	<b>SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ</b> <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		
	<b>e-ISSN: 2147-835X</b> <b>Dergi sayfası: <a href="http://dergipark.gov.tr/saufenbilder">http://dergipark.gov.tr/saufenbilder</a></b>		
	<u>Gelis/Received</u> 08-09-2017 <u>Kabul/Accepted</u> 19-06-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.337262	

## Çevrimiçi çalışabilen çoklu ortama uygun hasta izleme sistemi

Murat Demirtaş<sup>1</sup>, Gökalp Tulum<sup>2</sup>, Mehmet Sağbaşı<sup>3\*</sup>, Umut Engin Ayten<sup>4</sup>

### ÖZ

Bu çalışmada, biyomedikal sensörlerden (EKG, nabız, sıcaklık, hareket vb.) alınan verilerin anlık bir şekilde kaydedilmesini sağlayan hasta takip sistemi geliştirilmiştir. Sistem, biyomedikal sensörler ile birlikte Atmega mikro denetleyici ve IEEE 802.11 Wi-Fi modül yapılarından oluşmaktadır. Biyomedikal sensörlerden alınan sinyaller, sayısal verilere dönüştürülerek Wi-Fi modül ile sunucuya aktarılmaktadır. Bu sayede biyomedikal veriler, mobil ve masaüstü cihazlarda çalışan sisteme bağlanan sağlık personeline ulaştırılmaktadır. Ayrıca bu sistem acil durumlarda gömülü sistem ve sunucu yazılımı ile ilgili birimleri uyarmaktadır. Giyilebilir olarak tasarlanan bu sistem ile hastaların günlük aktivitelerini engellemeden günün her saati uzaktan takip edilmeleri amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hasta izleme sistemleri, Uzaktan hasta izleme, Kalp krizi, Kalp ritim bozukluğu, ESP8266, Kablosuz haberleşme, Android.

## Multi platform online patient monitoring system

### ABSTRACT

In this study, patient monitoring system which enables instant recording the data from biomedical sensor (ECG, heart rate, temperature, movement, etc.) is developed. The main structures of the proposed system consist of biomedical sensors, ATmega microcontroller and IEEE 802.11 Wi-Fi module. The signals, obtained from the biomedical sensors, converted to digital data and transferred to the server by the Wi-Fi module. In this way, the biomedical data's are delivered to the medical staffs that are connected to the system with mobile and desktop devices. Moreover, in case of emergency the system could alert the relevant departments with embedded systems and server software.

**Keywords:** Health monitoring systems, Remote patient monitoring, Heart attack, Heart rhythm disorder, ESP8266, Wireless communications, Android.

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

<sup>1</sup> Murat Demirtaş Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Zeytinburnu, İstanbul 34010, Türkiye

<sup>2</sup> Gökalp Tulum, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup> Mehmet Sağbaşı, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> Umut Engin Ayten, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

## 1. GİRİŞ

Günümüzde milyonlarca kişi başta yüksek tansiyon olmak üzere kalp-damar hastalıkları, şeker hastalığı ve çeşitli kronik hastalıklarla yaşamaktadır. Bu sayı artan dünya nüfusuna doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu sebeple hastaların düzenli kontrolü ve takibi zorlaşmaktadır. Erken teşhis gerektiren birçok sağlık problemi, sağlık personeli tarafından tam olarak izlenemediği için hastaya geç müdahale edilmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ritim bozukluğu veya Obstrüktif Uyku Apne Sendromu rahatsızlığı bulunan hastalar için erken teşhis inanılmaz derecede önem taşımaktadır [1,2]. Çünkü bu hastalıklara sahip kişilerde ölüm riski yüksektir. Buna benzer kronik hastalıkları, hastalık ilerlemeden önce tespit etmek ve hastayı sürekli kontrol altında tutabilmek için dünya çapında mobil kablosuz hasta izleme sistemleri önem kazandırmıştır.

Bu gibi izleme sistemlerinde temel amaç, gerek hastanede gerekse hastane dışında kalan hastalardan biyomedikal sensörler yardımıyla alınan verilerin kaydedilip istenildiği zaman sağlık personeli tarafından erişiminin sağlanmasıdır [3-5]. Bu sayede fiziksel rahatsızlıklara erken teşhis ve anında müdahale imkânı sağlanabilir.

Özkan ve Dağ'ın yaptığı çalışmada, hastalardan alınan (sıcaklık, tansiyon, nabız vb.) verilerin hekimlere mobil uygulamalar üzerinden eşzamanlı olarak belli zaman aralıklarında aktarılabilmesi için IEEE 802.15.4 Zigbee protokolü kullanmıştır [6]. R. Kurban, hastalara ait biyomedikal verileri tasarladıkları elektronik gömülü sistem kartı ile toplayarak, IEEE 802.15.1 Bluetooth teknolojisi ile kişisel sayısal asistan olarak adlandırılan PDA cihazlara göndermiştir [7]. Cambridge'deki MIT laboratuvarında gerçekleştirilen "LiveNet", mobil tabanlı olarak uzun dönem boyunca gerçek zamanlı veri işleme ve aktarma prensiplerine dayalı bir izleme sistemidir [8]. Bu sistemde kişilerin biyomedikal verileri, Linux tabanlı bir PDA üzerine aktararak elde edilmiştir. Shnyder ve arkadaşlarının geliştirdikleri "CodeBlue" sisteminde [9] hasta sensörlerini kendi geliştirmiş oldukları sensör kartı sayesinde analiz edip, PDA'lara kablosuz olarak Zigbee ve sunucu sistemi sayesinde ulaştırmayı başarmışlardır. Farmer ve arkadaşları tarafından geliştirilen sistemde [10] ise Motorola T720i telefonu ile Bluetooth ve GPRS kablosuz teknolojileri

kullanılarak tip 1 diabet hastalığı takibi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Tatar ve arkadaşlarının [11] tip 2 diyabet takibi için cep telefonu tabanlı geliştirdikleri sistemde ise haberleşme için kablosuz veri transferi protokolleri tercih edilmiştir. Bluetooth ve GPRS teknolojisinin kullanıldığı bir başka sistemde ise Leijdekkers ve Gay [12] elektrokardiyogram (ECG), tansiyon ve aktivite değerlerini ölçerek kardiyovasküler hastalığa sahip kişiler için kalp krizi tespiti gerçekleştirmişlerdir. Kronik hastalıklara sahip yaşlı kişilerin kontrolü amacıyla geliştirilen sistemde ise [13] ceket üzerine yerleştirilmiş sensörler yardımı ile solunum, vücut sıcaklığı, elektromiyografi (EMG) ve ECG ölçümleri alınarak iletken kablo Bluetooth ve GPRS teknolojisi ile son kullanıcıya iletilmektedir. Luprano tarafından "MERMOTH" adıyla tanımlanan sistemde ise [14] giysilerin üzerine yerleştirilmiş elektrotlar ve PDA yardımı ile kişilerin genel sağlık durumlarının izlenmesi sağlanmıştır. Tablo 1'de literatürde gerçekleştirilen çeşitli çalışmaların kısa özeti verilmektedir.

Yapılan çalışmanın literatürde belirtilen çalışmalara göre avantajı, hastalara giydirilebilen biyomedikal sensör verilerinin kayıpsız olarak hızlı aktarılması, platform farkı gözetmeden masaüstü ve mobil platformlarda çalışabilmesi ve bulut teknolojisine dayalı şifreli sunucu kullanımı vasıtasıyla verilerin dünyanın herhangi yerindeki hekime grafiksel ve aktüel değer olarak aktarılması olması olarak özetlenebilir.

Bu çalışmada, sağlık personelinin masaüstü veya mobil platformlardan sisteme bağlı olabileceği herhangi bir yerde hasta sensörlerinden anlık bilgi alabilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede sağlık personeli, hastasını gözetim altında tutabilecek ve tedavisi için yapılması gerekenleri önceden belirleyebilecektir. Bununla birlikte bütün hastaların verileri dönemsel olarak şifreli bir biçimde kayıt altına alınıp daha sonra incelenebilmesi için depolanabilecektir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen çevrimiçi çoklu ortam hasta izleme sisteminin literatürde belirtilen çalışmalara göre avantajı, hastalara giydirilebilen biyomedikal sensör verilerinin kayıpsız olarak hızlı aktarılması, platform farkı gözetmeden masaüstü ve mobil platformlarda çalışabilmesi ve bulut teknolojisine dayalı şifreli sunucu kullanımı vasıtasıyla verilerin dünyanın herhangi bir yerindeki ilgili hekime grafiksel ve aktüel değer olarak aktarılması olarak özetlenebilir.

Tablo 1. Literatür özeti

Referans	Donanım bilgisi	Haberleşme	Sinyaller*	Biyomedikal uygulamaları
Özkan ve Dağ[6]		Zigbee	T, BP, HR	
Kurban [7]	PDA, mikrodenetleyici kartı	Bluetooth		
Sung, Marci, ve Pentland [8]	PDA, mikrodenetleyici kartı	2.4GHz RF, GPRS	ECG, BP, R, T, SpO2	Parkinson Sendromu ve epilepsi nöbetlerinin tespiti ve modellenmesi
Shnayder ve ark.[9]	Özel işleme kartları ve sensorlar, PDA	Zigbee	ECG, SpO2, A	Gerçek zamanlı fizyolojik durumun giyilebilir sensörler ile izleme işlemi
D) Farmer ve ark. [10]	Akıllı telefon tabanlı	Bluetooth ve GPRS	ECG	Tip 1 diyabet için teletıp sistemi
Tatara ve ark. [11]	Akıllı telefon tabanlı	Kablosuz veri iletimi		Tip 2 diyabet takibi
Leijdekkers ve Gay [12]	Akıllı telefonu, Biyomedikal sensörler	Bluetooth ve GPRS	ECG, BP, A	Kardiyovasküler hastalar için kalp krizi testi
Lymperis ve ark [13]	Elektronik sensör eklenmiş ceket	Bluetooth ve GPRS	T, ECG, EMG,A,R	Yaşlı, kronik rahatsızlığa sahip veya rehabilitasyon hastalarının takibi
Luprano[14]	Elektrot eklenmiş giysiler ve PDA	RF hatları, iletken kablolar	ECG, R,T,A	Genel sağlık durumu izleme
Önerilen çalışma	Sensor kartları, Mobil ve masaüstü cihazlar	WLAN	ECG, SpO2, T	Gerçek zamanlı hasta takibi işlemi

\*ECG: elektrokardiyogram, BP: tansiyon, R: solunum, A: aktivite, T: sıcaklık, SpO2: pulse oksimetre, EMG:elektromiyografi, HR: Kalp hızı veya Nabız

Bu makalede, ikinci bölümde gerçekleştirilen kablosuz hasta izleme sistemi tanıtılacaktır. Bu bölümde gerçekleştirilen sistemin birimleri olan gömülü sistem, sunucu ve istemci birimleri sırasıyla ayrıntılı olarak verilecektir. Üçüncü bölümde de çalışma ile elde edilen sonuçlar verilecektir.

## 2. KABLOSUZ HASTA İZLEME SİSTEMİ

Kablosuz hasta izleme sistemi 3 ayrı birimden oluşmaktadır. Bunlar sırası ile biyomedikal sensörlerin bağlı olduğu gömülü sistem birimi, sunucu birimi ve istemci birimidir.

Çalışmada tasarlanan gömülü sistem biriminin çalışma mantığı, biyomedikal sensörlerden elde edilen sinyallerin okunarak istenilen süre aralığına göre sunucuya gönderilmesi ve hasta için belirlenen alt ve üst limitler aşıldığında ilgili birimi uyarabilmesidir. Bu çalışmada gömülü sistem, her 1 saniyede bir hasta verilerini (ECG, SpO2, Nabız, Hareket vb.) ve hastanın odasına yerleştirilen sensör verilerini (oksijen, nem, sıcaklık vb.) sunucuya göndermektedir. Sunucuda veriler, veri tabanı aracılığı ile hastaya ait tablolara kaydedilmektedir. Çalışmada veri aktarım süresi 200 msn'ye kadar düşürülebilmektedir.

Hastaya ait bütün verilerin kaydedildiği sunucu birimi PostgreSQL veri tabanı kullanılarak hazırlanmış bir sunucu hizmetidir [15]. Bu veri tabanı sayesinde gömülü sistem tarafından gönderilen veriler, binlerce hastaya aynı anda hizmet verecek şekilde ve TCP/IP tabanlı uçtan uca şifreleme ile korunan sunucuda depolanabilmektedir. Sunucuda depolanan verilerin işlenebilir olması sayesinde hasta için alt ve üst sınırların oluşturulması ve kontrol edilebilmesi mümkündür. PostgreSQL hizmetinin tercih edilmesinin nedeni network tabanlı olması ve diğer rakiplerine göre daha hızlı çalışmasıdır.

İstemci birimi olan monitör uygulamaları, biyomedikal sahada kullanılan hasta başı monitörü ara yüzüne benzer şekilde tasarlanmıştır. Bu ekranda hastanın verileri, kimliği ve hangi şikâyeti olduğu ekranda görülebilmektedir. Bununla birlikte hastanın sisteme giriş yaptıktan sonra kaydedilen sensör verileri, hasta notları ve tıbbi görüntüleri bu monitör uygulamasında görülebilmektedir. Tüm bu veriler monitör uygulamasına veri tabanı üzerinden yüklenebilmektedir.

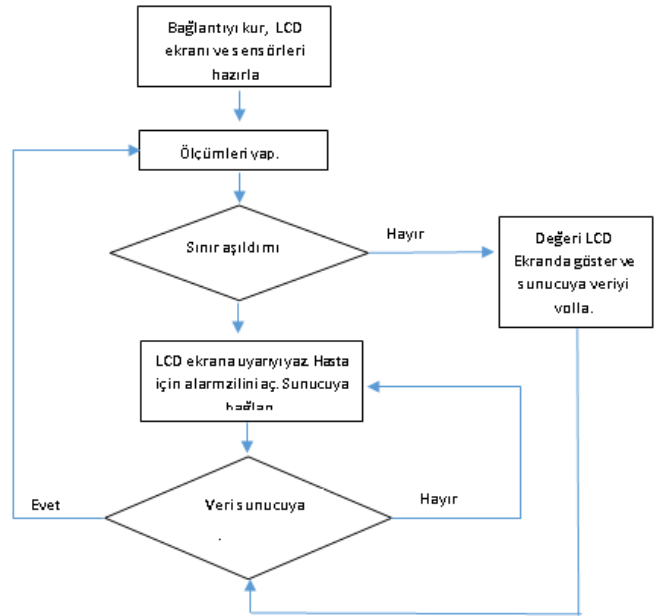
## 2.1. Gömülü Sistem Birimi

Kablosuz hasta izleme sisteminde bulunan gömülü sistemin çalışma algoritması akış diyagramı biçiminde Şekil 1'de verilmiştir. Gerçekleştirilen gömülü sistemin şematik diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.

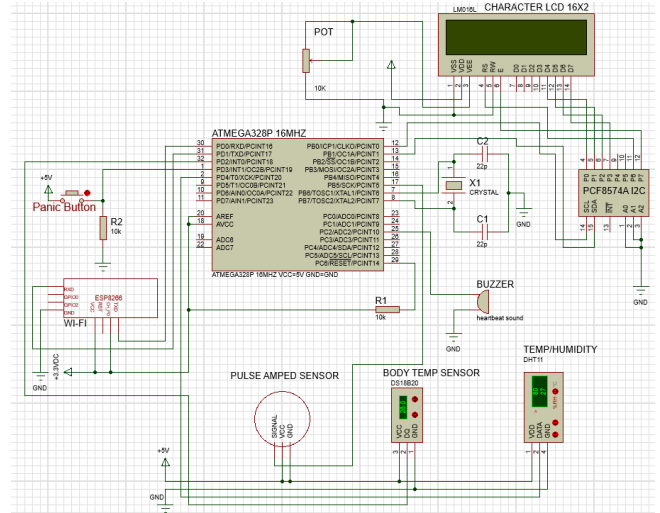
Hasta üzerinde bulunan sensörlerden verilerin okunması ve işlenmesi için ATmega328 mikro denetleyicisi gömülü sistemin merkezi işlem birimi olarak seçilmiştir [16]. Çalışmada, ATmega328 zaman kesmeleri kullanılarak 500 Hz'de yapay EKG sinyalleri oluşturulmuş ve hastaya pulse oksimetre sensörü de takılmıştır. Hastaların vücut sıcaklık değerlerini ölçmek için DS18B20 sıcaklık sensörü [17] ve hastanın bulunduğu ortam hakkında bilgi almak için ortam sensörleri kullanılmıştır [18].

Gömülü sistemde sunucuya veri yollama görevi için, ESP8266 modülü seçilmiştir [19]. Modül, IEEE 802.11 protokolü 2.4Ghz Wi-Fi standardında çalışmaktadır. ESP8266, Evrensel Asenkron Alıcı ve Verici (UART) haberleşme tekniği üzerinden gönderilen ATention (AT) komutları veya kendi içindeki mikro denetleyici programlanarak kullanılabilir [20]. Çalışmada ESP8266 modülü kablosuz ağa bağlı olacak şekilde kullanılmıştır. ESP modül hastane sunucusundan aldığı hasta bilgilerini ve sınır değerlerini, kendi EEPROM hafızasına kaydetmektedir. Bu sayede hasta için gerekli olan sınır değerler aşıldığında sunucuya ve üzerindeki LCD yardımı ile sesli ikaz göndermektedir. ATmega328, sensör verilerini dizi halinde önbelleğe alarak veri gönderme zamanı geldiğinde veriyi UART üzerinden haberleştiği ESP8266 ile sunucuya göndermektedir. Ayrıca LCD ekran bağlantısı ile veriler ekranda da görülebilmektedir. Olumsuz bir durum olduğunda gerekli donanımlar ile hastayı ve çevresini uyarabilmektedir.

ESP8266 ile yapılan testlerde, Atmega328 mikrodenetleyicisi ile oluşturulan EKG işaretinin sayısal değerlerinin yerel ağ üzerindeki herhangi bir sunucuya TCP/IP protokolü kullanarak kayıpsız ve hızlı bir şekilde gönderildiği görülmüştür. Aynı şekilde bu veriyi, uzaktaki bir bilgisayara yine kayıpsız ve önemsenmeyecek kadar bir gecikme ile iletebildiği görülebilmektedir.



Şekil 1. Gömülü sistem blok diyagramı

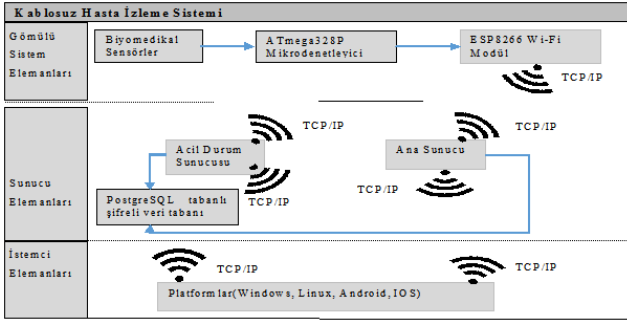


Şekil 2. Gömülü sistemin şematik diyagramı

## 2.2. Sunucu Birimi

Hasta izleme sisteminde ara katman görevini gören sunucu birimi, istemci uygulamalar ve hastaya bağlı gömülü sistem ile haberleşebilmektedir. Sisteme bağlı çevrimiçi hastalar, acil durumdaki hastalar ve sisteme önceden giriş yapmış tüm hastalar için gerekli veriler bu sunucuda depolanmaktadır. Aynı anda birden çok hastanın verisi çapraz uygulama havuzu yardımı ile hasta veri tabanlarına kaydedilebilmektedir.

Veri tabanı olarak uygulamada hızlı ve kararlı olmasından ötürü PostgreSQL tabanlı veri tabanı hizmeti kullanılmıştır. PostgreSQL veri tabanı ağ tabanlı bir sunucudur ve istemci uygulamaların bağlantı noktasıdır. İstemci uygulamalar hastalar için gerekli verileri veri tabanına kaydedilen tablolardan almaktadırlar.



Şekil 3. Hasta izleme sistemi blok diagramı

Tasarlanan sistemde biyomedikal sensörlerden alınan verileri Analog-Sayısal çevirici (ADC) birimi ile örneklemeye başlayan ATmega mikrodenetleyici, örneklemediği verileri hastane sunucusundan aldığı hasta bilgisine ve ESP modül Ortak Erişim Yönetimi (MAC) adresine göre bir dizi şeklinde paketlemektedir. Hastane sunucusu servisi ise her yeni İletim Kontrol Protokolü (TCP) ile sunucuya bağlanabilen, ESP modüle yeni bir uygulama açacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede farklı modüllerden gelen veriler birbirine karışmamaktadır.

ATmega mikrodenetleyicisindeki yazılım ile hazırlanan paket verisi UART üzerinden AT komutları ile ESP8266'ya yollanarak paketlerin sunucuya TCP ile gönderildiği kontrol edilmektedir. Biyomedikal sinyaller için belirlenen sınır değerler aşılsa veya veriler aktarılamaz ise gömülü sistem alarm moduna geçmektedir. Hazırlanan sunucu yazılımında ve istemci uygulamalarda bu durum görüntülü, sesli ve titreşimli olarak sağlık personeline iletilmektedir. Acil durumlarda istemci uygulamaları ESP8266'nın almış olduğu IP adresini veri tabanından belirleyerek, ESP8266 üzerinde kurulmuş olan TCP sunucusuna bağlanabilmektedir. Bu sayede istenen biyomedikal sinyaller istemci uygulamasında gerçek zamanlı olarak görüntülenebilir. Bu ağ trafiği Şekil 3'de verildiği gibidir.

### 2.3. İstemci Birimi

Bu çalışmada hekimin hasta verilerini görebilmesi için hem masaüstü hem de akıllı telefonlarda çalışabilen kullanıcı arayüzlü, basit ve anlaşılır uygulama tasarlanmıştır. Uygulamada hekim sisteme bağlı durumdaki veya önceden bağlı bulunan tüm hastalar ile ilgili bilgileri görebilmektedir. Uygulamada ayrıca başka

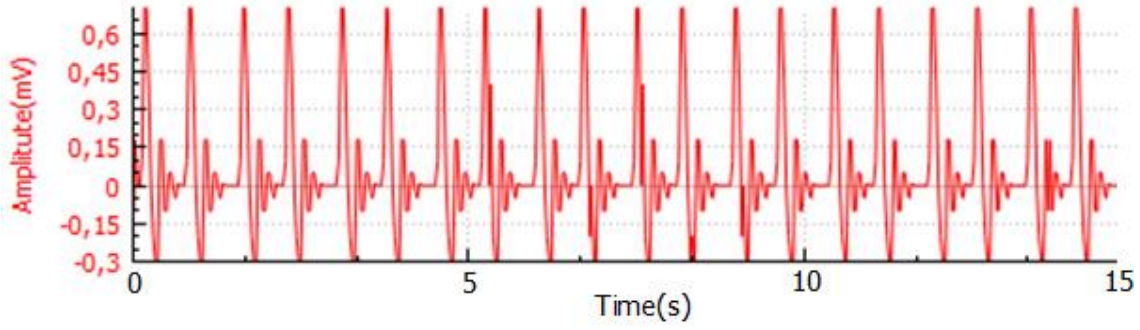
birimlerce hastanın veri tabanına yüklenen tahlil sonuçları da (röntgen, tomografi vb.) görüntülenebilmektedir. Tasarlanan sistemde ayrıca hekim hasta için yorum ve not bırakabilir ve bunu diğer hekimler ve sağlık çalışanlarının paylaşımına açabilmektedir. Tasarlanan sistemin temel özellikleri aşağıdaki gibi kısaca ifade edilebilir;

- Kullanıcı adı ve şifre yapılarak ilgili programa giriş yapılabilmesi,
- Sistemde aktif durumda olan hastalardan geçmiş dönem veya anlık verileri grafiksel olarak görüntüleyebilme ve bu sistemi daha önce kullanmış olan hastaların verilerini görüntüleyebilme,
- Hastanın odasında bulunan ESP8266 modüle, veri tabanından çekilen bu modülün IP adresi kullanılarak gerçekleştirilen TCP bağlantısı ile odadaki lamba, klima, sesli uyarıyı açabilme ya da kapatabilme, Hastanın odasına sağlık personeli çağırma butonları,
- Hasta üzerinden alınan verilerin grafikte daha iyi incelenebilmesi için grafik üzerinde yakınlaştırma ve ileriye dönük kaydırma gibi işlemlerin yapılabilmesi,
- Sisteme yüklenen hasta grafiklerini görebilme (EMG, röntgen vb.),
- Hastaya ait not yazma veya geçmiş notları görüntüleyebilme.

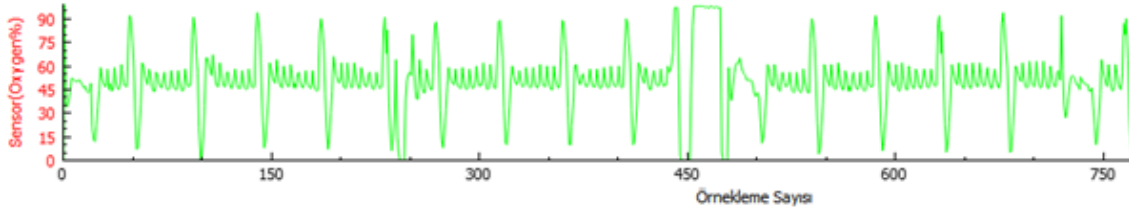
Şekil 4'de ve Şekil 5'de sırasıyla gömülü sistemden kablosuz olarak elde edilmiş EKG ve pulse oksimetre sensör sinyalleri gösterilmektedir.

Şekil 6'da masaüstü ve mobil platformlar için hazırlanmış uygulamaların görüntüleri verilmektedir. Bu uygulamalar desteklenen bütün platformlarda çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mobil uygulamalar ise native tabanlı ve performans için C++ dili ile geliştirilmiştir. Algoritma, kullanılacak sistemin çözünürlük bilgilerine göre çözünürlüğü otomatik olarak ayarlayacak şekilde tasarlanmıştır. Geliştirilen uygulamaların hepsi Thread ve TCP/IP esaslıdır[21].





Şekil 4. EKG sinyallerinin kablosuz olarak aktarılması



Şekil 5. Pulse oksimetre sensörü ile elde edilen oksijen saturasyon grafiği



Şekil 6. Tasarlanan çevrimiçi çalışabilen çoklu ortama uygun hasta izleme sistemi

### 3. SONUÇ

Geliştirilen sistemde sağlık personeli, veri tabanı sayesinde hasta bilgilerini, teşhis ve tedavi notlarını, uygulanan ilaçların listesini, yüklenmiş verileri (kan tahlili, röntgen), geçmiş veya en son biyomedikal verileri grafiksel olarak görüntüleyebilmektedir. Acil durumlarda ise hastaya bağlı olan gömülü sisteme uçtan uca bağlantı kurularak ECG, pulse oksimetre, sıcaklık ve ortam sensör verileri gerçek zamanlı olarak incelenebilmektedir. Bu uygulama aracılığı ile hastanede olan, daha önce hastanede kaydı olan ve acildeki hastaların verileri kontrol edilebilmektedir. Ayrıca hastane departmanları arasında sesli iletişime olanak veren bir sesli

görüşme uygulaması da yine bu programlara entegre edilmiştir.

Yapılan bu çalışma hastaların yaşam kalitesini arttırmak, sürekli takip altında tutulmalarını ve sağlık personelinin erken tanı ve müdahale yapabilmesini sağlamak için tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sistemde hastalardan elde edilen ölçüm sonuçları veri tabanında kalıcı olarak tutularak hastanın ilerleyen zamanlarda geçirebileceği rahatsızlıklar için erken önlem sistemi olarak kullanılabilir.

Tasarlanan sistemin ambulanslara uygulanması ile acil durumdaki hastanın verileri sunucuya gönderilerek acil serviste bulunan sağlık görevlilerinin hasta hakkında bilgi edinmesi sağlanabilecek ve hasta henüz acil servise

gelmeden gerekli hazırlıklar yapılmış olması sağlanabilecektir.

### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] E. Akıncı ve F.Ö. Orhan, “Sirkadiyen Ritim Uyku Bozuklukları,” *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, vol. 8, no.2, pp.178-189, 2016.
- [2] A. Yılmaz ve A. Çiledağ, “Obstrüktif Uyku Apne Sendromu Olgularımızda Sistemik Hastalık Birlikteliği,” *Journal of Turkish Sleep Medicine*, vol. 3, pp.35-38, 2015.
- [3] M.M. Baig ve H. Gholamhosseini, “Smart Health Monitoring Systems: An Overview of Design and Modeling,” *Journal of Medical Systems*, vol. 37, pp.1-14, 2013.
- [4] A. Pantelopoulos, N.G. Bourbakis, “Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis,” *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, vol.40, no.1, pp.1-12, 2010.
- [5] M.M. Baig, H. GholamHosseini, M.J. Connolly, “Mobile Healthcare Applications: System Design Review, Critical Issues and Challenges,” *Australas. Phys. Eng. Sci Med*, vol.38, pp.23–38, 2015.
- [6] B. Özkan ve T. Dağ, “Kablosuz Hasta Takip,” *in Proc. ELECO 2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, 2012, pp.690-693.
- [7] R. Kurban, “Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi: Mobil Sağlık Danışmanı,” M.S. thesis, Erciyes Üniversitesi, Erzurum, 2006.
- [8] M. Sung, C. Marci, A. Pentland, “Wearable feedback Systems for Rehabilitation,” *J. NeuroEng. Rehabil.*, pp.2:17, 2005.
- [9] V. Shnayder, B.R.Chen, K. Lorincz, T.R.F.Fulford-Jones, M. Welsh, “Sensor Networks for Medical Care,” *Harvard Computer Science Group*, UK, Tech. Rep. TR-08-05, 2005.
- [10] A. Farmer, O. Gibson, P. Hayton, K. Bryden, C. Dudley, A. Neil, L. Tarassenko, “A Real-time, Mobile Phone-Based Telemedicine System to Support Young Adults with Type 1 Diabetes,” *Inform. Prim. Care.*, vol. 13, no. 3, pp.171–178, 2005.
- [11] N. Tatara, E. Arsand, G. Hartvigsen, “Patient-user Involvement for Designing a Self-help Tool for Type 2 Diabetes,” *in Proc. Therapeutic Strategies A Challenge for User Involvement in Design*, 2010, pp.53–55.
- [12] P. Leijdekkers ve V. Gay, “A Self-test to Detect a Heart Attack Using a Mobile Phone and Wearable Sensors,” *In Proc. 21st IEEE CBMS Int. Symp.*, 2008, pp. 93–98.
- [13] A. Lymperis ve A. Dittmar, “Advanced Wearable Health Systems and Applications, Research and Development Efforts in the European Union,” *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol.26,no.3, pp. 29–33, 2007.
- [14] J. Luprano, “European Projects on Smart Fabrics, Interactive Textiles: Sharing Opportunities and Challenges,” *In Proc. Workshop Wearable Technol Intel Textiles*, Helsinki, Finland, 2006.
- [15] PostgreSQL veri tabanı hizmeti. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/>
- [16] Atmega328 mikro denetleyicisi teknik özellikleri. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: [http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Complete.pdf](http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf)
- [17] DS18B20 teknik özellikleri. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- [18] DHT11 teknik özellikleri. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>
- [19] ESP8266 teknik özellikleri. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: [https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266\\_\\_Datasheet\\_\\_EN\\_v4.3.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf)
- [20] ESP8266 AT komut listesi. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: <http://www.pridopia.co.uk/pi-doc/ESP8266ATCommandsSet.pdf>
- [21] Full Multi-thread Client/Server Socket Class with ThreadPool. (2016, Ağustos, 26). [Online]. Available: <http://www.codeproject.com/Articles/33352/Full-Multi-thread-Client-Server-Socket-Class-with>