



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Kablosuz Elektrokardiyogram

İrem ŞENYER YAPICI ^a, Berna IŞIK ^a, Rukiye UZUN ^{a,*}

^a *Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, TÜRKİYE*

* *Sorumlu yazarın e-posta adresi: rukiyeuzun67@gmail.com*

ÖZET

Hastanelerdeki mevcut elektrokardiyogram cihazlarında, hastalardan alınan sinyaller kablolar vasıtasıyla monitöre aktarılmaktadır. Son yıllarda kablo bağlantılarının sebep olduğu karmaşıklığı ortadan kaldırmak adına kablosuz iletişim ile ilgili sağlık sektöründe çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada, hasta ile monitör arasında var olan kablo bağlantısını ortadan kaldırarak kablosuz bir elektrokardiyogram cihazının tasarımının yapılması amaçlanmıştır. Tasarlanan cihazda hastadan alınan sinyaller öncelikle bir ön kuvvetlendiriciden geçirilmiştir. Ardından kuvvetlendirilen sinyal gürültü ve diğer bozucuların etkisinden arındırılmak için filtrelendikten sonra bir kere daha kuvvetlendirilmiştir. Elde edilen sinyal Arduino UNO ile sayısallaştırılarak HC06 bluetooth modülü ile telefonda görüntülenmiştir. Tasarlanan sistem sayesinde hastanın kablolar ile bağlantısı ortadan kalkmış olup yaşamsal aktivitelerini sürdürebilmesi sağlanmıştır. Telefonda görüntülenen sinyalin kayıt edilebilmesiyle daha sonrası sinyalin incelenebilmesine olanak tanınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Elektrokardiyogram, Bluetooth, Kablosuz iletişim, Tele tıp*

Wireless Electrocardiogram

ABSTRACT

In the existing electrocardiogram devices in the hospitals, the signals from the patients are transmitted to the monitor via the cables. In recent years, various studies have been carried out in health sector related to wireless communication in order to remove the complexity caused by cable connections. In this context, it is aimed to design a wireless electrocardiogram device by eliminating the existing cable connection between the patient and the monitor. In the designed device, the signals received from the patient were first passed through a preamplifier. Then the amplified signal is amplified once more after being filtered to remove noise and other distorting effects. The resulting signal was digitized with Arduino UNO and displayed on the phone with the HC06 bluetooth module. By way of the designed system, the connection of the patient to the cables has been removed and the vital activities can be maintained. The signal displayed on the mobile phone can be recorded and then the signal can be examined.

Keywords: *Electrocardiogram, Bluetooth, Wireless communication, Tele medicine*

I. GİRİŞ

Kalp, özel bir tip çizgili kas olarak bilinen kalp kasından oluşan, kendi kendine kasılma özelliğine sahip kuvvetli bir pompadır. Vücuttaki kan akışının kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesi bu pompa sistemi ile sağlanmaktadır [1]. Kalpten kaynaklanan pek çok rahatsızlık sebebiyle dünyada her yıl binlerce insan hayatını kaybetmektedir. Bundan dolayı kalp hastalıklarının nedenleri, teşhisi ve tedavisi büyük önem arz etmektedir [2,3].

Kalp hastalıklarının teşhisinde sıklıkla kullanılan cihazlardan birisi elektrokardiyografidir (EKG). Cihazın çalışma prensibini kalpte oluşan elektriksel olayların (kalbin ritmini, frekansını, kalp atışlarının ritmini, yayılmasını ve reaksiyonun tekrar yok olması) kayıt altına alınması oluşturmaktadır [2,4]. Kollara, bacaklara ve göğsün kalbe yakın olan bölgelerine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla kayıt işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu elektrotlar ile kaydedilen sinyaller kablolar ile EKG cihazına aktarılmaktadır [5]. Elde edilen bu EKG sinyalleri sayesinde doktorlar hastanın sağlık durumuyla ilgili yorum yapıp, hastalık teşhisi koyabilmektedir [5,6].

Hastanelerdeki mevcut EKG cihazlarının pek çok olumsuz yanları mevcuttur. Bunların başında EKG cihazının boyutunun büyük olmasından dolayı taşınmasının zor olması ve hastanın vücuduna yerleştirilen çok sayıda elektrotun hastanın hareketini kısıtlaması gelmektedir. Bunun yanı sıra bazı kalp rahatsızlıklarının takibinde hastanın sürekli yatakta ve EKG'ye bağlı kalması istenmesi durumunda bu süre zaman kaybı olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca bazı durumlarda hasta için gerekli olan sağlık hizmetlerinin maliyeti de fazla olabilmektedir [6].

Günümüzde kablosuz haberleşme teknolojisinde yaşanan gelişmeler doğrultusunda tele tıp alanında da önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu kapsamda hem daha gelişmiş hem de daha ekonomik olan kablosuz EKG cihazları üretilmiştir.

Literatür incelendiğinde kablosuz EKG ile ilgili mevcut çalışmalarla karşılaşılmıştır. Bunlardan biri T. K. Kho ve arkadaşlarının (2005) EKG ile bluetooth teknolojisini birleştirerek geliştirmiş oldukları izleme sistemidir. Hastadan EKG sensörüyle alınan sinyaller bilgisayara bluetooth yoluyla aktarılmıştır ve bilgisayarda grafiksel olarak gösterilmiştir. Böylece kullanıcıların istedikleri yerde istedikleri zaman kendi kontrollerini yapabilmelerine olanak sağladığını göstermişlerdir [7].

Bir diğer çalışmada ise Oweis ve arkadaşları (2007) hasta üzerindeki algılama devresinden RF verisi ile EKG sinyalinin iletimini gerçekleştiren bir çalışma yapmışlardır. Devreden elde edilen EKG sinyalleri yükseltip filtrelenerek PIC16f877 mikroişlemcisi ile sayısallaştırılmıştır. RF veri bağlantısıyla gönderilen hastanın bilgileri Matlab programı kullanılarak gösterilmiştir [8].

EKG cihazında var olan kabloları ortadan kaldırmak amacıyla Mazlum ve arkadaşları (2012) da bir cihaz tasarlamışlardır. Cihazda öncelikle elde edilen sinyaller bir ön kuvvetlendirici aracılığıyla güçlendirilmiştir. Sonrasında sinyallerde var olan gürültüleri yok etmek için filtreleme yapılmıştır. Bir kere daha kuvvetlendirilen sinyal eZ430-RF2500 kablosuz haberleşme entegresinin vericisindeki ADC kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Bu sayısal veri, bilgisayara aktarılmış olup Matlab'da izlenebilmesi sağlanmıştır [6].

Akman ve arkadaşları (2015) ise temassız EKG'nin öneminden bahsedip yapılan çalışmalar hakkında bir derleme çalışması yapmışlardır [2].

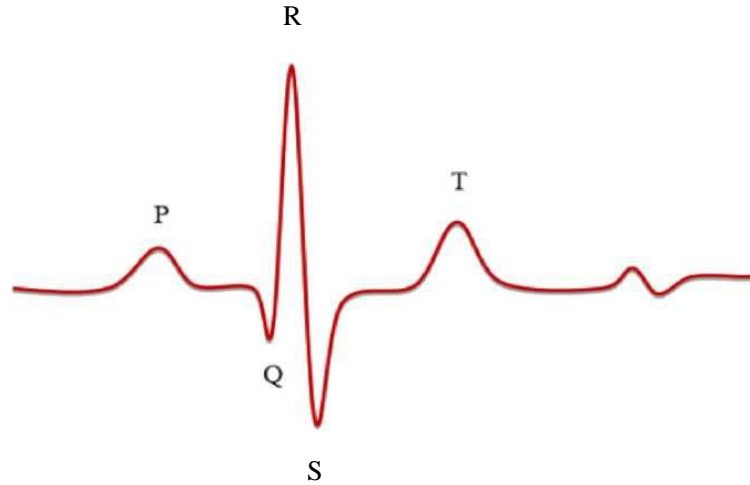
Yapılmış olan bütün çalışmalar ışığında bu çalışmada bluetooth bağlantısı olan kablosuz bir EKG cihazı tasarlanmıştır. Sistemde hasta vücudundan yüzey elektrotları kullanılarak alınan biyopotansiyel sinyaller öncelikle bir ön kuvvetlendiriciden geçirilerek kuvvetlendirilmiştir. Ardından elde edilen bu sinyalde bulunan biyolojik gürültü ile devredeki aktif ve pasif elemanlardan dolayı oluşan gürültüyü yok etmek için alçak ve yüksek geçiren filtreler kullanılmıştır. Son olarak Arduino UNO üzerinde bulunan Analog/Dijital çevirici ile sayısallaştırılıp, Bluetooth modülü ile telefona gönderilmiştir. Bu sayede hastanın günlük aktiviteleri engellenmeden EKG sinyalinin sürekli olarak takibi telefonda oluşturulan bir program aracılığıyla izlenebilmektedir. Tasarlanan bu cihaz mevcut cihazlardan daha düşük maliyetli olup daha küçük boyuttadır.

II. YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında EKG devresinin tasarımı yapılmıştır. Ardından devrenin çıkışı Arduino'nun bir analog girişine bağlanarak sinyalin görüntülenmesi sağlanmıştır. Arduino ve HC-06 bluetooth modülü aralarındaki haberleşme sağlanarak, mobil veri akışı gerçekleştirilmiştir. Bu sayede EKG Arduino uygulaması telefona indirilerek görüntü tespit edilebilmiştir.

A. ELEKTROKARDİYOGRAM (EKG)

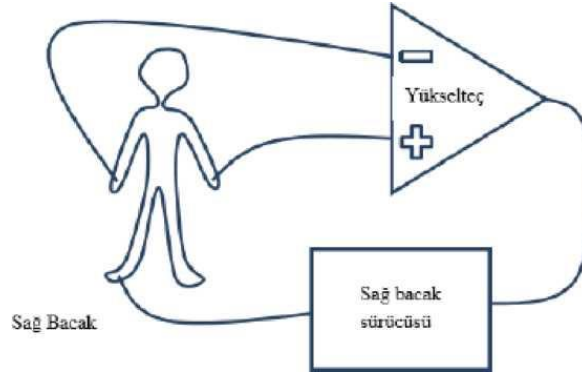
EKG kalpte meydana gelen elektriksel aktivitelerin oluşturduğu belli formlardaki biyolojik sinyallerdir. EKG ile kalpten kaynaklanan pek çok hastalığın tanısı konulabilmektedir. Şekil 1'de EKG sinyali gösterilmiş olup bu sinyal P-T dalgası ile Q-R-S kompleksinden oluşmaktadır. Bu bileşenler kalp kasının kulakçık ve karıncıklarında meydana gelen elektriksel salınımları ifade etmektedir [9, 10].



Şekil 1. EKG sinyali

Vücudun iki farklı bölgesinden elde edilen işaretlerin işlenmesi sonucu EKG meydana gelir. Çalışmada EKG sinyallerinin elde edilmesi için bipolar sağ bacak sürücülü bağlantı yapısı kullanılmıştır. Bu bağlantıda sol koldaki mevcut elektrottan alınan işaret yükseltecin pozitif girişine, sağ kolda bulunan elektrottan elde edilen işaret yükseltecin negatif girişine ve sağ bacakta bulunan elektrottan alınan işaret ise yükseltecin çıkışına bağlanmaktadır. Şekil 2'de sağ bacak sürücülü

bağlantı yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2. Sağ bacak sürücülü bağlantı yapısı

B. ENSTRÜMANTASYONAMPLİFİKATÖR (INA128)

EKG sinyalinin genliğinin çok düşük olmasından dolayı bir yükselteçten geçmesi gerekmektedir. Bundan dolayı çalışmada kazanç kontrolü dışarıdan ayarlanabilir dirençle sağlayan şekil 3’de gösterilmiş olan INA128 enstrümantasyon amplifikatörü kullanılmıştır [9].



Şekil 3. INA128 enstrümantasyon yükselteci

C. ARDUINO UNO

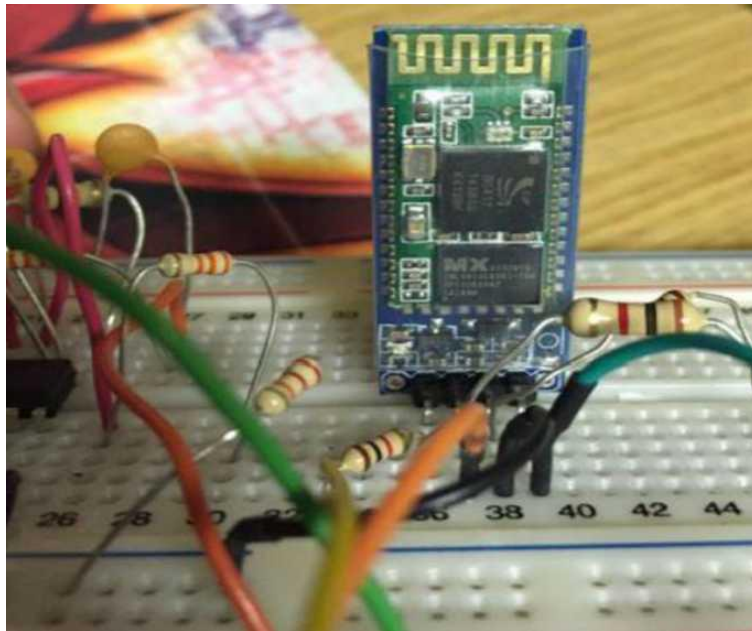
Arduino açık kaynak kod kullanımı sağlayan, basit bir mikroişlemci devresinden oluşan platformdur [2]. Arduino kartlarının yapısında bir adet Atmel AVR mikro denetleyici ile programlama ve diğer devrelere bağlantı yapabilmek için gerekli olan yan elemanlar bulunur. Her Arduino kartında en az 5 V’luk bir regüle entegresi ile bir adet 16 MHz’lik kristal osilatörü bulunur. Şekil 4’de Arduino uno devresi gösterilmiştir [11].



Şekil 4. Arduino Uno

D. HC-06 BLUETOOTH MODÜLÜ

Bu modül 3,3 V ila 6 V aralığında 150 mA ile çalışmaktadır. Sisteme seri bağlantı ile bağlanmakta olup 10 metrelik mesafeye kadar iletişim sağlayabilmektedir. Bu uygulamada modül Arduino üzerinden alınan dijital veriler bilgisayara kablosuz olarak iletmek için kullanılmıştır. Modülün beslemesi Arduino'nun gerilimi ile sağlanmaktadır. Şekil 5'de HC-06 bluetooth modülünün devredeki hali gösterilmiştir.



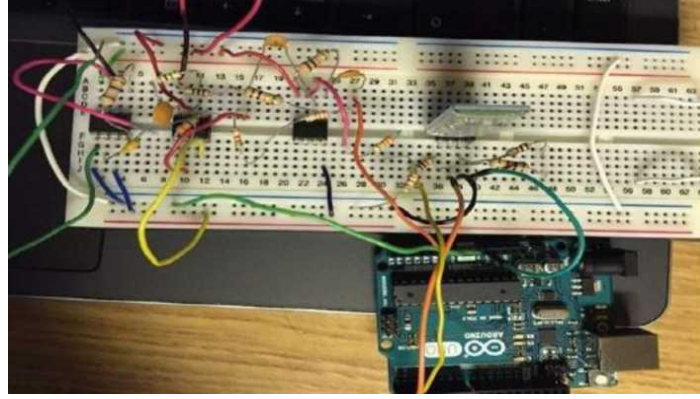
Şekil 5. Arduino Uno

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kablosuz bir EKG cihazı tasarlanmış ve hastadan alınan sinyaller cep telefonuna aktarılmıştır. Tasarlanan cihazın boyutunun küçük olması çeşitli ortamlara taşınabilmesi kolaylaştırmıştır. Bunun yanı sıra kullanılan kabloların azaltılması sayesinde hastanın ve sağlık personelinin karşılaştığı zorluklar ortadan kaldırılmıştır. Sistem düşük gerilim ile çalıştığından uygun bir pil ya da batarya ile çalışabilmektedir. Böylece hastanın elektrik akımına maruz kalmasının önüne geçilmiş olmuştur. Sistemde şebeke gerilimi kullanılmadığı için maliyet getirecek olan tampon devresi ile şebeke gürültüsünü ortadan kaldırmak için kullanılan çentik filtre devresinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Bu sayede fazladan maliyetin de önüne geçilmiştir. Yapılmış olan tüm bu çalışmalar ışığında EKG sinyalleri Arduino'ya bağlı olarak HC-06 bluetooth modülü üzerinden kablosuz bir şekilde telefonda oluşturulan bir program sayesinde izlenebilmiştir.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada kablosuz bir EKG cihazı tasarlanmış olup EKG verileri bluetooth ile telefona iletilmiştir. Şekil 6'da tasarlanan cihazın devre yapısı ve elde edilen sinyal gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 6. (a) EKG devre görüntüsü ve (b) Tasarlanan sistemden elde edilen EKG sinyali.

Gerçekleştirilen cihaz sayesinde hastanın takibi uzaktan sağlanarak yaşam kalitesi iyileştirilmiştir. Yapılmış olan bu çalışma ilerleyen dönemlerde daha da geliştirilerek sağlık sektörünün yerleşirmesi sağlanabilir. Bunun yanı sıra sistemde kullanılan baskı devrenin boyutu daha da küçültülebilir. Ayrıca veriler gönderildikleri yerde depo edildikten sonra farklı yerlere iletilebilir.

V. KAYNAKLAR

- [1] M. Kaya, “Elektrokardiyogram İşaretlerinin Sıkıştırılması,” Yüksek lisans tezi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [2] H. Akman, G.F. Türker ve M. Kahriman, “Temassız EKG Ölçümü,” Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, Muğla, Türkiye, 2015, ss. 479-482.
- [3] N. Başçifci, “Zigbee Tabanlı Mobil Sağlık İzleme Sistem Tasarımı ve Uygulaması,” Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2011.
- [4] A. Droitcour, V. Lubecke, J. Lin ve O. BoricLubecke, “A microwave radio for Doppler radar sensing of vital signs,” Microwave Symposium Digest, IEEE MTT-S International, New York, USA, 2001, pp. 175- 178.
- [5] A. Konuk, “EKG Sinyallerinin Bluetooth ile İletilmesi,” Lisans bitirme projesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2014.
- [6] M. Mazlum, İ. Yılmaz, Y. Aksoy ve Y. Cansever, “Kablosuz EKG Cihazı Tasarımı,” Lisans bitirme projesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2012.
- [7] T. K. Kho, R. Besar, Y. S. Tan, K. H. Tee ve K. C. Ong, “Bluetooth-enabled ECG Monitoring System,” IEEE Region Ten Conference, Melbourne, Qld.- Australia, 2005, pp. 1-5.
- [8] R. J. Oweis ve A. Barhoum, “PIC microcontroller-based RF wireless ECG monitoring system,” Journal of Medical Engineering & Technology, vol.31, no. 6, pp. 410-418, 2007.
- [9] G. F. Türker ve İ. Tarımer, “Kablosuz algılayıcı ağ tabanlı taşınabilir EKG tasarımı ve uygulaması,” Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, c.22, s. 2, ss. 78-84, 2016.
- [10] E. Yazgan ve M. Korürek, *Tıp Elektroniği*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Yayın Evi, 1996, ss. 35-40.
- [11] O. Ceylan, AA. Süzen, A. Ulusoy ve A. Çetin, “Arduino Kontrollü Çizim Robotu,” Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, c. 1, s. 1, ss. 79-87, 2017.