Giyilebilir EKG Uygulaması ve Kullanılabilir Kablosuz İletişim Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Gül Fatma Türker[1], Akif Kutlu[2]

[1, 2] Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta

gulturker@sdu.edu.tr, akutlu@sdu.edu.tr

Özet: Günümüz bilgi çağında, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler her alanda olduğu gibi sağlık alanında da zaman ve mekan kavramı olmadan ihtiyaçların hızlı bir şekilde karşılanmasını hedeflemektedir. Tele-tıp alanında uzaktan sağlık izleme sistemleri hastaların sürekli takibini gerektiren durumlarda hareket özgürlüğü sağlayan kablosuz sistemleri desteklemektedir. Bu amaçla bu çalışmada, hayati önem taşıyan taşınabilir-giyilebilir EKG cihazı tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kablosuz iletişim teknolojilerinin yetenekleri EKG cihazları ile birleştirildiğinde sağlık hizmetlerine getirebileceği kolaylıklar ve yenilikler incelenmiştir. Kablosuz teknolojilerin her birinin özellikleri araştırılarak uygulanabilirliği mesafe açısından değerlendirilmiştir. En önemlisi karşılaştırılan bu teknolojilerin hasta üzerinde oluşturabileceği zararlara değinilmiştir. Kablosuz iletişim teknolojilerinin mesafe ve hastanın hassasiyeti düşünülerek katkı sağlaması gerektiği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Tele-Tıp, Giyilebilir EKG, Kablosuz İletişim, Kablosuz Teknolojiler.

Abstract: In information age of our century, rapid developments about information and communication technologies aim to respond the necessities rapidly without the concept of the time and place in health area as in the case in every area. The distant health following systems in tele-medical area support the wireless systems which provide freedom of movement in cases which require constant following of the patients. For this purpose the design and practice of the vital, portable and wearable ECG device have been performed in this thesis. When the abilities of the wireless communication technologies were combined with the ECG devices, its easiness and innovations had been investigated. Its applicability assessed in terms of the distance by investigating each features of the wireless technologies. Most importantly, possible harms of these technologies on patients were dealt with. Necessity of contribution of wireless communication technologies had been displayed by considering the distance and patient sensitivity.

Keywords: Tele-Tıp, Wearable ECG, Wireless Communication, Wireless Technologies.

1. Giriş

Günümüzde ani ölümlerin büyük çoğunluğunun sebebi kronik bir hastalık olan kalp rahatsızlıklarıdır ve dünya genelindeki ölümlerin sebepleri arasında ilk sırada gelmektedir. Çeşitli kalp rahatsızlıklarından dolayı her yıl yaklaşık 7,2 milyon insan yaşamını kaybetmektedir [1]. Tanı amaçlı kullanılan EKG (elektrokardiyogram) işaretleri insan vücudu üzerinde algılanılabilen ve kalbin elektriksel aktivitesinin sonucu olarak ortaya çıkan belli tipteki biyolojik işaretlerdir [2]. Hayati önem taşıyan kalpteki ritim bozukluklarının önceden tespit edilebilmesinde, EKG verilerinin uzun süre izlenmesini sağlayan ekonomik akıllı sistemler geliştirilmektedir. Bunlar içinde 24 saatlik EKG kaydı yapabilen holter cihazları ve hastanelerde kullanılan genel EKG cihazları yer almaktadır [3,4].

Kablosuz haberleşme ve gömülü hesaplama teknolojisindeki gelişmelerle birlikte uzaktan sağlık izleme ve tele-tıp konusunun önem kazanması, düşük maliyetli ve taşınabilir/giyilebilir uzaktan sağlık izleme sistemlerinin gerçekleştirilmesini sağlamıştır [5]. Yüzey Montaj Teknolojisi kullanılarak tasarlanan giyilebilir EKG cihazları hastane içinde ya da dışında izlenmesi gerekli olan kişilerin hayatlarını kolaylaştırmakta ve kişilere rahat hareket imkanı sağlamaktadır [6].

Giyilebilir EKG uygulamaları: 2000 yılında, Tıbbi İzleme uygulaması için Giyilebilir bir EKG izleme cihazı yapılmıştır [7]. Buna paralel olarak hemen ardından giyilebilir sistemler için izleme üniteleri çalışmaları gerçekleştirilmiştir [8]. Bu sistemin bütünleşmiş uygulaması olarak EKG-kayıt Sistemi yapılmıştır Kablosuz uzaktan evde bakım koşullarında sürekli aritmi izlemi için giyilebilir EKG kayıt sistemi

gerçekleştirilmiştir [9]. Kablosuz akıllı EKG sensor kartı uygulaması ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte Vücut Alan ağı oluşturularak giyilebilir EKG cihazları sensor düğümlere uyumlu hale getirilmiştir [10, 11]. Ülkemizde birçok üniversitede giyilebilir-taşınabilir EKG cihazlarının yeni teknolojilere uyumlu hale getirme çalışmaları sürdürülmektedir [3, 12,13, 14, 15, 16]

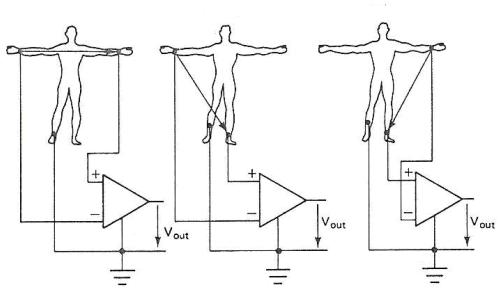
Medikal alanda veri iletiminde düşük güçlü kablosuz teknolojiler kullanılmaktadır. Hem ses-veri iletişimi sağlayan yaygın olarak kullanılan sistemler; Zigbee - IEEE 802.15.4 enerji verimi yüksek olan kısa mesafe haberleşmelerde tercih edilir [17], Bluetooth, kızılötesi (İnfrared), Radyo Frekansı (RF), Kablosuz Algılayıcı Ağlar-KAA (Wireless Sensor Networks). İlerlemekte olan diğer kablosuz teknolojiler tercih edilebilir ve Mobil sağlık servis sunum sistemlerine entegre edilebilirler [18]. Bu teknolojilerin performans açısından değerlendirme çalışmaları önem taşımaktadır [19].

Kablosuz EKG uygulamaları: 1921'de kalp sesleri, denizcilerin kullandıkları radyo linkleri üzerinden iletilmiştir[20]. 2001'deEKG sinyalinin bluetooth modülü üzerinden iletimi [21] ve 2003'de EKG, EMG, EEG gibi biyolojik sinyallerin iletimi ve görüntülenmesi çalışmaları yapılmıştır [22]. Aynı yıl Queensland Üniversitesi Wireless teknolojisi kullanarak EKG işaretinin bilgisayara iletimini sağlamıştır [23]. Araştırmacılar 94MHz çalışma frekansına sahip alıcı ve verici ile EKG işaretlerinin 12m uzaklığa kablosuz iletimini gerçekleştirmiştir [24]. Telsiz ortamda 433MHz ve 916MHz de çalışan alıcı vericilerle EKG işareti 30m uzaklığa iletilmiştir [25]. Biyolojik sinyallerin 433.4MHz ile 434.6MHz ISM taşıyıcı bandı frekans aralığında tekrarlayıcı sistemler kullanılarak daha uzak mesafe iletimi gerçekleştirilmiştir [26].

Bu çalışmanın ilk bölümünde giyilebilir EKG ve Kablosuz Teknolojiler hakkında genel bilgi verilmiş, yapılan uygulamalar anlatılmıştır. İkinci bölümde kalp hastalıklarının önceden tespit edilip, hızlı bir şekilde teşhis ve tedavisi için Giyilebilir EKG cihaz tasarımı ve uygulaması verilmiştir. Üçüncü bölümde ise EKG işaretlerinin kablosuz iletiminde kullanılabilecek teknolojiler üzerine araştırma yapılmış ve EKG sinyalinin değişik yöntemlerle iletiminin verimi karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise sonuç ve öneriler verilmiştir.

2. Giyilebilir EKG Tasarımı ve Uygulaması

EKG sinyalinin görüntülenebilmesi için, beden yüzeyinin değişik bölgelerine elektrotlar yerleştirilir ve bu elektrotlar kablolar aracılığı ile elektrokardiyografa bağlanır. Bu şekilde oluşturulan elektriksel devrelere derivasyon denir. Standart derivasyonlar Bipolar ya da Unipolar olarak düzenlenirler. Uygulamada Şekil 2.1'de verilen Bipolar sağbacak sürücülü bağlantı tercih edilmiştir.

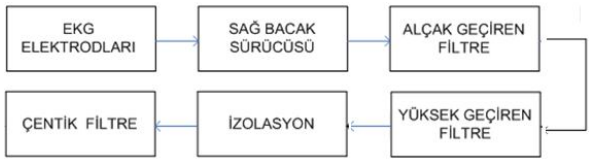


Şekil 2.1 Standart Bağlantı: Bipolar bağlantılar

Vücuttan algılanması gereken bir biyoelektrik potansiyelin aktarılmasında kullanılan elektrokimyasal dönüştürücüler yani elektrotlar; yüzey elektrotları, metal plaka, emici, gezici, bükülebilir ve tümüyle atılabilir tiplerde bulunmaktadır. Hasta vücuduna temas sağlandığı düşünülerek tek kullanımlık elektrotlar tercih edilmiştir.

Vücuttan algılanan EKG sinyalinin gözlenebilmesi için yükseltme işlemi gerçekleştirilir. EKG işaretinin yükseltilmesinde göz önünde tutulması gereken hususlar: Yükselteç ile kaynak arasındaki empedans farkı, kullanılan devre elemanlarının gürültü faktörleri, işaret/gürültü oranı, şebeke hattının oluşturduğu vücutta indüklenen 50 Hz lik gerilimdir.

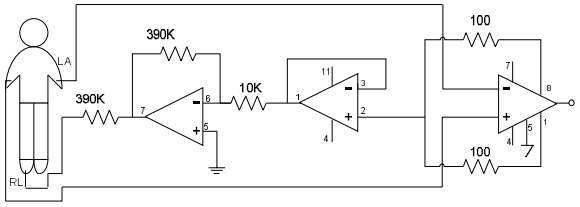
EKG ölçüm sistemi için 0.05 - 150 Hz arasında bir bant genişliği önerilmiştir. Tasarlanan sistemin blok diyagramı şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2 Giyilebilir EKG blok diyagramı

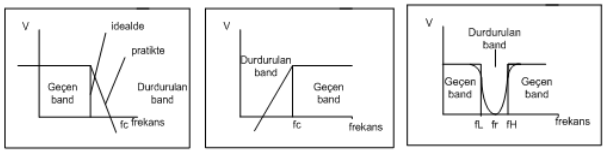
Şebeke kaynaklı işaretlerin insan vücudu aracılığı ile toprağa akması sonucu meydana gelen şebeke gürültülerini engellemek amacı ile kullanılan devrenin adına "sağ bacak sürücüsü" denilmektedir. Sağ bacak elektrodu tüm ölçümler

için referans elektrodu olarak kullanılmaktadır. Sağ bacak sürücü devresinde (Şekil2.3), vücut üzerindeki ortak mod gerilimi kuvvetlendirildikten sonra hastanın sağ bacağına geri beslenir. Bu işlem CMRR'nin düşük bir değere sürülmesini sağlar.



Şekil 2.3 Sağ bacak sürücüsü ve Enstrumantasyon Katı

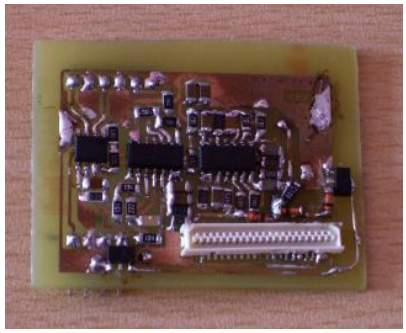
Vücuttaki işaretler fark sinyalleri şeklindedir ve bu işaretlerin kuvvetlendirilmesi için özellikle ortak mod işareti bastırılmış biyolojik işaretlerin yükseltilmesi amacıyla kullanılan enstrumantasyon yükselteçleri kullanılır. Bu enstrumantasyon yükselteçli devrede ortak modlu işaretler INA128 entegresine bağlı, kazanç ayarı yapılmasına imkan sağlayan dirençler üzerinden algılanarak bir tampon devresi üzerinden koruma ekranına verilir. Enstrumantasyon yükseltecinin ortak işareti bastırma oranı yüksek olduğundan, gürültünün bir kısmını bastırır. Böylece çıkışta 50 Hz'lik gürültünün bastırıldığı bir EKG işareti elde edilir.



Şekil 2.4 Alçak - Yüksek Geçiren ve Notch Filtreler

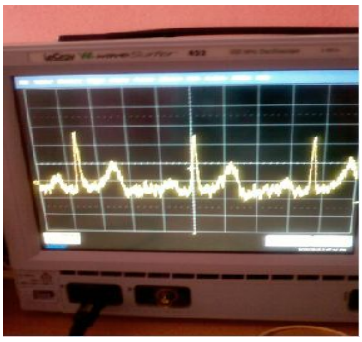
0.05 ve 105 Hz'lik bant aralığına sahip EKG sinyalini elde edebilmek için gerekli filtreler(Şekil 2.4) sağ bacak sürücüsünden sonra eklenir. Sağ bacak çıkışından elde edilen sinyal 3. dereceden alt kesim frekansı 0.05 Hz belirlenmiş bir yüksek geçiren filtre devresinden geçirilir ve sonra bant geçiren filtrenin ikinci bölümü olan 3. dereceden alçak geçiren bir filtreden geçirilir. Bu fitre ile sistemin üst kesim frekansı 150 Hz belirlenmiş olur. 50 Hz'lik şebeke frekanslı gürültülerin zayıflatılmasında notch filtre devresi kullanılır. Tasarımda gerçekleştirilen notch filtre devresi, BW= 2 alınarak 49-51Hz frekans aralığında kullanılmaktadır.

Elektrot ve bağlantı seçimi sonrası devre tasarım ve montajında donanım açısından dikkat edilecek noktalar: Giyilebilir bir sistem tasarımı gerçekleştirilmesinde Yüzey Montaj Teknoloji (Surface Mount Technology - SMT) kullanımı önemlidir. Gerekli tüm devre katlarının oluşturulmasında 0805, 0206, 0603 kılıflı toleransı düşük dirençler, kondansatörler ve hassas çalışmalarda kullanılan entegreler tercih edilmiştir. Gürültü etkilerini azalmak için kart yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca bağlantı kablosu olarak çevresel etkilere karşı yalıtımlı koaksiyel kablolar kullanılmıştır. Gerçekleştirilen EKG devresi Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.5 Giyilebilir EKG kartı

Giyilebilir EKG kartı tasarım sonrası montajı yapılarak hazır hale getirilmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.6 EKG çıkış sinyali

Şekil 2.6' da gerçekleştirilen giyilebilir-taşınabilir EKG devresinin çıkış sinyali osilaskopta gözlenmiştir. Elde edilen analog EKG sinyalinin çeşitli sinyal işleme metotları kullanılarak iletimi gerçekleştirilebilir.

3. Kablosuz İletişim Teknolojileri

Bluetooth:
Bluetooth kablosuz teknolojisi, taşınabilir ve/veya sabit cihazları bağlayan güvenlik seviyesi yüksek olan, kısa mesafeli bir iletişim standardıdır.

Bluetooth, ağır veri trafiği yükünü taşımak için tasarlanmamıştır. Bluetooth'un bize sağladığı avantajlar; ses ve veri iletiminde kolaylık, bir merkez olmadan (ad hoc) hızlı bağlantı kurabilme, aynı bantta yayın yapan diğer kaynakların sinyallerinden etkilenmeme, birçok aygıtla tümleşik bir yapı sağlamak için küçük boyutlarda olma, diğer cihazlarla karşılaştırıldığında ihmal edilebilir güç harcaması, farklı uygulamalara uyarlanabilir açık arabirim standardı ve Bluetooth olmayan diğer cihazlarla rekabet edebilecek düzeydeki fiyatlardır. RF teknolojileri, radyo dalgaları üretmek için frekans modülasyonu kullanır. Bluetooth kablosuz haberleşme teknolojisi 2,4 GHz'lik lisanssız bölgeyi kullanır. Maksimum veri akış hızı 1 Mbit / sn'dir [27].

Frekans atlama tekniği, Bluetooth teknolojisinin daha güvenilir ve etkili bir haberleşme sağlaması için kullanılmaktadır. Bluetooth radyosunun çalıştığı ISM (Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi) bandının trafiği çok yoğun olduğu için, diğer dalgalarla çakışması sonucu veri kayıpları olabilir. Bluetooth teknolojisi, kaybedilen paketleri tekrar gönderebildiği halde onlar da aynı sebeple engellenebileceği için bu paketleri yeni bir kanaldan gönderir. Bluetooth'un çalıştığı bant, 2,402 GHz ile 2,480 GHz aralığıdır. Sinyal, 1 MHz'lik aralıklarla 79 frekans atlaması yapar. Saniyede ortalama 1600 atlama yapan, tam çift yönlü (full duplex) sinyal iletimi tekniği kullanılır [28].

Bağlantı mesafelerine göre Bluetooth'ta üç farklı güç sınıfı vardır.

Güç Sınıfı	En Yüksek Çıkış Gücü	Mesafe
1	100 mW(20dBm)	~100 metre
2	2.5 mW(4dBm)	~35 metre
3	1mW(0dBm)	~10 metre

Çizelge 3.1 Bluetooth Güç Sınıfları

Bluetooth Özellikleri:

- Düşük maliyet ve güç tüketimi
- Kararlı ses ve veri haberleşmesi sağlaması.
- Açık standart yapısı ve dünya uyumu.
- Fiziksel katmanı 2,4 GHz"deki lisanssız ISM bandında çalışır.
- İletişim frekans atlama mekanizması (FHSS) ile sağlanır.
- 1 MHz'lik aralıklara ayrılmış 79 frekans atlaması sayesinde frekans spektrumu genişletilir.
- Saniyede ortalama 1600 atlamaya izin veren iletişim tekniği kullanılır.
- 720 Kbps'e kadar veri iletim hızına sahiptir [29].

RF İletişim:
Radyo dalgaları ya da radyo sinyalleri 3 KHz ile 3000 GHz arasında oldukça geniş bir frekans aralığını kapsar. Bu frekans aralığı, radyo dalgalarını oluşturmak ve yakalamak için kullanılan alternatif akım elektrik sinyallerinin frekansına karşılık gelir. Bu aralıkta VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF seklinde belirli bantlara ayrılmıştır. Haberleşme uygulamalarında bu bantların sadece belirli bölümleri kullanılmaktadır. Bunlardan **ISM** (**I**ndustrial **S**cientific **M**edical band) bandı birçok ülkede telsiz iletişimi için sertifika veya lisansa gerek olmadan belirli bir çıkış gücü sınırlamasına uyarak, üzerinden yayın yapılabilen bir banttır. Ülkemizde ISM bandının yaygın olarak kullanılan frekansları, 315 MHz, 418 MHz, 433,92 MHz, 868 MHz, 915 MHz, ve 2.4 GHz frekanslarıdır [30].

Radyo frekans (RF) haberleşme, kablosuz veri iletişiminde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. RF haberleşme elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilir. Uzaktan kontrol sistemlerinde bilgi sinyali, şifrelenerek ortama iletilir. Bu sayede, aynı frekans bandını kullanan diğer alıcı sistemlerin bu sinyalden etkilenmemesi sağlanır. Şifreleme işlemi, özel kodlayıcı-kod çözücü entegreler ile yapılabileceği gibi, mikro denetleyici kullanılarak yazılım içerisinde de yapılabilir [31].

Birkaç yüz miliwat'tan, onlarca wat'a kadar geniş bir güç alanında radyo frekans (Rf) haberleşme modülleri bulunmaktadır. RF modüller belirli sabit bir frekanslarda çalışacak şekilde üretilmişlerdir ve alıcı verici çiftleri halinde satılmaktadırlar.

ZigBee :
IEEE 802.15.4 standart temelli bir Kablosuz Algılayıcı Ağ teknolojisi olan ZigBee, kısa mesafe kablosuz ağ standardı olarak tanımlanabilir. ZigBee teknolojisi, uzaktan izleme, kontrol ağları uygulamalarında ve geniş çaplı kablosuz ağların daha düşük maliyet ve güç tüketimi ile oluşturulmasında kullanılabilmektedir [32]. Frekans: 2400-2483.5MHz (ISM). Nesnelere erişim mesafesi, iletim gücü ve çevresel etkilere

bağlı olarak 10 ile 75 metre arasında değişmektedir [33].

Wi-Fi (IEEE 802.11a/b):
Wi-Fi olarak bilinen 802.11 standardı, IEEE tarafından kablosuz yerel ağlar için geliştirilmiş bir radyo iletişim standardıdır. Wi-Fi, Bluetooth teknolojisi gibi 2.4 GHz'lik spektrumda çalışır. 100 m yarıçap menzilindeki tüm Wi-Fi uyumlu cihazlarla 11 Mbps - 54 Mbps gibi yüksek hızlarda veri alışverişi gerçekleştirmektedir. Wi-Fi IEEE 802.11g, 802.11b ya da 802.11a diye bilinen telsiz teknolojilerini kullanır [33].

802.11 b: 2.4 GHz ISM bandında gerçekleşen işlemler için tanımlanmış bir standarttır. Yüksek hızlarda daha uzak noktalara veri iletimi sağlar. Ofis ortamları, hastaneler ve fabrikalar gibi ortamlarda kullanılmaya oldukça uygundur [34].

Avatajları: Lisans gerektirmeyen frekanslarda çalışır. Ağ için kablolama gereksinimi yoktur, böylece kablo çekilemeyecek binalarda veya binalar arası bağlantılarda kolaylık sağlar. Diğer kablosuz çözümlere göre çok daha ucuz ve kolay alınıp kurulabilir. Birden çok kablosuz erişim noktası kullanılan ağlarda kablosuz dolaşım ile kablosuz iletişim kesilmeden bir erişim noktasından diğerine geçiş yapılabilir. WEP, WPA ve benzeri kablosuz şifreleme yöntemleri veya IEEE 802.1x gibi yetkilendirme yöntemleriyle çeşitli güvenlik seçenekleri sunar. Kablosuz sistemin, kablolu sisteme olan avantajı kadar dezavantajlarıda bulunmaktadır.

Dezavantajları: Lisans gerektirmeyen frekans aralıklarında çalıştığı için, Wi-Fi cihazlar diğer kablosuz cihazlarla çakışabilir veya birbirlerinin iletişimini engelleyebilirler. 2.4GHz frekans aralığında çalışan 802.11b ve 802.11g uyumlu cihazların iletişim kalitesi ve hızı, diğer Wi-Fi cihazlar dışında, Bluetooth, mikrodalga fırın, telsiz telefon, bazı telsizler ve benzeri radyo sinyalleriyle çalışan cihazlar tarafından düşürülebilir veya tamamen engellenebilir. Wi-Fi için yapılan uluslararası düzenlemelerin tümü aynı olmadığı için değişik ülkeler için üretilen cihazların bazı kanallarda uyumsuzluk çıkarması olasıdır. Çoğu zaman bu frekans farkı olarak karşılaşılır. Diğer standartlara göre güç tüketimi oldukça yüksektir ve oldukça pahalı bir ağ sistemidir [35].

WiMAX (IEEE 802.16e):
WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access- Mikrodalga Erişimi için Evrensel Uyumluluk) teknolojisi sabit istasyonlar için yaklaşık 50 km, mobil istasyonlar için yaklaşık 15 km çapında bir alanda etkili ve 70 Mbps hızında kablosuz internet erişimi sağlayan, daha verimli bir bant genişliği kullanımına olanak getiren, uzun mesafelerde daha fazla veri iletimini amaçlayan ve girişimlerden kaçınan ikinci nesil (second-generation) bir protokoldür. Günümüzde kullanılan kablosuz internet erişimini sağlayan Wi-Fi teknolojisi, yaklaşık olarak 30 m-100 m mesafesinde internet erişimi sağlayıp IEEE 802.11 standardını kullanırken; Wi-Fi 'ye göre daha gelişmiş bir sistem olan WIMAX, IEEE 802.16 standardını kullanmaktadır [36].

Geniş bant haberleşme sistemlerinin kurulum maliyetinin yüksekliği nedeniyle ulaşamadığı kırsal bölgelerde ve veri haberleşme konusunda yeterli hizmeti alamayan alanlarda, WiMAX teknolojisi alternatif olmaktadır. Uzun menzilli ve yüksek bant genişliğine sahip kablosuz internet erişimi sağlayan WiMAX, kullanıcılara hız ve maliyet yönünden değerlendirilmesi gereken bir imkan sunmaktadır [33].

3.1. Kablosuz İletişim Teknolojilerini Karşılaştırılması

Ülkemizde ISM bandının yaygın olarak kullanılan frekansları, 315 MHz, 418 MHz, 433,92 MHz, 868 MHz, 915 MHz, ve 2.4 GHz olarak belirlenmiş olduğundan hastanelerde veri iletişiminde bu standart değerlerine sahip teknolojiler tercih edilmektedir. RF kitler belirtilen frekans aralıklarında üretilebildiğinden önemi büyüktür ve şifreleme özelliği ile aynı frekans bandını kullanan diğer alıcı sistemlerin bu sinyalden etkilenmemesini sağlar. Bluetooth haberleşme ucuz ve kaliteli iletişime imkan sağlamaktadır ancak hastanenin farklı noktalarında bulunmak gerektiğinde mesafe olarak 30-100m olması etkin kullanım konusunda sorun oluşturabilmektedir. Ayrıca karşısına çıkan her engelde veri iletim mesafesi azalmaktadır.

Wi-Fi 100 metre yarıçap içerisinde iletişim kurabilmektedir, erişim alanı modemlerin eklenmesi ile genişletilebilir ancak bu sistemde sadece internet üzerinden veri aktarımı gerçekleştirilebilir, geri bir kontrol sağlama mekanizması yoktur. Wimax Wi-Fi'ın çok daha büyük ve çok daha güçlü bir versiyonu olmasına rağmen henüz Türkiye içerisinde yaygınlık sağlamamıştır. Ses, veri ve görüntü iletişimi sağlamada kullanmak için Wimax ve Wi-Fi tabanlı bir iletişim ağı oluşturmak gereklidir. IEEE 802.15.4 standart temelli olan Zigbee teknolojisi Kablosuz Algılayıcı Ağ oluşturarak veri iletişimini desteklemektedir. İletişim bandı

2.4GHz olan çeşitli sensor düğümler kullanılan ağ içerisinde mesafe düğüm sayılarının artışı ile aşılabilmektedir. Kendi içerisinde ağ oluşturma özellikleri sayesinde istenilen yönde veri iletimi durdurulup, istenilen yönde iletim sağlanabilir. Kablosuz iletişim sağlayan ağın hastane içerisine kurulması ile yüksek hızlarda veri iletişimi gerçekleştirmesi mümkündür.

4. Sonuç ve Öneriler

Hastayı rahatsız edebilecek kablo uzantılarından kurtarmak ve hareket halinde gerekli ölçümleri takip edebilmek için giyilebilir-taşınabilir sistemler hızla geliştirilmeye devam etmektedir. Bu çalışmada Yüzey Montaj Teknolojisi(SMT) kullanılarak giyilebilir-taşınabilir EKG devresi gerçekleştirilmiştir. Enerjisinin piller ile sağlanıyor olması sistemin sürekli takip edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Pillerin avantaj ise şebeke gürültüsünü ortadan kaldırmış olmaları ve taşınabilme imkanı sağlamalarıdır. 3x4 cm boyutlarında tasarlanan kart sayesinde EKG vücudun herhangi bir yerinde taşınabilmektedir.

Taşınabilir EKG uygulamalarının en yaygın kullanımı Holter cihazlarında görülmektedir. Karşılaşılan sorun kayıtların sadece sd kartlara kayıt edilebilir olmasıdır. Ancak gerçekleştirilen sistemin kullanılabilecek kablosuz teknolojilerle birleştirilebilir olması anlık verilerin izlenebilmesini sağlamaktadır. Kablosuz Algılayıcı Ağlar, bluetooth ve Rf haberleşme teknolojileri kullanılarak taşınabilir-giyilebilir EKG uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

İletişim teknolojilerindeki ilerleme ile birlikte kablosuz iletiminde önemi artmıştır. Kablosuz iletişim teknolojilerinin hasta verilerinin iletilmesinde kullanılabilmesi için öncelikle çalışma frekanslarının iletim bantlarının hastaya vereceği zarar düşünülerek kullanılması gerektiği önemlidir. Çalışmanın devamında EKG sinyalleri gibi biyolojik verilerin iletiminde kullanılabilecek kablosuz teknolojiler karşılaştırılmıştır. Hastane içinde belli bir standarda uyulması gerektiği göz önüne alınarak RF haberleşmenin farklı frekansları içeriyor olması kullanım alanını genişletmektedir. Ayrıca Zigbee temelli Kablosuz Algılayıcı Ağların yetenekleri belirlenmiş frekans aralığında çalışarak birçok alana destek verebildiği gibi fizyolojik biyolojik veri iletiminde de ön plana çıkmaktadır. Kısa mesafe iletişim özelliği olan teknolojilerin sınırlılığı sorun oluşturmaktadır, ancak Wi-Fi ve WiMAX gibi teknolojilerle birleştirilerek verim sağlanabileceği açıktır.

5. Kaynaklar

[1] İnternet: World Health Organisation (WHO), "The Atlas of Heart Disease and Stroke", http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/cvd_atlas_01_types.pdf, 2010.

[2] Yazgan, E., Korürek, M.," Tıp Elektroniği", İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 1574, İstanbul, 386 p., 1996.

[3] Jun D., Miao X., Hong-hai Z., Wei-feng L., " Wearable ECG Recognition and Monitor ", 211 Project and State Key Basic Research and Development Plan(2002CB312001) , P.R. China, 2005.

[4] H.Başal., " USB Ara Yüzlü Bir EKG Tasarımı ve Uygulaması ", Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, 2010.

[5] Binkley P.F., " Predicting the potential of wearable technology ", Engineering in Medicine and Biology Dergisi, IEEE Sayı: 22 No: 3, 2003.

[6] Kurban R., " Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi: Mobil Sağlık Danışmanı ", Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, URSI-Türkiye 2006 3. Bilimsel Kongresi, Ankara, 2006.

[7] Martin T., Jovanov E., Raskovic D., " Issues in Wearable Computing for Medical Monitoring Applications: A Case Study of a Wearable ECG Monitoring Device " The Fourth International Symposium 43 – 49, 0-7695-0792000 IEEE, Atlanta, GA , USA

[8] Raskovic1 D., Martin T., Jovanov E., " Medical Monitoring Applications for Wearable Computing ", Oxford Journals, Mathematics & Physical Sciences Volume47, Issue4 Pp. 495-504, 2003.

[9] Rune F. R., Gunnarson E., Gundersen T., " A Wearable ECG-recording System for Continuous Arrhythmia Monitoring in a Wireless Tele-Home-Care Situation ", Proceedings of the 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05), 2005.

[10] Welch J., Guilak F., Steven D. Baker S., " A Wireless ECG Smart Sensor for Broad Application in Life Threatening Event Detection ", Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS,San Francisco, CA, USA • September 1-5, 2004.

[11] Zhang F., Lian Y., Fellow, " QRS Detection Based on Multiscale Mathematical Morphology for Wearable ECG Devices in Body Area Networks ", IEEE Transactions On Biomedical Circuits and Systems, vol. 3, no. 4, 2009.

[12] Türker, G.F., 'Kalp Atışının Sezilmesi ve Alınan Sinyalin Kablosuz Algılayıcı Ağlar ile İletimi', Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 2010.

[13] Bayrak1 T., Bahçeci S., Özparlak L., Koçak N., Koçoğlu A., " Ameliyat Sonrası Hasta Üzerinden Alınan Biyoelektrik Sinyallerin Radyo Frekans (RF) Haberleşme Sistemi ile Taşınması için Sistem Tasarımı ", Elektrik Elektronik Ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kogresi Ve Fuarı, 2009.

[14] Canal M. R., Özkaraca O., Hisar Ç.," Labview Tabanlı, Bilgisayar Destekli Gerçek Zamanlı EKG Cihazının Tasarımı", Akademik Bilişim'10, Malatya, 2010.

[15] Aslantaş V., Kurban R., " Cep Bilgisayarı (PDA) Tabanlı Taşınabilir Kablosuz Elektrokardiyogram İzleme ve Alarm Sistemi " ELECO'2006 Elektrik - Elektronik – Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu Ve Fuarı, 2006.

[16] Can S., " EKG İşaretinin Cep Telefonu İle İletilmesi "., Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

[17] Chevrollier N., Golmie N. T.," On the Use of Wireless Network Technologies in Healthcare Environments " Proceedings of the 5th Workshop on Applications and Services in Wireless Networks, pp 147, Paris, 2005.

[18] H. S. Ng, M. L. Sim, C. M. Tan and C. C. Wong, " Wireless technologies for telemedicine ", BT Technology Journal, Volume 24, Number 2, 130-137, 2006.

[19] N. Golmie , D. Cypher , O. Rebala , " Performance issues of Wireless LANs, PANs and ad hoc Networks ", Computer Communications ,Volume 28, Issue 10, Pages 1266-1275, Gaithersburg, MD 20899-8920, USA, 2005.

[20] Yılmaz E., " Uzayda Olsanızda Sağlığınız Denetim Altında ", Bilim Teknik Dergisi, Mart(3), No: 336, pp. 50-52, 1999.

[21] Marr D., " ECG Application Featuring Data Transmission by Bluetooth ", Yüksek lisans Tezi, Queensland Üniversitesi, 2001.

[22] Aman A. Al-Imarı K., Rashid M., " Telemetry Based System for Measurement and Monitoring of Biomedical Signals ", Proceedings of The 3rd IEEE International Workshop on System-on-Chip for Real-Time Applications, Calgary Canada, 2003.

[23] Lambourn, J., " Portable ECG Logger ", Yüksek Lisans Tezi, Queensland Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avustralya, 1-5, 2003.

[24] Melnyk M.D., Silberman J.M., " A Wireless Electrocardiogram System ", Yüksek Lisans Tezi, Cornell University, 2004.

[25] Thaddeus R. F., Fulford J., Wei G., Welsh M., " A Portable , Low-Power, Wireless Two-Lead EKG System ", Proceedind of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS, San Francisco, CA, USA., 2-5 Eylül 2004.

[26] Fidan U., Güler N.F., " Wireless Tranmission of EKG Signal ", Springer Science, 30(1), pp. 231-235, 2005.

[27] Özcan S., " Bluetooth ile EKG Verilerinin İletimi ", Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

[28] ÖZÇELİK, M.A., Bluetooth üzerinden güvenli veri iletimi, Yüksek L. tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, s.10-35, 2006.

[29] Güney, E., " Bluetooth Güvenliği ", İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.

[30] İnternet:
http://robot.metu.edu.tr/dosya/RF_Kontrol.pdf

[31] Teke A., Özbarut A., Tümay M., " RF Haberleşme ile Uzak Mesafeden Su Deposu Otomasyon Sisteminin Gerçekleştirilmesi ", Elektrik mühendisliği, 440. sayı, Kasım 2010.

[32] Türker G. F., Kutlu A., " Medikal Bilişimde Kablosuz Algılayıcı Ağlar ve İnternet ", İnet-tr 2011 Ege Üniversitesi, 30 Kasım 1-2Aralık, 2011.

[33] Yüksel M.E., Zaim H.A., " RFID'nin Kablosuz İletişim Teknolojileri ile Etkileşimi ", Akademik Bilişim 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 11 - 13 Şubat 2009.

[34] Henry, P.S., Hui Luo,“ WiFi: what's next? ”, Communications Magazine, IEEE Volume 40, pp. 66–72, 2002.

[35] Küçük H., “ Biyolojik Sinyallerin Kablosuz Ağlar Üzerinden Mobil İletimi ve Analizi ”, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

[36] İnternet: http://www.bidb.itu.edu.tr/?d=876, 2011.