

YAŞLI VE ENGELLİ HASTALAR İÇİN UZAKTAN TAKİP SİSTEMİ

Elif Merve KÜÇÜKÖNER*, Esin YAVUZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Özet
Uzaktan Takip Sistemi Teletıp Kablosuz Sensör Ağlar Vücut Alan Ağları PIR Sensör	Gelişmekte olan haberleşme teknikleriyle birlikte uzaktan hasta takip ya da teletıp hizmetleri, hastaların hastane dışında izlenmesini olanaklı kılarak, hayatlarını kolaylaştırmaktadır. Özellikle yaşlı ve engelli hastalar için geliştirilen uzaktan takip sistemleri sayesinde sağlık sistemleri, hastane merkezli olmaktan çıkarak, hasta merkezli sağlık hizmetlerine dönüşmektedir. Yeni geliştirilen uzaktan takip sistemlerinin çoğalmasıyla birlikte, sağlık sisteminde karşılaşılmakta olan personel yetersizliği, hastanelerdeki yatak sayısının yetersiz olması ve artan maliyetler gibi sorunların azalması hedeflenmektedir. Bu projede geliştirilen sistem ile hastanın yakınında olan hareket algılayıcı sensör devresi, hastanın belirlenen zaman aralığında, belirli bir süre hareketsiz kalması durumunda ilgili kişi ya da kurumlara cep telefonu aracılığıyla acil durum mesajı yollayarak bilgilendirme yapmakta ve böylece hastaya müdahale zamanını en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

REMOTE TRACKING SYSTEM FOR ELDERLY AND HANDICAPPED PATIENTS

Keywords	Abstract
Remote Tracking System Telemedicine Wireless Sensor Networks Body Area Networks (BAN) PIR Sensor	Remote patient tracking or telemedicine services with developing communication techniques, making it possible to track patients outside of hospitals, are making their lives easier. Especially, through developed remote tracking systems for the elderly and handicapped patients, health systems from being hospital based, is to become patient-centered health care. With the increase of newly developed remote tracking systems, problems being faced in the health care system such as personnel shortages, inadequate number of beds in the hospitals and increased costs are expected to decrease. With the system developed in this project, in the specified time interval, motion detector sensor circuit which is close to the patient, make an emergency informing by sending messages in case of a certain period of inactivity via mobile phone to the relevant persons or entities and aims to minimize the time of medical intervention.

1. Giriş

Günümüz bilgi toplumunda, sağlık hizmetlerinden daha çok fayda sağlamak konusunda beklentiler hızla artmaktadır. Uzaktan hasta takip sistemleri, evde tek başına kalan yaşlı ya da engelli hastalara müdahale

edilmesi gerektiğinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle acil durumlarda ambulans yönlendirme, evde tansiyon, şeker gibi parametreleri sağlık merkezlerine iletme ve bu verilerin depolanarak, analiz edilmesi gibi imkanları sağlamaktadır.

* İlgili yazar: elifkucukoner@sdu.edu.tr

Aynı zamanda bu sistemler, hastaların ulaşım ve bekleme sürelerinin kısaltılmasına, düzenli iletişimin sağlanmasına ve fiziksel muayenelerin uzaktan yapılmasına da olanak tanımaktadır. Böylece sağlık hizmetleri doğru şekilde ve doğru zamanda verilebilmektedir.

Sağlık alanında geliştirilen takip sistemleri sayesinde hastaların hastaneye olan bağımlılığı büyük ölçüde azalmakta, evlerinde normal yaşam süreçlerine devam edebilmektedirler. Böylece hastanelerde yaşanan yoğunluk azalmakta, yetersiz personel ve yatak sayıları, hastane enfeksiyonları gibi sorunların önüne geçilebilmektedir. Aynı zamanda hastane masrafları ortadan kalkmaktadır. Bu sebeplerle, sağlık kuruluşlarının dışında da sağlık hizmetlerinin verilebilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. (Çiftlikli vd., 2008)

Bu projede geliştirilen uzaktan takip sistemi ile hastanın yakınında olan hareket algılayıcı sensör, hastanın ayarlanabilen bir zaman aralığı içinde belirli bir süre hareketsiz kalması durumunda, kayıtlı bir cep telefonuna acil durum mesajı yollayarak hastanın durumunun kontrolü gerektiğini bildirmektedir.

Makalenin ikinci kısmında bilimsel yazın taraması yapılarak, bu konuda yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Üçüncü kısımda kablosuz sensör ağları hakkında, dördüncü kısımda ise uzaktan takip sisteminin tasarımı ve kullanılan elektronik bileşenler ile ilgili bilgiler verilmiştir. Son bölümde araştırma bulguları ve sonuç sunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Kablosuz sensör ağlarının sağladığı avantajlar nedeniyle sağlıkta alanında uzaktan takip ve izleme sistemleriyle ilgili pek çok uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar iki kategoride incelenebilir:

1. Hasta yakınında bulunan sensörler vasıtasıyla gerçekleştirilen uzaktan takip sistemleri (WPAN): Bu sistemler, harici bir sensör ya da giyilebilir sensörlerden meydana gelmektedir.
2. Hasta vücuduna yerleştirilen sensörler vasıtasıyla gerçekleştirilen uzaktan takip sistemleri (BAN): Hasta vücuduna yerleştirilerek çeşitli enzim, nükleik asit ve diğer önemli biyolojik maddeleri tespit

edebilen biyolojik sensörlerden meydana gelmektedir. (Callaway, 2004)

Bu sistemler sayesinde nabız, solunum hızı, kan şekeri, hareket ve kilo gibi kontroller yapılabilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir.

Kablosuz sensör ağlarının tarihsel gelişimi ve sağlık hizmetlerinde kullanımı ile ilgili Lynch vd. (2006) ayrıntılı bir inceleme yapmışlardır.

Aslantaş vd. (2008) yaptıkları çalışmada taşınabilir bir uzaktan sağlık izleme sistemi sunarak, taşınabilir izleme birimi ile PDA arasındaki haberleşme sırasında veri bütünlüğü ve yetkilendirilmenin sağlanması için bir sayısal imza yaklaşımı önermişlerdir.

Alemdar vd. (2009), akıllı bir uzaktan bir uzaktan izleme sistemi tasarlarırken RDID teknolojisinden faydalanmışlardır.

Aktaş vd. (2014), nesnelerin interneti tabanlı kablosuz vücut alan ağları ve bu ağlara entegre edilecek RFID sistemler kullanılan bir uzaktan hasta izleme ve veri analiz sistemi sundukları bir çalışma yapmışlardır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Kablosuz Sensör Ağlar (WSN - Wireless Sensor Networks)

Kablosuz sensör ağlar, ortamdaki hareket, sıcaklık, nem, basınç gibi değerleri algılayan sensörlerin (algılayıcıların) birbirleriyle haberleşmesini sağlayan ağlardır. Bu sensörler, küçük boyutlu olmaları, düşük maliyetleri ve kullanım kolaylıkları gibi sebeplerle pek çok uygulamada sıklıkla kullanılmaktadır. (Callaway, 2004)

Kablosuz sensör ağlar, sağlık hizmetlerinin yanı sıra pek çok uygulamada da kullanılmaktadır. (Akyildiz vd., 2002) Bu uygulamalardan bazıları:

- Askeri uygulamalar (Ekipman ve mühimmat takibi, düşman takip ve izleme, sınır bölgelerinin korunması, hasar tespiti)
- Habitat izleme uygulamaları (Nesli tükenmekte olan hayvanların takibi, bazı hayvanlarının göç yollarının izlenmesi, bitki ve hayvanları etkileyen koşulların izlenmesi)
- Orman yangınlarının takibi

- Çevre kirliliği analizleri yapılması
- Meteorolojik ve jeofizik incelemeler
- Sel algılama sistemleri
- Fabrika otomasyon sistemleri
- Akıllı ev ve ofis uygulamaları
- Güvenlik uygulamaları

3.2. Vücut Alan Ağları (BAN - Body Area Networks)

Vücut alan ağları (BAN), kronik hastalıklar başta olmak üzere, hastanın sağlık durumunun görüntülenmesi ve hayati önem taşıyan bilgilerin anında izlenmesi temeline dayanır. BAN uygulamalarında kullanılan elemanlar, küçültülmüş vücut sensörleri ile vücut merkez birimi arasındaki kablosuz iletişimi olanaklı kılar. Bu teknoloji 1990'lı yıllarda kablosuz personel alan ağları (WPAN) teknolojisinin insan vücudu yakınında iletişimde kullanılmaya başlanmasından sonra geliştirilmeye başlanmış, 2000'li yıllarda ise bu teknoloji Vücut Alan Ağları (Body Area Networks-BAN) adını almıştır. BAN teknolojisinin temel yapısı, gezgin bir birim kurma ve hastanın hayati parametrelerini hastanın bulunduğu yerden görevli kişiye aktarılmasına dayanır.

Hastaya yerleştirilen sensörler yardımıyla bulunduğu ortam önemli olmaksızın hastanın sağlık durumundaki değişimlerin bilgisini alır ve bu bilgiler kablosuz olarak bir dış işlem birimine gönderilir. Bu birim dünyanın neresinde olursa olsun gelen bilgileri gerçek zamanlı olarak hastanın doktoruna iletir. Eğer acil bir durum tespit edilirse doktor ya da hastanın sağlığıyla ilgili kişi hemen hastaya bir alarm ya da uygun bir mesaj göndererek bilgi seviyesini veya cihazın enerji kaynaklarını sınırlar. Vücut alan ağları internet üzerinden ucuz ve gerçek zamanlı tıbbi kayıt güncellemesi imkanı sunan kontrollü alanlardır. Birden fazla yapay zekaya sahip ve sağlık durumlarında erken müdahale imkanı sunan fizyolojik sensörler, giyilebilir kablosuz sensör ağlara eklenebilir. (Khan vd., 2009)

Günümüzde kullanılmakta olan BAN uygulamaları:

- Hastanın üzerine yerleştirilmiş akıllı sensör düğümleri vasıtasıyla kalp atış hızı ve kalp düzensizlikleri ile ilgili önemli bilgilerin alınarak, sağlık personelinin müdahalesinden önce tedavi hazırlığı için kolaylık sağlayan kardiyovasküler hastalık takip uygulamaları, (Goh vd.,

2005; Zhou vd., 2005; Huaming vd., 2006; Luprano vd., 2006; Lin vd., 2006; Taylor vd., 2006)

- Kanser hücreleri tarafından yayılan maddeyi tespit yeteneğine sahip sensörün vücut içine yerleştirilmesi yoluyla sağlıklı hücre ile kanser hücresinin ayırt edilmesi ile yapılabilen kanser tespiti, (Khan vd., 2009)
- Diyabetli hastalara monte edilmiş sensör yardımıyla glukoz seviyesinin ölçülerek, gerekli anlarda insülin enjekte edilmesi, (Zhao vd., 2005)
- Astım hastalığının takibi amacıyla ortamdaki alerjen maddeleri algılayacak sensörler yardımıyla yapılan uygulamalar, (Kolbe vd., 2008)
- Giyilebilir sensörler kullanılarak epileptik nöbetlerin engellenmesi amacıyla motor davranışların takibi, (Jones, vd, 2008)
- Kalça ameliyatları sonrasında rehabilite sürecindeki hastalar için dahili sensörler kullanılarak bacak ve kalça hareketlerinin kontrol edilmesi, (Soini vd., , Iso-Ketola vd., 2008)
- Hastaların uzun süreli izlenmesi için Harvard Üniversitesi'nde geliştirilen CodeBlue sistemi ile acil bakım, afet ve felçli hastaların rehabilitasyonu, (Neves vd., 2008; Malan vd., 2004; Stankovic, vd, 2005)
- Hastane ortamı dışında hasta üzerinde devamlı takip sistemi olan ve yaşam kalitelerinin arttırılması, hastalıkların engellenmesi ya da belirlenmesi, uzaktan müdahale, fiziksel durum takibini içeren MobilHealth uygulaması, (Yick vd., 2008; Neves vd., 2008)
- Retinadan örnekler alınarak yapılmış protez çipler kullanılarak görme engeli olan insanlar için yapılan uygulamalar, (Schwiebert vd., 2001)
- Alzheimer ve depresyon hastaları için takip uygulamaları (Dagtas vd., 2007)

4. Uzaktan Takip Sistemi Tasarımı

Tasarlanan sistemde (Şekil 1) hasta yatağının başucunda bulunan sistemdeki hareket algılayıcı PIR sensörler zamanlanan süre aralığında hareket algılamazsa hastanın yakını ya da mevcut sağlık birimine GSM Modül aracılığıyla acil durum mesajı göndermektedir. Böylece olası sorunlara karşı erken müdahale imkanı da doğmaktadır.



Şekil 1. Uzaktan takip sistemi devre şeması

Yaşlı ve engelli hastalar için uzaktan takip sisteminde kullanılan devrenin tasarımı aşamasında hareket algılayıcı cihaz olarak, Heimann firması tarafından üretilen PIR(LHI954) sensör, GSM üzerinden veri aktarımı için AT modem komutlarını destekleyen standart bir GM29 GSM modem ve sistemin kontrolü için ise Microchip firması tarafından üretilen PIC16F877A adlı mikro denetleyicisi tercih edilmiştir.

PIR (Pasif Kızılötesi) sensörler, kendi alanındaki hareket tespiti, hareket yönü ve hareket eden canlı sayısını algılamada kullanılan sensörlerdir. Düşük maliyetli olmaları ve piyasada kolayca bulunabilmeleri sebebiyle güvenlik ve enerji kontrolü gibi pek çok uygulamada tercih edilirler.

Sıcaklıkları, mutlak sıfır olan -273°C 'den daha büyük sıcaklığa sahip bütün nesnelere kendi ısılarına göre etraflarına enerji yayarlar. Sensörün algılama alanından bir canlı veya cisim geçtiği zaman, termal enerjideki Kızılötesi enerji farklığı hemen tespit edilebilir. PIR sensörler, canlıların yaydığı termal enerjinin çoğunun yoğunlaştığı 4–20 μm spektral aralığında uzak kızılötesi ışınımına tepki verebilecek karakteristiğe sahiptirler.

PIR sensörlerde kullanılan algılama elemanının üç tipi vardır. Bunlar termistörler, termopiller ve piroelektrik elemanlardır. (Gürdal, 2000) Bu çalışmada, termistör özelliğinden ötürü PIR sensör tercih edilmiştir.

Tasarlanan devrede LM324 entegresinin kullanılma amacı ise; alınan sinyallerin entegrenin içinde bulunan işlemsel yükselteçler

aracılığıyla yükselterek PIR sensörün işleme koyabileceği seviyeye getirmektir.

Sistemde TELIT firmasının üretmekte olduğu GM862 GSM/GPRS modül kullanılmıştır. Modül ile mikroişlemci iletişimde uluslararası standartlar ile geçerlilik kazanmış olan AT komut seti kullanılmaktadır. AT komutları cep telefonu, modem gibi cihazlarla iletişim kurmamızı sağlayan komutlardır. Modül üzerinde takılan GSM sim kart ile belirli AT komutları kullanılarak GPRS şebekesine bağlanmakta ve veri transfer moduna geçilerek karakter yapısındaki veriler istenilen bir IP (internet protokol) adresine önceden belirlenmiş bir port üzerinden iki yönlü olarak aktarılabilir. Geçerli bir SIM karta sahip GPRS modüle, seri port üzerinden sırası ile AT komutları gönderildiğinde GSM/GPRS şebekesi üzerinden internet bağlantısı sağlanmaktadır. PC'ye bağlı bir GSM modeme AT komutları göndermek için terminal programı kullanılabilir. Terminal programı, yazılan komutları modeme gönderir ve modemden gelen cevapları da ekranda gösterir.

Sistemde kullanılan PIC16F877A mikrodenetleyicisinin görevi; kendisine bağlı olan sensör ya da sensörleri denetlemek, cep telefonuna gelen mesajları okuyup yorumlama ve sistem kontrol bilgilerini cep telefonuna uygun formatta iletip bu bilgilerin mesaj olarak gönderilmesini sağlamaktır.

5. Sonuç ve Tartışma

Gelişmekte olan kablosuz haberleşme teknolojileri ile birlikte hastaların, hastane dışında takip edilmesi için kullanılan sistemler giderek yaygınlaşmaktadır. Tedavi, tanı, takip ve değerlendirme amaçlarıyla alınan verilerin uzaktaki bir noktaya gönderilmesi, depolanması ve analizi ile ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerine hızlı ve kaliteli bir şekilde ulaşmak, bu sistemler sayesinde mümkün olabilmektedir. Bunun yanı sıra hastaların hastaneye olan bağımlılıkları ortadan kalkmaktadır.

Kablosuz sensör ağları uygulamaları ile hastanın sağlık durumu anlık takip edilerek, uzun süreli izleme gerektiren hastalıkların takibinin yapılması, acil durum müdahaleleri ve rehabilite sürecine destek olunması gibi kolaylıklar sağlanabilmektedir. Ayrıca bu uygulamalar sayesinde hastaya acı ya da zarar vermeden hayati bilgilerin takip edilmesi ve sağlık hizmetlerinde yaşanan aksaklıkların bertaraf edilmesi hastaların hayatını kolaylaştırmaktadır.

Günümüzde bu konuda yapılan çalışmalarda maliyetlerin düşürülerek, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Alemdar, H., Ersoy, C., 2009. Using wireless sensor network technologies for elder and child care: an application architecture proposal. IEEE 17th Signal Processing and Communications Applications Conference, 716-719. SIU.

Aktaş, F., Çeken, C., Erdemli, Y., E., 2014. Biyomedikal Uygulamaları için Nesnelerin İnterneti Tabanlı Veri Toplama ve Analiz Sistemi, Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, TIPTEKNO'14, 1, 299-302, Kapadokya.

Akyıldız, I., F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., Cayirci, E., 2002. Wireless Sensor Networks: A Survey Elsevier Computer Networks.

Aslantaş, V., Kurban, R., Çağlıkantar, T., 2008. Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemlerinde Sayısal İmza Kullanımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No 3, 531-538.

Callaway, E., H., 2004. Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols, CRC Press.

Çiftlikli, C., Tuncer, A. T., Özşahin, A., T., Yesbek, S., M., 2008. Uzaktan Bakım Hizmeti Verilmesinde Yeni Kablosuz İletişim Ve Bilişsel Radyo Teknolojilerinin Önemi, ELECO 2008, Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, 26-30 Kasım 2008, Bursa.

Dagtas, S., Netchetoi, Y., ve Wu, H., 2007, An Integrated Wireless Sensing and Mobile Processing Architecture for Assisted Living and Healthcare Applications. 1st ACM SIGMOBILE International Workshop on Systems and Networking Support for Healthcare and Assisted Living Environments, 70-72, San Juan, Puerto Rico.

Gürdal, O., 2000. Algılayıcılar ve Dönüştürücüler, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Goh, K., W., Lavanya, J., Kim Y., Tan E. K., Soh C. B., 2005. A PDA-based ECG Beat Detector for Home Cardiac Care. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 375-378, Shanghai, China

Huaming, L., and Jindong, T., 2006. Body Sensor Network Based Context Aware QRS Detection. Pervasive Health Conference and Workshops, s. 1-8, Innsbruck, Austria.

Iso-Ketola, P., Karinsalo, T., ve Vanhala, J., 2008. HipGuard: A wearable measurement system for patients recovering from a hip operation. 2nd Int. Conf. on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 196-199.

Jones, V., Veld, R. H., Tonis, R. B., Beijnum, B., Widya, I., Hutten, M. V., Hermens, H., 2008. Biosignal and Context Monitoring: Distributed Multimedia Applications of Body Area Networks in Healthcare. Multimedia Signal Processing, IEEE 10th Workshop.

Khan, P., Hussain, M., ve Kwak, K. S., 2009. Medical Applications of Wireless Body Area Networks. International Journal of Digital Content Technology and its Applications, 3 (3), Publisher: IEEE, 185-193.

Kolbe, J., Fergursson, W., ve Garret, J., 2008. Rapid Onset Asthma: a Severe but Uncommon Manifestation. Thorax, 53, 241- 247.

Lin, J., L., Liu, H., C., Tai, Y., T., Wu, H., S., Hsu, S., J., Jaw, F. S., and Chen, Y. Y., 2006. The Development of Wireless Sensor Network for ECG Monitoring. 28th Annual International Conference of the IEEE, Engineering in Medicine and Biology Society, 3513-3516, New York, NY, USA.

Luprano, J., Sola, J., Dasen, S., Koller, J. M., and Chelelat, O., 2006. Combination of Body Sensor Networks and On-body Signal Processing Algorithms: the Practical Case of MyHeart Project. International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN 2006), Cambridge, MA, USA.

Lynch, J., P., Loh, K., J., 2006. A Summary Review of Wireless Sensors and Sensor Networks for

- Structural Health Monitoring, Shock and Vibration Digest (1070-9622), Sage, 38(2), 91-128.
- Malan D., Fulford-Jones T., Welsh M., ve Moulton S., 2004. CodeBlue: An Ad Hoc Sensor Network Infrastructure for Emergency Medical Care, In Proceeding on the MobiSys 2004 Workshop on Applications of Mobile Embedded Systems, 12-14.
- Neves, P., Stachyra, M., Rodrigues, J., 2008. Application of Wireless Sensor Networks to Healthcare Promotion. Journal of Communications Software and Systems,, 4 (3).
- Schwiebert, L., Gupta, S., K., S., ve Weinmann, J., 2001. Research Challenges in Wireless Networks of Biomedical Sensors. 7th annual International Conference on Mobile Computing and Networking, 151-165. Rome, Italy.
- Stankovic, J. A., Cao, Q., Doan, T., Fang, L., He, Z., Kiran, R., Wood, A., 2005, Wireless Sensor Networks for In-Home Healthcare : Potential and 189 Challenges. In Proceedings of Workshop, High Confidence Medical Devices Software and Systems (HCMDSS), Peterborough.
- Soini, M., Nummela, J., Oksa, P., Ukkonen L., ve Sydänheimo, L., Wireless Body Area Network For Hip Rehabilitation System. Ubiquitous Computing and Communication Journal, 3(5) 42-48.
- Taylor S. A., and Sharif, H., 2006. Wearable Patient Monitoring Application (ECG) using Wireless Sensor Networks. 28th Annual International Conference on the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 977-5980, New York, NY, USA.
- Yick, J., Mukherjee, B., Ghosal, D., 2008, Wireless Sensor Network. Survey, Computer Networks, 52 (12), 2292-2330.
- Zhou, H., Hou, K. M., Ponsonnaille, J., Gineste, L., and Vaulx, C., D., 2005. A Real-Time Continuous Cardiac Arrhythmias Detection System: RECAD. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 875-881, Shanghai, China.
- Zhao, Y. J., Davidson, A., Bain, J., Li, S., Wang, Q., ve Lin, Q., 2005. A MEMS Viscometric Glucose Monitoring Device. The 13th International Conference on SolidState Sensors, Actuators and Microsystems, TRANSDUCERS '05, 1816-1819.