

# isMOTE: Kablosuz Vücut Alan Ağları İçin Gezgin Algılayıcı ve Eyleyici Düğüm Tasarımı

## isMOTE: Mobile Sensor and Actuator Node Design for Wireless Body Area Networks

İsmail Kırbaş  
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi  
Sakarya Üniversitesi  
Sakarya, Türkiye  
ismkir@gmail.com

Alper Karahan  
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi  
Kocaeli Üniversitesi  
Kocaeli, Türkiye  
alper.karahan@kocaeli.edu.tr

Abdullah Sevin, Cüneyt Bayılmış  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Sakarya Üniversitesi  
Sakarya, Türkiye  
{asevin,cbayilmis}@sakarya.edu.tr

**Özetçe—** Kablosuz haberleşme teknolojilerindeki ilerlemeler sonucunda, fiziksel büyüklükleri algılayabilen düğümler sürekli gelişirken, enerji tüketim değerleri ve boyutları küçülmektedir. Böylece günlük hayatta sağlık verilerinin toplanması alanında kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada Kablosuz Vücut Alan Ağlarında (KVAA) kullanılmak üzere isMOTE olarak adlandırılan bir gezgin kablosuz algılayıcı ve eyleyici düğüm tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. isMOTE düğümleri, farklı Kablosuz Algılayıcı Ağların (KAA) da gerçekleştirilmesine olanak sağlayan, üzerinde MAC protokolleri ve yönlendirme algoritmalarının test edilebileceği, düşük maliyetli bir yapıya sahiptir. isMOTE, özellikleri açısından değerlendirildiğinde, düşük maliyeti, yüksek iletişim hızı ve düşük güç tüketimiyle benzerlerinden farklılaşmaktadır.

**Anahtar Kelimeler —** isMOTE, kablosuz algılayıcı düğüm, Kablosuz Vücut Alan Ağları, gezgin algılayıcı düğüm, NRF24L01.

**Abstract—** As a result of advances in wireless communication technologies, while sensor nodes that can sense physical signals are constantly evolving; their power consumption values and dimensions are dwindling. Thus, their usage on health-care applications in daily life is increasing. In this study, a wireless mobile sensor and actuator node which is called isMOTE is designed and carried out for Wireless Body Area Networks (WBAN). isMOTE nodes are designed as a low-cost solution to realize different Wireless Sensor Networks (WSN), and they make academic and experimental studies possible on MAC protocols and routing algorithms. isMOTE, evaluated in terms of features, differentiates from counterparts due to the low-cost, high communication speed and low energy consumption.

**Keywords —** isMOTE, wireless sensor node, Wireless Body Area Networks, mobile sensor node, NRF24L01

### I. GİRİŞ

Son yıllardaki ekonomik gelişmeler ve sağlık konusunda artan bilinç düzeyine bağlı olarak insanların yaşam standartları yükselmiştir. Bilimsel gelişmelerden yararlanarak hastalıklarla mücadele edebilme gücü, gelişen teknolojik imkânlarla daha da artmıştır. Böylece ortalama yaşam süresi beklentisi yükselmiş, toplumların nüfusları yaşlanmaya başlamıştır. Teknolojik

gelişmeler doğrultusunda sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması, hastaların hastalık süreci içerisinde dahi günlük hayatlarını kesintiye uğratmadan sürekli gözlemlenebilmeleri ciddi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bilim adamlarının ve teknoloji şirketlerinin çalışmaları sonucunda; minyatüre edilmiş, çalışması için gerekli enerjiyi küçük bir pilden elde edebilen, kablosuz haberleşme yeteneğine sahip, akıllı ve gezgin algılayıcı düğümlerin üretimi mümkün hale gelmiştir.

Bu bildiride sunulan çalışmanın amacı özellikle farklı MAC protokolleri ve yönlendirme algoritmaları üzerinde akademik ve deneysel çalışmalar yapılırken başarımlar seviyelerinin deneysel olarak gözlenebilmesi amacıyla yüksek kapasiteli ve düşük maliyetli bir kablosuz algılayıcı-eyleyici düğüm geliştirmektir.

### II. KABLOSUZ VÜCUT ALAN AĞLARI VE DÜĞÜM YAPILARI

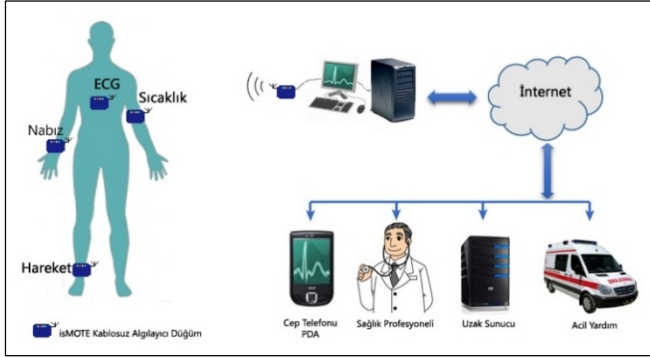
Algılayıcı düğümler genellikle yerleştirildikleri ortamlarda bir ya da birden fazla fiziksel sinyalin ölçümünü yaparlar. Algılama özelliklerinin yanı sıra ortamdaki elde edilen sinyallerin toplanması, işlenmesi ve bir başka düğüme gönderilmesi işlemlerini de gerçekleştirebilirler. Bir veya daha fazla algılayıcı düğüm bir birey üzerine yerleştirilip kablosuz olarak birbirleri ile bağlandıklarında bir Kablosuz Vücut Alan Ağı (KVAA) meydana gelmiş olur. Bu cihazlar, üzerine yerleştirildikleri kişinin sağlık durumu hakkındaki verileri toplayarak bir sağlık profesyonelinin gerçek zamanlı veya toplanmış veri kayıtları üzerinden izleyebileceği bir sisteme aktarabilirler.

#### A. Genel Mimari ve Gereksinimler

KVAA'lar için kablosuz algılayıcı düğümler tasarlanması ve üretimi 1990'lı yılların sonunda üniversitelerde gerçekleşen projelerle başlamıştır. Bunların başında UC Berkeley'de gerçekleştirilen SmartDust projesi gelmektedir. Bu süreçte 2001 yılında Mica, Mica2, Mica2Dot ve MicaZ düğümlerinden

oluşan Mica ailesi piyasaya sürülmüştür. Bu ürünler birden fazla algılayıcı, erişim kartı ve ağ bağlantı birimlerine sahiptir. Ardından daha düşük güç tüketim değerlerine sahip USB bağlantıyı destekleyen, tümleşik nem, sıcaklık ve ışık algılayıcısı barındıran Telos düğümleri yaygınlaşmıştır.

2003 yılında Berkeley Kablosuz Araştırma Merkezi kablosuz düğümlerin enerji ihtiyacının güneş ve titreşim sinyallerinden elde edildiği bir sistem olan PicoRadio'yu geliştirmişlerdir. Günümüzde pek çok firma tarafından farklı platformlarda çalışabilen kablosuz algılayıcı düğümler geliştirilmekte ve piyasaya sunulmaktadır. KVAA haberleşme mimarisine ait genel yapı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Genel KVAA haberleşme mimarisi.

KVAA düğümlerinin tasarlanabilmesi için kullanım sırasında meydana gelecek ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmalıdır. Hedef uygulamaların gerekliliklerine göre düğümlerin sabit veya hareketli olup olmayacağı belirlenerek tasarım aşamasına geçilmelidir.

Öncelikli amaç; kan basıncı, oksijen doyumu, nabız, vücut sıcaklığı, nefes alma, kas hareketleri, EEG ve ECG gibi bireyin fizyolojik durumuna ilişkin önemli tıbbi verilerin izlenmesidir. Örneğin normal şartlar altında sağlıklı bir birey için oksijen doyum seviyesi %97 civarındadır. Ruhsal gerilim hali veya farklı bir gaz karışımı solunması halinde %70-80 seviyelerine inebilir. Bu durumda baş dönmesi ve sersemlik görülebilir. %40-50 seviyelerinde ise bilinç kaybı meydana gelebilir. Bu gibi önemli parametrelerin sürekli gözlenmesi gerektiğinde tasarlanacak düğümde veri gönderim hızının ihtiyaçlar doğrultusunda tespit edilmesi gereklidir. Tablo 1'de bazı önemli tıbbi sinyallerin gereksinim duyduğu veri gönderim hızları ve çözünürlük bilgileri yer almaktadır.

Tablo 1. Bazı Tıbbi Sinyal Türleri ve Gerekli Veri İletişim Hızları

Veri Türü	Veri Oranı	Bant Genişliği	Çözünürlük
ECG (6 probu)	71 Kbps	100-500 Hz	12 bit
Oksijen Doyumu (SP0 <sub>2</sub> )	16 bps	0-1 Hz	8 bit
Glikoz	1600 bps	0-50 Hz	16 bit
Sıcaklık	120 bps	0-1 Hz	8 bit
İvme algılayıcı	35 Kbps	0-500 Hz	12 bit

## B. KVAA Düğüm tasarımı

Geliştirilecek algılayıcı düğümün Tablo 1'de verilmiş olan tıbbi sinyallerin tamamını gönderebilecek bir kapasitede olması gerekir. Bu amaçla çalışmamızda 2Mbs veri gönderim hızını destekleyen Nordic Semiconductors tarafından üretilmiş olan nRF24L01+ adlı 2.4GHz ISM bandında çalışan kablosuz alıcı-verici modül kullanılmıştır [1]. Piyasada yaygın olarak bulunan dar-bant kablosuz haberleşme yapan algılayıcı düğümlerde genellikle RFM firmasının ürettiği TR1000 [2] ailesi veya Chipcon firmasının ürettiği CC1010-CC2400 [3] platformları kullanılmaktadır. Bu algılayıcı düğümlere ilişkin bir karşılaştırma Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. KVAA'larda Yaygın Kullanılan Düğümlerin Veri Oranı ve Çalışma Frekansı Karşılaştırması

Model	Üretici	Veri Oranı	Çalışma Frekansı	Alıcı-Verici Yonga Seti
Mica2 (MPR400)	Crossbow	38.4 kbps	868/916 Mhz	TR1000
MICAZ	Crossbow	250 kbps	2400-2483.5 Mhz	CC2420
Mica2DOT	Crossbow	38.4 kbps	868/916 ve 433Mhz	CC1000
Tmote Sky	Moteiv	250 kbps	2.4 Ghz	CC2420
G-node	SOWNet	500 kbps	868,433,915 veya 315Mhz	CC1101
MICS Node	Monash Üniversitesi	76 kbps	402-405Mhz	CC1010
isMOTE (geliştirilen düğüm)	Sakarya Üniversitesi	2 Mbps	2.4 Ghz	nRF24L01+

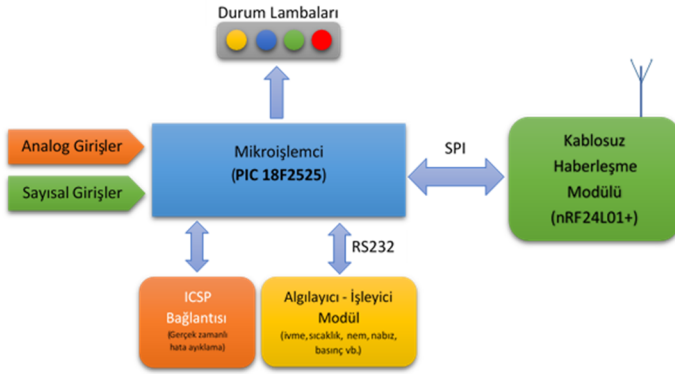
Genellikle pil gibi çok kısıtlı bir enerji kaynağına sahip olan algılayıcı düğümlerin tasarımında göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden biri de güç tüketimi değeridir. Düğümlerin enerji kaynakları olan pillerin değiştirilmesi hem zahmetlidir hem de veri akışının kesilmesini gerektirdiğinden istenmeyen bir durumdur. Bu sebeple öncelikle enerji tüketimine sebep olan öğeler belirlenerek en uygun bileşenlerin kullanılması amaçlanır. Enerji tüketiminde birinci sırayı kablosuz haberleşme bileşeni almaktadır. Ardından mikroişlemci ve algılayıcı devreler gelmektedir.

Literatürde KVAA yapısında kullanılmak üzere geliştirilmiş pek çok algılayıcı düğüm çalışması ve sağlık verisi takip uygulaması yer almaktadır [4-9]. Kablosuz haberleşme sırasında sıkça karşılaşılan sorunlar aşağıda listelenmiştir.

1. Veri gönderimi ve alımı esnasında gürültü sinyali girişimi sonucu gerçekleşen paket kayıpları,
2. Aynı veri paketlerinin tekrarlı gönderimi,
3. Alıcı ve vericinin birbirlerine veri paketi ulaştıramamaları,
4. Eşzamanlılık gerektiren haberleşme teknikleri için düğümler arasında eşzamanlılığın sağlanamaması,
5. Aralıksız, uzun süreli dinleme veya aralıksız uzun süreli veri gönderimi,

### III. ÖNERİLEN İSMOTE DÜĞÜM MİMARİSİ ,BİLEŞENLERİ VE BAŞARIM DEĞERLENDİRMESİ

Bölüm II’ de sunulan gereksinimler doğrultusunda, önerilen düğüme ilişkin temel bileşenler Şekil 2’de görülmektedir. Algılayıcılardan elde edilen fiziksel sinyaller doğrudan analog ve sayısal girişlere uygulanabileceği gibi ilave bir algılayıcı/eyleyici modül yardımıyla işlenerek koşullandırmaya tabi tutulur ve elde edilen veriler RS232 bağlantısı üzerinden algılayıcının çekirdeğini oluşturan mikrodenetleyiciye aktarılır. Mikrodenetleyici, içerisine yüklenmiş program doğrultusunda durum lambalarını sürer ve haberleşmeye katılmak üzere SPI bağlantısı üzerinden kablosuz haberleşme modülüne bağlanır. Kendisine gönderilmiş olan mesajları alır ve yorumlar, gönderim sırası geldiğinde elde ettiği verileri paketler halinde yollar. Düğümün çalışması esnasında ICSP (In Circuit Serial Programming – Devre Üzerinde Seri Programlama) bağlantı noktası üzerinden bilgisayar ile doğrudan bağlantı kurularak mikrodenetleyici üzerinde hata ayıklama işlemi gerçekleştirilebilir.



Şekil 2. Önerilen düğüm (isMOTE) yapısının temel bileşenleri.

isMOTE aynı zamanda eyleyici olarak da kullanılabilir. Bunun için RS232 bağlantısı üzerinden veri gönderilerek analog sinyal üretilebilir veya kendisine bağlı bulunan herhangi bir sistemin çalışmasını kontrol edebilir.

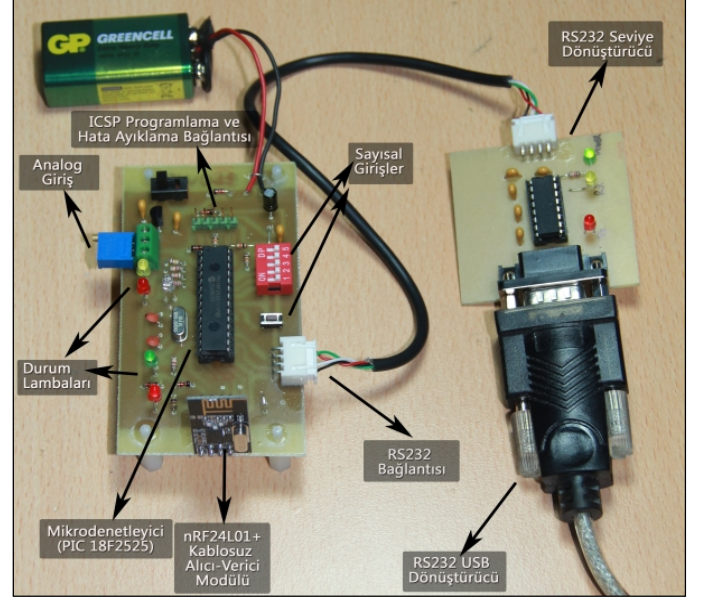
Önerilen sistemin üstünlükleri, ek olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Farklı (CSMA, FDMA, TDMA, CDMA vb.) MAC yaklaşımlarını desteklemektedir.
2. Akademik ve deneysel çalışmalar yapılabilir.
3. Çalışma esnasında hata ayıklama ve paket yakalama işlemleri gerçekleştirilebilir.
4. Üretici firmalar tarafından sağlanmış hazır yazılım ve arayüzlerin kullanılması zorunluluğu yoktur.
5. Mikrodenetleyici içerisine farklı programlama dillerinde (PIC C, HI-TECH C, mikroPascal, mikroC, mikroBasic, ProtonBasic, PICBasic, CCS C, C18 vb.) hazırlanmış kodlar gömülebilir.
6. Veri güvenliği ve şifreleme algoritmalarının çalıştırılmasına ve denenmesine elverişlidir.
7. Çoklu kanal desteği ve Burst Mode veri gönderim özelliği sayesinde yoğun ve gezgin KVAA sistemleri

için tıbbi sinyal gönderim gereksinimlerini karşılayabilir.

8. RS232 bağlantısı ile farklı bilgisayar ve algılayıcı kartlarına doğrudan bağlanmayı destekler.

Şekil 3’te USB port üzerinden bilgisayara bağlanmış bir isMOTE düğümüne ait fotoğraf yer almaktadır.



Şekil 3. isMOTE algılayıcı-eyleyici düğümünün üstten görünüşü.

Deneysel olarak düşük maliyetle gerçekleştirilen düğümlerde kart üzerinde 1 adet 0-5V analog giriş, 6 adet sayısal giriş, farklı renklerde 4 adet durum ledi, kablosuz haberleşme için 2.4 GHz ISM bandında çalışan nRF24L01+ kablosuz haberleşme modülü, bilgisayar ile doğrudan bağlantı kurularak gerçek zamanlı hata ayıklama işlemini yapmak için 1 adet ICSP bağlantı noktası ve dış ortamdan fiziksel verilerin elde edilebilmesi veya doğrudan bir bilgisayara bağlanabilmesi için kullanılan RS232 bağlantısı yer almaktadır. İşlemci olarak Microchip firmasının ürettiği ve piyasada yaygın olarak bulunan 18F2525 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyici 48 KByte FlashROM, 3968 Byte RAM, 1024 Byte EEPROM barındırmaktadır. 25 adet ayarlanabilir giriş çıkış pinine, 10bit analog veri çözünürlüğüne, 3 adet zamanlayıcıya, 2-5.5V gibi geniş bir çalışma gerilim aralığına, uyku modunda 100nA ve çalışma anında 11µA gibi çok düşük bir enerji tüketimi seviyesine sahiptir [10].

İlk sürüm kablosuz düğümler için alıcı-verici bileşeni için genellikle RFM firmasının geliştirmiş olduğu TR1000 serisi alıcı-verici yongaları kullanılmaktayken günümüzde genellikle IEEE 802.15.4 standardını da destekleyen CC2420 tümleşik devresi kullanılmaktadır. TR1000 yongasının kullanılabilmesi için donanım seviyesinde programlama yapmak gerekmektedir. CC2420 ise içerisinde IEEE 802.15.4 (ZigBee) protokolüne doğrudan destek veren bir yığın barındırır. Bu özelliğinin yanı sıra daha yüksek hızlarda haberleşebilmesi ve mikrodenetleyici ile SPI bağlantısı üzerinden iletişim kurma imkanı gibi

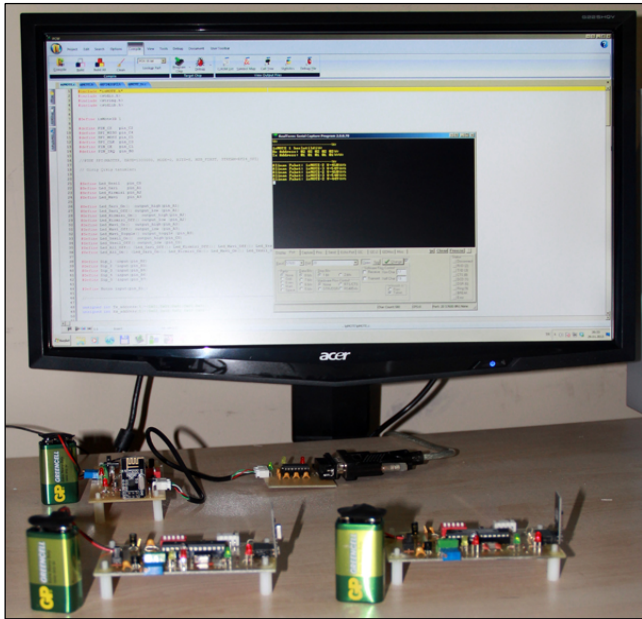


nedenlerden TR1000 yongasına tercih edilmektedir. Tablo 3’de nRF24L01+, CC2420 ve TR1001 kablosuz alıcı-verici modüllerinin teknik özellik karşılaştırması yer almaktadır. nRF24L01+ radyo modülü diğerlerinden farklı olarak 126 kanal üzerinden haberleşmeyi desteklerken, 6 kanal üzerinden aynı anda dinleme yapabilmektedir.

**Tablo 3.** nRF24L01+ , CC2420 VE RFM TR 1001 Kablosuz Alıcı-Verici Entegrelerinin Teknik Özellik Karşılaştırması

Özellik	nRF24L01+	CC2420	RFM TR1001
Çalışma Frekansı	2.400 - 2.4835 GHz	2.400 - 2.4835 GHz	868.35 - 868.55 Mhz
Veri Gönderim Oranı	1-2 Mbps	250 kbps	115 kbps
(Enerji tüketimi)			
Güç kapalı	900nA	1uA	-
Boşta bekleme	22uA	20uA	0.7uA
Gönderimde (0dBm)	11.3mA	17.4mA	12mA
Dinlemede(Max)	12.3mA	19.1mA	3.8mA
Çalışma Gerilimi	1.9V - 3.6V	2.1-3.6V	2.2-3.7V
Haberleşme Arayüzü	SPI	SPI	-
Kanal Sayısı	126	16	1
Gönderim Çıkış Gücü	0,-6,-12,-18dBm (ayarlanabilir)	0,-5,10dBm (ayarlanabilir)	1.5dBm
Modülasyon tipi	GFSK	QPSK	OOK & ASK

Sunulan bilgiler doğrultusunda tasarımı gerçekleştirilen isMOTe düğümlerinin çalışmalarını test etmek amacıyla 3 düğümden oluşan temel bir KVAA uygulaması gerçekleştirilmiştir. Düğümün çalışmasının denemesi için gerçekleştirilen örnek uygulamada her bir düğümün analog girişine belli gerilimler uygulanarak tüm verilerin tek bir düğümden toplanması sağlanmıştır. Ardından toplanan veriler RS232 bağlantısı bilgisayara aktarılmış ve veri paketleri bilgisayar monitörü üzerinden takip edilmiştir. Şekil 4’de test uygulamasına ilişkin bir fotoğraf yer almaktadır.



**Şekil 4.** Üç düğümden oluşan bir KVAA için haberleşme uygulama görüntüsü.

#### IV. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kablosuz algılayıcı düğüm sistemlerinde algılayıcı düğümlerin boyutları ve tükettiği enerji gibi fiziksel özellikler öne çıkmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada öncelikli hedef bir algılayıcı ve eyleyici düğümün bilimsel ve pratik çalışmalar için kullanılabilir hale getirilmesidir. Örnek uygulaması yapılan isMOTe algılayıcı-eyleyici düğümlerinin mevcut pek çok haberleşme teknik ve algoritmalarının deneysel olarak gerçekleştirilmesi ve gerçek hayat şartlarında etkinliklerinin değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir. Üzerinde çalışmakta olduğumuz KVAA, MAC protokolü uygulamaları için isMOTe düğümleri kullanılmaktadır. Gelecek çalışmalarımızda CMOS kamera da dâhil olmak üzere farklı tipte pek çok algılayıcının isMOTe düğümleri ile entegrasyonu planlanmaktadır. Algılayıcı düğüm ünitesinin tekrardan tasarlanması ve yüzey montajlı ürünler kullanılarak boyutlarının küçültülmesi hedeflenmektedir. Böylece kişisel tıbbi verilerin uzaktan zahmetsizce sürekli takibi mümkün olacaktır. Ayrıca geliştirilen düğümlerin eyleyici özelliğinden faydalanılarak kablosuz ağların kullanılmasını gerekli kılan uzaktan ortam gözleme ve müdahale etmeyi gerektiren sanayi ve savunma projelerinde kullanılabilecektir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir (Proje Numarası: 2012-50-02-002).

#### KAYNAKÇA

- [1] Nordic Semiconductor, nRF24L01 Product specification v2.0 [http://www.nordicsemi.com/eng/content/download/2730/34105/file/nRF24L01\\_Product\\_Specification\\_v2\\_0.pdf](http://www.nordicsemi.com/eng/content/download/2730/34105/file/nRF24L01_Product_Specification_v2_0.pdf)
- [2] Chipcon, CC2420 Datasheet, <http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs150/Documents/CC2420.pdf>
- [3] RFM, TR1001 Datasheet, <http://www.rfm.com/products/data/tr1001.pdf>
- [4] Khan, J.Y., et al., "Wireless Body Area Network (WBAN) Design Techniques and Performance Evaluation" *Journal of Medical Systems*, 2012. 36(3): p 1441-1457, 2012.
- [5] Zhu J., Wang J., and Liu D. "Design of a Wireless Sensor Network node based on nRF2401", *Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2011 IEEE International Conference on*, vol.4, p 203-206, 10-12 June 2011.
- [6] Sharma S., Vyas A.L., Thakker B., Mulvaney D., Datta S. "Wireless Body Area Network for health monitoring", *Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2011 4th International Conference on*, vol.4, p 2183-2186, 2011.
- [7] Sun G., Yu J., Zhang Y. and Li W. "Design and implementation of sensor nodes for a Wireless Body Area Network", *Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2011 4th International Conference on*, vol.3, p 1403-1406, 2011.
- [8] Dogali G. C., Bayilmiş C., Kacar S., Kirbas I. "Application of an on-line medical monitoring system", *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012 20th*, p1-4, 2012.
- [9] Kirbas I., Bayilmiş C. "Healthface: A Web-based Remote Monitoring Interface For Medical Healthcare Systems Based On Wireless Body Area Sensor Network", *TJEECS The Turkish Journal Of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 2012, vol. 20, no 4, p 629-638
- [10] Microchip. PIC 18F2525 Datasheet. <http://www1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39626b.pdf>



**21. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı**  
**Acapulco Hotel, Girne**  
**Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti**  
**24-26 Nisan 2013**



**IEEE**


[Hoşgeldiniz](#)
[Program Özeti](#)
[Ana Program](#)
[Davetli Konuşmacılar](#)
[Özel Oturumlar](#)
[Düzenleme Kurulu](#)
[Teknik Komite](#)
[Juriler](#)

SIU 2013 Kurultayına Hoşgeldiniz,

20 yıldır IEEE'nin de katkılarıyla ile düzenlenmekte olan Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları (SIU) Kurultay serisinin 21'incisini Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi (UKÜ) Mühendislik Fakültesi olarak düzenlemekten gurur duymaktayız.

Sinyal, görüntü, video ve ses işleme ile bunların iletişimi, bilgisayarda görü, örüntü tanıma ve haberleşme alanlarında yapılan en son bilimsel, teknolojik araştırma ve geliştirme çalışmalarının sunulması ve takip edilmesi için olanak sağlayan bu denli önemli bir organizasyonda sizleri de aramızda görmekten mutluluk duymaktayız. SIU 2013'e göstermiş olduğunuz yoğun ilginiz ve desteğiniz sayesinde, takdir edeceğinize inandığımız güçlü bir teknik program oluşturduk. Programın detaylarını ilerleyen sayfalarda bulabilirsiniz.

SIU 2013 kurultay çalışmaları başlangıcındaki temel hedeflerimiz teknik içeriği geliştirerek katılımı artırmaktır. Aşağıdaki sayılardan görülebileceği gibi bu iki konuda da başarıyı yakalamış olmamız bizleri sevindirmektedir.

SIU 2013 kapsamında 440'ın üzerinde bildiri sunulması ve 500'ün üzerinde katılımcı olması beklenmektedir. 9 toplantı odasında toplam 96 oturumda sözlü sunumlar gerçekleştirilecektir. Uluslararası üne sahip 4 davetli konuşmacının yanı sıra konularında uzman akademisyenler tarafından güncel araştırma konuları üzerine 3 adet eğitim semineri düzenlenecektir. Ayrıca 11 adet özel oturum ile, güncel konuları içeren çalışmalar sunulacaktır. IEEE en iyi öğrenci, Alper Atalay ve en iyi uygulama bildiri ödülleri verilecektir.

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyet'inde (K.K.T.C) bu denli prestijli bir organizasyon için destek sağlayan başta K.K.T.C. Cumhurbaşkanlığı'na, T.C. Lefkoşa Büyük Elçilği Yardım Heyeti Başkanlığı'na, üniversitemiz Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Rektörlüğü'ne, sponsorlarımıza, sektör temsilcilerine, Teknik Program Komitesine ve siz değerli katılımcılara sonsuz teşekkürlerimizi sunuyoruz.

SIU 2013 oranizasyonu için uygun bulduğumuz Acapulco tatil beldesini çok beğeneceğinizi umuyor, sizlere çok yararlı ve başarılı bir kurultay diliyoruz.

Saygılarımızla,

Erbuğ Çelebi & Mehmet Toycan  
 SIU 2013 Kurultay Başkanları

**Ana Sponsor**



**Altın Sponsorlar**



**KTMMC  
EMO**



**ÇOKESİ  
Elektronik**

**Gümüş Sponsorlar**



**Oracle  
Academ**



**KKTC  
BTHK**

**Bronz Sponsorlar**



**Havooz**



**Akçaba  
Comm**

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Haspolat Lefkoşa Kıbrıs - Nisan 2013 ©



**21. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı**  
**Acapulco Hotel, Girne**  
**Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti**  
**24-26 Nisan 2013**



Hoşgeldiniz

Program Özeti

Ana Program

Davetli Konuşmacılar

Özel Oturumlar

Düzenleme Kurulu

Teknik Komite

Juriler

**Teknik Program Komitesi**

Adı Soyadı	Kurum	Ülke
1 Adnan Khashman	Yakın Doğu Üniversitesi	KKTC
2 Ahmet Bedri Özer	Fırat Üniversitesi	Türkiye
3 Ahmet Özkurt	Dokuz Eylül Üniv.	Türkiye
4 Ahmet Serdar Tan	Türk Telekom	Türkiye
5 Albert Ali Salah	Boğaziçi Üniversitesi	Türkiye
6 Ali Cafer Gürbüz	TOBB University of Eco. and Tech.	Türkiye
7 Ali Emre Pusane	Boğaziçi Üniversitesi	Türkiye
8 Ali Gangal	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Türkiye
9 Ali Güneş	Süleyman Demirel Üniversitesi	Türkiye
10 Ali Kara	Atilim University	Türkiye
11 Ali Özen	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	Türkiye
12 Ali Özer Ercan	Özyeğin Üniversitesi	Türkiye
13 Ali Özgür Yılmaz	ODTÜ EEMB	Türkiye
14 Alisher Kholmatov	TÜBİTAK-BİLGEM	Türkiye
15 Alkan Soysal İstanbul	Bahçeşehir University	Türkiye
16 Alptekin Temizel	ODTÜ	Türkiye
17 Arif Dolma	Kocaeli Üniversitesi	Türkiye
18 Aşkın Demirkol	Sakarya Üniversitesi	Türkiye
19 Aydın Akan	İstanbul University	Türkiye
20 Aydın Alatan	ODTÜ	Türkiye
21 Ayhan Akbal	Fırat Üniversitesi	Türkiye
22 Aykut Erdem	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
23 Aykut Hoca'nın	Doğu Akdeniz Üniversitesi	KKTC
24 Banu Diri	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
25 Barış Gökçe	Boğaziçi Üniversitesi	Türkiye
26 Begum Demir	Trento Üniversitesi	İtalya
27 Behçet Uğur Töre'nin	Çankaya Üniversitesi	Türkiye
28 Beril Sirmacek	Delft University of Technology	Hollanda
29 Berk Gokberk	University of Twente	Hollanda
30 Berna Ozbek	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
31 Bilge Günsel	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
32 Bilge Karaçalı	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
33 Bülent Bolat	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
34 Bülent Tavlı	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	Türkiye
35 Burak Alacam	METU,NCC	KKTC
36 Burak Guldogan	Turgut Özal Üniversitesi	Türkiye
37 Burcin Ozmen	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
38 Cagatay Candan	ODTU – EEMB	Türkiye
39 Cem Ünsalan	Yeditepe Üniversitesi	Türkiye
40 Cemal Köse	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Türkiye
41 Cenk Demiroglu	Ozyeğin Üniversitesi	Türkiye
42 Cenk Toker	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
43 Cevahir Çığla	ASELSAN	Türkiye
44 Ceyhan Burak Akgül	Bogazici University	Türkiye
45 Çiğdem Eroğlu Erdem	Bahçeşehir Üniversitesi	Türkiye
46 Deniz Gerçek	Kocaeli Üniversitesi	Türkiye
47 Devrim Seral	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
48 Devrim Ünay	Bahçeşehir Üniversitesi	Türkiye
49 Dr. Hasan Koçer	Kara Harp Okulu	Türkiye
50 Ece Schmidt	ODTU-Elektrik Elektronik Muh	Türkiye
51 Elif Bozkurt	Koc Üniversitesi	Türkiye
52 Elif Surer	Milan Üniversitesi	İtalya
53 Emrah Akyol	UCSB	ABD
54 Emre Aktaş	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
55 Engin Erzin	Koc Üniversitesi	Türkiye

56	Engin Zeydan	AveaLabs	Türkiye
57	Enis Cetin	Bilkent	Türkiye
58	Ercan Engin Kuruoglu	CNR	İtalya
59	Ercan Solak	Işık Üniversitesi	Türkiye
60	Erhan Ince	Doğu Akdeniz Üniversitesi	KKTC
61	Erkan Afacan	Gazi Üniversitesi	Türkiye
62	Erkan Aksoy	Fujitsu Semiconductor Europe GmbH	Almanya
63	Erkut Erdem	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
64	Erman Ayday	École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)	İsviçre
65	Erol Seke	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Türkiye
66	Esin Öztürk Işık	Yeditepe Üniversitesi	Türkiye
67	Esra Saatçı	İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ	Türkiye
68	Fatih Demirci	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Univ.	Türkiye
69	Fatih Özkaynak	Fırat Üniversitesi	Türkiye
70	Ferda Ofli	University of California, Berkeley	ABD
71	Feza Arıkan	HACETTEPE UNIVERSITY	Türkiye
72	Fikret Arı	Ankara Üniversitesi	Türkiye
73	Gholamreza Anbarjafari	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
74	Gökhan Bilgin	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
75	Gokhan Bora Esmer	Marmara Üniversitesi	Türkiye
76	Güliden Köktürk	Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye
77	Güleser Kalaycı Demir	Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye
78	Gulsen Taskin Kaya	ITU	Türkiye
79	Gunes Karabulut Kurt	Istanbul Technical University	Türkiye
80	Günhan Dündar	Boğaziçi University	Türkiye
81	Gürhan Bulu	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
82	H. Emrah Taslı	ODTU	Türkiye
83	Habil Kalkan	Suleyman Demirel Üniversitesi	Türkiye
84	Hakan Ali Çırpan	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
85	Hakan Erdoğan	Sabancı Üniversitesi	Türkiye
86	Hakan Kuntman	İstanbul teknik Üniversitesi	Türkiye
87	Hakan Tora	Atılım Üniversitesi	Türkiye
88	Haldun Ozaktas	Bilkent Üniversitesi	Türkiye
89	Hamdi Dibeklioglu	University of Amsterdam	Hollanda
90	Hamza Özer	TÜBİTAK-BİLGEM	Türkiye
91	Harun Artuner	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
92	Harun Artuner	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
93	Hasan Demirel	Doğu Akdeniz Üniversitesi	KKTC
94	Hasan Fehmi Ateş	Işık Üniversitesi	Türkiye
95	Hatice Çınar Akakın	Anadolu Üniversitesi	Türkiye
96	Hatice Köse	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
97	Haydar Kaya	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Türkiye
98	Hazım Kemal Ekenel	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
99	Helin Dutağacı	Osmangazi Üniversitesi	Türkiye
100	Hülya Yalçın	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
101	Huseyin Ademgil	Lefke Avrupa Üniversitesi	KKTC
102	Hüseyin Öztoprak	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
103	İbrahim Altunbas	Istanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
104	İbrahim Develi	Erciyes University	Türkiye
105	İbrahim Hökelek	TÜBİTAK BİLGEM	Türkiye
106	İsmail Arı	Özyeğin Üniversitesi	Türkiye
107	İsmail Cem Atalay	Argela	Türkiye
108	İsmail Hakkı Cavdar	KTÜ	Türkiye
109	Kadim Taşdemir	Uluslararası Antalya Üniversitesi	Türkiye
110	Kadir Türk	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Türkiye
111	Kamil Yurtkan	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
112	Kerem Altun	İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi	Türkiye
113	Kivanc Kose	Memorial Sloan Kettering Cancer Center	ABD
114	Koray Kayabol	Istanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
115	L. Özlem Karaca Akkan	Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye
116	Mehmet Emin Yüksel	Erciyes University	Türkiye
117	Mehmet Erdal Özbek	İzmir Üniversitesi	Türkiye
118	Mehmet Kemal Güllü	Kocaeli Üniversitesi	Türkiye

119	Mehmet Şafak	Hacettepe Üniversitesi	Türkiye
120	Mehmet Sıraç Özerdem	Dicle Üniversitesi	Türkiye
121	Mehmet Zübeyir Ünlü	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
122	Melda Yüksel	TOBB ETÜ	Türkiye
123	Mesut Kartal	İ.T.Ü. Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü	Türkiye
124	Muammer Çatak	Izmir University	Türkiye
125	Müjdat Çetin	Sabancı Üniversitesi	Türkiye
126	Murat Okatan	Ankara Üniversitesi	Türkiye
127	Murat Yücel	Gazi Üniversitesi	Türkiye
128	Mustafa A. Altınkaya	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
129	Mustafa Kamaşak	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
130	Mustafa Özuysal	Argutek Bilişim	Türkiye
131	Müştak E. Yalçın	İTÜ	Türkiye
132	N. Özlem Ünverdi	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
133	Nafiz Arıca	Deniz Harp Okulu	Türkiye
134	Nazlı İkizler Cinbiş	Hacettepe Uni.	Türkiye
135	Nihat Kabaoğlu	T.C. Maltepe Üniversitesi	Türkiye
136	Niyazi odabasioglu	Istanbul Universitesi	Türkiye
137	Nizamettin Aydın	Yıldız Technical University	Türkiye
138	Oguzhan Urhan	University of Kocaeli	Türkiye
139	Olçay Akay	Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye
140	Olçay Kurşun	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ	Türkiye
141	Ömer İleri	Avea İletişim Hizmetleri A.Ş.	Türkiye
142	Onur Altıntaş	Toyota InfoTechnology Center	Japonya
143	Onur Kaya	İŞİK ÜNİVERSİTESİ	Türkiye
144	Orhan Arıkan	Bilkent Üniversitesi	Türkiye
145	Orhan Gazi	Cankaya Üniversitesi	Türkiye
146	Osman Kükrer	Doğu Akdeniz Üniversitesi	KKTC
147	Oya Aran	Idiap Arastirma Merkezi	İsviçre
148	Özgür Ertuğ	Gazi University	Türkiye
149	Ozgur Tasdizen	Broadcom	Birleşik Krallık
150	Pinar Duygulu Sahin	Bilkent Üniversitesi	Türkiye
151	Revna Acar Vural	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ	Türkiye
152	Rıfat Hacıoğlu	Bülent Ecevit Üniversitesi	Türkiye
153	S. Fikret Gürgen	Boğaziçi Üniversitesi	Türkiye
154	S. Gökhan Tanyer	TÜBİTAK	Türkiye
155	Salim Kahveci	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Türkiye
156	Sami Arıca	Çukurova Üniversitesi	Türkiye
157	Sanem Sariel-Talay	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
158	Sedat Ölçer	İstanbul Bilgi Üniversitesi	Türkiye
159	Sedef Kent	Istanbul Teknik Univeristesi	Türkiye
160	Serap Aydın	Yeni Yüzyıl Univ.	Türkiye
161	Serhat Erkiçük	Kadir Has Üniversitesi	Türkiye
162	Sezer Goren	Yeditepe University	Türkiye
163	Siddika Parlak Polatkan	Qualcomm	ABD
164	Sıla Ekmekci Flierl	İstanbul Kültür Üniversitesi	Türkiye
165	Sinan Kalkan	ODTÜ	Türkiye
166	Songül Albayrak	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
167	Şükrü Ozan	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
168	Taner Tuncer	Fırat Üniversitesi	Türkiye
169	Tanju Erdem	Ozyegin Universitesi	Türkiye
170	Tarkan Aydın	Bahçeşehir Üniversitesi	Türkiye
171	Tayfun Aytaç	TÜBİTAK BİLGEM İLTAREN	Türkiye
172	Tayfun Nesimoglu	Middle East Technical University, Northern Cyprus Campus	KKTC
173	Temel Kayıkçıoğlu	KTÜ Mühendislik Fak.	Türkiye
174	Tolga Çiloğlu	ODTÜ	Türkiye
175	Tolga Girici	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniv.	Türkiye
176	Tolga Tasdizen	University of Utah	ABD
177	Tülay Yıldırım	Yıldız Teknik Üniversitesi	Türkiye
178	Turgay Celik	University of Witwatersrand	Güney Afrika
179	Ufuk Türel	Bahçeşehir Üniversitesi	Türkiye
180	Uğur Ayan	TÜBİTAK BİLGEM	Türkiye



181	Ulas Bagci	National Institutes of Health	ABD
182	Uluğ Bayazıt	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
183	Ümit Aygölü	İstanbul Teknik Üniversitesi	Türkiye
184	Umüt Guz	Isik Universitesi	Türkiye
185	Umut Tekguc	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	Türkiye
186	Vesile Evrim	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi	KKTC
187	Yakup Kutlu	Mustafa Kemal Üniversitesi	Türkiye
188	yakup özkazanç	Hacettepe üniversitesi	Türkiye
189	Yalçın İşler	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	Türkiye
190	Yalçın Tanık	ODTÜ	Türkiye
191	Yavuz Yapıcı	STM	Türkiye
192	Yücel Yemez	Koç Üniversitesi	Türkiye
193	Zeki Erdem	TÜBİTAK BİLGEM	Türkiye
194	Zeynep Yucel	Advanced Telecommunication Research Institute	Japonya
195	Ziya Telatar	Ankara Üniversitesi	Türkiye

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Haspolat Lefkoşa Kıbrıs - Nisan 2013 ©

**İmge İşleme 3 - [Salon 7]****1 - Güç Kalitesi Bozucularının S-dönüşümü Ve Görüntü İşleme Tekniklerine Dayalı Olarak Sınıflandırılması (ID:278)***Murat Uyar (Siirt Üniversitesi), Yılmaz Kaya (Siirt Üniversitesi), Musa Ataş (Siirt Üniversitesi)***2 - Intelligent Recognition Of Emotional Expressions in 3d Face Images (ID:167)***Prof. Dr. Adnan Khashman (Near East University), Fatma Ozar Conkbayir (Near East University)***3 - Two Dimensional Zero-attracting Variable Step-size Lms Algorithm For Sparse System identification (ID:188)***Mohammad N. S. Jahromi (DAU), Aykut Hocaanin (DAU), Osman Kukrer (DAU), Mohammad Shukri Salman (Mevlana Üniversitesi)***4 - Sİmetri Tabanlı 3b YÜz Bulma (ID:209)***Göksel Günlü (Turgut Ozal Univ.), Hasan Sakir Bilge (Gazi Üniv.)***5 - Image Inpainting Via Singular Value Thresholding (ID:238)***S.Faegheh Yeganli (Eastern Mediterranean University), Runyi Yu (Eastern Mediterranean University)***Gömülü Sistemler ve Sinyal İşleme 1 - [Salon 8]****1 - Fpga Tabanlı Özyinelemeli Ve Özyinelemesiz Sayısal Filtrelerin Donanım Maliyetli Ve Başarım Analizi (ID:43)***Mehmet Burak Aykenar (Roketsan)***2 - ismote: Kablosuz Vücut Alan Ağları İçin Gezgin Algılayıcı Ve Eyleyici Düğüm Tasarımı (ID:307)***İsmail Kırbaş (Sakarya Üniversitesi), Alper Karahan (Kocaeli Üniversitesi), Abdullah Sevin (Sakarya Üniversitesi), Cüneyt Bayılmış (Sakarya Üniversitesi)***3 - Haberleşme S/a Dönüştürücüleri için Sayısal Ara Değerleme Ve Modülasyon Sistemi Tasarımı (ID:91)***Gürer Özbek (İstanbul Teknik Üniversitesi), Türker Küyel (İstanbul Teknik Üniversitesi)***4 - Fpga Üzerinde Gerçek Zamanlı Trafik İşareti Bulma Ve Tanımlama (ID:186)***Hüseyin Yalçın (ODTÜ), Hasan Irmak (ODTÜ), Mehmet Mete Bulut (ODTÜ), Gözde Bozdağı Akar (ODTÜ)***5 - Det Tanım Kümesindeki Damgalama İşlemleri için Yazılım/donanım Ortaklı Sistem Tasarımı (ID:241)***Ahmet Turan Erozan (İstanbul Teknik Üniversitesi), Subutay Giray Başkır (İstanbul Teknik Üniversitesi), Berna Örs (İstanbul Teknik Üniversitesi)***Konuşma/Ses İşleme ve Tanıma 1 - [Salon 9]****1 - Çok Tanımlı Kodlamanın Aac'e Uygulanması (ID:525)***Hüseyin Ötoprak (Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi), Ahmet Kondoç (Surrey Üniversitesi)***2 - Gerçek Zamanlı Ses Komut Tanıma Sistemi Kullanan Seyir Otopilotu (ID:33)***HÜSEYİN KÜRŞAT TEZER (DENİZ HARP OKULU), MUSTAFA YAĞIMLI (DENİZ HARP OKULU)***3 - Nearest Neighbor Approach in Speaker Adaptation For Hmm-based Speech Synthesis (ID:66)***Amir Mohammadi (Ozyegin University), Cenk Demiroglu (Ozyegin University)***4 - Spektral Ve Harmonik Özniteliklerinin Birlikte Kullanımı ile Çevresel Ses Sınıflandırması (ID:80)***Çiğdem OKUYUCU (Philips Medical Systems), Mustafa SERT (Başkent Üniversitesi), Adnan YAZICI (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)***5 - Konuşma için Etkileşimli Kaynak Modelleme (ID:361)***Turgay Koç (ODTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği), Tolga Çiloğlu (ODTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği)*

[ 15:45-16:00 ]

**Kahve Molası 2 - [Foyer]**

[ 16:00-17:15 ]

**İnsan Makine Etkileşimi - [Salon 1]****1 - Eğitici Ve Geleneksel Terim Ağırlıklandırma Yöntemleriyle Duygu Analizi (ID:116)***Mahmut Çetin (Yıldız Teknik Üniversitesi), Mehmet Fatih Amasyalı (Yıldız Teknik Üniversitesi)***2 - Durağan imgelerden insan Eylemi Tespiti (ID:124)***Mert Kılıçkaya (Ankara Üniversitesi), Ziya Telatar (Ankara Üniversitesi)***3 - Derinlik Bilgisi Kullanarak İnsan Hareketlerinin Tanınması (ID:155)***Ali Seydi Keçeli (Hacettepe Üniversitesi), Ahmet Burak Can (Hacettepe Üniversitesi)***4 - Temel Bileşenler Analizi ile Sınıflandırılan El Mimiklerinin Akışkan Parçacıkları ile Taklit Edilmesi (ID:196)***Umut Tilki (Orta Doğu Teknik Üniversitesi), İsmet Erkmén (Orta Doğu Teknik Üniversitesi), Aydan M. Erkmén (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)***5 - Göz İzleme Teknolojisini Kullanarak Ortak Tarama Güzergâhı Belirleyen Algoritmaların Analizi (ID:470)**