



DUYMA ENGELLİ EBEVEYNLER İÇİN GERÇEK ZAMANLI BEBEK SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ REAL TIME INFANT HEALTH MONITORING SYSTEM FOR HARD OF HEARING PARENTS

Faruk Aktaş, Emre Kavuş, Yunus Kavuş
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
faruk.aktas@kocaeli.edu.tr, {emrekavus, yunuskavus}@gmail.com

Özetçe—Bir hasta takip sistemi temel olarak, algılayıcılar ve bir mikrodenetleyiciden oluşmaktadır. Algılayıcılar vücut sıcaklığı, kan basıncı ve EKG gibi birçok hayati fizyolojik ve biyolojik veriyi, insan vücudundan algılama ve analog çıkışları üzerinden mikrodenetleyiciye gönderme yeteneğine sahiptir. Bu çalışmada, özellikle duyma engelli ebeveynler için gerçek zamanlı bebek sağlık takip sistemi geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistem, bebeğe ait hayati fizyolojik sinyalleri gerçek zamanlı olarak izleyerek, anormal durumlar için alarm oluşturmaktadır. Alarm durumunda hem LCD gösterge ekranı, hem de ailedeki titreşimli bileklik uyarı vermektedir. Sistemin tasarımında Arduino Leonardo bordu ve buna bağlı olan vücut sıcaklığı, nabız ölçer ve ıslaklık algılayıcıları kullanılmıştır. Gerçek zamanlı çalışma sonuçlarına göre, bebek vücudundan alınan fizyolojik sinyallerin başarıyla aktarıldığı ve alarm durumlarının sorunsuz bir şekilde çalıştığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler —Bebek İzleme Sistemleri, Duyma Engelli Ebeveyn, Mikrodenetleyici

Abstract—A patient monitoring system basically includes sensors and a microcontroller. The sensor devices that is capable of sensing many vital physiological and biological data such as body temperature, blood pressure and electrocardiogram (ECG), etc. from human body and sending them to the microcontroller using analog outputs. In this study, a real time infant monitoring system especially for hard of hearing parents, is developed. The proposed system works continuously in real time, monitoring vital physiological signals of an infant and generates alert (vibration and led blink) for abnormal situations. In alert case, both LCD screen and vibrating wristband which are attached to the body warns the parents. An Arduino Leonardo board has been used in system design which is attached by body temperature sensor, finger heartbeat detector and water sensor. The

results show that physiological signals from the infant body can successfully and the all alarm condition function up properly.

Keywords — Infant Monitoring Systems, Hard of Hearing Parents, Microcontroller

I. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte evde sağlık hizmetleri ve tıbbi parametrelerin uzaktan takibi büyük önem kazanmıştır. Hasta veya erken doğmuş bebeklerin evde sağlık takibinin yapılması popüler uygulamalar arasında bulunmaktadır. Özellikle Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA) teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bu konuyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır [1], [2].

Prematüre ve zayıf kiloda doğmuş çocuklarda, çocuğun bulunduğu ortamın sıcaklığının iyi ayarlanamaması terlemeye neden olabilmektedir. Bu durum, çocuklarda aşırı terlemeye veya aşırı soğumaya neden olabilmektedir. Bu çocuklar için maksimum sıcaklık dalgalanmasının 36-38 derece olması gerektiği belirtilmektedir. Evde sağlık hizmetlerine yönelik olarak bebeklerin vücut sıcaklıklarının takibi büyük önem arz etmektedir. Bebeklerde vücut sıcaklığındaki değişimler hastalıkların teşhisinde ve tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Ani ateş yükselmeleri özellikle bebeklerde kalıcı hasarlara sebep olabilmektedir. Bu durumla karşılaşmamak için vücut sıcaklığının düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir. Takip edilmesi gereken önemli parametrelerden birisi de kalp atma ritimleridir. Bebeklerdeki kalp atım düzensizlikleri, bebeklerin ani ölümlerinde rol oynayabilmektedir [2]. Beklenmedik acil durumlara



Cihaz Tasarımı 2

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

karşı bebeğin kalp kontrolünün düzenli olarak yapılması gereklidir. Kalp ritimlerinin izlenmesine yönelik pulse oksimetre ile nabız takibi giderek yaygınlaşmaktadır. Bebeklerde bu uygulamanın parmak ucundan noninvaziv olarak uygulanması bebeklerin kalp ritimlerinin izlenmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

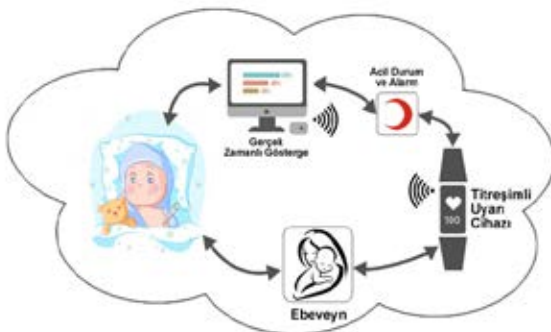
Evde bebek takibine yönelik gerçekleştirilen sistemlerin en büyük avantajı, ebeveynlerin sürekli olarak bebekleri takip etmelerine gerek kalmadan, bu sistemlerin otomatik olarak fizyolojik verileri toplayabilmeleridir. Bu sistemler oluşacak anormal durumlar için alarm verebilmektedir. Sağlıklı ebeveynler için bu alarm durumlarına anında müdahale etmek kolay olabilmektedir. Ancak duyma engelli anne babalar için çocuk ağlamasını, alarm durumlarını duymak mümkün olamamaktadır.

Bu çalışmada, özellikle duyma engelli ebeveynlerin bebeklerinin hastane ortamından uzakta fizyolojik verilerinin takibine yönelik bir sistem tasarlanmıştır. Sistem üzerinde bulunan parmaktan nabız algılayıcı ile kalp ritim bilgisi, vücut sıcaklık algılayıcısı ile ateş durumu ve ıslaklık algılayıcı ile de bebeğin altının ıslaklığı ya da terleme durumları izlenebilmektedir. Tasarlanan sistem, izlenen bu değerlerde anormal durumlar olması durumunda alarm verme ve duyma engelli ebeveynleri titreşimli bileklik sayesinde uyarma özelliklerine sahiptir.

Bildiri metni şu şekilde organize edilmiştir. Bölüm 2'de tasarımın bileşenleri tanıtılmakta, sonraki bölümde ise ilgili tasarımın detayları sunulmaktadır. Son bölümde ise çalışma özetlenmekte ve gelecek çalışmalar hakkında bilgi verilmektedir.

II. SİSTEM TASARIMI

Duyma engelli ebeveynler için gerçek zamanlı olarak evde bebek sağlık takibine yönelik mikrodenetleyici merkezli bir sistem tasarlanmıştır. Şekil 1'de gerçekleştirilen sistemin mimarisi görülmektedir. Sistem içerisinde algılayıcılar, algılayıcılardan gelen verileri değerlendirip alarm verme mekanizmalarını harekete geçiren bir mikrodenetleyici ve duyma engelli anne babalar için geliştirilmiş bir titreşimli bileklik bulunmaktadır.



Şekil 1. Tasarlanan platformun mimarisi

A. Sistem Bileşenleri

Bu takip sistemi için kullanılan bileşenler şunlardır;

- Arduino Leonardo kartı Atmega32U4 mikrodenetleyicisi
- Ebeveyni bilgilendiren LCD ekran
- Titreşimli bileklik
- Vücut sıcaklığı algılayıcı
- Parmaktan nabız algılayıcı
- Islaklık algılayıcı

Algılayıcılardan gelen verileri toplamak ve bu değerleri değerlendirerek alarm durumları oluşturmak amacıyla Arduino Leonardo geliştirme kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerinde bulunan 12 adet analog okuma girişi ile birçok fizyolojik ve analog veriyi okumak mümkün olabilmektedir. Arduino Leonardo içerisinde AVR mikrodenetleyici ailesinden olan ATMEGA32u4 mikrodenetleyicisi bulunmaktadır [3]. Şekil 2'de Arduino Leonardo geliştirme kartının üst kısmı ve bacak bağlantıları görülmektedir.



Şekil 2. Arduino Leonardo geliştirme kartı

Çalışmada, geliştirme kartı üzerindeki mikrodenetleyici, Arduino'nun kendi programlama dili ile değil, zamanlayıcı/sayıcı, kesme ve analog/dijital çevirici arabirimlerini daha etkili kullanabilmek amacıyla AVR mikrodenetleyicilerine yönelik "mikroC PRO for AVR" ile programlanmıştır [4].

Bebeklerin vücut sıcaklığını algılamak ve ateş durumlarını izlemek amacıyla DS18B20 sıcaklık algılayıcısının su geçirmez versiyonu kullanılmıştır [5]. Algılayıcıdan gelen ham analog sıcaklık verileri mikrodenetleyici içerisinde gerçek sıcaklık bilgisine çevrilmektedir. Şekil 3'te DS18B20 sıcaklık algılayıcısının su geçirmez versiyonu görülmektedir.

Bebeklerin kalp ritimlerini izlemek için Arduino kartlar ile uyumlu KY-039 parmaktan nabız ölçer algılayıcısı kullanılmıştır. Algılayıcı, bir kızılötesi led (IRLED) ile kızılötesi foto transistörden meydana gelmektedir. IRLED ile foto transistör birbirlerini direkt olarak görmektedir. Görüş alanına koyulacak parmak üzerinden okunan veriler nabız bilgisini vermektedir [6]. Şekil 4'te KY-039 parmaktan nabız algılayıcısı görülmektedir.



Cihaz Tasarımı 2

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma



Şekil 3. Vücut sıcaklığı algılayıcı



Şekil 4. Parmaktan nabız algılayıcı

Islaklık algılayıcı olarak ise Arduino bordlarla uyumlu T 1592P su ve nem algılayıcısı kullanılmıştır. Bu algılayıcı hem bebeklerin alt ıslaklığını hem de terleme durumlarını izlemek için kullanılabilir. Şekil 5'te T 1592P algılayıcısı görülmektedir.



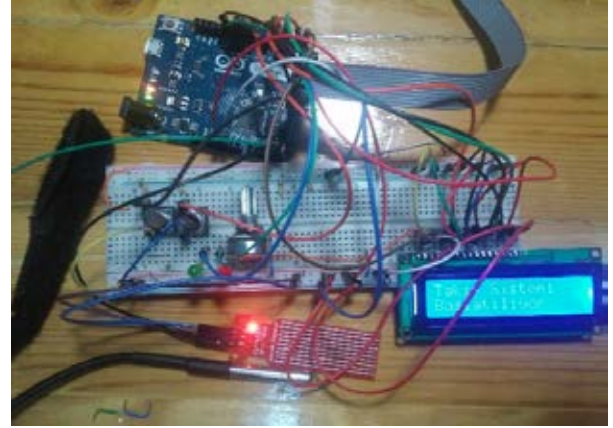
Şekil 5. Islaklık algılayıcı

B. Sistemin Çalışması

Yukarıda tanıtılan mikrodenetleyici ve algılayıcılar kullanılarak duyma engelli ebeveynler için gerçek zamanlı bebek takip sistemi gerçekleştirilmiştir. Mikrodenetleyici içerisinde bulunan analog-dijital çevirici modül (ADC) 10 bitliktir. Algılayıcılardan gelen analog veriler bu 10 bitlik ADC yardımıyla ilk önce sayısal bilgiye çevrilmekte daha sonra alarm durumlarındaki sınır değerlerle karşılaştırılmaktadır.

Sistem çalışmaya başladıktan sonra bütün algılayıcılardan aynı anda veri gelmeye başlamaktadır. Vücut sıcaklığı algılayıcı, bebeği rahatsız etmeyecek bir şekilde bebeğin vücuduna temas edecek biçimde yerleştirilmektedir. Islaklık algılayıcı eğer alt ıslanması için kullanılacaksa bezin içerisine uygun bir şekilde, terleme izlenmesi için kullanılacaksa yine bebeği rahatsız etmeyecek şekilde üzerine yerleştirilmektedir. Kalp ritmi algılayıcısı nabız ölçer ise bebeğin parmağına uygun bir şekilde takılarak bilgilerini göndermektedir. Bebek üzerine yerleştirilen algılayıcılardan gelen bu

bilgiler, bebeğin anlık durumu hakkında bilgiler vermektedir. LCD ekran paneli ile bebekten gelen ölçüm verileri anlık olarak takip edilebilmektedir. Şekil 6'da tasarlanan gerçek zamanlı bebek takip sistemi, Şekil 7 'de ise sistem çalışmaya başladıktan sonra ölçülen değerlerin LCD ekran görüntüsü görülmektedir.



Şekil 6. Bebek takip sistemi devresi



Şekil 7. Algılayıcılardan gelen veriler

Bebeklerden gelen verilere göre çeşitli alarm durumları oluşturulmuştur. Örneğin; bebeğin ateşinin 37 derece üzerine çıkması durumunda alarm durumu oluşturulmuştur. Yine bebekler için yaş aralıklarına göre hızlı atım (taşikardi) ya da yavaş atım (bradikardi) durumları için alarm durumları oluşturulmuştur. Burada önemli olan yaş aralıklarına göre kalp atım hızlarının değişiklik gösterdiğinin bilinmesidir. Örneğin 0-5 ay aralığında kalp atım hızı 60 saniye 100-160 arasında iken, 6-12 ay aralığında 60 saniyede 80-140 arasında değişmektedir [1]. İzlenecek bebeğin yaş aralığına bakarak alarm durumları kolaylıkla ayarlanabilmektedir. Diğer alarm durumu da bebeğin altını ıslatması veya bebeğin terlemesidir. Alarm durumlarının her birine bir alarm kodu verilmiştir. Tablo 1'de alarmlar nedenleri ve kodları verilmektedir.

	Alarm Kodu	Nedeni
1	A	Yüksek nabız
2	B	Düşük nabız
3	C	Yüksek sıcaklık
4	D	Düşük sıcaklık
5	E	Islaklık veya terleme

Tablo 1. Alarm kodları



Cihaz Tasarımı 2

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Tablo 1’de görüldüğü gibi beş durum için alarm kodu oluşturulmuştur. Bunlar yüksek ve düşük nabız değerleri, yüksek ve düşük ateş ve ıslaklık durumlarıdır. Şekil 8’de yüksek sıcaklık durumu için alarm durum ekranı görülmektedir. Alarm durumunda hem ekranda alarm kodu yazmakta hem de alarmla eşleştirilmiş led yanıp sönmektedir. Aynı anda ebeveynlerde bulunan bileklikler titreşmeye başlamaktadır. Titreşimi hisseden anne ya da baba, alarm koduna ve yanıp sönen lede bakarak hangi durumdan dolayı alarm durumu oluştuğunu anlayabilmektedir. Alarmin durumuna göre bebeğe ya kendileri müdahale edebilir ya da en yakın sağlık birimine bebeklerini götürebilirler. Alarm durumu oluştuğundan sonra istenildiği zaman alarm pasif hale getirilebilmektedir. Alarm olduğu anda diğer bilgiler ölçülmeye devam edilmekte, sistemin çalışmasında bir aksama meydana gelmemektedir.



Şekil 8: Olumsuz koşullarda oluşan alarm kodları

III. SONUÇ

Bu bildiride, özellikle duyma engelli ebeveynler için ev ortamında bebeklerdeki fizyolojik verileri izlemeye yönelik bir tasarım sunulmaktadır. Tasarımda, sistemin ihtiyaçlarına yönelik olarak popüler bir mikrodenetleyici geliştirme kartı olan Arduino Leonardo bordu kullanılmıştır. Algılayıcılardan gelen veriler anlık olarak takip edilmiş, anormal durumlar oluştuğunda belirlenen alarm durumlarının başarıyla bildirildiği görülmüştür. Geliştirilen sistemin en büyük avantajı anne ve babaların hasta çocuklarını sürekli kontrol etmek zorunda kalmadan takip edebilmeleridir.

Gerçekleştirilen sistem geliştirilmeye son derece açık bir sistem olarak tasarlanmıştır. İstenen algılayıcılar sisteme kolaylıkla eklenebilmektedir. Yapılan çalışma sadece duyma engelli anne babalar için değil, sağlıklı anne babalar içinde kullanışlıdır. Ayrıca daha büyük hastaların izlenmesi içinde uygun olan bu sistem genel amaçlı olarak ta kullanılabilir. Titreşimli bileklik yerine sisteme eklenecek buzzer ile alarm durumları kolaylıkla aileyi bilgilendirebilecektir. Gelecek çalışmalarda, sistemin tamamının kablosuz hale getirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca bebeklerden gelen fizyolojik verilerin bilgisayar ortamına aktarılarak, geliştirilecek web tabanlı arayüz ile izlenmesi ve alarm durumlarının SMS ile ilgili kişilere bildirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Saadatan E., Iyer S. P., Lihui C., Fernando O. N. N., Hideaki N., Cheok A. D., Maduapperuma A. P., Ponnampalam G., Amin Z., “Low Cost Infant Monitoring and Communication System”, *2011 IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering Research (CHUSER 2011)*, 2011, pp. 503 - 508.
- [2] Lin W., Zhang R., Britelli J., Lehmann C., “Wireless Infant Monitoring Device for the Prevention of Sudden Infant Death Syndrome”, *11th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)*, 2014, pp.1-4.
- [3] www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo
- [4] <http://www.mikroe.com/mikroc/avr/>
- [5] <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- [6] <http://www.zoebachman.net/itp/?p=190>