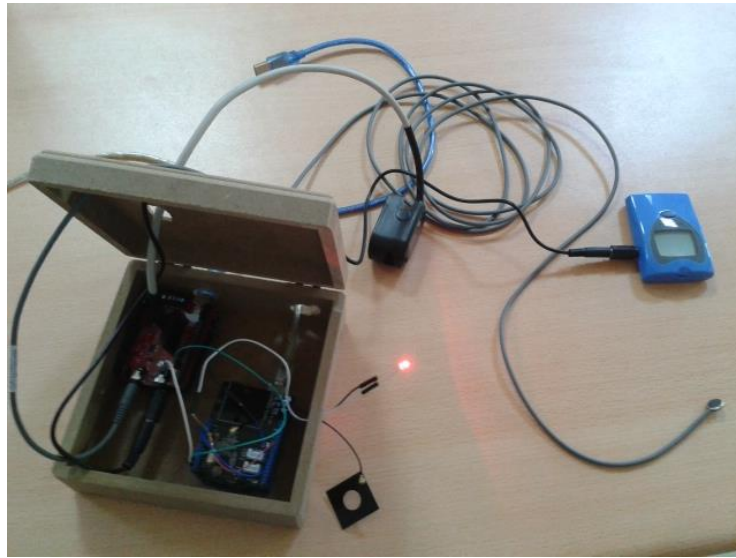
Şekil 3.2. Mobil hasta takip ekosistemi.

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen mobil hasta takip sistemi, hastanın ölçüm devresinden aldığı değerleri okuyarak uzak sunucuya kablosuz iletişim ortamı ile göndermektedir.

Sistemi kullanan kişi veya hasta, uygulamanın kurulu olduğu mobil cihazını ölçüm devresindeki NFC antenine dokundurarak istediği klinik değeri görebilecektir. Daha sonra eğer isterse verileri merkezi sunucuya gönderebilecektir. Geliştirilen sistemde

2 adet Arduino geliştirme kartı kullanılmıştır. Bunun sebebi ise e-health sensor platformu ve NFC shield'ın bir arada istikrarlı çalışmamasıdır.

NFC uyumlu birçok Arduino, Adafruit ve Seeed Studio firmalarının PN532 NFC/RFID denetleyici modülünü kullanır. PN532 NFC denetleyicisi, UART, SPI ve I2C seri iletişimi destekler. Adafruit firmasının NFC modülü, SPI ve I2C iletişimi desteklerken, Seeed Studio firmasının NFC modülü ise sadece SPI iletişimi destekler[14].



Şekil 3.3. NFC tabanlı hasta takip sisteminin uygulama devresi.

Şekil 3.3.'de görülen ve bu tez kapsamında geliştirilen tümleşik sistemde kullanılan elemanlar şunlardır:

- a. Arduino Uno
- b. Arduino NFC Shield
- c. e-Health sensör platformu
- d. Kandaki oksijeni, şekeri ve vücut sıcaklığını ölçen sensörler

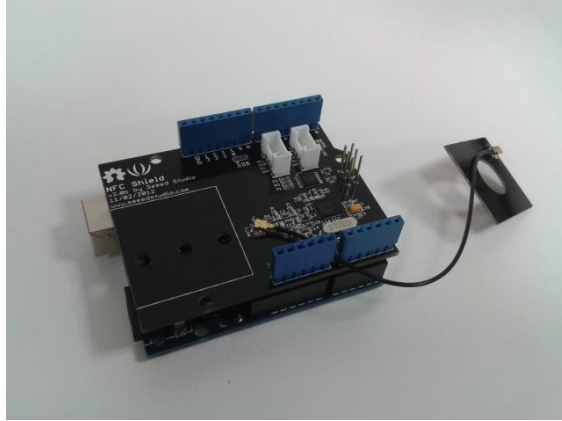
3.1.1. Arduino Uno

Arduino mikrodenetleyicisi geliştirilen sistemin donanımsal yapısının ana omurgasını oluşturmaktadır. Sensörler tarafından hastalardan elde edilen klinik veriler kablo vasıtası ile bağlı oldukları Arduino mikrodenetleyicisine aktarılmakta ve bu devre vasıtası ile işlenmektedir. Verilerin elde edilmesi ve Arduino mikrodenetleyicisine aktarılmasından sonra NFC ve/veya Bluetooth alıcı verici devreleri yine Arduino tarafından tetiklenmekte ve veri akışı aktif hale getirilmektedir. Tasarlanan sistem içerisinde Arduino mikrodenetleyicisinin uno versiyonu kullanılmıştır. Bölüm 2’de Arduino Uno’nun teknik özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

3.1.2. Arduino NFC shield

Günümüzde nesnelerin İnterneti (IoT) kapsamında tüm nesnelerin (bilgisayarlar, mobil cihazlar ve diğer nesnelerin) birbirleri ile iletişimi önem kazanmıştır. Bir ağ içerisindeki cihazların birbiri ile haberleşmeleri oldukça yaygındır. Arduino mikro denetleyicisi üzerine eklenen her devre (shield) bir ağ ortamına rahatlıkla bağlanabilir.

Arduino NFC shield V2.0, NFC uyumlu mobil cihazlar arasında veri iletişimine ve pasif kart içerisindeki bilgilerin entegre bir sistem tarafından okunmasına izin verir. NFC shield V2.0, geçiş kontrol sistemleri, mobil ödeme sistemleri, kimlik taraması, anahtarsız kapı kontrolü gibi gündelik hayatın içinde sıklıkla karşılaşılabileceğimiz uygulamalar için kullanılacak bir üründür. NFC Shield V2.0 kartı üzerinde entegre PN532 alıcı-verici modülü ile 13.56 MHz frekansta okuma ve yazma işlemleri gerçekleştirilebilir. Ayrıca iki NFC Shield yardımıyla noktadan noktaya veri transferi mümkündür. NFC Shield V2.0’ ın Arduino ile entegre sistemlerde çalışabilmesi için hazır kütüphanesi vardır ve bu kütüphane aracılığı ile kolayca uygulama gerçekleştirilebilir.



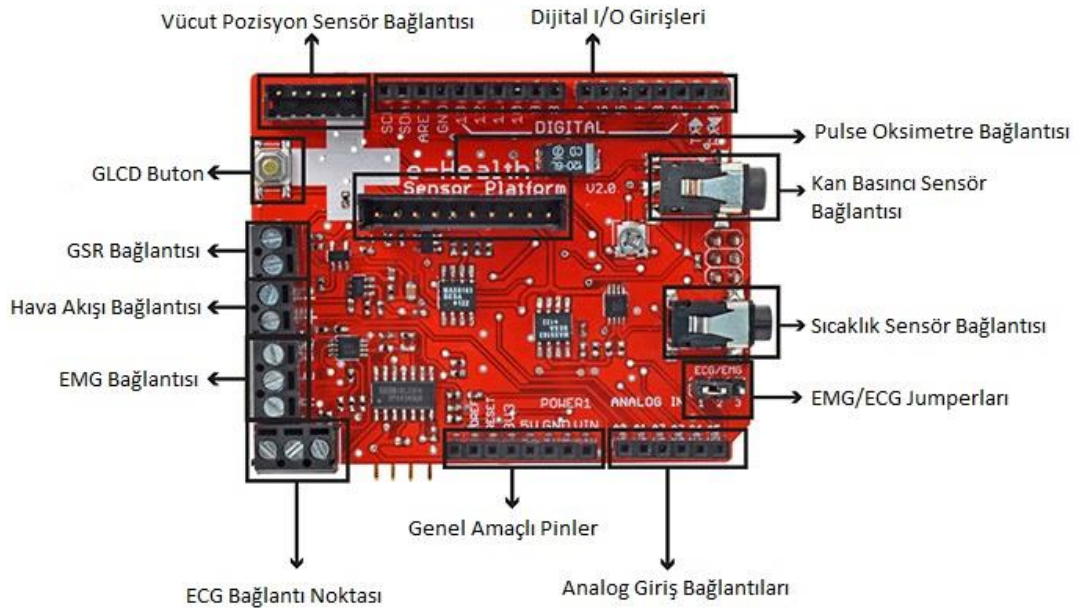
Şekil 3.4. Arduino ve NFC shield birlikte görünümü.

Arduino NFC Shield'in özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Çalışma gerilimi: 5V (Bu gerilim Arduino karttan sağlanır)
2. 13.56 MHz frekansında kablosuz haberleşme imkânı
3. P2P haberleşme olanağı
4. ISO14443 Type A ve Type B protokol desteği
5. Arduino ile iletişim SPI portları ile sağlanır
6. Maksimum kapsama alanı 5cm'dir

3.1.3. E-Health sensor platform v2.0

e-Health sensör platformu Cooking-hacks firması tarafından Ağustos 2013'de üretilmeye başlanmıştır. Bu platform 8 farklı sensör (kandaki oksijen, hava akışı, vücut sıcaklığı, şeker, galvanic deri tepkisi, tansiyon, kullanıcı vücut pozisyonu ve kas elektro diyagramı) ile kullanıcıdan çeşitli biyometrik sinyalleri almaktadır. Alınan sinyaller, kullanıcıların anlık durumlarını gerçek zamanlı olarak izlemede veya daha sonrasında medikal teşhis amaçlı kullanılabilir.



Şekil 3.5. e-Health sensor platform v2.0.

e-Health sensör platformu C++ dili ile yazılmış, açık kod kaynaklı, sensörler ile kolaylıkla haberleşebilen, veri gönderip alabilen kütüphane sunmaktadır. Platform shield'ı kolaylıkla yönetmek için fonksiyonel metodlar sağlamaktadır. Platform, kullanıcılara “eHealth” ve “PinChangeInt” isimli iki adet kütüphane sunmaktadır. PinChangeInt kandaki oksijen oranını ölçen sensör kullanılacağında gereklidir. Diğer sensörler için ihtiyaç değildir.

3.1.3.1. Kandaki oksijen oranı (Pulse and oxygen in blood)

Bu sensör hemoglobin ve deoksihemoglobin belirlemeyi temel alarak kandaki çözülmüş oksijen miktarını gösterir. Bir pulse oksimetresi kandaki oksijen miktarını ölçmede vücudun bir bölgesine (genellikle bir parmağa bununla birlikte kalın yapay tırnakların ya da derin koyu renkte tırnak ojesinin olması durumunda ayak parmağına veya kulak memesine) gönderilen ışık dalgasını kullanır. Işık dalgası kanın oksijenli olup olmadığını saptamak için onun rengini kullanır. Kırmızı kan hücrelerinin yeteri kadar oksijenli olup olmamasına bağlı olarak kan rengimiz değişir. İki dalga boyundaki (650nm ve 805nm) prob(uç)'dan bir ışık kaynağı çıkar. Işık, hemoglobin tarafından doymuş ya da doymamış olmasına bağlı olarak farklı miktarlarda kısmen soğurulur. İşlemci iki dalga boyundaki soğurmayı hesaplarken oksijenlenmiş

hemoglobinin oranını da hesaplayabilir. Oksimetre nabız akışına bağımlıdır. Akışın yavaş olduğu yerde oksimetre çalışmayabilir. Hipertansiyon, hipotermi gibi değişiklikler, oksimetrenin hesaplama yeteneğini azaltacaktır.



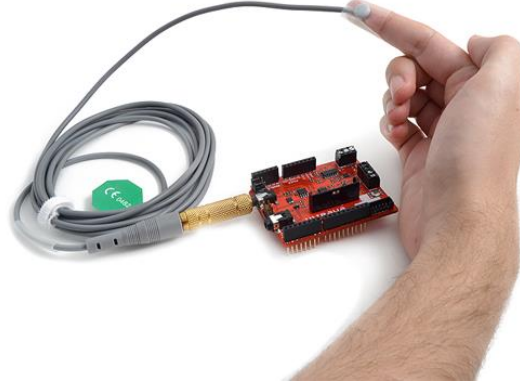
Şekil 3.6. e-Health platform pulse and oxygen in blood sensörü.

Pulse oksimetre kullanmaksızın kandaki oksijen miktarını ölçmenin diğer bir yöntemi ise klasik enjektör ile hastadan kan alıp klinik testler yapmaktır. Pulse oksimetre çok çeşitli durumlarda kullanılabilir ama en yoğun kullanım yerlerinden birisi cerrahi operasyonlarda hasta anestezi durumunda iken hastanın oksijen ve nabız durumunun kontrolüdür. Pulse oksimetre ölçümlerinde oksijen doyumu %95'in üstünde olmalıdır. Bu değer, %90 ve altında ise hafif hipoksemi, %85 ve altında ise ciddi hipoksemi belirtisidir. Uzun süre yoğun bakımda kalan hastalarda, solunum problemi olan hastalarda veya doğuştan kalp hastası olanlarda bu değerler daha düşüktür ve hastaların hastalık şiddetini yansıtır.

3.1.3.2. Vücut sıcaklık sensörü

e-Health sensör platformunun bir parçası olan bu sensör kullanıcının vücut sıcaklığının ölçülmesinde rol oynamaktadır. Vücut sıcaklığı ölçümünün yapıldığı vücut parçasına veya o esna da yapılan aktiviteye göre değişim göstermektedir. En sağlıklı vücut sıcaklığı koltuk altından veya makattan sağlanmaktadır. Genellikle sağlıklı bireylerde ortalama vücut sıcaklığı değeri 36,5–37,5 °C (97,7–99,5 °F) arasındadır. Ölçüm işleminin yapıldığı saate ve yapılan aktiviteye göre sıcaklık değerleri

değişebilmektedir. Vücut sıcaklığının 35 °C (95 °F) ve altında olması hipotermi'yi 40,0–41,5 °C (104–106,7 °F) ve üstündeki sıcaklıklar ise yüksek ateşi gösterir.



Şekil 3.7. e-Health platformu vücut sıcaklık ölçüm sensörü [21].

3.1.3.3. Şeker ölçüm sensörü

e-Health sensör platformu sensörlerinden bir diğeri de şeker ölçüm sensörüdür. Bu sensör kandaki glikoz yoğunluğunu yaklaşık olarak belirlemeye yarayan medikal bir cihazdır. Deriye küçük bir iğne veya benzeri bir alet ile açılan delikten küçük bir miktar kanın tek kullanımlık test çubuğuna damlatılıp çubuğun ölçüm cihazına yerleştirilmesi ile ölçülür. Sağlıklı bireylerin ölçüm değerleri yemekten önce, yemekten sonra veya stres durumuna göre değişim göstermektedir. Şeker hastalığına sahip bireylerde ise bu değişim ani ve hızlı şekilde olmaktadır. Normal açlık kan şekeri değerleri (normal bir insanın yemek öncesi kan şekeri düzeyi) test sonuçlarında 83 mg/dl (4,6 mmol/L) veya daha az olmalıdır. Çoğu insanda açlık şeker değerleri 70 mg/dl (3,9 mmol/L) olarak görülür. Ancak doktorların büyük çoğunluğu 100 mg/dl (5,6 mmol/L) altındaki değerlerin normal olduğunu söylemekle birlikte düzenli test yapılmasını tavsiye etmektedir. Yediklerimizden bağımsız olarak yemek sonrası normal şeker değerleri (yemekten 1-2 saat sonra) 120 mg/dl (6,6 mmol/L) veya daha az olmalıdır. En iyi tokluk kan şekeri seviyesi yemekten 2 saat sonra 100 mg/dl (5,5 mmol/L)'dir.



Şekil 3.8. e-Health platform şeker ölçüm sensörü [28].

3.2. Sistemin Yazılımsal Bileşenleri

Yazılımlar, donanıma veya mikro denetleyicili sisteme hayat veren, canlılık kazandıran programlardır. Sistemde ölçüm devresinden elde edilen klinik verilerin merkezi sunucu sistemine aktarılıp, kaydedilmesi ve yetkili kişilerin bu verileri analiz edebilmesi için tamamen açık kaynaklı yazılımsal bileşenler kullanılmıştır. Bu yazılımsal bileşenleri; Arduino SDK üzerinde koşan mikro denetleyici program kodu, Android işletim sistemi üzerinde koşan mobil uygulama ve uzak sunucuda verileri saklamak için Mysql veri tabanı yönetim sistemi şeklinde sıralayabiliriz.

Geliştirilen sistemde mobil uygulama, kullanıcı tarafında anahtar işleve sahiptir. Mobil uygulama direk donanım arabirimi ile haberleşerek kullanıcı için hem bir arayüz görevi görmekte, hem de uzaktaki sunucuya elde edilen klinik verilerin iletiminde kullanılmaktadır. Geçmişe dönük hastanın klinik verilerine de hasta tarafından mobil uygulama ile erişilmektedir. Mobil uygulamanın geliştirilmesinde Eclipse IDE ve Android SDK programları kullanılmıştır.

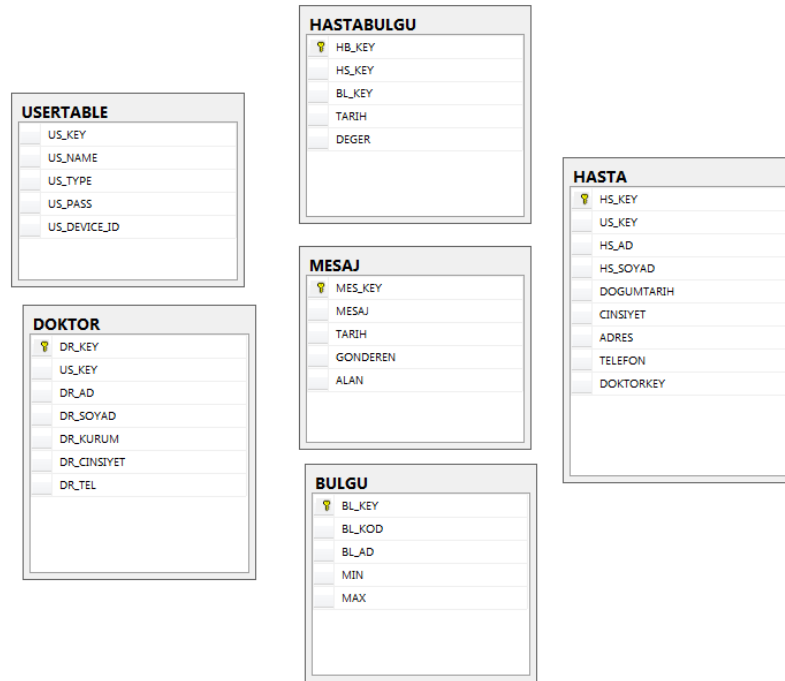
Mobil uygulama başlangıçta bir kullanıcı doğrulamasına ihtiyaç duymaktadır. Kullanıcı uzak sunucudan aradaki web servis aracılığı ile doğrulanmaktadır. Eğer kullanıcı sisteme kayıtlı değilse uygulama aracılığı ile sisteme kayıt olabilmektedir.

Kullanıcılar geçmişe dönük ölçülen klinik verilerine, ölçüm değerlerine, ölçüm tarihine, doktor bilgisine, klinik veriler ile ilgili teşhislere erişebilmektedirler.

3.2.1. Veritabanı yazılımı

Günümüzde veriler sınırlı donanımsal birimlere (işlemci, hafıza gibi) sahip yerel bilgisayarlar yerine yüksek kapasiteli uzak bilgisayarlarda daha doğrusu bulut (cloud) olarak tanımlanan sistemler de saklanmaktadır. Veriler bütünüyle veri saklayan dinamik, esnek, hızlı erişilebilir ve her ortama uyarlanabilir yapılar tarafından muhafaza edilmektedir. Bu işlemleri gerçekleyen yapıya “Veri Yönetim Sistemi” adı verilmektedir. Bu sistemler gereksiz veri tekrarını önlemekte, veri tutarlılığını ve veriler arasındaki ilişkiyi sağlamaktadır.

Bugün yazılım alanında MySQL, Oracle, Access, Sql Server gibi değişik isimler altında hizmet veren veritabanı yönetim sistemleri bulunmaktadır. Bu tez kapsamında uzak sunucuda verileri saklamak için açık kaynaklı Mysql veri tabanı yönetim sistemi kullanıldı.



Şekil 3.9. Sistemin veri tabanı görüntüsü.

Oluşturduğumuz veri tabanı yapısı ile veri tekrarı minimize edilmiştir. Sistem, eklenecek yeni tablo şemaları ile geliştirilmeye müsaittir. Şekil 3.9.'da MySQL tabanlı ilişkisel veri tabanı şeması sunulmuştur. Yukarıda ki resimde gösterilen şema içerisinde USERTABLE'da sistem içerisindeki doktor ve hasta bilgileri kayıtlı bulunmaktadır. Kullanıcı adı, şifre ve kullanıcı tipi bilgileri bu tabloda saklanmaktadır. DOKTOR tablosunda ise sistem içerisindeki doktorlara ait bilgiler bulunmaktadır. BULGU tablosunda ise Şeker, VücutSıcaklığı ve KalpRitim gibi ölçüm parametreleri bulunmaktadır. HASTABULGU tablosunda ise hastaya ait ölçüm değerleri kaydedilmektedir. HASTA tablosunda ise doktor ve hasta arasındaki ilişki sağlanmaktadır. Hastalar bu tablo aracılığı ile doktor'lara bağlanmaktadır.

3.2.2. Android yazılım arabirimi

Hem donanımsal hemde yazılımsal olarak sistemin açık kaynaklılığını sağlamak amacı ile uygun donanımsal ve yazılımsal bileşenler tercih edilmiştir. Bu kapsamda sistem, Android mobil işletim sistemi üzerinde geliştirilmiştir. Mobil yazılım arabiriminin geliştirilmesinde Java programlama dili ve açık kod kaynaklı ve ücretsiz yayınlanan Android SDK'dan yararlanılmıştır. Uygulama Eclipse IDE [22]'si üzerinde geliştirilmiştir.

Geliştirilen mobil uygulamanın çalışması için NFC destekli Android işletim sistemine sahip mobil cihaza ihtiyaç duyulmaktadır. Kurulan sistemde mobil cihaz ve mikrodenetleyicili tümleşik devre arasında iletişim NDEF denilen bir mesajlaşma standardı ile sağlanmaktadır. Mikrodenetleyicili tümleşik devrenin ve mobil cihazın arasında haberleşmenin gerçekleşmesi için mobil cihazın NFC etiketini algılaması gerekmektedir. Mobil cihaz NFC etiketini algıladıktan sonra analiz işlemine başlar ve etiket ile çalışmaya başlar. Daha sonra Android intent-filter sayesinde uygulama NFC etiket ile nasıl çalışacağına karar verir.

Öncelikle sisteme dahil olan ve dahil olmak isteyen her kullanıcı sistem üzerinde bir tanımlayıcı kullanıcı kimlik (ID) ile temsil edilmektedir. Mobil uygulama da kullanıcı, adı ve şifresi ile sisteme giriş (login) yaparak klinik ölçümlerini yapabilir.

Sisteme giriş yaptıktan sonra yaptığı ve merkezi sisteme yolladığı her klinik veri o anın tarih ve saati ile sisteme kaydedilecektir. Sisteme sorunsuz bir şekilde kaydedilen veri her hangi bir zamanda internet erişiminin olduğu her hangi bir yerde hekim veya hasta tarafından erişilebilmektedir.

Şekil 3.10. e-doktorum yazılımı kullanıcı kayıt ekranı.

Sisteme dahil olmak isteyen kullanıcıların yapmaları gereken ilk işlem Şekil 3.10.'da gösterilen kullanıcı kayıt ekranını kullanarak sisteme kayıt olmaktır. Yukarıdaki ekranı kullanarak sisteme sorunsuz kayıt olan kullanıcılar sistemi aktif olarak kullanabilmektedir.

Şekil 3.11. e-doktorum giriş ekranı.

Mobil uygulamayı kullanan hastalar için giriş ekranı Şekil 3.11.'de sunulmuştur. Bu ekranda kullanıcılar kendilerinin daha önce tanımlamış olduğu kullanıcı adı ve şifre ile sisteme girmektedirler. Bu ekranı kullanarak uygulamayı başlatan kullanıcıları ana sayfa karşılamaktadır (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. e-doktorum kullanıcı ana sayfası.

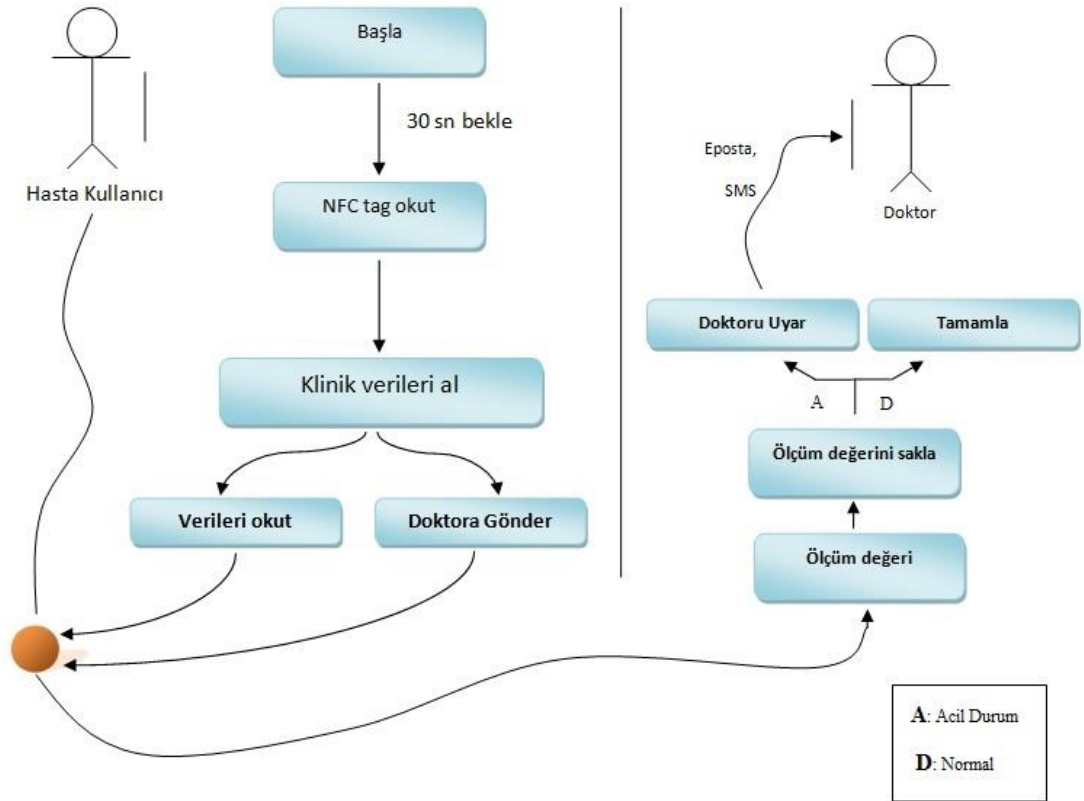
Şekil 3.12.'de mobil uygulama kullanıcıları için ana menü görünmektedir. Bu menü aracılığı ile Data Measure ekranından yeni klinik veri ölçümü yapılabilir, Service Testing menüsü aracılığı ile var olan servisler test edilebilir, Old Clinic Data menüsü aracılığı ile eski klinik veriler incelenebilir. Daha sonra sisteme eklenmek üzere hasta konumunu bildirmek için Places ve ilaç kullanım takvimi için Events butonları eklenmiştir.

Şekil 3.13.'de ise hastanın ölçüm verilerini gösteren ve gönderen Data Measure ölçüm ekranı bulunmaktadır. Bu ekran aracılığı ile kullanıcı ölçüm verilerini görmekte dilerse verileri merkezi sunuya göndermekte veya ana menüye dönmektedir.

Şekil 3.13. Data Measure ölçüm ekranı.

3.3. Sistemin Yapısı ve Çalışma Prensibi

Geliştirilen mobil hasta takip ekosistemin yapısı, donanımsal birimleri ve bu birimlerin birbiri ile olan bağlantıları Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Şekil 3.14.'de ise bu sistemin nasıl çalıştığını/işlediğini anlatan algoritma, akış şeması ile sunulmuştur.



Şekil 3.14. Tasarlanan sistemin akış diyagramı.

Sistem kullanıcı tarafından gerekli klinik verilerin alınıp merkezi sunucuya gönderilmesi ile aktif olmaktadır. Şekil 3.14.'de verilen akış şeması incelendiğinde klinik verilerin alınması;

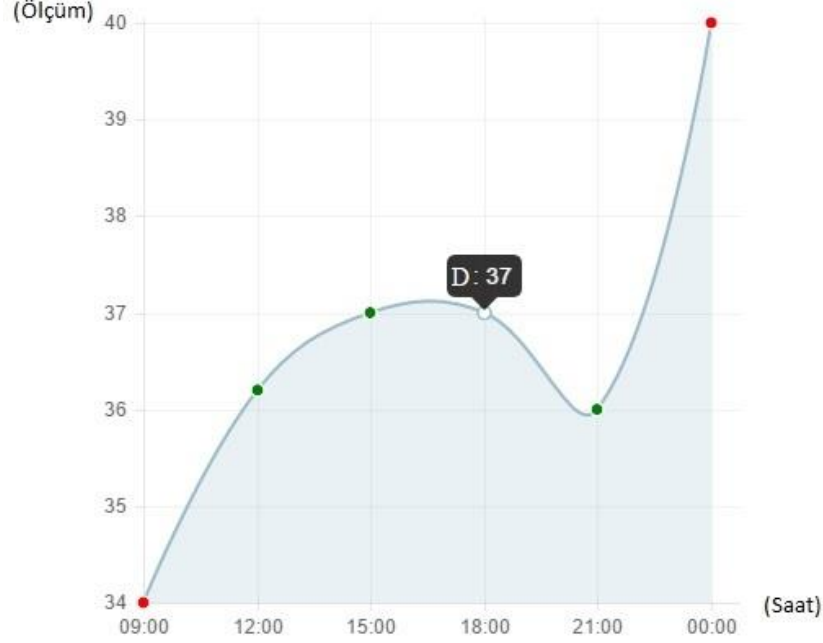
- a. Hasta mobil uygulamayı aktif eder.
- b. Hasta ölçüm sonucunu görmek ve merkezi sunucuya göndermek istediği sensörleri vücuduna bağlar.
- c. 30 sn'ye bekleddikten sonra NFC uyumlu mobil cihazını donanım birimindeki NFC antene yaklaştırır.
- d. Mobil uygulama ekranında ölçülen klinik verileri gözlemler. Gerek duyması haline merkezi sunucuya gönderir.

Sistem, ölçüm değerleri, kritik/acil veriler olduğunda otomatik olarak sunucuya yazma ve hekime mail gönderimi şeklinde tasarlanmıştır.

3.4. Başarım Değerlendirmesi

Gerçekleştirilen mobil hasta takip sisteminin çalışmasını test etmek amacı ile örnek bir hastadan günün değişik saatlerinde klinik veriler alınmış ve hastanın klinik değerleri grafiksel olarak sunulmuştur. Test sırasında ölçüm değerleri alınan örnek hasta, 60 yaş üstü bir şeker hastasıdır ve hastalığı sürekli takip gerektirmektedir. Bu hastaya ait şeker, kalp ritim ve vücut sıcaklık değerleri günün belirli saatlerinde açlık ve tokluk durumuna göre ölçülmüş ve daha sonra değerlendirilmek üzere sisteme kaydedilmiştir. Şeker hastalığına sahip hastamızın kanındaki glikoz oranının düzenli takibi önemlidir. Örnek senaryonun ilk aşamasında hastamızın vücut sıcaklık değeri gün içerisinde her 3 saatte bir ölçülmüş ve depolanmak üzere sunucuya gönderilmiştir. Yapılan ölçümler grafik olarak aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Grafik üzerinde yatay ekseninde saat değeri dikey ekseninde ise o saat dilimine ait ölçüm değeri bulunmaktadır. Şekil 3.15.'deki grafikte sıcaklık sonuçlarını gösteren ölçüm değerleri santigrat (°C) derece cinsinden sunulmuştur. Vücut sıcaklığı ölçüm değeri için normal değerler 35-40 santigrat derece aralığıdır. Bu değer aralığı dışındaki

değerler anormal bir durumun işareti olabilmektedir. Grafikten de görüleceği üzere örnek hastamız, günlük ölçüm değerlerinin seyrini grafiksel olarak izleyebilmektedir.



Şekil 3.15. Hasta günlük vücut sıcaklık ölçüm grafiği

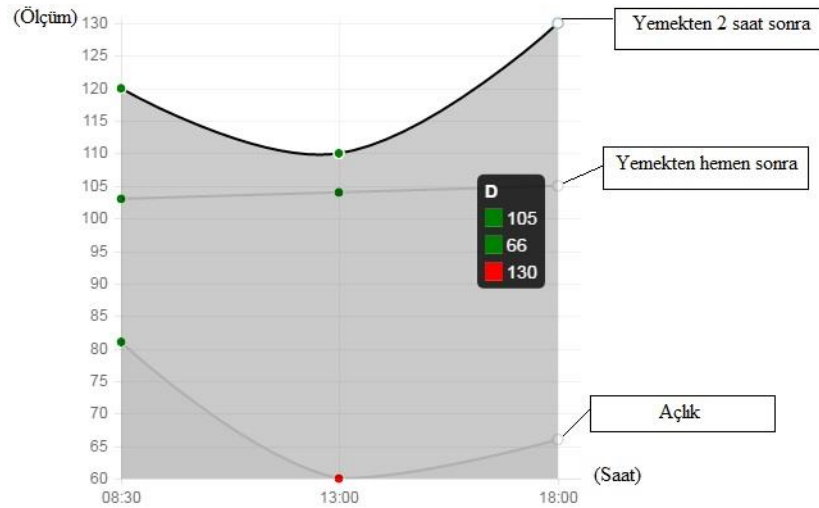
Yine benzer şekilde hastaya ait kalp ritim değeri ve kanındaki oksijen miktarı her 3 saatte bir ölçülmüş ve bu değerlerde merkezi sunucuya gönderilmiş ve ölçülen değerler Şekil 3.16.'da olduğu gibi grafik şeklinde gösterilmiştir. Oksijen saturasyonu değeri kandaki doygunluğa ulaşmış hemoglobin miktarını ifade etmek için kullanılır. Bu değerlerin %95 ve %100 arasında olması normaldir. Fakat bu değer günlük faaliyet durumumuza göre, yaşa bağlı olarak veya üst solunum yollarında bulunan herhangi bir hastalığa göre değişim göstermekte ve kişiden kişiye farklılıklar gösterebilmektedir.

Kandaki oksijen oranındaki anormal düşmelerin hastalar üzerindeki ilk belirtileri nefes darlığı ve hastanın el veya tırnak renginin mavimsi bir renk almasıdır. Diğer bir belirtisi ve en sık görüleni ise aşırı yorgunluk ve baş ağrısıdır. Örnek hastamız için ise günün belli saatlerinde bu değer her ne kadar %95'in altın da görünse de hastanın yaşı ve az hareket ettiği göz önüne alınır ise normal bir değer olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.16. Hasta günlük Spo2 ve PRbpm ölçüm grafiği.

Örnek hastanın şeker değerlerinin ölçülmesinde 3 saatlik periyotlar yerine sabah, öğlen ve akşam öğünlerinde yemeklerden önce ve sonra şeklinde ölçülmüş ve yine aynı şekilde merkezi sunucuya kaydedilmiş ve grafiksel olarak gösterilmiştir. Ölçüm sonuçları Şekil 3.17.'deki grafikteki gibi hasta, hasta yakını veya doktor tarafından görülebilmektedir.



Şekil 3.17. Hasta günlük şeker ölçüm grafiği.

Şeker ölçüm saatleri doktor tavsiyesine ve hastanın şeker hastalığı tipine göre değişiklik gösterebilmektedir fakat kabaca her hasta için ölçümün günde 3 kere yemeklerden önce ve yemeklerden 2 saat sonra yapılması istenmektedir. Şeker hastalığı, şeker hastası kişilerin günlük aktivitelerini çok fazla etkilemektedir. Bu hastalığa sahip kişilerin dikkatli olması ve ölçüm işlemini aksatmamaları doktorları tarafından önemle vurgulanmaktadır. Şeker hastalarının ölçüm değerlerinin günlük, haftalık ve aylık periyotlarla takibi çok önemlidir. Bu anlamda sistemin, her hasta için tarih ve zamana bağlı olarak şeker değerlerini elektronik ortamda otomatik olarak kaydetmesi ve saklaması kullanılabilirliğini artırmaktadır.

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsan yaşantısının kolaylaştırılmasında anahtar rol oynayan mobil ve mikro denetleyicili tabanlı uygulamalar teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişimlerini sürdürmekte ve bu gelişime paralel olarak birçok sistemde tümleşik olarak çalışabilmektedir. Mobil cihazların mikro denetleyicili tümleşik sistemlerle birarada senkronize çalıştığı sistemler, basitlik, kullanılabilirlik, taşınabilirlik ve bağlanabilirlik gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır. Aynı şekilde maliyetlerinin düşük olması, kablolu ve kablosuz çalışmalarını desteklemesi ve kolay entegre edilebilmesi gibi avantajlarından dolayı pek çok sektörde yaygın bir şekilde kullanılabilir.

NFC ucuz, esnek, kolay entegre olabilen bir teknolojidir. Özellikle NFC uyumlu platform sayısının her geçen gün artmasından dolayı basit kullanıcı işlemlerinden karmaşık sanayi uygulamalarına kadar kendisine her alanda uygulama alanı bulabilmektedir. NFC'nin bu avantajlarından yola çıkarak tez çalışmasında kullanılmasına ve örnek bir projenin geliştirilmesine karar verilmiştir.

Gerçekleştirilen mobil uygulama ile gerçek zamanlı hasta takibi yapılması amaçlanmıştır. İnsan yaşamında meydana gelen stres, iş yoğunluğu, çevre kirliliği, eksik, hatalı ve yanlış beslenme sonucunda bireylerde kronik ve sürekli takip gerektiren hastalıklarda yoğun bir artış meydana gelmiştir. Geliştirilen sistem ile bu takibin ev veya iş ortamında pratik ve hızlı bir şekilde yapılması, alınan verilerin tıbbi uzmana hızlı bir şekilde ulaştırılması amaçlanmıştır. Bu manada elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir.

Sistem uzak sunucuya veri göndermek için mobil akıllı cihazın internet özelliğinden faydalanmaktadır. Bu yüzden NFC uyumlu mobil cihazın internet ortamına bağlı olması gerekmektedir. Bunun için sistem çalıştırılmadan önce mobil cihazın internet

bağlantısı kontrol edilmelidir. Geliştirilen mobil uygulama bu konuda kullanıcıyı uyarmaktadır.

NFC modülünün mobil cihaza okutulması durumunda ilk temasta okumama gibi bir durum ile karşılaşılabilir. Bu duruma dikkat ederek mobil cihaz ekranında ölçüm değerleri görünmeden mobil cihaz NFC modülünden uzaklaştırılıp tekrar temas ettirilmelidir. Veri güvenli ve hatasız bir şekilde gönderildiğinde mobil cihazda görülebilecektir gereken onay verildiğinde de elde edilen veriler merkezi sunucuya aktarılacaktır. Her hangi bir aksilik durumunda mobil cihazın NFC modülüne tekrar temas ettirilmesi gerekmektedir.

Mikrodenetleyicili tümleşik sistemde verilerin merkezi sunucuya aktarılmasında maliyetleri azaltma adına son kullanıcının kendi mobil cihazını kullanması gerekmektedir. Bunun tercih edilmesinin sebebi mobil akıllı cihazların yaygın olması ve kesintisiz internet bağlantısına erişebilmeleridir.

Veri iletiminde ikinci yöntem ise sisteme bir Arduino GSM shield entegre etmektir. GSM shieldler de bir GSM kartı ve aboneliği ile çalışabilmektedir. Bu kartın internet özelliği açtırılıp sistemde bir erişim noktası yani Wi-Fi dağıtıcısı gibi çalışması sağlanabilir.

Web tabanlı olarak geliştirilen mobil hasta takip sistemi, e-nabız vb. üçüncü parti yazılımlar ve web servisler aracılığı ile kolayca entegre olabilme özelliği taşımaktadır. Geliştirilen arayüz, modüler bir yapıya sahip olup gerektiğinde ihtiyaç duyulması halinde bir online hasta takip sistemi olarak kullanılabilir. Sistem açık kaynaklı ve esnek bir yapıda olup hem donanımsal hem yazılımsal olarak geliştirilmeye açıktır.

KAYNAKLAR

- [1] Ertek, S., Endokrinolojide Tele-Sağlık ve Tele-Tıp Uygulamaları, Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2 (3). pp. S.126-130.
- [2] Yu, W. D., Hansrao, H., Dhillon, K., Desinguraj, P., NFC Based m-Healthcare Application Focusing on Security, Privacy and Performance. IEEE, Selected Areas in Communications Symposium, pp. 978-1-4673-3122-7, 2013.
- [3] Sankaranarayanan, S., Wani, S. M. A., NFC Enabled Intelligent Hospital Appointment and Medication Scheduling. IEEE, 2nd International Conference on Information and Communication Technology, pp. 978-1-4799-3580-2, 2014.
- [4] Mariotti, C., Lakafosis, V., Tentzeris, M. M., Roselli L., An Ipv6-enabled Wireless Shoe-Mounted Platform for Health-monitoring. IEEE, pp. 978-1-4673-3105-0, 2013.
- [5] Leone, A., Rescio, G., & Siciliano, P. (2015, February). An open NFC-based platform for vital signs monitoring. In AISEM Annual Conference, 2015 XVIII (pp. 1-4). IEEE.
- [6] E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, D. Koutsouris, "Multipurpose Health Care Telemedicine System", Proceeding of the 23rd Annual EMBS International Conference of the IEEE, Istanbul, Turkey, 3544-3547 2001.
- [7] Işık, A. H., & Güler, İ. (2010). Teletıpta mobil uygulama çalışması ve mobil iletişim teknolojilerinin analizi. INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATICS TECHNOLOGIES, 3(1).
- [8] Çobanoğlu, B., Atmaca, İ. F. O., Akalın, N., Paper Mobile Patient Monitoring: an NFC-based Proposal for Family Practice, Tujest(Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences), S. 123-128, 2015.
- [9] NFC Forum. Erişim adresi: <http://www.nfc-forum.org>. Erişim Tarihi: 15.03.2016.
- [10] Coskun, V., Ozdenizci, B., & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. Wireless personal communications, 71(3), 2259-2294.

- [11] Kabakcı, F., 2013. NFC Mobil Ödeme Sistemi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- [12] Narol, T., 2014. NFC Teknolojisinin Toplu Ulaşımında Uygulanması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [13] <http://wiring.org.co/>, Erişim Tarihi: 15.03.2016.
- [14] Kuşcan, S., Güler, R., Çobanoğlu, B., Yakın Alan İletişimi (NFC) ile Geçiş Kontrol Uygulaması, Otomasyon Dergisi, Cilt. 274, S. 250-256, 2015.
- [15] Begum, R., Fuzzy Logic Based Control of Washing Machine Using Arduino. Haydarabat: Gokaraju Rangaraju Institute Of Engineering & Technology, 2013.
- [16] Arduino, www.arduino.cc, Erişim Tarihi: 15.03.2016.
- [17] Arduino, <http://ugur-aydin.blogspot.com.tr/2013/11/arduino-uno.html>, Erişim Tarihi: 22.11.2015.
- [18] Bayılmış, C., Ertürk, İ., Çeken, C., Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Karşılaştırmalı İncelemesi. Politeknik Dergisi, S. 201-210, 2004.
- [19] Dereli, S., 2014. Anaokulu Öğrencilerinin Okul Servislerine İnme ve Binme Zamanlarının Takibine Yönelik Bir Sistem Tasarımı. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- [20] Android, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Android_\(isletim_sistemi\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Android_(isletim_sistemi)). Erişim Tarihi: 18.11.2015.
- [21] E-Health shield, <https://www.cookinghacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>. Erişim Tarihi: 22.11.2015.
- [22] Eclipse IDE, <https://eclipse.org/>, Erişim Tarihi: 15.03.2016.

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim Fırat Oğuzhan ATMACA, 23.09.1988 tarihinde Sakarya'da dünyaya geldi. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2006 yılında Yunus Emre Çok Programlı Lisesi Bilgisayar Bölümü'nden mezun oldu. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği Bölümü'ne yerleşti. 2012 yılında bu bölümden mezun oldu. Halen Sakarya Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği'nde ve Yalova Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliğinde Yüksek Lisansları devam etmektedir. Şuan Sakarya Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezinde Yazılım Uzmanı olarak çalışmaktadır.