

ÇEVİRİMİÇİ SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ UYGULAMASI

APPLICATION OF AN ON-LINE MEDICAL MONITORING SYSTEM

Gamze Doğalı Çetin, Cüneyt Bayılmış,
Sezgin Kaçar

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Sakarya Üniversitesi
{gamzed,cbayilmis,skacar}@sakarya.edu.tr

İsmail Kırbaş

Bilgi Teknolojileri Bölümü
Samandıra Sancaktepe Meslek Lisesi
ismkir@gmail.com

ÖZETÇE

21.yüzyılın en önemli gelişme alanlarından olan kablosuz teknolojiler ve bu teknolojilerin sağlık amaçlı kullanılması için geliştirilen Kablosuz Bireysel Algılayıcı Ağlar (KBAA) araştırmacıların ilgi odağı olmayı sürdürmektedir. KBAA'lar yaşlı, kronik hastalığı olan, ya da sağlık durumu sürekli takip edilmesi gereken bireylerin, vücut sıcaklığı, nabız, EEG, EKG, hareket gibi sağlık sinyallerini izlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu bildiride KBAA yönelik internet üzerinden izlenebilen bir sağlık izleme sistemi sunulmaktadır. Gerçekleştirilen sistem, donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmı, bireyin vücut sıcaklığı ve nabız bilgilerinin, tasarlanan gömülü bir sistem ile toplayan ve kablosuz algılayıcı ağlar üzerinden sağlık merkezine aktaran kısımdır. Yazılım kısmı ise, bireyden toplanan verilerin görselleştirilmesini, analizini sağlayan MATLAB Builder NE ve Web Figure özelliğinin kullanıldığı web tabanlı izleme arayüzüdür.

ABSTRACT

Wireless technologies which are the most important development areas in the twenty-first century and Wireless Body Sensor Networks which are developed for use in health care continues to be the focus on attention of researchers. Wireless Body Sensor Networks are used for monitoring health signals such as body temperature, heart pulse, EEG, and ECG of the people who are old, chronic illness or weak. In this paper, a health monitoring system is monitored via the Internet is presented. Implemented system consists of two parts: hardware and software. In the hardware part, body temperature and heart pulses of the patient are collected by the designed embedded system. And the system sends the data to health center over wireless sensor networks. And software part is a web based monitoring interface which accomplish to visualization and analysis of the collected data from the patient using MATLAB Builder NE and Web Figure.

1. GİRİŞ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA)'ın bir kullanım alanı olan tıbbi uygulama sistemlerinde Kablosuz Bireysel Algılayıcı Ağ (KBAA)'lar kullanılmaktadır. Genel bir KBAA üç temel yapıdan oluşmaktadır. Bunlardan ilki, tıbbi büyüklükleri algılamada kullanılan vücut içerisine ya da üzerine yerleştirilen kablosuz algılayıcı düğümlerin birleşmesiyle oluşan bireysel algılayıcı ağ yapısıdır. KBAA'larda kullanılan

algılayıcılar vücut sıcaklığı, kalp atışı, kan basıncı, EKG, EMG, EEG, hareket gibi verileri elde etmek için beden üzerine yerleştirildikleri gibi yapay pankreas, glikoz türü veriler için beden içerisine de yerleştirilebilmektedir. İkincisi biyomedikal sinyallerin ölçülmesinde kullanılan algılayıcılar ile oluşturulan bireysel algılayıcı ağ ile bu sinyallerin gözlem ve kontrolünü gerçekleştiren sağlık görevlileri, hasta yakınları vb. gibi uzaktan izleme ekibi arasında iletişimi sağlayan merkezi koordinatör birimidir. Üçüncüsü ise merkezi koordinatör aracılığıyla alınan hasta verilerinin depolanması, gerektiğinde sağlık ekibi tarafından incelenmesini ve yorumlanmasını takip eden sağlık merkezi birimidir.

Kablosuz Bireysel Algılayıcı Ağlar, sağlık durumu izlenecek olan bireylere, hastaneye yatmadan mekandan bağımsız olarak sağlık hizmetlerinden faydalanabilme, kırsal bölgelerde yaşayan ulaşım imkanı kısıtlı olan hastalar için rutin kontrollerin kolaylaşması, doktor, hasta bakıcı ve hasta yakınlarının hastaları sürekli takibinin mümkün hale gelmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.

Son yıllarda KBAA'ların popülaritesinin artmasıyla birlikte araştırmacılar ve biyomedikal uygulamacılar farklı kablosuz haberleşme teknolojilerini temel alan sağlık izleme sistemi uygulamaları geliştirmişlerdir. Kullanılan kablosuz haberleşme teknolojileri arasında ZigBee, Bluetooth, GSM, Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Network, WLAN) sayılabilir. Literatürde bu teknolojiler kullanılarak geliştirilen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan birkaçı aşağıda verilmektedir. Yüce çalışmasında MICS, WMTS teknolojilerini kullanarak EKG, EEG, EMG ve nabız verilerini inceleyen bir sağlık izleme sistemi geliştirmiştir [1]. Kırbaş ve Bayılmış çalışmalarında KBAA tabanlı, MICAz düğümleri bileşenlerini içeren bir sistem ile nem, sıcaklık ve nabız değerlerini incelemiştir [2]. Çetin yapmış olduğu tez çalışmasında ZigBee standardını kullanarak nabız, pletismogram ve kandaki oksijen oranı bilgilerinin analizini yapmıştır [3]. Landolsi ve arkadaşları glikoz seviyesi, kalp atış hızı ve pulse oksimetri değerlerini GSM ağı kablosuz teknolojisini kullanarak incelemiştir [4].

Tablo 1 [1]'de uzaktan tıbbi izleme sistemlerinde kullanılan kablosuz teknolojilerin kullandıkları frekans bandı, bant genişliği, veri iletim hızı, ortam erişim yöntemi, kapsama alanı gibi teknik özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Kablosuz Ethernet teknolojisi kullanarak gömülü bir sistem ile alınan sıcaklık ve nabız verilerinin Matlab Builder NE ve Web Figure nesnesinin görsel özellikleri kullanılarak, tasarlanan .Net tabanlı bir web arayüzü üzerinden sayısal ve grafiksel olarak incelenmesidir. Bildirinin 2. bölümünde geliştirilen online sağlık izleme sistemi, donanımsal ve yazılımsal olarak anlatılmakta, tasarlanan web arayüzünde sıcaklık ve nabız verileri örnek bir

uygulama üzerinde grafiksel olarak incelenmektedir. Bölüm 3’de sonuç ve değerlendirmeler yer almaktadır.

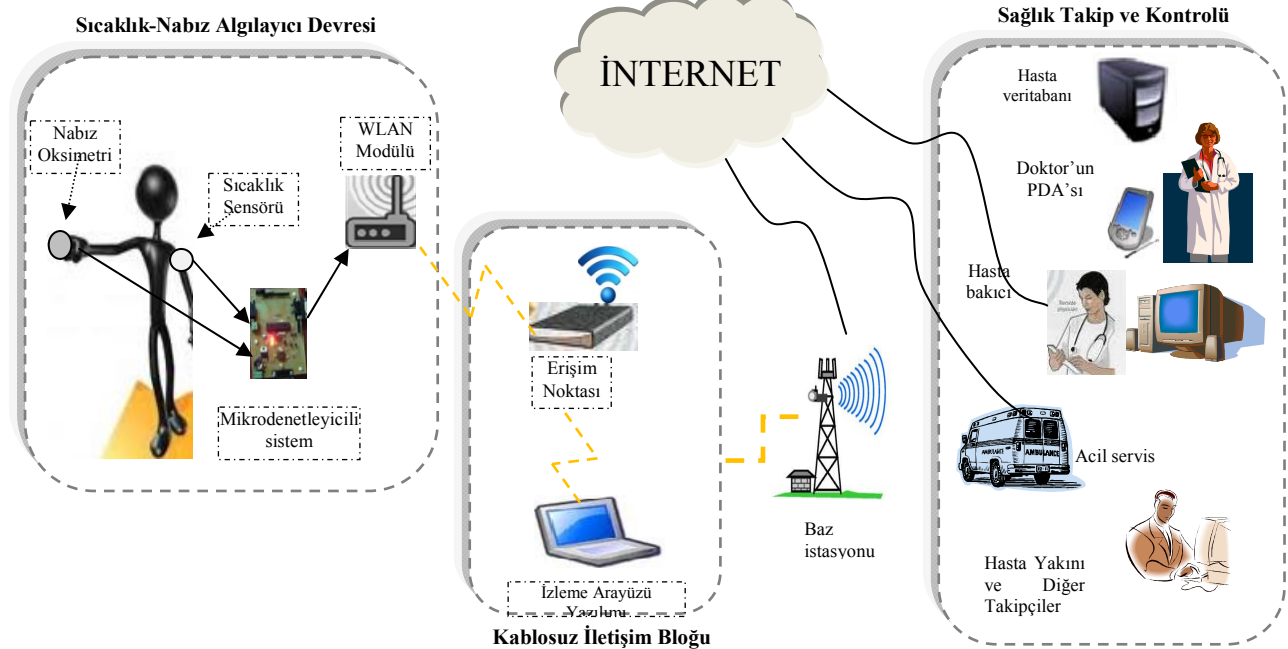
Tablo 1: Medikal İzleme Sistemlerinde Kullanılan Kablosuz Teknolojiler

| | MICS | WMTS | UWB IEEE(802.15.6) | IEEE(802.15.6) (ZigBee) | IEEE(802.15.6) (Bluetooth) | WLANs (802.11b/g) |
|----------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Frekans bandı | 402-405 MHz | 608-614, 1395-1400, 1429-1432 MHz | 3-10 GHz | 2.4 GHz (868/915 Eur./US) | 2.4 GHz | 2.4 GHz |
| Bant genişliği | 3 MHz | 6 MHz | >500 Mhz | 5 MHz | 1 MHz | 20 MHz |
| Veri iletim hızı | 19 or 76 kbps | 76 kbps | 850 kbps-20 Mbps | 250 kbps (2.4 GHz) | 721 kbps | >11 Mbps |
| Çoklu erişim yöntemi | CSMA/CA, polling | CSMA/CA, polling | Tanımlanmamıştır | CSMA/CA | FHSS/GPSK | CSMA/CA |
| İletim gücü | -16dBm (25µW) | ≥10 dBm ve <1.8dB | -41 dBm | 0 dBm | 4.20 dBm | ~20 dB m |
| Alan | 0-10 m | >100 m | 1.2 m | 0-10 m | 10, 100 m | 0-100 m |

2. ONLINE SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ

Şekil 1’de yapılan çalışmanın genel mimari yapısı yer almaktadır. Sıcaklık-Nabız Algılayıcı Devresi bloğunda, bireye ait vücut sıcaklığı ve nabız değerleri alınarak PIC mikrodnetleyici tabanlı gömülü sisteme aktarılmaktadır. Nabız algılama için SPO2 probu, sıcaklık algılama için ise NCP15XW222 termistörü kullanılmaktadır. Mikrodnetleyicili sisteme gelen sıcaklık ve nabız sinyalleri WLAN modülüne aktarılmaktadır. Kablosuz İletişim Bloğunda yer alan Erişim Noktası (Access Point) WLAN modülü ile dizüstü bilgisayarın Sanal Com birimi arasında köprü görevi görmektedir.

Erişim noktası üzerinden Sanal Com’a gelen biyomedikal sinyaller, gerçek zamanlı olarak veri tabanına kaydedilmektedir. Visual Studio programında .Net tabanlı, C# programlama dili kullanılarak geliştirilen kullanıcı web arayüzünde hastaya ait sıcaklık ve nabız değerlerini internet üzerinden izlemek mümkün olmaktadır. Verilerin işlenmesi içinde arka planda Matlab programı çalışmaktadır. Matlab Builder NE ile Matlab fonksiyonları .Net metodlarına dönüştürülmektedir [5]. Web Figure nesnesi ile bu fonksiyonların çıktısını grafiksel olarak web sayfası üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Doktor, hasta bakıcı, hasta yakını gibi hasta takipçileri kullanıcı web arayüzü ile hastanın takibini kolayca yapabilmektedir.



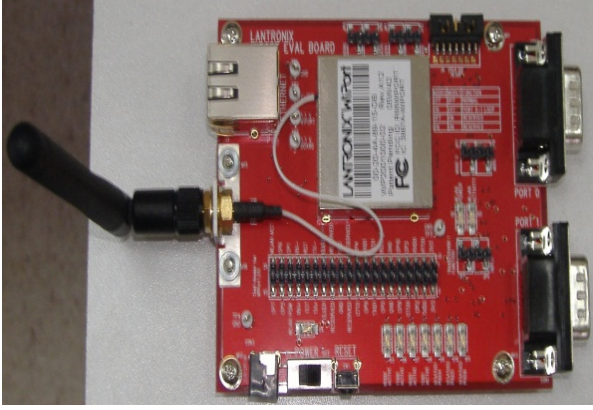
Şekil 1: Online Sağlık İzleme Sistemi Genel Blok Şeması

Geliştirilen internet üzerinden izlenebilen sağlık izleme sisteminde kablosuz teknoloji olarak Kablosuz Ethernet teknolojisi kullanılmaktadır. Şekil 2’de uygulamanın donanım

alt yapısında yer alan Wiport firmasının Kablosuz Ethernet modülü IEEE 802.11b WLAN birimi görülmektedir. IEEE 802.11b WLAN birimi, IEEE 802.11b standardının tüm

özelliklerini içermektedir. İçerisinde IP adresine sahip bir web sunucu yer aldığından hem internet hem de yerel bir ağ üzerinden kontrol edilebilir. Seri arabirimlerden ya da Ethernet girişinden gelen bilgiyi IEEE 802.11b WLAN biçimine çevirerek kablosuz ortama iletir [6-8].

Şekil 3'te gerçekleştirilen sistemin donanım ve yazılım bileşenleriyle birlikte genel görünümü yer almaktadır[9]. PIC mikrodenetleyici ve algılayıcı sensörler kullanılarak geliştirilen gömülü sistem ile bireye ait nabız ve sıcaklık



Şekil 2: IEEE 802.11b WLAN birimi

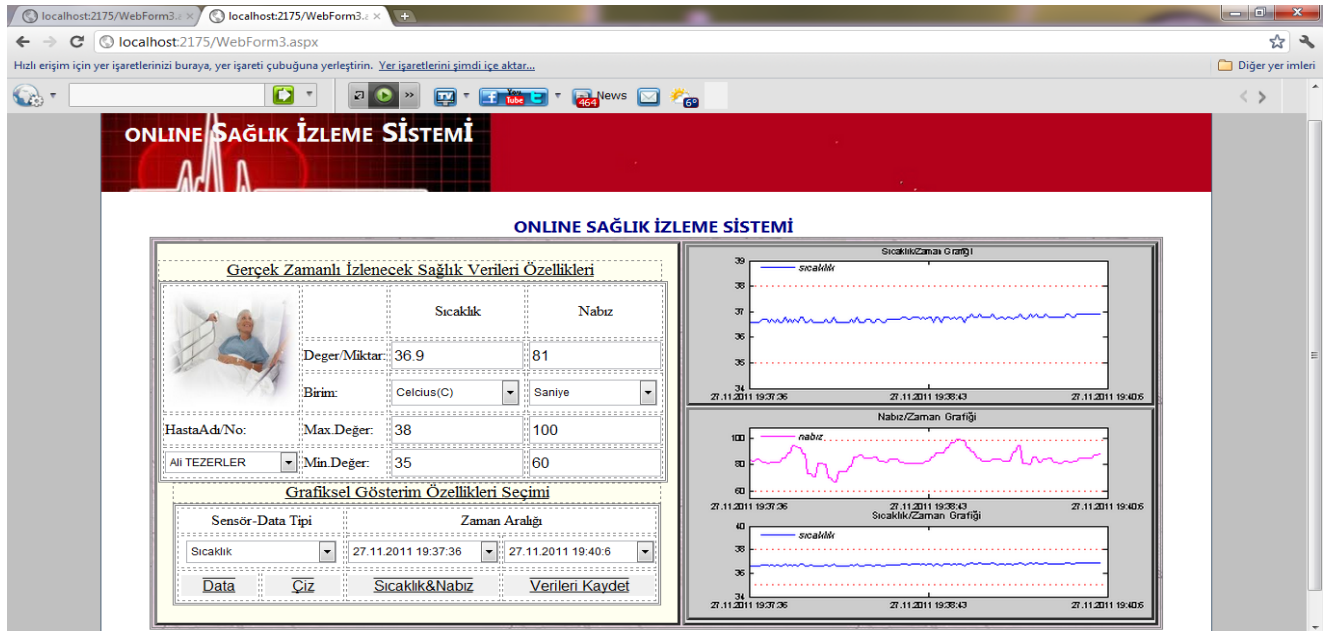
Gerçeklenen sistem donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmında algılayıcı devre tasarımı ve haberleşme, yazılım kısmında ise işi icra eden Matlab fonksiyonları ve .Net mimarisi yer almaktadır.

verileri alınmaktadır. Alınan bu biyomedikal sinyaller yazılan Matlab fonksiyonları ile gerçek zamanlı olarak Access veritabanında ilgili hastaya ait tabloya kaydedilmektedir. Veri tabanına kaydedilen bu sinyal değerleri web sayfası arayüzünde, izleme yapılacak tarih aralığı ve izlenecek sinyal tipi seçildikten sonra sayısal değer olarak ya da Matlab Web Figure nesnesi ile grafiksel olarak incelenebilmektedir.



Şekil 3: Gerçeklenen sistemin genel bir görünümü

Şekil 4'te geliştirilen arayüzde algılanan veri türü (sıcaklık, nabız), algılamının yapıldığı tarih aralığı seçilebilir. Seçilen bilgilere göre tek bir sinyale ait grafik çizdirilebildiği gibi her iki sinyale ait grafik birliktede görülebilir. Ayrıca algılanan sinyallere ilişkin max. ve min. değerleri dışarıdan girilerek hasta durumunun risk teşkil edip etmediğini de grafiklerde incelemek mümkün olmaktadır.



Şekil 4: Online Sağlık İzleme Sistemi Kullanıcı Web Arayüz Sayfası

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada kronik hastaların, yatağa bağlı ya da yaşlı bireylerin, durumu sürekli izlenmesi gereken risk altında olan bireylerin nabız ve vücut sıcaklığı gibi biyomedikal sinyal değerlerinin doktor, hasta bakıcı, hemşire gibi sağlık personeli ya da hasta yakınları tarafından internet üzerinden sürekli olarak takibini sağlayan bir sağlık izleme sistemi tasarım ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kablosuz bireysel algılayıcı ağ yapısı kullanılarak gerçekleştirilen sistemde bedensel sensörler insan vücudu üzerine yerleştirilerek alınan sinyal değerleri veri tabanına kaydedilmiş ve tasarlanan kullanıcı arayüzü ile internet üzerinden bu değerlerin grafiksel olarak incelenmesi ve yorumlanması sağlanmıştır. Yapılan çalışmanın faydalarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Literatürde yer alan Bluetooth, ZigBee, GSM Network gibi farklı kablosuz teknolojiler kullanılarak geliştirilen çeşitli sağlık uygulamaları mevcuttur. Bu çalışma ise Kablosuz Ethernet teknolojisi temel alınarak duruma farklı bir yaklaşım sunmaktadır.
- Kullanılan Kablosuz Ethernet teknolojisi düşük maliyetli, yaygın olarak kullanılan bir teknoloji olması ile avantaj sağlamaktadır.
- PIC mikrodenetleyici tabanlı algılayıcı devre, tasarım açısından düşük maliyetli, düşük güç tüketimli bir yapıda olup, ölçülen vücut sıcaklığı ve nabız değerlerinin doğruluğu test edilerek geçerli sonuçlar elde edilmiştir.
- SPO2 nabız sensörü ve sıcaklık sensörü (NCP15XW222 termistörü) aracılığıyla alınan nabız ve vücut sıcaklığı bilgileri portlar üzerinden PIC mikrodenetleyiciye gönderilmekte, burada işlenmekte ve kablosuz olarak dizüstü bilgisayarın sanal portuna aktarılmaktadır.
- Gerçeklenen sistemin yazılım aşamasında Matlab programı, Matlab Builder NE derleyicisi, Web Figure bileşeni, Visual Studio programı, ASP.NET platformu ve Access veritabanı senkron bir şekilde etkin olarak kullanılmıştır.
- Matlab Web Figure komponenti web sayfası üzerinden görsel olarak daha anlaşılabilir, esnek bir yapı sunmaktadır.
- Tasarlanan arayüz, Matlab programının grafiksel ve analiz özelliklerini kullanıcı bilgisayarında Matlab programı kurulu olmaksızın kullanabilmeyi sağlamaktadır.
- Sunulan bildirideki çalışmada, kullanıcıların internet tarayıcı dışında herhangi bir programa ihtiyaç duymadan istedikleri bilgisayardan sunucuya bağlanarak web sayfasına erişebilmeyi ve ilgili bireye ait biyomedikal sinyal değerlerinin analiz ve incelemesinin kolay bir şekilde yapılması hedeflenmiştir.
- Alınan biyomedikal sinyal değerleri veri tabanına gerçek zamanlı olarak kaydedilmekte ve ihtiyaç duyulduğunda hasta takibinin kolay bir şekilde yapılabilmesi için istenen değerlere kolayca ulaşılabilmektedir. Böylece sağlık personeli tarafından hasta durumunun gözlem ve takibi daha hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma SAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no:2011-50-01-025).

4. KAYNAKÇA

- [1] Yuce, M., R., Implementation of wireless body area networks for healthcare systems, Elsevier Sensors and Actuators A:Physical, Vol. 162, pp. 116-129, 2010.
- [2] Kirbas, İ., Bayılmış, C., HealthFace: A Web-Based Remote Monitoring Interface for Medical Healthcare Systems based on Wireless Body Area Sensor Network, The Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, DOI:10.3906/elk-1011-934.
- [3] Çetin, H., E., Kablosuz Sensör Ağlarının MicaZ Tabanlı Biyomedikal Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ağustos 2009.
- [4] Landolsi, T., Al-Ali, A., R., Al-Assaf, Yousef, Wireless Stand-alone Portable Patient Monitoring and Logging System, Journal of Communication, Vol.2, No.4, June 2007.
- [5] MATLAB Builder NE 4 User's Guide, The Mathworks Inc. April 2011.
- [6] LANTRONIX Wiport User Guide, Revision January 2010.
- [7] Bayılmış, C., Kelebekler, E. Remote Control of a CAN-Based Mobile Model Car Using a Voice Activated Control System, IEEE 16. Sinyal İşleme, İletişim ve Uygulamaları Kurultayı, .2008.
- [8] Bayılmış, C., Kelebekler, E., Ertürk, İ., Çeken, C., Özçelik, İ., Integration of a speech activated control system and a wireless internetworking unit for a CAN-based distributed application, Journal of Network and Computer Applications, Vol. 32, No. 6, 1210-1218, 2009.
- [9] Çetin Doğalı, G., İnternet Üzerinden İzlenebilen Kablosuz Taşınabilir Tıbbi İzleme Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Ocak 2012.



**2012 20TH SIGNAL PROCESSING AND
COMMUNICATIONS APPLICATIONS
CONFERENCE (SIU)**



**2012 20. SİNYAL İŞLEME VE İLETİŞİM
UYGULAMALARI KURULTAYI (SIU)**

18- 20 APRIL 2012, FETHİYE, MUĞLA, TURKEY

PROCEEDINGS

IEEE Catalog Number: CFP12559-ART

ISBN: 978-1-4673-0056-8

Copyright and Reprint Permission: Abstracting is permitted with credit to the source. Libraries are permitted to photocopy beyond the limit of U.S. copyright law for private use of patrons those articles in this volume that carry a code at the bottom of the first page, provided the per-copy fee indicated in the code is paid through Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923. For other copying, reprint or republication permission, write to IEEE Copyrights Manager, IEEE Operations Center, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854. All rights reserved. Copyright ©2012 by IEEE.



Access provided by:
ULAKBİM UASL - Sakarya
Universitesi
Sign Out

BROWSE

MY SETTINGS

GET HELP

WHAT CAN I ACCESS?

Browse Conference Publications > 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)

2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)

18-20 April 2012

Filter Results

Search within results:

AUTHOR

Search for Author

- ☐ Sarp Ertürk (11)
- ☐ A. Aydın Alatan (10)
- ☐ M. Kemal Güllü (10)
- ☐ Orhan Arıkan (7)
- ☐ Oğuzhan Urhan (6)
- ☐ A. Taylan Cemgil (5)
- ☐ Cem Ersoy (5)
- ☐ Lale Akarun (5)
- ☐ Yakup Özkazanç (5)
- ☐ Ali Cafer Gürbüz (5)
- ☐ Alper Yıldırım (5)
- ☐ Emrah Onat (4)
- ☐ Ali Emre Pusane (4)
- ☐ İlker Bayram (4)
- ☐ A. Enis Çetin (4)
- ☐ Güneş Karabulut Kurt (4)
- ☐ Tolga Çiloğlu (4)
- ☐ Çiğdem Eroğlu Erdem (4)
- ☐ Bülent Sankur (4)
- ☐ Alp Ertürk (4)
- ☐ Fatoş T. Yarman Vural (4)
- ☐ M. Emin Tağluk (4)
- ☐ Cüneyt Bayılmış (1)
- ☐ Sezgin Kaçar (1)
- ☐ İsmail Kırbaş (1)

Previous Titles

2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)
2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)
2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)
2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)



Application of an on-line medical monitoring system



Gamze Doğalı Çetin ; Cüneyt Bayılmış ; Sezgin Kaçar ; İsmail Kırbaş

Publication Year: 2012, Page(s):1 - 4

Cited by: Papers (2)

[Abstract](#) | [PDF \(1120 KB\)](#) | [HTML](#)

Proceedings Available

The proceedings of this conference will be available for purchase through Curran Associates.

Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012 20th

Print Purchase at Partner

USB Purchase at Partner

Quick Links

» Search for Upcoming Conferences

» Browse Call for Papers Deadlines

» Organize a Conference

Organizing Committee

Conference Chairs:

- A. Tanju Erdem, Özyeğin University
- Reha Civanlar, Özyeğin University

Technical Program Chairs:

- Oğuz Sunay, Özyeğin University
- Ali Özer Ercan, Özyeğin University

Publications Chair:

- Ali Özer Ercan, Özyeğin University

Special Sessions Chair:

- Cenk Demiroğlu, Özyeğin University

Tutorials Chair:

- Murat Uysal, Özyeğin University

Exhibitions Chair:

- Fatih Uğurdağ, Özyeğin University

Publicity Chair:

- Oğuz Sunay, Özyeğin University

Industrial Sessions Chair:

- İsmail Arı, Özyeğin University

Finance Chair:

- A. Tanju Erdem, Özyeğin University

Student Staff:

- Yaprak Ayazoğlu, Özyeğin University
- Gülden Ferazoğlu, Özyeğin University
- İsmail Serkan Kırkgül, Özyeğin University
- Koray Kökten, Özyeğin University
- Devin Mungan, Özyeğin University
- Erdem Ulusoy, Özyeğin University
- Volkan Yazıcı, Özyeğin University
- Buse Yılmaz, Özyeğin University

Technical Program Committee

Special Session Organizers:

- *Optik Haberleşme Sistemleri ve Uygulamaları*: N. Özlem Ünverdi, Yıldız Teknik Üniversitesi
- *Sinyal İşlemeye Dayalı Engellilere ve Hastalara Yardımcı Teknolojiler*: Hazım Kemal Ekenel, İstanbul Teknik Üniversitesi; Zehra Çataltepe, İstanbul Teknik Üniversitesi; Hatice Köse-Bağcı, İstanbul Teknik Üniversitesi
- *Çevresel Zeka Teknolojileri ve Sosyal Sinyal İşleme*: Oya Aran, Idiap Research Institute; Albert Ali Salah, Boğaziçi Üniversitesi
- *Uzaktan Algılama Görüntülerinin İşlenmesi*: Begüm Demir, Trento Üniversitesi
- *İşbirlikçi Haberleşme*: A. Özgür Yılmaz, ODTÜ; Emre Aktaş, Hacettepe Üniversitesi
- *Görsel-İşitsel Duygu Durum Tanıma*: Engin Erzin, Koç Üniversitesi; Çiğdem Eroğlu Erdem, Bahçeşehir Üniversitesi; Elif Bozkurt, Koç Üniversitesi
- *OFDM Tabanlı Sistemleri Geleceğe Taşımak*: Ömer İleri, Avea; Hüseyin Arslan, University of South Florida
- *Fonksiyonel Nörogörüntülemeye Sinyal/Gürültü Ayrımı ve Yeni Sinyal İşleme Yöntemleri*: Didem Gökçay, ODTÜ
- *Yeni Nesil İletişim Sistemlerinde Öne Çıkan Teknolojiler*: Ahmet Serdar Tan, Türk Telekom ARGE
- *Gerçek-Zamanlı Sinyal İşleme Uygulamaları ve Sinyal İşleme Donanımları*: Fatih Uğurdağ, Özyeğin Üniversitesi

Demo Session Organizer:

- Hazım Kemal Ekenel, İstanbul Teknik Üniversitesi

Reviewers:

| Name | Surname | Organization |
|--------------|------------|--|
| Revna | Acar Vural | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Erkan | Afacan | Gazi Üniversitesi |
| Aydin | Akan | İstanbul Üniversitesi |
| Lale | Akarun | Bogaziçi Üniversitesi |
| Olca | Akay | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Ayhan | Akbal | Fırat Üniversitesi |
| Emre | Akbas | University of Illinois at Urbana-Champaign |
| Ceyhan Burak | Akgül | Bogaziçi Üniversitesi |
| Taner | Akkan | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Selim | Aksoy | Bilkent Üniversitesi |
| Erkan | Aksoy | Fujitsu Semiconductor Europe GmbH |
| Emre | Aktaş | Hacettepe Üniversitesi |
| Emrah | Akyol | UC Santa Barbara |
| Aydin | Alatan | ODTÜ |
| Songül | Albayrak | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Onur | Altıntaş | TOYOTA InfoTechnology Center |
| Mustafa A. | Altinkaya | İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü |
| Kerem | Altun | University of British Columbia |
| Ibrahim | Altunbaş | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Emin | Anarim | Bogaziçi Üniversitesi |
| Oya | Aran | Idiap Research Institute |
| Fikret | Arı | Ankara Üniversitesi |
| İsmail | Arı | Özyeğin Üniversitesi |
| Sami | Arica | Çukurova Üniversitesi |
| Nafiz | Arica | Deniz Harp Okulu |
| Feza | Arıkan | Hacettepe Üniversitesi |
| Orhan | Arıkan | Bilkent Üniversitesi |
| Hüseyin | Arslan | University of South Florida |
| Levent | Arslan | Bogaziçi Üniversitesi |
| Harun | Artuner | Hacettepe Üniversitesi |
| İsmail | Atalay | Argela |
| Hasan Fehmi | Ateş | Işık Üniversitesi |
| Erman | Ayday | École Polytechnique Fédérale de Lausanne |
| Serap | Aydın | Yeni Yüzyıl Üniversitesi |
| Nizamettin | Aydın | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Tarkan | Aydın | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Ümit | Aygölü | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Tayfun | Aytaç | TÜBİTAK BİLGEM UEKAE/İLTAREN |
| Alper | Ayvaci | UC, Los Angeles |
| S. Derin | Babacan | University of Illinois at Urbana-Champaign |
| Ulaş | Bağcı | National Institutes of Health |
| Billur | Barshan | Bilkent Üniversitesi |

| | | |
|--------------|----------------|--|
| Emre | Başeski | HAVELSAN |
| Ahmet | Baştuğ | Vestek |
| Uluğ | Bayazıt | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Şebnem | Baydere | Yeditepe Üniversitesi |
| İlker | Bayram | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Cüneyt F. | Bazlamaçcı | ODTÜ |
| Gökhan | Bilgin | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Bülent | Bolat | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Elif | Bozkurt | Koç Üniversitesi |
| Gürhan | Bulu | Hacettepe Üniversitesi |
| Çağatay | Candan | ODTÜ |
| Muammer | Çatak | İzmir Üniversitesi |
| Zehra | Cataltepe | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| İsmail Hakkı | Çavdar | KTÜ |
| Yalçın | Çekiç | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Turgay | Çelik | Bioinformatics Institute |
| Mete | Çelik | Erciyes Üniversitesi |
| Ali Taylan | Cemgil | Boğaziçi Üniversitesi |
| Enis | Çetin | Bilkent Üniversitesi |
| Müjdat | Çetin | Sabancı Üniversitesi |
| Tolga | Çiloğlu | ODTÜ |
| Reha | Civanlar | Özyeğin Üniversitesi |
| Cevahir | Çığla | ODTÜ |
| Hakan | Çırpan | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Sinem | Coleri Ergen | Koç Üniversitesi |
| Selçuk | Çölekçi | Süleyman Demirel Üniversitesi |
| Nuri | Dağdeviren | Synaptics |
| Evren | Dağlarlı | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Murat | Demir | Kara Harp Okulu |
| Begüm | Demir | University of Trento |
| Fatih | Demirci | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Aşkın | Demirkol | Sakarya Üniversitesi |
| Cenk | Demiroğlu | Özyeğin Üniversitesi |
| İbrahim | Develi | Erciyes Üniversitesi |
| Hamdi | Dibekliolu | University of Amsterdam |
| Banu | Diri | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Arif | Dolma | Kocaeli Üniversitesi |
| Tolga | Duman | Arizona State University |
| Günhan | Dündar | Boğaziçi Üniversitesi |
| Helin | Dutağacı | Eskişehir OsmanGazi Üniversitesi |
| Pınar | Duygulu Şahin | Bilkent Üniversitesi |
| Rıfat | Edizkan | Eskişehir OsmanGazi Üniversitesi |
| Murat | Efe | Ankara Üniversitesi |
| Hazım Kemal | Ekenel | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Sıla | Ekmekci Flierl | İstanbul Kültür Üniversitesi |
| Ali Özer | Ercan | Özyeğin Üniversitesi |

| | | |
|--------------|----------------|--|
| Erkut | Erdem | Hacettepe Üniversitesi |
| Aykut | Erdem | Hacettepe Üniversitesi |
| Tanju | Erdem | Özyeğin Üniversitesi |
| Zeki | Erdem | TÜBİTAK BİLGEM BTE |
| Hakan | Erdoğan | Sabancı Üniversitesi |
| Nesli | Erdoğan | EURECOM |
| Levent | Eren | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Salih | Ergut | AveaLabs |
| Elza | Erkip | Polytechnic Institute of NYU |
| Serhat | Erkçük | Kadir Has Üniversitesi |
| Çiğdem | Eroğlu Erdem | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Murat | Erten | İnnova |
| Özgür | Ertuğ | Gazi Üniversitesi |
| Sarp | Ertürk | Kocaeli Üniversitesi |
| Engin | Erzin | Koç Üniversitesi |
| Ali | Gangal | Karadeniz Teknik Üniversitesi |
| Orhan | Gazi | Çankaya Üniversitesi |
| Deniz | Gerçek | Kocaeli Üniversitesi |
| Ömer Nezi | Gerek | Anadolu Üniversitesi |
| Sinan | Gezici | Bilkent Üniversitesi |
| Tolga | Girici | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Didem | Gökçay | ODTÜ |
| Barış | Gökçe | Bogaziçi Üniversitesi |
| Sezer | Gören Uğurdağ | Yeditepe Üniversitesi |
| Burak | Güldoğan | Linköping University |
| Mehmet Kemal | Güllü | Kocaeli Üniversitesi |
| Çiğdem | Gündüz Demir | Bilkent Üniversitesi |
| Hatice | Güneş | Queen Mary, University of London |
| Kerim | Güney | Nuh Naci Yazgan Üniversitesi |
| Vehbi Çağrı | Güngör | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Bilge | Günsel | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Özgür | Gürbüz | Sabancı Üniversitesi |
| Ali Cafer | Gürbüz | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Fikret | Gürgen | Boğaziçi Üniversitesi |
| İsmail | Güvenç | DOCOMO Innovations, Inc. |
| Ümit | Güz | Işık Üniversitesi |
| Rıfat | Hacığlu | Zonguldak Karaelmas Üniversitesi |
| İlker | Hamzaoglu | Sabancı Üniversitesi |
| Aykut | Hocanın | Doğu Akdeniz Üniversitesi |
| İbrahim | Hökelek | TÜBİTAK BİLGEM |
| Nazlı | İkizler Cinbis | Hacettepe Üniversitesi |
| Ömer | İleri | Avea İletişim Hizmetleri A.Ş. |
| Hakkı Gökhan | İlk | Ankara Üniversitesi |
| Yalçın | İşler | Zonguldak Karaelmas Üniversitesi |
| Nihat | Kabaoğlu | Maltepe Üniversitesi |
| Salim | Kahveci | Karadeniz Teknik Üniversitesi |

| | | |
|----------------|----------------|--|
| Güleler | Kalaycı Demir | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Sinan | Kalkan | ODTÜ |
| Habil | Kalkan | Süleyman Demirel Üniversitesi |
| Mustafa E. | Kamaşak | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Ali | Kara | Atılım Üniversitesi |
| Güneş | Karabulut Kurt | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| L. Özlem | Karaca Akkan | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Bilge | Karaçalı | İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü |
| Mesut | Kartal | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Adnan | Kavak | Kocaeli Üniversitesi |
| Onur | Kaya | Işık Üniversitesi |
| Haydar | Kaya | Karadeniz Teknik Üniversitesi |
| Salim | Kayhan | Hacettepe Üniversitesi |
| Temel | Kayıkçıoğlu | Karadeniz Teknik Üniversitesi |
| Sedef | Kent | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Alisher | Kholmatov | UEKAE-TUBITAK |
| Furkan | Kıraç | Boğaziçi Üniversitesi |
| Hasan | Koçer | Kara Harp Okulu |
| Güliden | Köktürk | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Kıvanç | Köse | Bilkent Üniversitesi |
| Cemal | Köse | Karadeniz Teknik Üniversitesi |
| Hatice | Köse-Bağcı | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Ulaş | Kozat | DOCOMO Innovations |
| Hakan | Kuntman | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Olçay | Kurşun | İstanbul Üniversitesi |
| Hamza | Kurt | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Ercan Engin | Kuroğlu | ISTI-CNR |
| Albert | Levi | Sabancı Üniversitesi |
| Niyazi | Odabaşoğlu | İstanbul Üniversitesi |
| Ferda | Ofli | University of California Berkeley |
| Murat | Okatan | Ankara Üniversitesi |
| Sedat | Ölçer | IBM Research |
| Özgür | Oruç | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Mustafa Fikret | Ottekin | TÜBİTAK - BİLGEM |
| Haldun | Özaktaş | Bilkent Üniversitesi |
| Şükrü | Ozan | İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü |
| Hitay | Özbay | Bilkent Üniversitesi |
| Berna | Özbek | İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü |
| Mehmet Erdal | Özbek | IRCAM |
| Tanır | Özçelebi | Eindhoven University of Technology |
| Özgür | Özdemir | Selçuk Üniversitesi |
| Ali | Özen | Nuh Naci Yazgan Üniversitesi |
| Hamza | Özer | TÜBİTAK |
| Mehmet Sıraç | Özerdem | Dicle Üniversitesi |
| Emre | Özkan | Linköping University |
| Öznur | Özkasap | Koç Üniversitesi |

| | | |
|-----------------|--------------|---|
| Yakup | Özkazanç | Hacettepe Üniversitesi |
| Nalan | Özkurt | Yaşar Üniversitesi |
| Ahmet | Özkurt | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Övgü | Öztürk Ergün | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Esin | Öztürk Işık | Yeditepe Üniversitesi |
| Mustafa | Özuysal | Argutek Bilişim |
| Ali Emre | Pusane | Boğaziçi Üniversitesi |
| Esra | Saatçi | İstanbul Kültür Üniversitesi |
| Mehmet | Şafak | Hacettepe Üniversitesi |
| Behzat | Şahin | ODTÜ |
| Albert Ali | Salah | Bogaziçi Üniversitesi |
| Murat | Saraçlar | Boğaziçi Üniversitesi |
| Klaus | Schmidt | Çankaya Üniversitesi |
| Ece | Schmidt | ODTÜ |
| Erol | Seke | Eskişehir OsmanGazi Üniversitesi |
| Birsen | Sirkeci | San Jose State University |
| Beril | Sırmaçek | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt |
| Eren | Soyak | AirTies Wireless Networks |
| Alkan | Soysal | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Oğuz | Sunay | Özyeğin Üniversitesi |
| Ahmet Serdar | Tan | Türk Telekom R&D |
| Yalçın | Tanık | ODTÜ |
| Ahmet Cüneyd | Tantuğ | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Süleyman Gökhan | Tanyer | TÜBİTAK |
| Özgür | Taşdizen | Broadcom Europe Ltd. |
| Tolga | Taşdizen | University of Utah |
| Gülşen | Taşkın Kaya | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Cebirail | Taşkın | Türk Telekom R&D |
| Emrah | Taşlı | ODTÜ |
| Bülent | Tavlı | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Ziya | Telatar | Ankara Üniversitesi |
| Alptekin | Temizel | ODTÜ |
| Cenk | Toker | Hacettepe Üniversitesi |
| Engin | Tola | Aurvis Bilişim |
| Hakan | Tora | Atılım Üniversitesi |
| Behçet Uğur | Töreyn | Çankaya Üniversitesi |
| Ufuk | Türel | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Kadir | Türk | Karadeniz Teknik Üniversitesi |
| H. Fatih | Uğurdağ | Özyeğin Üniversitesi |
| Devrim | Ünay | Bahçeşehir Üniversitesi |
| Mücahit | Üner | Hacettepe Üniversitesi |
| Mehmet Zübeyir | Ünlü | İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü |
| Cem | Ünsalan | Yeditepe Üniversitesi |
| N. Özlem | Unverdi | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Oktaay | Üreten | Communications Research Centre |
| Oğuzhan | Urhan | Kocaeli Üniversitesi |

| | | |
|-------------|-----------|--|
| Murat | Uysal | Özyeğin Üniversitesi |
| Cabir | Vural | Sakarya Üniversitesi |
| Mustak | Yalçın | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| Berrin | Yanıkoglu | Sabancı Üniversitesi |
| Yücel | Yemez | Koç Üniversitesi |
| Metin | Yıldız | Başkent Üniversitesi |
| Abdulnasır | Yıldız | Dicle Üniversitesi |
| Erhan | Yılmaz | EURECOM |
| Tülay | Yıldırım | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Ali Özgür | Yılmaz | ODTÜ |
| Zeynep | Yücel | ATR |
| Murat | Yücel | Gazi Üniversitesi |
| Melda | Yüksel | TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi |
| Mehmet Emin | Yüksel | Erciyes Üniversitesi |
| Ender | Yüksel | Technical University of Denmark |
| Engin | Zeydan | Avea İletişim Hizmetleri |