

IEEE 802.11b KABLOSUZ TCP/IP AĞLARINDA MİKRODENETLEYİCİ VE TÜMLEŞİK WEB SUNUCU KULLANILARAK BİR BİYOTELEMETRİ SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Ahmet BARAN¹ Yavuz KILAĞIZ¹ Yunus AKALTUN² Kamil ORMAN³

^{1,2}Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Eğitimi Programı
Atatürk Üniversitesi Erzincan Meslek Yüksekokulu, 24100, Erzincan

² Atatürk Üniversitesi Erzincan, M.Y.O. Elektronik Programı

³ Atatürk Üniversitesi Erzincan, M.Y.O. Haberleşme Programı

¹e-posta: baran@atauni.edu.tr

³e-posta: akaltun@atauni.edu.tr

² e-posta: klavuz@atauni.edu.tr

⁴ e-posta: kamilorman@atauni.edu.tr

Anahtar sözcükler: Biyotelemetri, Kablosuz Yerel Alan Ağları, IEEE 802.11b, İnternet Geçityolu, Web Sunucusu

ABSTRACT

In this study, we have developed a biotelemetry system using IEEE 802.11b WLAN technology, a WebNet and a WebRJS-PIC adapter card. In the transmitter unit of the system, received electrical signals from weared transducers to patient, is processed by a microcontroller software on the WebRJS-PIC adapter card. For transmission IEEE 802.11b WLAN is used in the system. A system receiver unit might be any TCP/IP supported and internet connected device. This multichannel system transmits measured oxygen saturation, blood pressure, body temperature and heart rate values of a patient to any recipient. Because of small dimensions and low weight of the transmitter unit, this unit gives only a little disturbance to patient. This system which causes a low cost and is useful inpractise and is improvable.

1. GİRİŞ

Biyotelemetri, canlıların biyolojik değişkenlerinin uzaktan ölçülmesidir. Bu işlemde, canlıların hareketlerinin fazla kısıtlanmaması, onlara mümkün olduğu kadar az zorluk verilmesi ve ölçülen değerlerin mümkün olduğunca hatasız iletilebilmesi esastır. Bir biyotelemetri sistemi telemetri vericisi, iletim hattı ve telemetri alıcısı olmak üzere üç ana bloktan oluşur. Telemetri vericisi, bilgi kaynağı, transdüserler, işaret işlemcisi ve vericiden oluşur. Burada, biyolojik işaretler transdüserler

vasıtasıyla elektrik işaretlerine dönüştürülür ve işaret işlemcisinde işlenerek iletim hattına uygun hale getirilir. Kablolulu veya kablosuz olabilen iletim hattı ile elektriksel formdaki biyolojik işaretler uzak noktalardaki alıcı sistemlere iletilirler. Telemetri alıcısı ise alıcı, işaret işlemcisi ve bilgi alıcısından meydana gelmektedir. Burada iletim hattından elde edilen veriler, bilgi alıcısının kullanımına hazır hale getirilmektedir [1-6].

Bu çalışmada biyotelemetri sistemlerinin önemli bir bileşeni olan iletim hattı için, IEEE 802.11b kablosuz yerel alan ağları kullanılmıştır. Çalışmada, bilgisayarlar arası haberleşmeyi sağlamak için geliştirilmiş olan IEEE 802.11b standardı ile birlikte, WebNet modülü ve WebRJS-PIC arabirim kartı kullanılarak elektronik cihazların kablosuz haberleşebilmeleri sağlanmaktadır. Bunun için, bir bilgisayar ile aynı şekilde veri haberleşmesi ve işlemesi gerçekleştiren, WebNet modülü kullanılmaktadır. Bu modül, CPU, RAM, ROM ve ethernet arabirimi gibi, bir ağ bilgisayarında bulunan, minimum donanım bileşenlerini içermektedir. Bir ağ bilgisayarının kullandığı ARP/RARP, PPP, UDP, TCP, DHCP, HTTP, FTP, SMTP, Telnet, DNS, MIME, SNMP iletişim protokollerinin hepsini destekleyebilen bu modül, ayrıca, tümleşik anakartında (WebRJS-PIC) bulunan bir mikrodenetleyici de kumanda edebilmektedir [7].

Gerçekleştirilen bu biyoteletri sistemi ile, TCP/IP protokol desteği bulunan herhangi bir mobil alıcı cihaz üzerinde, ekstra harici bir donanım birimi kullanılmadan, mobil bir hastaya ait biyolojik işaretler, yetkiler dahilinde, kablosuz olarak izlenebilecektir. Bu durum hem hastanın hem de hasta ile ilgili bilgilere erişmek isteyen doktorlar için sınırsız bir gezginlik sağlayacaktır. Bu şekilde özel durumlar hariç, müşahede altında tutulması gereken hastaların, hastanede bulunmasına gerek kalmayacak ve aynı zamanda bu müşahedeyi takip eden doktorların da özel alıcı cihazlar bulunan noktalarda sabitlemesine gerek kalmayacaktır. Doktorlar TCP/IP desteği bulunan ve internet bağlantısı olan herhangi bir cihaz aracılığıyla izlemek istediği hastanın verilerine anlık olarak erişebilecektir.

Günümüzde yeni olan kablosuz ağların kullanımının artmasıyla birlikte, kablosuz şehir projelerine başlandı ve çok yakında pek çok şehrin tamamen kablosuz ağ uyumlu hale geleceği düşünülerek, bu sistemde hastanın bir IEEE 802.11 kablosuz ağının sınırları içinde bulunduğu varsayılmaktadır. Kapsama alanı dışındaki kullanımlar için verici sistemin bir GPRS modem vasıtasıyla ve bir GSM şebekesi aracılığı ile verileri iletebilmesi de mümkündür.

2. IEEE 802.11 KABLOSUZ BİLGİSAYAR AĞLARI VE IEEE 802.11b

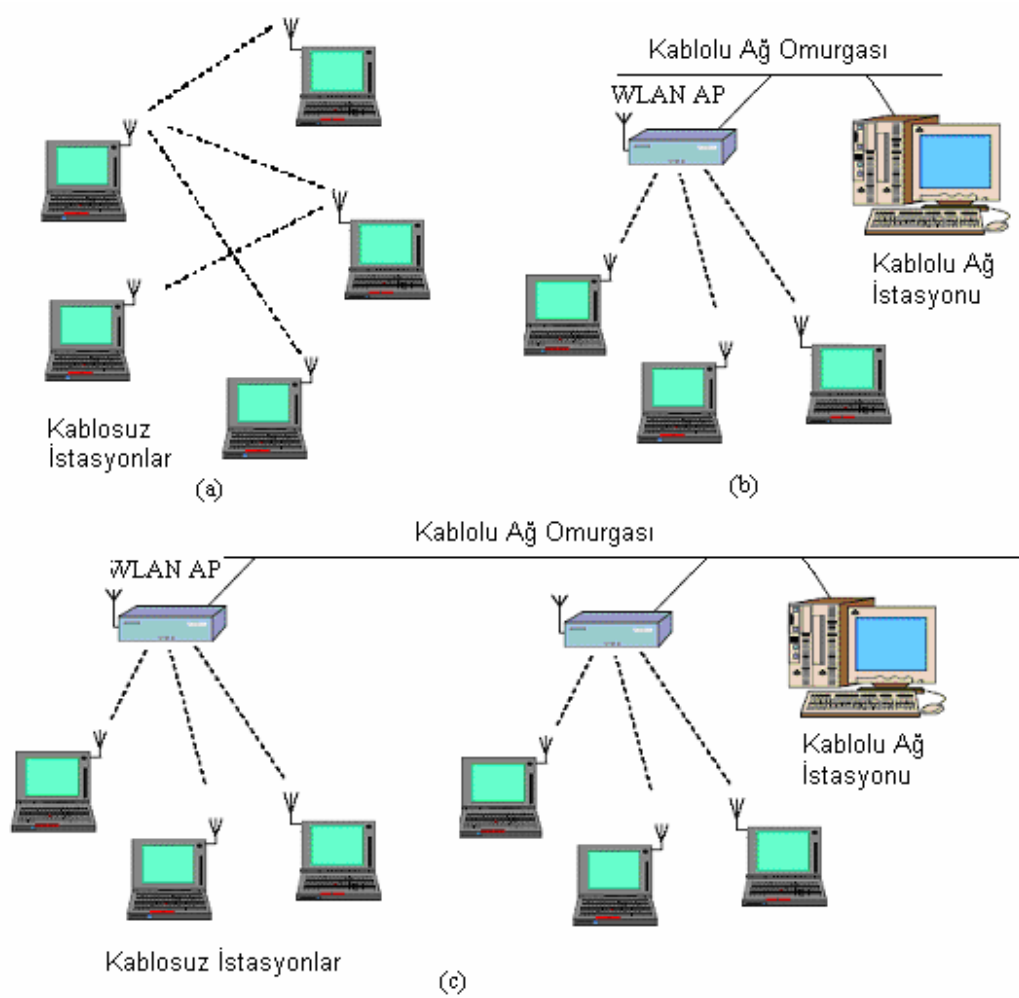
IEEE 802.11, kablosuz bir istemci ile bir temel istasyon arasında veya iki kablosuz istemci arasında, kablosuz bir ortamda veri alışverişini sağlamak için, 1997 yılında IEEE tarafından yayınlanmış kablosuz yerel alan ağ standardıdır. Standart ilk tanımlandığında, kızıl ötesi (IR), 2.4 GHz frekans atlamalı dağınık tayf (FHSS) ve 2.4 GHz doğrusal dizi dağınık tayf (DSSS) kullanılarak, 1 ve 2 Mbps veri hızı ile iletişim sağlanabilmekteydi [8]. IEEE daha sonra, kablosuz yerel alan ağlarının (WLAN) performanslarını arttırmak için 1999'da IEEE 802.11a ve IEEE 802.11b, 2003'de IEEE 802.11g olarak isimlendirdiği üç adet ek fiziksel katman standardı yayınlamıştır [9-11]. IEEE 802.11a, dikey frekans bölme modülasyonlu (OFDM) fiziksel katmanı kullanarak 5 GHz frekans bandında 54 Mbps, IEEE 802.11b yüksek hızlı DSSS fiziksel katmanı kullanarak 2.4 GHz frekans bandında 11 Mbps ve IEEE 802.11g ise OFDM tabanlı bir fiziksel katman

kullanarak 2.4 GHz frekans bandında 54 Mbps veri iletim hızı sağlamaktadır.

IEEE 802.11 ağları dağıtım sistemi (DS), erişim noktası (AP), kablosuz ortam (WM) ve istasyonlar (STAs) olmak üzere 4 temel fiziksel eleman içerir. Dağıtım sistemi, genişletilmiş servis seti (ESS) oluşturmak için, lokal alan ağları ile temel servis setini (BSS) birleştirmek için kullanılan sistemdir. İlişkilendirilmiş istasyonlar için, kablosuz ortam vasıtasıyla dağıtım servislerine erişimi, erişim noktaları sağlar. Kablosuz ortam, bir kablosuz yerel alan ağının uçlarındaki fiziksel katmanlar arasında protokol veri biriminin (PDU) aktarılması için kullanılan ortamdır. İstasyonlar ise IEEE 802.11 uyumlu MAC ve PHY katmanlarını kullanarak, kablosuz ortam aracılığıyla haberleşebilen cihazlardır [12].

Kablosuz olarak birbirleri ile haberleşebilen istasyonların oluşturduğu istasyon grubuna BSS adı verilir. Farklı istasyonlar arasında haberleşme sağlanabilen, hatları kablosuz ortamın yayılım karakteristikleri tarafından belirlenen kablosuz alan ise , temel servis alanı (BSA) olarak adlandırılır. Bir istasyon, bir BSA içinde rahatça hareket edebilir fakat bu alan dışına çıkarsa BSS'nin diğer elemanları ile bağlantısı kesilir. IEEE 802.11 ağ BSS'leri bir erişim noktası tarafından koordine edilen BSS veya bağımsız istasyonların oluşturduğu BSS olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır [8].

Bağımsız BSS (IBSS) bir altyapı omurgası içermeyen ve en az iki kablosuz istasyon içeren BSS tipidir (şekil 1a). Çabuk ve herhangi bir plan gerektirmeden kurulabilen bu ağlara genellikle Ad-Hoc ağı ya da Ad-Hoc BSS adı verilir . Bir erişim noktasının koordine ettiği BSS tipine ise, altyapısal (infrastructure) BSS adı verilir (şekil 1b). Bu ağlarda erişim noktaları, aynı servis alanında gezgin noktalar arasında haberleşmeyi sağlamak amacıyla kullanılır. Bütün haberleşme, bir erişim noktası üzerinden sağlanır. Farklı kablosuz ağların sınırları içindeki kablosuz istasyonların haberleşmesini gerçekleştirmek için kullanılan konfigürasyona ESS adı verilmektedir (şekil 1c). ESS'de kablosuz ağların haberleşmesi bir omurga kablo hattı ile gerçekleştirilir. Bu tip bir konfigürasyon, geniş alanlı veya değişken boyut ve çeşitte ağ kurulumu gerektiğinde kullanılır [12].



Şekil 1. IEEE 802.11 ağları (a) Ad-Hoc Modu (b) Altyapısal Mod BSS (c) Altyapısal Mod ESS

IEEE 802.11 standardında WLAN'lar için, açık sistemler bağlantı (OSI) referans modelinin MAC ve PHY katmanları tanımlanmıştır. Bu katmanlar, OSI referans modelinin ağ haberleşmesi için kullanılan en alt seviye katmanlarıdır [8].

Ortam erişim kontrolü (MAC) katmanı, kablosuz yerel alan ağlarında veri bağlantı katmanı görevi görür ve iletim ortamının ortak kullanılmasını sağlar. Bu katman bir veya daha fazla kablosuz istasyonun aynı frekans ve alanda güvenli olarak haberleşebilmesini temin eder. MAC katmanı temel olarak kablosuz ortama erişim, ağa giriş ve yetkilendirme ile gizlilik sağlama işlemlerini gerçekleştirmektedir [13].

Fiziksel (PHY) katman, MAC katmanı ve kablosuz ortam arasında bir arabirim katmanıdır. Bu katman fiziksel katman yakınsama protokolü (PLCP) ve fiziksel ortam bağı (PMD) olmak üzere iki alt katmandan oluşur. PHY katmanının görevi, kablosuz ortam aracılığıyla veri çerçevelerini göndermek ve almaktır.

IEEE 802.11b PHY katmanı, yüksek hızlı doğrusal dizi dağılık tayf (HR/DSSS) modülasyon tekniği kullanır ve IEEE 802.11'in fiziksel katman eklentilerinden biridir. HR/DSSS PSDU gelişmiş bir modülasyon tekniğidir ve veri iletim hızını 5.5 Mbps ve 11 Mbps'e kadar arttırmıştır.

3. WEBNET MODÜLÜ VE WEBRJS-PIC ARABİRİM KARTI

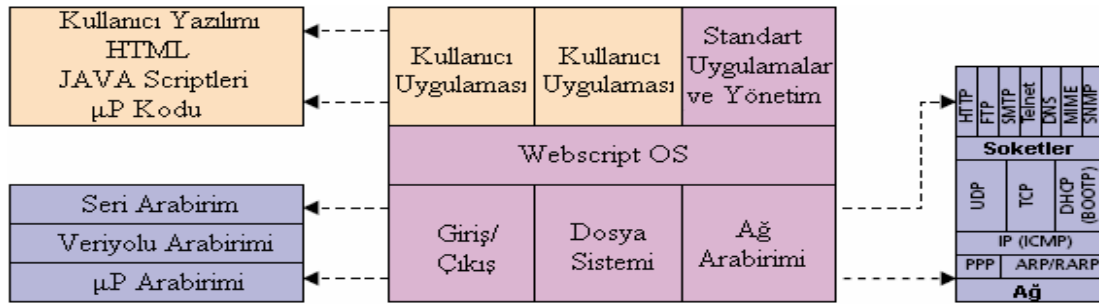
WebNet modülü, IEEE 802.3 ağı ile, bir elektronik cihaz arasında, geçit yolu olarak veya Web-Server olarak kullanılan 4x6,8cm boyutlarında bir elektronik devre kartıdır [14]. WebNet SO-DIMM 144, dahili flash diskine, FTP kullanılarak, web sayfaları, veri sayfaları veya diğer uygulamalar için özel programlar yüklenebilen bir modüldür [15-16]. WebNet modülü üzerinden Microchip PIC mikrodenetleyicisi de bulunan WebRJS-PIC arabirim kartı ile çalışmaktadır. WebNet'in web sayfası kullanıcı arabirimi ile, kullanım ve yönetim sayfalarına erişilebilir, dinamik konfigürasyon sayfaları düzenlenebilir, aktif sunu sayfaları ve gerçek zamanlı bilgilere ulaşılabilir [14].

Uygulamada kullanılan IO186 WebNet modülü AMD Am80186ED CPU, KM416C1000CT-6 2 MB EDO RAM, Am29F160D 1 MB FLASH hafıza ve 10Base-T UTP izolasyon arabirimine sahiptir. WebNet, yerel alan ağındaki bir bilgisayarla, internet bağlantısı olan bir bilgisayarla veya başka bir WebNet ile 10Base-T arabirimi kullanarak haberleşebilmektedir. Dahili

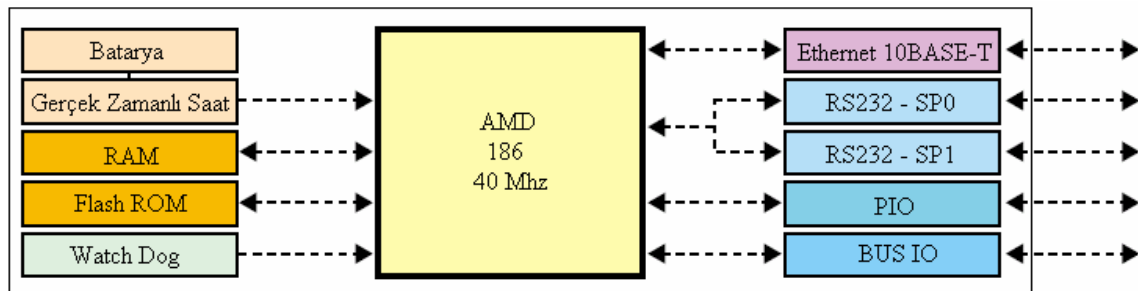
seri portu aracılığıyla RS232 seri cihazlarının kumandası gerçekleştirilebilen bu modülle diğer cihazların kumandaları için, PIC mikrodenetleyicisi ile birlikte çalışacak küçük anahtarlama devrelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

WebNet modülü belleğinde bulunan html sayfaları, java scriptleri ve mikroişlemci kodu gibi kullanıcı yazılımları, Webscript işletim sistemi (OS) adı verilen özel bir yorumlayıcı vasıtasıyla giriş/çıkış, dosya işlemlerini ve ağ arabirim ünitelerini kumanda eder. Dosya sistemi ve standart uygulamalar Webscript OS tarafından yönetilir [16]. Webscript, çeşitli sunucu uygulamalarını ve CGI scriptlerini, WebNet sistem yazılımını değiştirmeden kullanabilmek için, WebNet üzerinde tanımlanmış bir programlama dilidir. WebNet'in yazılım mimarisi şekil 2'de verilmiştir.

WebNet temel olarak mikroişlemci, RAM ve ROM bileşenlerini içermektedir. Bunun yanında gerçek zamanlı saat (ve bunun için batarya), yazılım kilitlemeleri önlemek için bir Watch Dog ünitesi ve giriş çıkış ünitelerine sahiptir. Şekil 3'de WebNet donanım blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. WebNet yazılım blok diyagramı



Şekil 3. WebNet donanım blok diyagramı

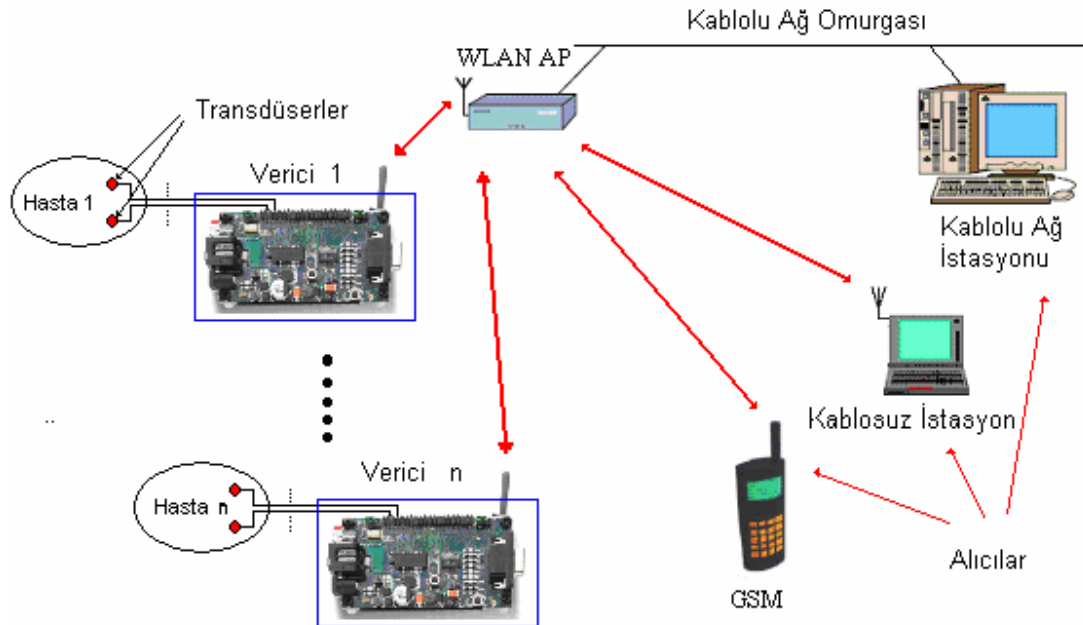
WebRJS-PIC arabirim kartı, mikrodenetleyici, seri port, anahtarlar, LED'ler ve modül'e harici bağlantılar için soketler içeren tümleşik bir elektronik karttır [17]. WebRJS-PIC arabirim kartı üzerinde Microchip Technology Inc. Firmasının ürünü olan PIC16F876 mikrodenetleyicisi bulunmaktadır. Kart üzerinde gerekli ayarlamalar yapılarak, bu mikrodenetleyiciden başka mikrodenetleyici de kullanılabilir. WebNet modülü aracılığıyla bu mikrodenetleyici, internet veya direk Telnet erişimi ile programlanabilmektedir. Webscript veya Java scriptleri ile hazırlanmış bu yazılımlarla veri işleme ve işlem kontrol uygulamaları gerçekleştirilebilir [18-19].

4.UYGULAMA

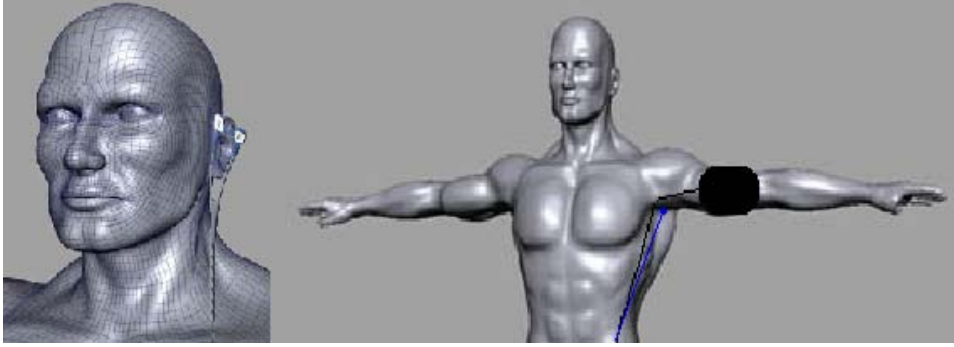
WebNet modülü, WebRJS-PIC arabirim kartı ve IEEE 802.11b kablosuz yerel alan ağı kullanılarak geliştirilen biyotelemetri sistemin blok diyagramı şekil 4'de görülmektedir. Bu çalışmada, hastalardan alınan oksijen saturasyonu (SpO₂), kan basıncı, nabız ve vücut sıcaklığı bilgileri WLAN teknolojisi kullanılarak uzak noktalardaki alıcılara iletilmektedir. Bu iletim, WLAN teknolojisinde kullanılan hata

kontrol ve düzeltme algoritmaları sayesinde sıfır iletim hatasıyla gerçekleştirilmektedir.

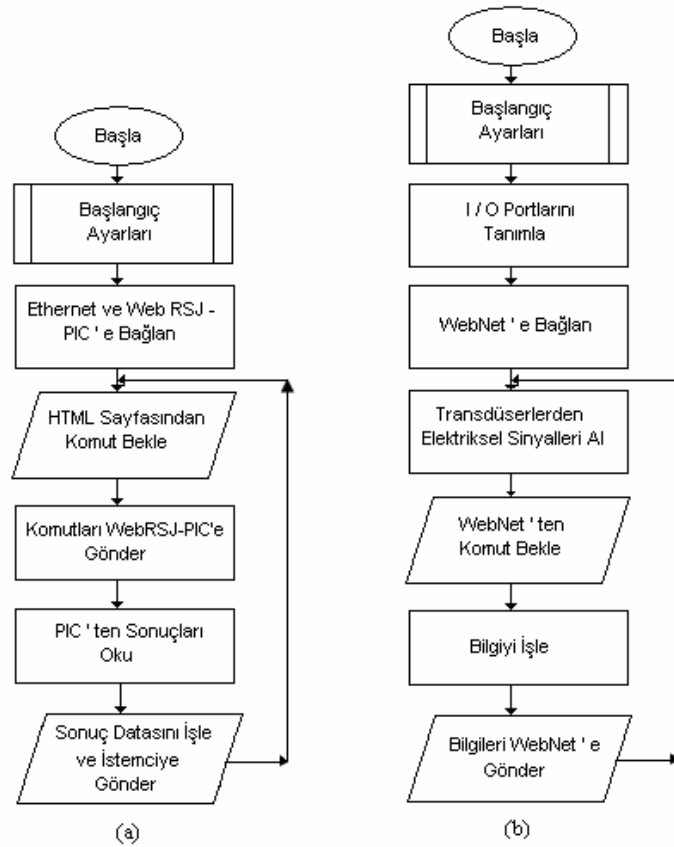
Hastanın oksijen saturasyonu ölçümü için BIOPAC firması tarafından üretilen TSD123B transdüseri, vücut sıcaklığının ölçümü için BIOPAC firması tarafından üretilen TSD202A transdüseri ve tansiyon ile nabız ölçümleri için ise Microlife firması tarafından üretilen Microlife BP 3AC1-1 ölçüm cihazı kullanılmıştır [20-21]. Optik iletim yapan TSD123B transdüseri 660nm kırmızı ve 940nm IR ışık işaretleri kullanmaktadır. 6 gr ağırlığa sahip ve 12x12x12mm boyutlarında olan bu transdüser sterilize edilebilmektedir. Vücut sıcaklığı ölçüm için kullanılan TSD202A transdüseri 2gr ve 1,7mm çapında olup, $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle 60°C ye kadar ölçüm yapabilmektedir. Kan basıncı ve nabız atış sayısı ölçüm için Microlife BP 3AC1-1 ölçüm cihazı, gösterge ünitesi hariç kullanılmıştır. Gösterge ünitesi hariç 237gr olan bu cihaz oscillometric ölçüm yapmakta ve kapasitif bir algılama transdüseri kullanmaktadır (Şekil 5). SYS/DIA ölçüm aralığı 30-280mmHG olan Microlife BP 3AC1-1 40-200 BPM nabız atışı ölçümü yapabilmektedir. Cihazın kan basıncı ve nabız atış hata oranları sırasıyla, $\pm 3\text{mmHg}$ ve $\pm 5\%$ tir.



Şekil 4. Biyotelemetri Sistemi



Şekil 5. TSD123B transdüseri, Microlife BP 3AC1-1 cluffı ve TSD202A sıcaklık ölçüm transdüseri



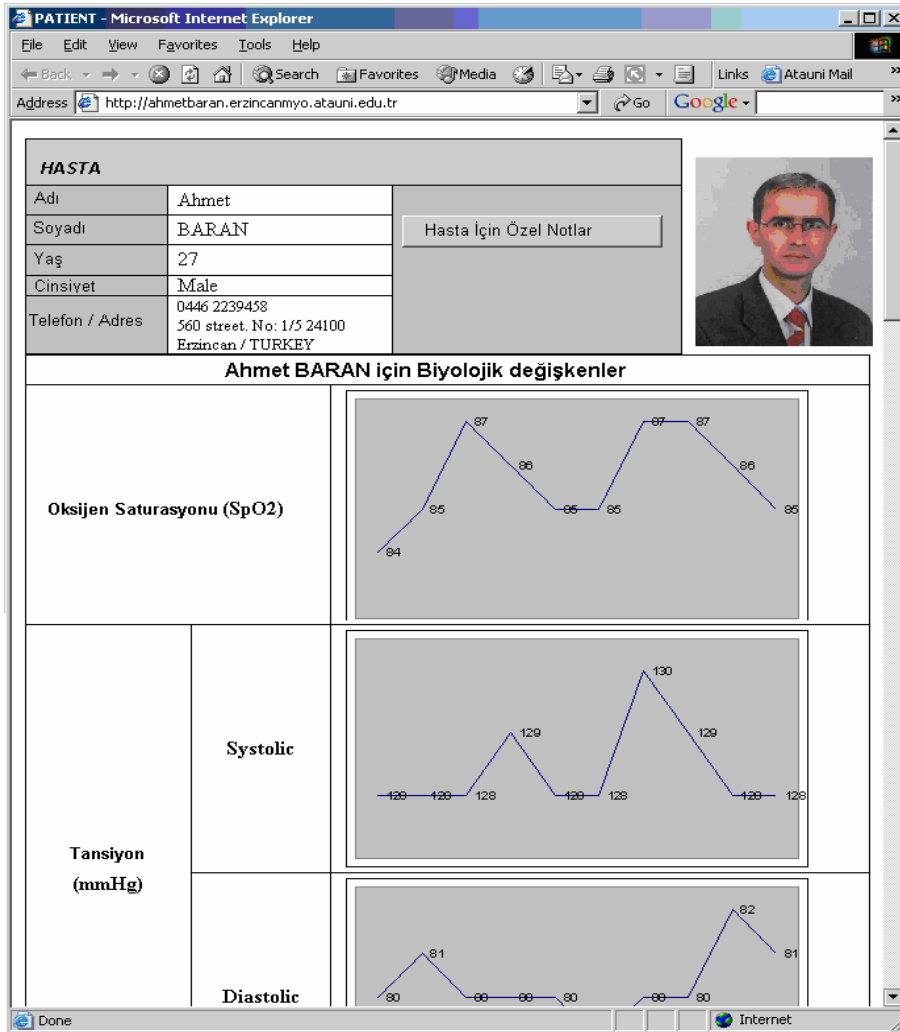
Şekil 6. Sistem yazılım algoritmaları (a) Java Script algoritması (b) Mikrodenetleyici yazılım algoritması

Sistemde mobil alıcıların mobil vericilere bağlanması için bir dns sunucusu kullanılmaktadır. Alıcılar bağlanmak istedikleri vericiye bağlanabilmek için önce bu dns sunucusuna bağlantı kurmaktadır. Güncelleştirilebilen bu sunucu, mobil alıcıyı <http://hastaadi.alanadi> gibi bir web adresine yönlendirmektedir Bağlantı ve giriş işleminden sonra istemci tarafından vericideki WebNet'e gelen istem üzerine, WebNet üzerindeki web

sunucuda çalışan bir web sayfası bu istemi bir java script'e gönderir. Algoritması şekil 6a'da verilen bu script, başlangıç ayarlamalarını yaptıktan sonra, WebRJS-PIC yazılımı ve ethernet arabirimi ile gerekli bağlantıları oluşturur. Script daha sonra, gelen html istemini uygun formata dönüştürerek WebRJS-PIC üzerindeki mikrodenetleyici yazılımına gönderir, istem sonuçlarının geri gönderilmesini bekler ve bu sonuçları istemciye iletir.

WebRJS-PIC'deki mikrodenetleyici üzerinde çalışan mikrodenetleyici programı her 6 dakikada transdüserlerden bilgi okuyup, işleyerek geçici hafızasına kaydeder. Algoritması şekil 6b'de verilen bu program başlangıç tanımlamalarından sonra, WebNet yazılımı ile bağlantı oluşturarak WebNet yazılımından gelecek komutu bekler. Aldığı komutla geçici

hafızasındaki kayıtlı son 10 bilgiyi WebNet'teki java script'e geri gönderir. İstemci ile verici arasında bilgi transferi şekil 7'de örneği görülen bir web sayfası aracılığıyla gerçekleştirilir. Html komutları ve java scriptlerle hazırlanmış bu sayfada hasta ile ilgili kişisel bilgiler ve son 1 saatlik ölçüm değerleri otomatik skalalandırılarak grafik halinde gösterilir.



Şekil 7. Örnek bir hasta için örnek bir web sayfası çıktısı

5.SONUÇ

Bu çalışmada IEEE 802.11 kablosuz yerel alan ağları ve WebNet modülü ile WebRJS-PIC arabirim kartı kullanılarak bir biyotelemetri sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem ile müşahede altında tutulması gereken bazı hastaların biyolojik değişkenlerinin kablosuz bir bilgisayar ağının sınırları içinde kablosuz olarak takip edilmesi mümkün olmaktadır. Böylece

hasta hem hastanedeki tehlikeli enfeksiyonlardan korunacak hem de hastane dışında müşahede altında tutulduğu için psikolojik açıdan daha rahat olacaktır. Bununla birlikte hastanelerdeki önemli bir problem olan boş yatak sayısı probleminin de çözüleceği öngörülmektedir. Kablosuz teknolojinin yakın gelecekte tüm yerleşim birimlerinde kullanılmaya aday bir teknolojisi olacağı düşünülürse, hem hastaların

gezinliği hem de doktorların gezinliği sağlanacaktır. Bir hasta dñyanın farklı yerlerinden farklı bir çok doktor tarafından gözlenebilecek ve teğhis konulabilecektir. Bu sistemin kullanılmasıyla, kablosuz sistemin elektromanyetik kirliliğine ilave bir elektromanyetik kirlilik olmadan biyotelemetrik ölçümler gerçekleştirilebilecektir. Sistem hem fiziksel boyutları küçük olduğu için hastayı çok az rahatsız edecek hem de maliyeti düşük olduğu için hasta ve hastaneye az mali külfet getirecektir. İletim işleminde sistemden bağımsız bir şekilde gitgide gelişen bir teknoloji olduğundan sistemin kullanılabilirliği zamanla önemli oranda artacaktır. Aynı şekilde, TCP/IP ve internet uyumlu cihazların artmasıyla alıcı noktalarda çok daha pratik çözümler üretilebileceği düşünölmektedir. Tüm bu avantajlarının yanı sıra sistemin bazı dezavantajları ve kısıtları bulunmaktadır. Sistemin elektromanyetik kirliliğe neden olması kaçınılmazdır. Bu elektromanyetik kirliliğin hem çevreye hem de hastanın kendisine kesin kanatlanmamış olmasına rağmen zarar vereceği düşünölmektedir. Sistemin elektronik devre elamanlarının elektrik alan, manyetik alan, ısı,nem gibi fiziksel şartlardan etkilenmesi sistemin kısıtlarındandır. Ayrıca verici üzerindeki yazılımlara virüsler ve hackerlerin zarar vermesi mümkündür.

KAYNAKLAR

1. B. Woodward, M.F.A. Rasid, Wireless Telemedicine: The Next Step?, Proc. of the 4th Annual IEEE Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, UK, (2003) 43-46.
2. C.S. Pattichis, E. Kyriacou, S. Voskarides, M.S. Pattichis, R. Istepanian, C.N. Schizas, Wireless Telemedicine Systems: An Overview, IEEE Antenna's and Propagation Magazine, 44 (2) (2002), 143-153.
3. E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, D. Kaoutsouris, A. Andreou, C. Pattichis, C. Schizas, Multipurpose Health Care Telemedicine Sys., Proc. of 23rd International Conference of the IEEE/EMBS, Turkey (2001).
4. S. Pavlopoulos, E. Kyriacou, A. Berler, S. Dembeyiotis, D. Kaoutsouris, A Novel Telemedicine System Based on Wireless Communication Technology – AMBULANCE, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2 (4) (1998) 261-267.
5. E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, A. Bourka, A. Berler, D. Kaoutsouris, Telemedicine in Emergency Care, Proc. of the VI International Conf. on Medical Physics, Patras 99, Greece, (1999), 293-298.
6. A. Pitsillides, G. Samaras, M. Dikaiakos, K. Olympios, E. Christodoulou, DITIS : Collaborative Virtual Medical Team for Home Healthcare of Cancer Patients. Conference on the Information Society and Telematics Applications, Italy, (1999).
7. I/O Consulting A/S, Board Brochure-Internet gateway web-server, (2003).
8. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Information Technology Telecomm. and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, (1997).
9. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. Amendment 1: High-Speed Physical Layer in the 5 GHz Band, (1999).
10. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. Amendment 2: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band, (1999).
11. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band, (2003).
12. F.M. Aziz, Implementation and Analysis of Wireless Local Area Networks for High-Mobility Telematics, Master Thesis, Blacksburg, Virginia University, (2003).
13. M. Ergen, IEEE 802.11 Tutorial. University of California Berkeley, (2002).
14. I/O Consulting, The WebNet Users Guide, (2003).
15. I/O Consulting A/S, Application Note AN001, IO186 WebNet Basic Interfacing, (2003).
16. I/O Consulting A/S, Internet Gateway/Web-Server, (2003).
17. I/O Consulting A/S, WebRJS-PIC Interface Board, (2003).
18. I/O Consulting A/S, The bridge builder between your enterprise and your device, (2003).
19. I/O Consulting A/S, WebScript Tutorial and Cookbook, (2003).
20. <http://www.biopac.com>.
21. <http://www.microlife.com>.