

Healthduino Mobil Sağlık İzleme Sistemi

Aydan Rende, Murat Ayaz, Gökhan Dalkılıç

Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir

aydanrende@gmail.com, murat.ayaz@outlook.com.tr, dalkilic@cs.deu.edu.tr

Özet: Hasta sayısındaki artış, hastane cihazlarının pahalı, taşınabilir olmaması ve doktor - hasta arasındaki iletişimin yetersizliği nedeniyle birçok önemli hastalığa zamanında teşhis konulamamaktadır. Dünya genelinde bu problemlerin çözümüne yönelik çeşitli sağlık izleme sistemleri geliştirilmiştir. Fakat bu projeler, son teknoloji ürünü olan akıllı telefonlara yönelik değildir ve bulut teknolojisi destekli veri tabanlarını desteklememektedir. Healthduino Mobil Sağlık İzleme Sistemi; kablosuz iletişim, bulut tabanlı veritabanı, doktor ve hasta için iki farklı mobil uygulamayı destekler yapıda geliştirilmektedir. Böylelikle oluşturulan sistem, hem kullanışlı olması hem de verilerin güvenli saklanması özelliğiyle daha iyi bir sağlık hizmeti sunmayı hedeflemiştir.

Anahtar Sözcükler: Mobil Sağlık Takibi, Sağlık İzleme Sistemleri, Uyku Apne Sendromu, Bulut Teknolojisi, Arduino, Kablosuz İletişim, Android Uygulaması, e-Health Sensör Platformu.

Healthduino Mobile Health Monitoring System: A Cloud Based Mobile Application

Abstract: Many important diseases are not diagnosed in time, because of increasing number of patient, expensive and non-portable hospital devices, lack of communication between doctor and patient. As a solution of these problems, various health monitoring systems have been developed around the world. However, these projects are not suitable for smartphones and cloud-based databases are not supported. Healthduino Mobile Health Monitoring System is being developed to support these features; wireless communication, a cloud-based database, two versions of the mobile application, one for the patient and the other for the doctor. In this manner, the developed system aims to serve a better health care to people with both being usable and storing data securely.

Keywords: Mobile Health Tracking, Health Monitoring Systems, Sleep Apnea Syndrome, Cloud Technology, Arduino, Wireless Communication, Android Application, e-Health Sensor Platform.

1. Giriş

Günümüzde, dünya genelinde sağlık sorunları ve potansiyel hasta sayısı ciddi bir şekilde artış göstermektedir. Hasta sayısının artmasına bağlı olarak doktor – hasta iletişimi de zayıflamaktadır. Erken teşhisin büyük önem arz ettiği dönemlerde pek çok hasta, doktor tarafından yeteri kadar izlenmediği için ya da doktor – hasta iletişimi zayıf olduğu için doktorun duruma geç müdahale etmesi gibi sorunlarla karşı karşıya gelmektedir.

“Obstrüktif Uyku Apne Sendromu”, “Uykuda Solunum Bozuklukları”nın en sık görülenidir [1] ve uykuda kişinin ölümüne yol açabilecek kadar tehlikelidir. Uyku apnesinin teşhisi veya benzer hastalıkların takip edilmesi gibi problemleri gidermek veya minimal seviyeye indirmek için mobil sağlık izleme sistemleri dünya çapında büyük önem kazanmıştır. Mobil sağlık izleme sistemlerindeki temel amaç, özellikle engelli, yaşlı veya kronik hastalıkları bulunan kişilerin hastaneden bağımsız olarak sistemin sunduğu

taşınabilir araçlar (Pulse Oksimetre, Elektro Kardiyografi (EKG), Elektromiyelografi (EMG), vs.) yardımıyla kendi sağlık durumunu kontrol edebilmesi ve vücut fonksiyonlarını yakından takip edebilmesidir. Bu sistemler sayesinde kişi, kendi durumunun farkında olarak bir sağlık sorunuyla karşılaşmadan önlem alabilmekte ya da sistemden elde ettiği veriler ile sağlık yetkilileriyle iletişime geçip erken teşhis şansını elde edebilmektedir.

Mobil takip sistemlerine Holter cihazı örnek olarak verilebilir. Holter cihazı, çeşitli durumlarda hastanın EKG cihazından elde edilen uzun süreli verilerin alınıp, daha sonra üzerinde inceleme yapılmasına olanak vermektedir. Günümüzde, bu cihazlardan elde edilen veriler kablo ile bağlı oldukları merkez birimde tutulmakta ve gerçek zamanlı olarak bir yere ulaşmamaktadır [2].

Bu makalede mobil takip sistemlerindeki benzer çalışmalar, geliştirdiğimiz bulut teknolojisi entegrasyonu ile akıllı telefon uygulaması olan mobil sağlık takip sistem projesi, projenin çıktıları ve

son olarak da sonuçları anlatılmaktadır.

2. Benzer Çalışmalar

Mobil sağlık izleme sistemleriyle ilgili pek çok üniversite ve enstitüde, yapmakta olduğumuz araştırmalara ışık tutacak çeşitli araştırmalar ve projeler yapılmıştır.

Biyo-sensör tabanlı geliştirilen bir mobil sağlık izleme sistemi olan "Intelligent Mobile Health Monitoring System (IMHMS)", giyilebilir kablosuz vücut/kişisel alan ağlarını, hastalardan veri toplamak, toplanan veriler üzerinden veri madenciliği yapmak, hastaların sağlık durumuna yönelik tahminlerde bulunmak ve hastaların kendi mobil cihazları üzerinden geri bildirim almak için kullanılmaktadır. Hastalar, istedikleri yer ve zamanda kendi mobil cihazları üzerinden verilerini girerek, bu sağlık bakım işleminde yer almaktadır [3].

Doktor – hasta arasındaki iletişim yetersizliği sorununun çözümüne yönelik bir başka çalışma da Avustralya'daki New South Wales Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu projedeki hedefler, hastada meydana gelebilecek ataklara önceden müdahale etmek, doktor – hasta arasındaki iletişim kopukluklarını gidermek, doktorun kullandığı teknik terminolojiyi hasta için daha anlaşılır hale getirmek şeklinde sıralanabilir [4].

Bu zamana kadar yapılan mobil sağlık takip projelerinin genelinde mobil cihaz tarafında geliştirilen yazılımlar, grafiksel tasarıma dayalı bir akıllı telefon uygulaması olma özelliğine sahip değildir.

3. Geliştirilen Uygulama

Sağlık sorunlarının nüfus artışıyla bağlantılı olarak hızla arttığı bugünlerde, Türkiye şartlarında hizmet kalitesi ve doktor – hasta ilişkisinin de önemi hızla artmaktadır. Belirli donanım ve yazılım kaynakları kullanılarak oluşturulan Healthduino Mobil Sağlık İzleme Sistemindeki hedefler; hastanın uygulama ve sensörler sayesinde kendi sağlık durumunu gözlemleyebilmesi ve doktorun hastasının sağlık durumunu daha iyi takip edebilmesidir. Yazılım ve donanım entegrasyonu ile oluşturulan proje aşağıda sıralanan özellikleri kapsamaktadır:

- Uyku apnesi şüphesi olan hastaların sensörlerle birlikte gecelik uykularını kayıt edebilmesi,
- Uyku sırasında hastanın oksijen, kalp atışı ve nefes akımının anlık kontrolü ile tehlike anında hastayı uyandırmaya yönelik alarm üretilmesi,
- EKG ve EMG sensörlerinden alınan anlık verilerin ekranda grafiksel gösterimi ve bunların İnternet'e yüklenmesi,
- Kişiye ait bir bulut hesabı oluşturularak alınan

anlık verilerin bu hesapta kaydedilmesi,

- Kaydedilen verilerin istendiği zaman görüntülenmesi,
- Doktorun, sorumlusu olduğu hastanın verilerine internet üzerinden ulaşabilmesi ve yorum yapabilmesi,
- Hastanın verilerinin analizi ve bir geçmiş oluşturması olarak sıralanabilir.

Healthduino mobil sağlık takip sisteminde, kullanılan Arduino ve Arduino'ya entegre donanım parçaları şu şekildedir:

3.1 Arduino Uno R3

ATmega328 tabanlı bir mikrodenetleyicidir. 14 sayısal giriş/çıkış pin, 6 analog giriş, 16 MHz kristal osilatör, bir USB bağlantısı, bir güç girişi, bir ICSP başlığı ve bir reset tuşu vardır. Bilgisayara USB bağlantısı ile bağlanır [5]. Cihazın USB bağlantısıyla enerji verilebileceği gibi bir pil yardımıyla da taşınabilir hale getirilebilir.

3.2 e-Health Sensör Kalkanı

Arduino ve Raspberry Pi kullanıcılarının 9 farklı sensör ile vücut aktivitelerini izleyebildikleri biyometrik ve medikal uygulamalarını çalıştıran donanımdır. Toplanan biyometrik bilgiler uygulamaya kablolu ya da kablosuz olarak iletilebilir [6]. Pinlerinden Arduino'ya geçirilerek entegre olarak kullanılır.

3.3 Pulseoksimetre (SpO2)

Pulseoksimetre, fonksiyonel hemoglobinin atardamar oksijen saturasyonunu belirleyen invaziv olmayan bir yöntemdir [6]. Pinlerinden e-Health kalkanına bağlandıktan sonra hastanın parmağına takılarak kullanılır (Şekil 1).

3.4 Elektrokardiyogram (EKG)

Elektrokardiyogram, kalbin elektrik ve kas fonksiyonlarını tespit etmek için rutin olarak kullanılan bir tanı aracıdır. EKG sensörü modern tıpta medikal testlerde en çok kullanılan yöntemlerden biri olarak kendini göstermektedir. Hastanın fiziksel durumuna göre EKG'nin doğruluğu değişebilir [6].



Şekil 1. E-Health Sağlık Kiti

EKG'nin pozitif, negatif ve nötr uçlarının e-Health kalkanına bağlanmasının ardından hastanın göğsüne, pozitif uç sağ üst, nötr uç sol üst, negatif uç sol altta olacak şekilde yapıştırılır.

3.5 Hava Akım

Hava akım sensörü uyku apnesi için erken bir uyarı sağlayabilir. Cihaz kulakların arkasından geçirilebilir esnek bir kablo ve burun deliklerine yerleştirilen bir çift çataldan oluşmaktadır. Solunum bu çatalardan ölçülür [6].

3.6 Vücut Pozisyonu

Pozisyon Sensörü (Akselerometre) hastanın beş farklı duruş pozisyonunu (ayakta durma/oturma, yüzüstü, sırt üstü, sol yan, sağ yan) izlemeye yarar. Uyku apnesi ve ayak uyuşması sendromu gibi hastalıklar için, uyku boyunca yapılan pozisyon analizi oldukça önemlidir.

3.7 Elektromiyografi (EMG)

Elektromiyografi (EMG) iskelet kasları tarafından üretilen elektrik aktivitelerini hesaplama ve kaydetme tekniğidir. Sensör seçilen kasın, yaptığı aktiviteye göre, filtrelenmiş ve düzenlenmiş elektrik aktivitesini ölçer [6].

Gnd, E ve M olmak üzere 3 elektrotu bulunan EMG sensörü, E elektrotu dirsekle kolun arasında kalan bölüme, M elektrotu kol kasının üstüne, Gnd elektrotu da dirseğe gelecek şekilde yapıştırılır.

3.8 Bluetooth Modülü

Projede kablosuz iletişimi sağlamak için HC-05 Bluetooth modülü kullanılmaktadır. Modülün pinlerinden Vcc, Arduino'nun 3.3V pinine; Gnd, Arduino'nun Gnd pinine; TxD, Arduino'nun Rx pinine; RxD, Arduino'nun Tx pinine olacak şekilde devreye entegre edilir [7].

3.9 Bulut Tabanlı Uygulama

Healthduino projesi, kullanıcıların sistemi tamamen mobil uygulamalar üzerinden kullanabilme-

si odaklı tasarlanmıştır. Giyilebilir sensörler ve e-Health kalkanı vasıtasıyla alınan veriler ilk olarak Arduino'da işlenerek anlamlı hale getirilir. Daha sonra hastanın akıllı telefonundaki mobil uygulamasının çalışma moduna göre istenen veriler Bluetooth ile telefona iletilir. Sistemin genel tasarımı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Kullanıcının sistemi kullanabilmesi için üye



Şekil 2. Sistem Tasarımı

olması gerekir. Kullanıcı uygulamayı yükledikten sonra gerekli kişisel bilgileri girerek bir hesap oluşturmalıdır. Uygulamayı çalıştırmadan önce telefonun Bluetooth'u ile HC-05 modülünü eşleştirdikten sonra sensörlerden alınan veriler akmaya başlar. Uygulama hangi moda çalıştırılıyor ise ona uygun veri alınır ve ekranda gösterilir. Bu veriler kaydedilip istendiği zaman erişilebilir.

Uygulamanın bazı modları vardır. Eğer kullanıcı "Uyku Apnesi" modunu seçerse Pulse oksimetre, hava akımı ve vücut pozisyonu sensörlerinden saniyede bir alınan veriler Bluetooth ile telefona iletilir. Alınan veriler mobil uygulama tarafında anlık grafik çizimleriyle kullanıcıya gösterilir. Eğer kullanıcı gece boyunca uykusundan aldığı verileri kaydetmek isterse, alınan veriler İnternet aracılığıyla Amazon İlişkisel Veritabanı Servisi'nde [8] bulunan bulut veri tabanlarında saklanır. Ayrıca, gece boyunca sensörlerden alınan veriler izlenerek hastanın uyku apnesine girmesi durumunda hastayı uyandırma amacıyla alarm çalması fonksiyonelliğiyle hastanın ölüme varabilecek herhangi bir tehlikeli duruma girmesi engellenir.

Kullanıcı eğer EKG veya EMG modlarını seçerse, EKG/EMG sensörleri devreye girer. Aynı şekilde Arduino, bu sensörlerden alınan verileri de Bluetooth ile akıllı telefona yönlendirir. Bu veriler de grafik şeklinde anlık olarak kullanıcıya gösterilir ve eğer kullanıcı kaydetmek isterse veriler buluta

yüklenir.

Uygulamanın analiz kısmı, kullanıcının isteği dahilinde devreye girer. Analiz için kullanıcının eski kayıtları alındığı tarihleriyle beraber listelenir, seçilen kayıta göre veriler analiz edilir. Pulse oksimetre, hava akımı ve vücut pozisyonu sensörleriyle alınan kandaki oksijen, kalp atım sayısı ve hava akımı verilerinin ortalaması ve standart sapmaları aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplanıp veri tabanında kaydedilerek ekranda kullanıcıya gösterilir. Kullanılan ortalama alma aşağıdaki formülde gösterilmektedir:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

Standart sapma formülü:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Ayrıca, vücut pozisyonu verileri toplanarak yüzdelik dağılımları pasta diyagramında gösterilir. Kullanıcı eğer uygulamayı kullanan diğer kişilerle karşılaştırmaları görmek isterse, verilerinin analizine izin vermiş kişilere göre bazı kriterleri (yaş, cinsiyet, kilo, boy, bulunduğu şehir) seçerek analiz sonuçlarına ulaşabilir. Eğer bulunduğu şehre göre analiz sonuçlarını görmek isterse, telefonundaki GPS modunu aktif hale getirip lokasyon bilgisinin alınmasına izin vermesi gerekmektedir. Kriterler belirlendikten sonra, kullanıcılardan alınan verilerin ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanır, daha sonra kullanıcıya o tarihe ait belirlenen kriterlerdeki kişilerin durumları ve kendi durumları ekranda gösterilir. Örneğin kullanıcı, İzmir'de yaşayan 20-25 yaş arası 160-170 cm boy 50-60 kg kilo değerlerine sahip bayanların kanındaki oksijen değerlerini, kalp atım ritmini vs. gözlemleyerek kendi sağlık durumu hakkında bir öngörüye sahip olabilir. Kullanıcı eğer bir doktor ile bağlantı kurmak, doktorun kullanıcının verilerine ulaşip yorum yapabilmesine izin vermek isterse, doktordan gelen isteği onaylaması gerekmektedir.

Uygulamanın doktor tarafında ise doktorun, sistemde bir hesap oluşturduktan sonra hasta listesi oluşturup verilerine ulaşmak istediği hastayı bu listeye eklemesi gerekmektedir. Eğer hasta, doktorun kendi verilerine ulaşmasını

onaylarsa, doktor hastanın kayıtlarına ulaşip verileri istediği zaman grafiksel olarak görüntüleyebilir ve hastasını bilgilendirmek üzere yorumlarda bulunabilir. Hasta daha sonra bu yorumları göreceği şekilde bilgilendirilir.

4. Program Çıktıları

Vücut izleme sensörleriyle anlık veri gösterme ve bu verilerin fazla olması nedeniyle (sanide bir ya da daha fazla alındığından) verileri bulutta toplama sistemine dayalı Healthduino projesinde, doktor ve hasta sürümü olarak iki ayrı Android tabanlı mobil uygulama geliştirilmektedir. Hastanın uygulamasında, sensörlerden alınan verilerin anlık gösterilmesi, hastanın ileride görüntüleyebilmesi için verilerin kaydedilmesi, istendiği zaman verilerin görüntülenebilmesi ve analiz sonuçlarının görülebilmesi gibi fonksiyonlar bulunmaktadır. Doktor uygulamasında ise hastaların verilerini görüntüleme ve yorumlarda bulunabilme gibi fonksiyonlar bulunmaktadır.

Şekil 3'te EKG sensörünün Bluetooth üzerinden alınan verilerinden oluşan grafik gösterilmektedir.

5. Sonuçlar

Bu makalede Healthduino sağlık izleme sistemi projesinin detaylı anlatımına yer verilmiştir. Healthduino projesinin yapılmasıyla hedeflenen, kişinin kendi sağlık durumunu hastane ortamına gerek duymadan, taşınabilir basit sensörlerle gözlemleyebilmesi, tehlike anlarına önceden önlem alabilmesi, uyku apnesi gibi önemli hastalıkları daha az masraflı bir şekilde önleyebilmesi ve doktorun hastasının sağlık durumunu daha iyi takip ederek erken teşhis koyabilmesine yardımcı olmasıdır.

Günümüzde, karşılaşılan kalp hastalıklarının hızla artması, bu artışa paralel hastanelerin yeterince hizmet verememesi ya da taşınabilir olmayan cihazlar yüzünden hastaların ya da engellilerin sürekli hastaneye gitme zorunluluğunun olması gibi faktörler düşünülecek olursa, Healthduino gibi sağlık izleme sistemlerinin öneminin gün geçtikçe arttığını görmek kaçınılmazdır.

Healthduino projesinin, Bluetooth kullanılarak kablosuz iletişim teknolojisini



Şekil 3. Uygulamadan EKG Grafiği Örneği

destekleyip taşınabilir olmasının yanı sıra bulut tabanlı veri tabanlarını kullanarak, fazla veri yüklemelerinde sistemin yavaş kalmasını engellemek ya da veri kaybını önleyerek sistemi daha güvenilir hale getirmek amaçlanmıştır.

Yakın zamanda her iki uygulamanın da testleri tamamlanarak, hastalar ve doktorlar tarafından kullanıma sunulacaktır.

6. Kaynaklar

- [1] Ardıç, S. ,v.d, “Obstrüktif Uyku Apne Sendromu Tanı ve Tedavi Uzlaşı Raporu”, Türk Toraks Derneği, A-IV (2012).
- [2] Akın,G., “Biomedikal Ağlar”, http://web.itu.edu.tr/akingok/doktora/biomedikal/Biomedikal_Aglar.pdf, Trakya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Edirne.
- [3] Shahriyar, R., Bari, F., Kundu, G., Ahamed, S.I., Akbar, M., “Intelligent Mobile Health Monitoring System (IMHMS)”, Electronic Healthcare Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, 27, 5-12 (2010).

[4] Chan,V., Ray, P., Parameswaran N., “Mobile e-Health monitoring: an agent-based approach”, The Institution of Engineering and Technology University of New South Wales, Sydney, Australia, 224 (2008).

[5] <http://store.arduino.cc/product/A000066>, Arduino Resmi Web Sitesi, (2014).

[6] <http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical/>, Cooking Hacks E-Health Sensör Eğitim Web Sayfası, (2014).

[7] <http://www.instructables.com/files/orig/F3O/K70G/H1LWQ0PO/F3OK70GH1LWQ0PO.pdf>, “HC-03/05 Embedded Bluetooth Serial Communication Module”, Instructables Web Sayfası Bluetooth Örnek Projesi, 1, (2011).

[8] <http://aws.amazon.com/rds/Amazon>, Relational Database Service, (2014)