



# Bebeğin Yaşamsal Verilerinin Noninvaziv Ölçümü ve Mobil Takip - Analiz Sistemi Tasarımı

## Noninvasive Measurement of Baby's Vital Datas and Mobile Monitoring - Analysis System Design

Nadide Gülşah GÜLENC

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İstanbul, Türkiye

ngulsahgulenc@gmail.com, gulenc17@itu.edu.tr

Mesut KARTAL

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İstanbul, Türkiye  
kartalme@itu.edu.tr

**Özetçe**—Kablosuz iletişim teknolojilerinin günümüzde gelişmesiyle birlikte tıbbi cihaz sektöründe de yaşamsal standartları arttırmak amacıyla birçok cihaz geliştirilmiştir. Tıbbi verilerin gerçek zamanlı izlenmesi ve acil durumlarda kullanıcıyı haberdar etmesi vazgeçilmez olmuştur. Bu çalışmada, kablosuz haberleşme sistemi ile bebeklerin eş zamanlı solunum, nabız, SpO<sub>2</sub>, vücut sıcaklığı ölçmek amaçlanmıştır. Özellikle yenidoğan bebeğin hastane veya ev ortamında sağlık uzmanının veya ailelerin kolaylıkla durumunu takip etmesi amacıyla geliştirilmiştir. Tasarlanmış olduğumuz bu sistem sayesinde hastanede tedavisi bitmesine rağmen ev ortamında gözetim altında olması gereken bebeklerin verilerinin sağlık uzmanı tarafından rahatlıkla izlenmesi de doğru teşhis için önemli bir kolaylık olacaktır. Gerçekleştirilmiş bu sistem sayesinde takip yapan kişi kolaylıkla mobil uygulama ile bebeğin durumunu takibini yapabilmekte ve ani durumlarda uyarı alabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler** — Uzaktan izleme ve kontrol sistemi, sıcaklık ölçümü, saturasyon ölçümü, nabız ölçümü, kablosuz haberleşme

**Abstract**— Many devices have been developed in order to increase the life standards of the medical device industry with the development of wireless communication technology today. Real-time monitoring of medical data and to inform users in case of emergencies has been indispensable. In this study, it was aimed to measure respiration, heart rate, SpO<sub>2</sub> and body temperature of babies simultaneously with the wireless communication system. Thanks to this system we have designed, it will be an important convenience for the correct diagnosis to be easily monitored by the healthcare professional of the data of babies who need to be under surveillance in the home environment despite the end of their treatment in the hospital. Thanks to this implemented system, the follower can easily follow the baby's status with the mobile application and receive alerts in sudden situations.

**Keywords** — Remote monitoring and control system, temperature measurement, saturation measurement, pulse measurement, wireless communication

### I. GİRİŞ

Teknolojinin hayatımızda gelişmesiyle birlikte her alanda olduğu gibi sağlık alanında da yaşam konforumuzu arttıracak yöntemler ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, halen manuel olarak yapılan nabız, solunum, vücut sıcaklığı ve oksijen

saturasyonu yüzdesi gibi birçok yaşamsal fonksiyonun ölçümünün sensörler ve kablosuz iletişim sisteminden oluşacak bir sistem aracılığıyla yapılarak, verilerin otomatik ve daha düzenli bir şekilde elde edilmesi ile sağlık uzmanına hasta bireylerin teşhisi için daha verimli bir zaman yönetiminin sağlanması amaçlanmıştır. Bebeklerde özellikle uyku halindeyken ölümle sonuçlanan solunum durması çok rastlanan bir durum olup solunum durmasının erken dönemde tespiti, ev ortamında takip altında olması gereken yenidoğan bebeklerin ebeveynlerinin önerilen bu sistem ile tedirginlikten uzak olarak daha konforlu ve rahat bir şekilde bebekleriyle ilgilenebilmesi, hastane ortamında yenidoğan ünitelerindeki hasta bebek sayısının artması ve kullanılan tıbbi cihazların yetersiz olmasından dolayı maliyet açısından daha düşük ve hemşire için birden fazla bebeği daha kolay bir şekilde takip edebilecek bir sistemin geliştirilmesi bu çalışmanın üç temel hedefini oluşturmaktadır.

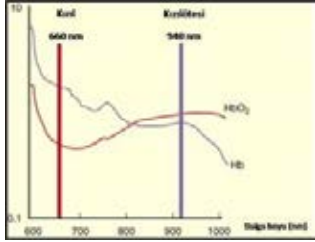
Literatürde uzaktan takip sistemiyle ilgili yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Eriş ve ark. 2010 yılında RF (433 MHz) standardında bir haberleşme sistemi ile oksijen saturasyonu, nabız ve vücut sıcaklığı tespit ve takibinin sağlandığı bir sistem tasarlamışlardır [1]. Moron ve ark. 2005 yılında bluetooth/GPRS/Wi-Fi yöntemi ile tasarladıkları sistemde oksijen saturasyonu ve nabız işaretini alarak sonuçları GPRS ile iletmışlerdir [2,3]. Toral ve ark. 2007 yılında RS-232 haberleşme yöntemini kullanarak nabız, oksijen saturasyonu ve sıcaklık bilgilerini kablosuz iletişim teknolojisi kullanmadan Labview programı ile bilgisayara aktarıp sonuçları görüntülemişlerdir [4]. Kumar ve Rahman 2006 yılında RF (433 Mhz) standardı kullanarak ilelettiği oksijen saturasyonu ve vücut sıcaklığı sinyallerini GSM altyapısını kullanarak sunucu ünitesine mesaj gidecek şekilde aktarmışlardır. Bu çalışmada da Labview programı kullanılmıştır [5]. Çetin ve ark. 2012 yılında Wi-Fi/internet haberleşme yöntemini kullanarak vücut sıcaklığı ve nabız ölçüm sonuçlarını MATLAB programına aktarmış ve özel bir yazılımla sonuçların görüntülenmesini sağlamışlardır [6]. Işık ve ark. 2013 yılında Bluetooth/3G/Wi-Fi/RF haberleşme yöntemleri ile tasarladığı sistemde sadece solunum fonksiyonun tespiti üzerine çalışmışlardır [7].

Bu bildiri de önerilen sistem ise Wi-Fi/internet iletişim teknikleri ile iletilen vücut sıcaklığı, oksijen saturasyonu, pulse rate ve solunum takibini nümerik ve grafiksel olarak sunmaktadır. Mevcut çalışmalardan farklı olarak yaşamsal fonksiyonların takibi için oksijen saturasyonu, pulse rate, solunum, vücut sıcaklığı gibi önemli parametreleri birlikte içermesi, sistemin grafiksel bir arayüzünün olması, ayarlanan referans değerlerini aştığında uyarı vermesi ve bildirimler kısmında ölçülen değerlerin rapor olarak sunulmasıdır.

## II. YAŞAMSAL PARAMETRELERİN ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

### A. Pulseoksimetre Ölçüm Yöntemi

Pulseoksimetreler arterial kandaki oksijen saturasyonunu ölçmek için cerrahi girişimlerde, ameliyathanelerde ve yoğun bakım ünitelerinde sürekli olarak kullanılan bir araçtır. Ayrıca kalp atım sayısı tespiti içinde kullanılmaktadır. Pulseoksimetre Lambert-Beer kanunu prensibine dayanmaktadır. Bu kanun; oksijenize ve indirgenmiş hemoglobinin sensörlerde kullanılan kızıl ötesi ışıklarının farklı miktarda absorbe etmesine dayanmaktadır. Pulseoksimetrede kızıl 660 nanometre (nm) ve kızılötesi 960 nanometre (nm) dalga boylarında ışık kullanılmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi iki dalga boyundaki ışıkların hemoglobin tarafından emilmesinden dolayı oluşan değişim ölçülerek pulseoksimetre değeri elde edilir. [8,9]



Şekil 1:  
Oksihemoglobin ve deoksihemoglobinin ışık absorpsiyon farklılıkları [10]

Şekil 1'de gösterilen ışınların farklı miktarda soğurulması ile nabız ve kandaki oksijen saturasyon değeri (1) denklemde belirtilen Lambert Beer Yasası ile ifade edilir. [11]

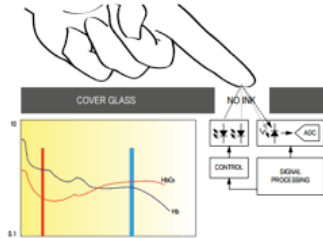
$$I_0 = I_N - \epsilon C L \quad (1)$$

$I_0$ : iletilen ışığın ışık şiddeti  
 $I_N$ : gelen ışığın ışık şiddeti  
 $\epsilon$ : absorpsiyon katsayısı  
 $C$ : maddenin yoğunluğu  
 $L$ : optik yol uzunluğu (cm)

(1) denkleminde görüldüğü gibi; geçen ışık miktarı ışığın içeride kat ettiği yol ve ışığın geçmiş olduğu maddenin konsantrasyonu ile doğru orantılı olan absorblanan ışık miktarı arttıkça azalacaktır [11]. (1) denklemini logaritmik olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$A = \ln\left(\frac{I_0}{I_N}\right) = \epsilon C L \quad (2) \quad A: \text{absorbans}$$

Pulseoksimetre ölçümünü tespit etmek için Max30100-TB sensörü kullanılmıştır. Şekil 2'de Max30100-TB sensörünün çalışma prensibi görülmektedir.

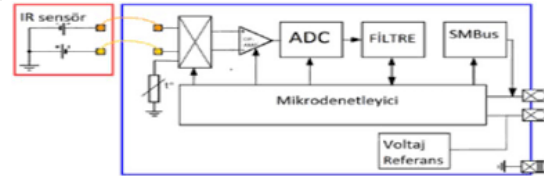


Şekil 2:  
Max30100-TB sensörünün çalışma prensibi blok diyagramı [12]

### B. Vücut Sıcaklığı Ölçüm Yöntemi

Vücut sıcaklığı hastalık teşhisinde kullanılan bir yaşamsal parametredir. Özellikle bebeklerde karşılaşılan yüksek ateş durumu zamanında tespit edilemez ve önlem alınmazsa vücutta hasar bırakabilmektedir. Ebeveynler ve sağlık uzmanları vücut sıcaklığını önerilen bu sistem sayesinde sürekli olarak ve rahatlıkla kontrol edebileceklerdir. Vücut ısısı tespit etmek için ağız, rektal, özefageal, timpanik, deri, intratorasik, pulmoner arter gibi bölgelerde cam, elektronik, cıvalı, transtimpanik, tek kullanımlık termometre ile ölçüm yapılmaktadır. Temassız bir şekilde ölçümü gerçekleştiren bu sistemin diğer avantajı ise, kulaktan ve koltukaltı bölgelerinden alınan ölçümlere göre daha hijyenik olmasıdır. [13]

Çalışmada vücut sıcaklığını tespiti için MLX90614 temassız sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Kullanılan MLX90614 kızılötesi bir sıcaklık sensörüdür. Nesnelere temas etmeden kızılötesi sinyaller göndererek sıcaklık tespitini uzaktan gerçekleştirmektedir. Sensör, optik sistem, sinyal işleme, kuvvetlendirici, fotoelektrik dedektör ve çıkış modüllerinden oluşmaktadır. Sensörde yer alan optik sistem sensöre ulaşan kızılötesi radyasyonun odaklanmasını sağlar. Bu radyasyon enerjisi fotoelektrik dedektör tarafından elektrik sinyaline dönüştürülür. Infrared sensör ile ölçüm yapılarak elde edilen değerler mikrodenetleyiciye işlenmesi ve filtrelenmesi için gönderilir. Filtrelenen değerler I<sup>2</sup>C haberleşme protokolü ile dijital olarak sıcaklık verisini iletir. [14,15] Temassız sıcaklık sensörü olarak MLX90614 seçilmesinin sebebi 3.6 mm gibi küçük yarıçapı nedeniyle sistemde daha az yer kaplaması ve ölçümün doğruluğu için ilave herhangi bir bileşen gerektirmemesidir. Şekil 3'te blok diyagramı görülmektedir. [16]



Şekil 3: MLX90614 vücut sıcaklık sensörü blok diyagramı [16]

### C. Solunum Ölçüm Yöntemi

Solunum hızı 60 saniyedeki solunum sayısıdır. Erişkinlerde solunum sayısı dakikada 12-20, çocuklarda dakikada 20-25, yenidoğanda ise dakikada 30-50 dir. Solunum sayısı sağlık uzmanlarınca inspirasyonda göğüs yükselmesi veya alçalmasına bakılarak tespit edilmektedir. Bu teknik solunum sayısı tespitinde hatalı okumalara sebep olabilmektedir. [17]

Çalışmada solunum tespitini sağlamak için kullanılan sensör MPU6050 sensörüdür. MPU-6050 sensörü ile aynı çip üzerinde bir adet ivmeölçer ve jiroskop bulunmaktadır. MPU-6050 sensörü içerisindeki ivmeölçer sayesinde üzerine düşen yerçekimi kuvveti (statik), aniden hızlanma veya durma (dinamik) ivmesini ölçer. Sensörden elde edilen değer g veya m/s<sup>2</sup> türünden ifade edilmektedir. Bu sensör genellikle eğim ölçer ve hareket algılayıcı olarak kullanılmaktadır. Bu projede solunum varlığının tespiti için kullanılmıştır. İvmeölçerlerin bir, iki ve üç eksenli ölçüm yapan türleri vardır. MPU-6050 sensörü üç eksenli ölçüm yapmaktadır. İvmeölçer cihazın ivmesini

ölçerken jiroskop 3 koordinattaki (X, Y, Z) dönüş hızını ölçmektedir. Jiroskop dış koordinatları referans almaz ve rotasyonel değerleri ölçer. Jiroskopların çoğu rotasyonun hızını tek yönde ölçer. Rotasyonun hızı saniyede veya saatte açı cinsinden hesaplanır. ( $^{\circ}/\text{sec}$  veya  $^{\circ}/\text{h}$ ). [18]

### III. SİSTEM TASARIMI

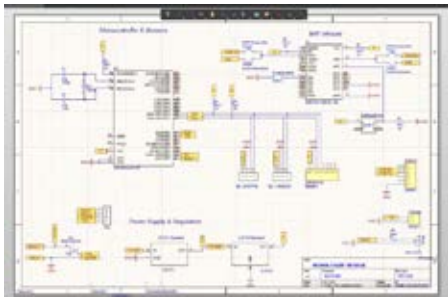
#### A. Sistemin Genel Yapısı

Önerilen sistem ile yenidoğan bebeklerde SpO<sub>2</sub>, pulse rate, oksijen saturasyonu, vücut sıcaklığı ve solunum takibinin uzaktan yapılabilmesi hedeflenmiştir. Sistem 3 ana kısımdan oluşmaktadır.

- Sıcaklık, SpO<sub>2</sub>, pulse rate, solunum takibi için hasta veya yenidoğan bebek üzerine yerleştirilen mobil ölçüm ünitesi.
- Ölçüm değerlerinin kablosuz olarak sisteme iletileceği ünite.
- İletilen ölçüm değerlerinin mobil olarak görülmesini sağlayan kullanıcı arayüzü.

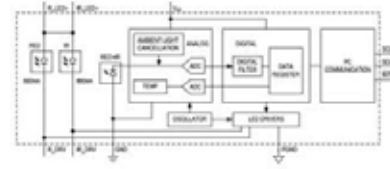
#### B. Elektronik Devre Yapısı

Sistemin elektronik devre tasarımı için Altium Designer programı kullanılmıştır. Altium designer programı çok katlı devreler, profesyonel devreler ve devre kurulumu için en kullanışlı programlardan birisidir. Düşük güç tüketimi, esnek programlama imkânı, analog/dijital dönüştürücü özellikleri barındırdığından ATMEGA328P-PN mikroişlemcisi bu çalışmada kullanılmıştır. Yaşamsal bulgularımızdan nabız ve SpO<sub>2</sub> değerlerini elde etmek için Max30100-TB sensörü, sıcaklık değerini ölçmek için MLX90615-tp sensörü, solunum sayısı tespiti için ise MPU6050 sensörü kullanılmıştır. Sensörler I<sup>2</sup>C protokolü ile çalışmaktadır. Devrede eş zamanlı olarak internet bağlantısını sağlayan arayüze veri iletimi Wi-Fi modülü ile sağlanmaktadır. Kullanmış olduğumuz ESP8266 modülü hem mikrokontrolcü olarak çalışabilen hemde Wi-Fi entegreleri bulunan bir modüldür. Atmega mikroişlemcisi verileri alıp işleyerek Wi-Fi modülüne iletmektedir. Wi-Fi modülü ise verileri tabanında kayıtlı yapılacağı sunucuya iletmektedir.

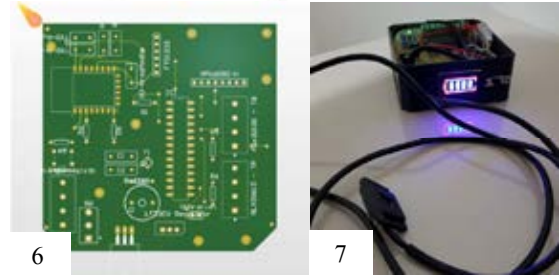


Şekil 4: Elektronik devre tasarımı

Şekil 5'te iç yapısı görülen Mac30100-TB sensörü nabız ve oksijen saturasyonu ölçümünü kırmızı ve kızılötesi iki fotodedyektörü ve led aracılığı ile yapmaktadır. Çalışmamızda sensörler ve mikroişlemci arasındaki haberleşme I<sup>2</sup>C protokolü ile sağlanmaktadır. Bu protokole göre toprak hattı master ve slave arasında ortaktır. SDA (serial data-veri hattı) veriler arasında çift yönlü olarak data akışını gerçekleştiren hattır. SCL (serial clock-senkronizasyon için gerekli olan clock darbe hattı) hattı ise verilerin senkronizasyonunu sağlamaktadır. [19]



Şekil 5: Sensörün iç yapısı [19]



Şekil 6: Elektronik devrenin PCB tasarımı

Şekil 7: Mobil takip-analiz sisteminin mobil ölçüm ünitesi

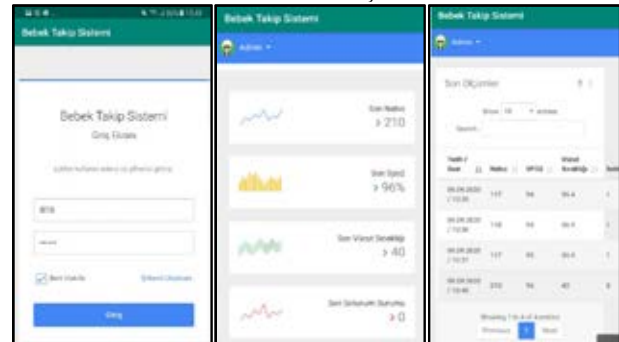
Sistemi geliştirirken kullanılan programlar ve yazılım dilleri Tablo 1 'de belirtilmiştir.

| Platform                                 | Geliştirme Ortamı         | Kullanılan Dil |
|--|---------------------------|----------------|
| <b>Mikrodenetleyici / Gömülü Yazılım</b> | Sublime Text / C İde'leri | C, C++         |
| <b>Wifi Module / Gömülü Yazılım</b>      | Sublime Text / C İde'leri | C, C++         |
| <b>Web / Arayüz</b>                      | Jetbrains WebStorm        | HTML, CSS      |
| <b>Web / Backend</b>                     | Jetbrains PhpStorm        | PHP            |
| <b>Mobil Uygulama</b>                    | Android Studio            | Java           |
| <b>Elektronik Devre Tasarımı</b>         | Altium Designer           | -              |
| <b>Veritabanı</b>                        | PhpMyAdmin                | SQL            |

Tablo 1: Programlar ve yazılım dilleri

#### C. Web Tasarımı

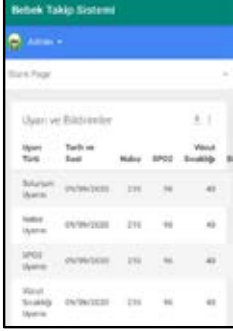
Web tasarımı yapılırken front end kısmında HTML ve CSS dilleri kullanıldı. Back end kısmında ise PHP dili kullanıldı. PHP ile matematiksel ve veri tabanı işlemleri yapılmıştır. Veriler tablolar halinde düzenlenmiştir.



Şekil 8: Sistemin giriş ekranı ve kullanıcı kontrol paneli

Kullanıcı arayüzünü tasarlarken Sublime Test, WebStorm, PhpStorm gibi yazılımlar kullanıldı. Tablo kısmında col-md-12 grid tasarımı kullanılarak tam sayfa olarak programa ataması sağlanmıştır. Tablolarda nabız, SpO<sub>2</sub>, vücut sıcaklığı, solunum

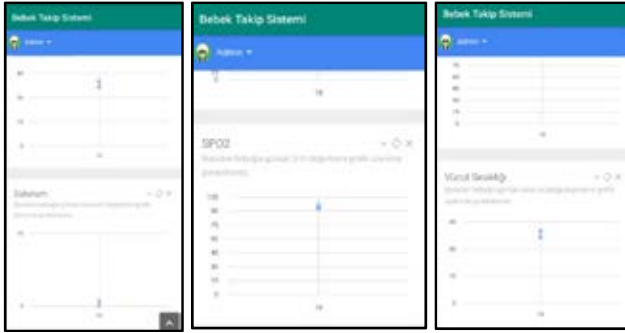
kısmı olmak üzere 4 sütuna yer verilmiştir. Grafik analiz sayfası ve uyarı bildirim sayfası da panelde ayrıca bulunmaktadır.



Şekil 9: Uyarı ve bildirim paneli



Şekil 10: Nabız grafiği



Şekil 11: Grafik ve analiz paneli

#### IV. SONUÇ

Yaşamsal parametreleri tespit etmek için bebeğe bağlanmış olduğumuz bu sistem sürekli olarak pulse saturasyonu, vücut sıcaklığı, kalp atım sayısı ve solunum gibi parametrelerin ölçümünü yapabilmektedir. Max30100 sensörünün iç yapısında bulunan 660 nm ve 880 nm dalga boylarında kırmızı ve kızılötesi ışıklar ile algılanan oksijen saturasyonu ve kalbin atım sayısı mikrodenetleyici üzerinde yazılan algoritmalar ile hesaplanmıştır. Sonuçlar tasarlanan arayüz sayesinde mobil cihaz uygulamasında görülmektedir. Bu ölçüm yöntemleri ve sistemi sayesinde bebeklerin ve çocukların şuan üç dakikada bir pulseoksometre, nabız, solunum ve vücut sıcaklığı internet/Wi-Fi aracılığı ile tasarlanan arayüze gönderilmektedir. Sistem evde takip edilmesi gereken bebeklerin ebeveynlerin ve sağlık uzmanları için büyük kolaylık sağlayacaktır. Anlık ölçüm ve parametre değerlerinin belirlenen limitlerin aralığında olmaması durumunda alarm verme özelliği bulunmaktadır. Sonuç olarak, bebeğin başında endişeli bir şekilde sürekli bekleme durumunda kalmadan sağlık durumlarını kolaylıkla takip edecek bir sistem geliştirilmiştir.

#### BİLGİLENDİRME

Çalışmada bebekler üzerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Günümüzde meydana gelen Covid-19 pandemi sürecini de göz önüne alarak ihtiyaç halinde kolaylıkla kullanılması amacıyla sistemin arayüzünde açılıştaki kullanıcı ayarlı parametrelerin alt ve üst limitleri girilmesi hedeflenmiştir. Yüksek ateş ve solunum durmasına bağlı olarak rahatsızlıkların bu sistem sayesinde önüne geçilmesi

hedeflenmektedir. Böylece, erişkin ve çocuk hastalarda da sistem kolaylıkla kullanılacaktır. Hastanın verilerini sürekli yanında temas halinde ölçmeye gerek kalmadan uzak yerlerden kontrolünü yapmak daha kolay ve mümkün olacaktır. Ayrıca, arayüzde elde edilen verilerin dökümünü kolaylıkla kayıt altında tutmak veya kâğıda dökmek amacıyla kayıt altına alınan verilerin excel programına aktarımı sağlanacaktır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Eriş, Ö., Korkmaz, H., Toker, K., Buldu, A. (2010). İnternet Üzerinden Hasta Takibi Amaçlı PIC Mikrodenetleyici Tabanlı Kablosuz Pals-Oksimetre Ölçme Sistemi Tasarımı ve LabVIEW Uygulaması.VII. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi Bildirileri
- [2] Hakan IA, Güler, İ. Teletipta Mobil Uygulama Çalışması ve Mobil İletişim Teknolojilerinin Analizi, 2010: Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt:3, Sayı:1
- [3] Moron, M. J.; Casilari, E.; Luque, R.; Gazquez, J. A.: "A Wireless Monitoring System for Pulse-oximetrySensors", IEEE Proceedings of Systems Communications,(2005), 1-6.
- [4] Toral, T.R.; Palomares, R.A.; Iturriaga, M.C.Y.T.: "Vital Signs Monitoring Through Internet", 17th International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP'07) 0-7695-2799-X/07, (2007)
- [5] Kumar, A.; Rahman, F.: "Wireless Health Alert and Monitoring System", Intl. Conf. On Biomedical and Pharmaceutical Engineering, (2006)
- [6] Çetin, G. D., Bayılmış, C., Kaçar, S., Kırbaş, İ. (2012). Application of an on-line medical monitoring system. Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).
- [7] Işık, A. H., Şener, M. U., Güler, İ. (2013). A Low Cost Mobile Adaptive Tracking System for Chronic Pulmonary Patients in Home Environment. Telemedicine Journal and E-Health 19:24-30
- [8] Öncel T.U., Puls Oksimetre. Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi, Cilt: 4, Sayı:2/2006 p:96-106
- [9] Szocik JF, Barker SJ, Tremper KK. Fundamental principles of monitoring instrumentation. In: Miller's Anesthesia. Ed, Miller RD. Pennsylvania: Elsevier;2005 p: 1191-1226
- [10] Yetkin U, Karahan N, Gürbüz A. Klinik uygulamada pulse oksimetre. Van Tıp Derg, 2002;9(4):126-133.
- [11] Chong K. L., Holden D., Olin T., "Heart Rate Monitor", [http://www.academia.edu/7884606/Heart\\_Rate\\_Monitor\\_vol-1](http://www.academia.edu/7884606/Heart_Rate_Monitor_vol-1), pp 2-10, October,2010.
- [12] <http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/879178/MAXIM/MAX30100.html> Accessed: 13.03.2017 .
- [13] Arzu İ., Oğuz K., "Ateş ölçümünde dört farklı vücut bölgesinin karşılaştırılması ve hasta tercihinin incelenmesi", Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2009, 11(3):5-10
- [14] Mert A., Seçkin Ö. ve Akan A., "Sürekli vücut sıcaklığı ölçümü için biyotelemetri cihaz tasarımı", TIPTEKNO 2014, 312-315.
- [15] <https://www.direnc.net/i2c-temassiz-ir-sicaklik-sensoru-mlx90614-gravity>
- [16] MelexiMLX90614 kılavuzu, [https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/MLX90614\\_rev001.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/MLX90614_rev001.pdf)
- [17] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Hemşirelik, "Yaşam (Vital) Bulgular", Ankara 2012 :33
- [18] Gülenç N. G., ÇİFTÇİ R. K., Mobil Postürografik Analiz Sistemi, Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT) (26.04.2016-27.04.2016).
- [19] [https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX\\_30100.pdf](https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX_30100.pdf)