

## 4 KANALLI BİYOTELEMETRİ CİHAZI TASARIMI

**Uğur FİDAN ve Nihal Fatma GÜLER**

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Teknikokullar, Ankara  
[ufidan@gazi.edu.tr](mailto:ufidan@gazi.edu.tr) , [fnguler@gazi.edu.tr](mailto:fnguler@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 20.10.2005; Kabul/Accepted: 10.05.2006)

### ÖZET

Bu çalışmada, hastadan alınan EKG, EMG, kalp atım hızı, solunum hızı, vücut sıcaklığı gibi fizyolojik verilerin ölçümü ve aynı anda 4 farklı ölçüm sonucunun 50-70m uzaklığa iletilebilmesini sağlayan 4 kanallı biyotelemetri cihazının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ölçülen fizyolojik işaretler zaman bölmeli çoğullama tekniğiyle çoğullanıp, bina içerisine yerleştirilen 433.4MHz 10mW'lık FM/FSK tekrarlayıcı sistem ile iletim sağlanmıştır. Sonuç olarak 4 farklı ölçüm işareti 9,6Kps hızında 50-70m uzaklığa kayıpsız iletilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** EKG, EMG, kalp atım hızı, solunum hızı, vücut sıcaklığı, biyotelemetri, TDM, FSK.

## THE DESIGN OF 4 CHANNEL BIOTELEMETRY DEVICE

### ABSTRACT

In this study, a four channel biotelemetry device was designed to transmit the measured physiological signals which are ECG, EMG, heart rate, respiratory rate and body temperature. These signals were multiplexed with TDM technique and transmitted. A 433MHz, 10mW FM/FSK repeater system was used within the system. So, four different signals at the 9,6Kps data rate were sent to 50-70m distance at the same time without loss.

**Keywords:** ECG, EMG, hearth rate, respiratory rate, body temperature biotelemetry, TDM, FSK.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

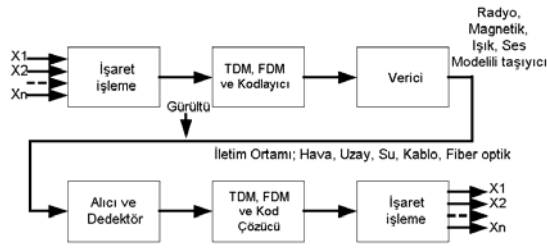
Canlılara ait fizyolojik verilerin iletilmesini sağlayan mühendislik sistemleri biyotelemetri olarak tanımlanırlar. Biyotelemetri, hasta ve doktorun birbirinden uzakta oldukları durumlarda, iletişim hizmeti sağlamak için kullanılır. Biyotelemetri uygulamalarında canlıların hareketlerini sınırlamadan doğal yaşam alanlarında izlenebilmesine olanak sağladığı için kablosuz biyotelemetri sistemleri daha çok tercih edilmektedirler [1].

Teletıp, “elektronik bilgi ve haberleşme teknolojilerinin” sağlık hizmeti sağlamak ve destek sistem olarak kullanılmasıdır. Hastaneler bir kısım sağlık hizmetini bu yolla vermektedirler. Ayrıca hava yolları şirketleri de uçuş sırasında yolcuların ve personelin olası sağlık sorunları için teletıp uygulamalarından yararlanmaktadır. Teletıbbın başarıyla uygulandığı bir başka yer de hapisanelerdir. Tutukluların sağlık durumları teletıp yardımı ile sürekli olarak denetlenebilmektedir [2].

Kablosuz biyotelemetri konusunda 2004 yılında araştırmacılar 94MHz – 108MHz çalışma frekansına sahip

alıcı ve verici ile EKG işaretlerinin 12m uzaklığa kablosuz iletimini gerçekleştirmiştir [3]. 2004 yılında yapılan bir çalışmada telsiz ortamda 433MHz ve 916MHz’ de çalışan alıcı ve vericilerle EKG işaretleri 30m uzaklığa iletilmiştir [4]. 1997 yılında araştırmacılar EEG işaretlerini 915MHz taşıyıcı frekansında FSK kod iletim tekniği ile iletmıştır [5]. Bunların dışında kablosuz biyotelemetri konusunda yapılmış bir çok tez ve makale çalışması bulunmaktadır [6-10].

Bu çalışmada, hastadan alınan EKG, EMG, kalp atım hızı, solunum hızı, vücut sıcaklığı gibi fizyolojik verilerin ölçümü ve 4 farklı ölçüm sonucunun bina içerisine iletilebilmesini sağlayan 4 kanallı biyotelemetri cihazı tasarlanmıştır. Binaların Faraday kafesi etkisinden dolayı radyo frekans (RF) dalgaları uzak mesafelere iletilememektedir. Bu çalışmada önerilen tekrarlayıcı sistemle işaretlerin bina içerisinde daha uzak mesafelere iletilmesi sağlanmıştır. Bu sayede fizyolojik verilerin hastanın yaşam alanı içerisinde hareket kabiliyetini sınırlamadan takip edilmesi sağlanmış olmaktadır.



Şekil 1. Biyotelemetri sistemi blok diyagramı (The block diagram of biotelemetry system)

## 2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

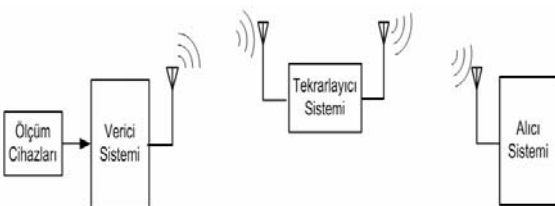
Şekil 1'de görüldüğü gibi genel bir biyotelemetri sistemi, uzak mesafedeki nesne veya ortama ait işaretlerin ölçülerek sonuçların, gösterilmesi, kayıt edilmesi ve analiz edilmek üzere gönderilmesi işlemidir [11]. Tıpta; sıcaklık, yer değiştirme, hareket, kuvvet, kan basıncı, kan akış hızı, titreme, akciğer hacmi, kalp sesi gibi fizyolojik büyüklükleri ölçmek için dönüştürücüler kullanılmaktadır [12-13]. Elektriksel işarete dönüştürülen fizyolojik işaretler tek bir iletim hattından iletmek üzere çoğullanır. Giriş işaretlerinin alt taşıyıcı frekansla modüle edilmesi ile frekans bölmeli çoğullama (FDM), çoğullayıcı devresindeki modülatörlerin farklı zaman dilimlerinde çalıştırılması ile de zaman bölmeli çoğullama (TDM) elde edilir. Çoğullanan işareti uzak mesafelere iletmek için sayısal kod iletim tekniklerinden (ASK, FSK, PSK) biri kullanılır. İletim hattı üzerinden alıcı sistemine ulaşan işaret demodüle edilerek taşıyıcı ile bilgi işaretleri ayrıştırılır ve bilgi işaretleri uygun çıkış terminaline yönlendirilir.

## 3. TASARIMLANAN SİSTEM (THE DESIGNED SYSTEM)

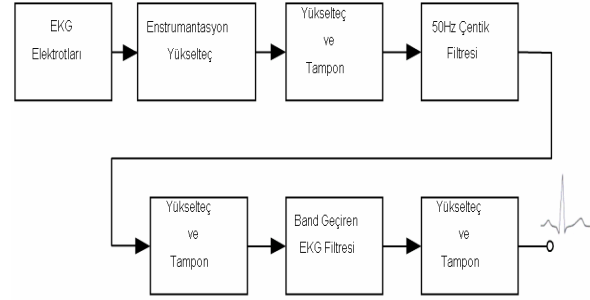
Tasarımlanan biyotelemetri sistemi 4 ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2). İlk kısım; EKG, EMG, vücut sıcaklığı, kalp atım hızı, solunum hızı gibi fizyolojik işaretleri vücut üzerinden algılayan ölçüm cihazlarıdır. İkinci kısım ölçüm cihazlarından gelen işaretleri işleyen ve elektromanyetik dalga olarak ileten verici sistemidir. Verilerin bina içerisinde daha uzak mesafelere iletilmesini sağlayan tekrarlayıcı sistemin üçüncü kısmı oluşmaktadır. RF dalgalarını algılayan ve bilgi işaretlerini işleyen alıcı sistemi tasarımın son kısmını oluşturmaktadır.

### 3.1. Tasarımlanan Ölçüm Cihazları (The Designed Measurement Devices)

EKG (Şekil 3) işaretleri vakumlu tip Ag/AgCl elektrotlarla vücut üzerinden algılanmış ve ortak işaret bas-



Şekil 2. Tasarımlanan biyotelemetri sisteminin genel blok diyagramı (The general block diagram of designed biotelemetry system)

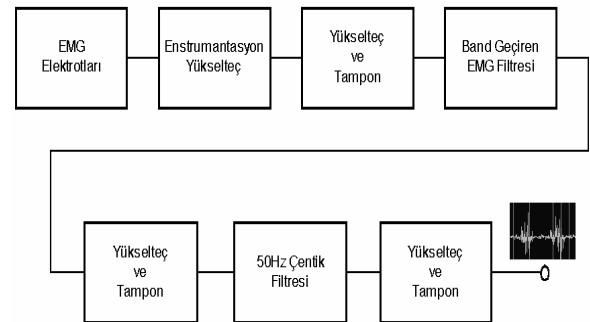


Şekil 3. EKG yükselteç devresi blok diyagramı (The block diagram of ECG amplifier)

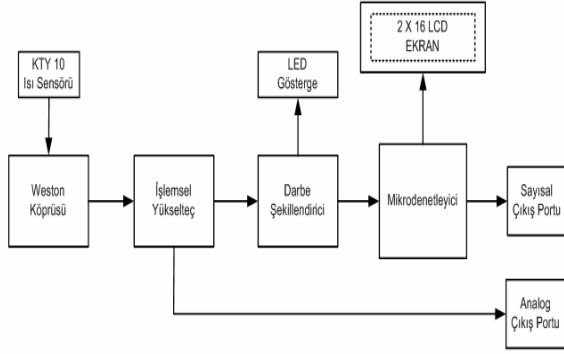
tırma oranı (CMRR) 110dB ve gerilim kazancı 63dB olan enstrumantasyon yükselteç devresi ile kuvvetlendirilmiştir. Tasarımlanan EKG ölçüm cihazında şebeke gürültüsünü yok etmek için 4. dereceden 50Hz'lik çentik filtre kullanılmıştır. İstenmeyen gürültü işaretlerini bastırmak için alt kesim frekansı 0,05Hz, üst kesim frekansı 150Hz olan 4.dereceden band geçiren filtre kullanılmıştır. Filtre devrelerinde toplam -50dB kazanç oluşmuştur. Devreler arasında kullanılan ve her birinde ortalama 24dB kazanç sağlanan yükselteç ve tampon devreleri ile devrelerin birbirlerini yüklemesi önlenmiş ve ölçüm cihazı ile hasta arasındaki izolasyon sağlanmıştır. Gerçekleştirilen EKG ölçüm cihazı ile toplam 70dB kazanç elde edilmiştir.

EMG (Şekil 4) işaretleri yüzey tip Ag/AgCl elektrotlarla vücut üzerinden algılanmış ve ortak işaret bastırma oranı (CMRR) 105dB ve gerilim kazancı 54dB olan enstrumantasyon yükselteç devresi ile elektrot üzerindeki biyoelektriksel işaretler kuvvetlendirilmiştir. EKG ölçüm cihazında olduğu gibi 50Hz'lik çentik filtre ve alt kesim frekansı 20Hz, üst kesim frekansı 500Hz olan 4.dereceden band geçiren filtre kullanılmıştır. Filtre devrelerinde toplam -50dB kazanç oluşmuştur. Devreler arasında kullanılan yükselteç ve tampon devrelerinin her birinde ortalama 32dB kazanç sağlanmıştır. Gerçekleştirilen EMG ölçüm cihazı ile toplam 100dB kazanç elde edilmiştir.

Solunum hızı ölçüm cihazı, solunan hava ile soluk verilen hava arasındaki sıcaklık farkının ölçülmesi prensibine göre çalışmaktadır. Sıcaklık dönüştürücüsü ile solunum sırasındaki ısı değişimi elektriksel işarete dönüştürülür [13]. Solunum hızı ölçüm cihazında (Şekil 5) sıcaklık değişimine hızlı cevap verme özelliğinden



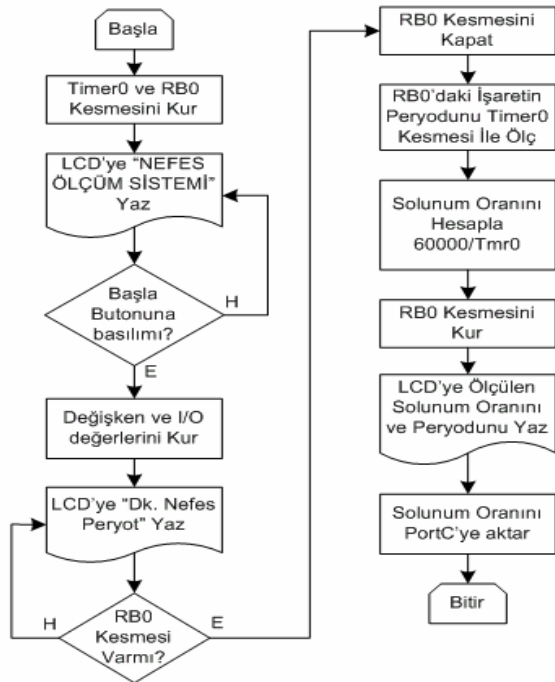
Şekil 4. EMG ölçüm cihazı blok diyagramı (The block diagram of EMG amplifier)



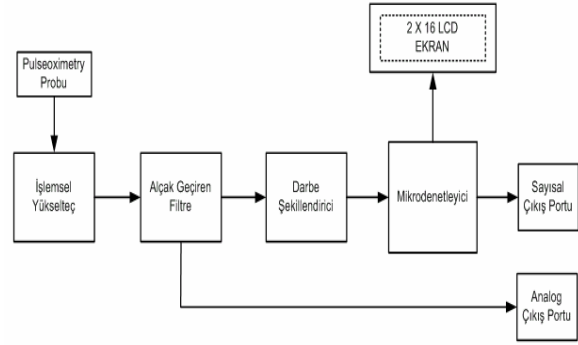
**Şekil 5.** Solunum hızı ölçüm cihazı blok diyagramı  
(The block diagram of respiration rate measurement device)

dolayısı KTY10 sıcaklık sensörü kullanılmıştır ve Wheatstone köprüsüne bağlanarak ısı algılaması gerçekleştirilmiştir. Algılanan işaret işlemsel yükselteçte kuvvetlendirildikten sonra 4. dereceden 10Hz'lik alçak geçiren filtre ile gürültü işaretleri bastırılmıştır. Darbe şekillendirici devre ile solunum işareti solunum çevrimi ile orantılı kare dalga işarete dönüştürülmüştür. Kare dalga işaretin periyodu Şekil 6'da akış diyagramı görülen mikrodenetleyici ile ölçülmüş ve solunum hızı belirlenmiştir.

Kalbin her bir vurusunda damarlardan geçen kanın hacmi ve buna bağlı olarak ışık geçirgenliği değişir. Kalp atım hızı ölçümü (Şekil 7) ışığın uğradığı değişikliğin algılanması prensibine dayanır [13]. Pulseoximetry probu ile ışığın değişimi algılanmıştır. Algılanan işaret işlemsel yükselteçte kuvvetlendirildikten sonra 10Hz'lik alçak geçiren filtre ile gürültü işaretleri bastırılmıştır. Darbe şekillendirici devresinde, yükseltilmiş işaret ile aynı işaretin ortalama gerilim değeri karşılaştırılmıştır.



**Şekil 6.** Solunum hızı ölçüm cihazı mikrodenetleyici akış diyagramı  
(The microcontroller flow chart of respiration rate measurement device)

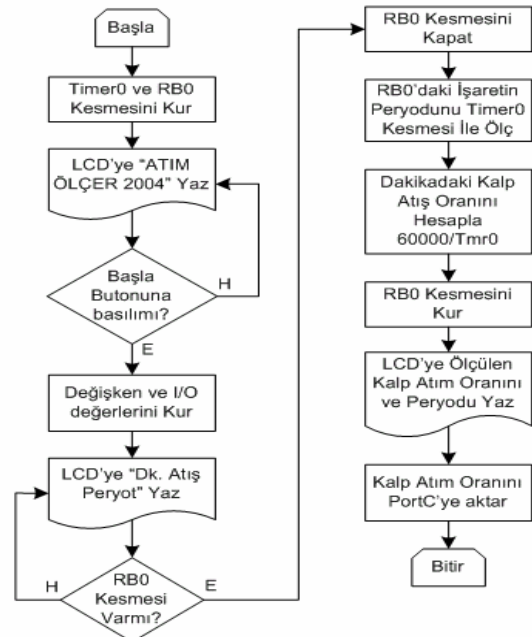


**Şekil 7.** Kalp atım hızı ölçüm cihazı blok diyagramı  
(The block diagram of hearth rate measurement device)

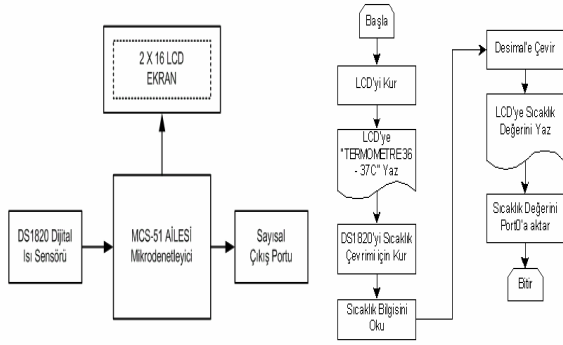
Böylece kalp atım hızı ile orantılı 0V ile 5V arasında değişen kare dalga işaret elde edilmiştir. Şekil 8'de akış diyagramı görülen mikrodenetleyici ile kare dalga işaretin periyodu ölçülerek kalp atım hızı belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen vücut sıcaklığı ölçüm cihazının blok şeması ve mikrodenetleyici akış diyagramı Şekil 9'da görülmektedir. Vücut sıcaklığını algılamak için DS1820 sayısal sıcaklık dönüştürücüsü kullanılmıştır. Dönüştürücünün sayısal çıkış verme ve kalibrasyona ihtiyaç duymaması bu dönüştürücünün kullanılmasında etkili olmuştur. AT89C2051 mikrodenetleyicisi ile vücut sıcaklık değerleri LCD ekran ve sayısal çıkış portuna aktarılmıştır.

Bu çalışmada sayısal ölçüm sonuçları verici sistemine doğrudan bağlanabilmektedir. EKG ve EMG gibi analog işaretler 10KHz örnekleme frekansına sahip analog sayısal dönüştürücünden (ADC) geçirildikten sonra verici sisteminin girişine uygulanmaktadır.



**Şekil 8.** Kalp atım hızı ölçüm cihazı mikrodenetleyici akış diyagramı  
(The microcontroller flow chart of hearth rate measurement device)



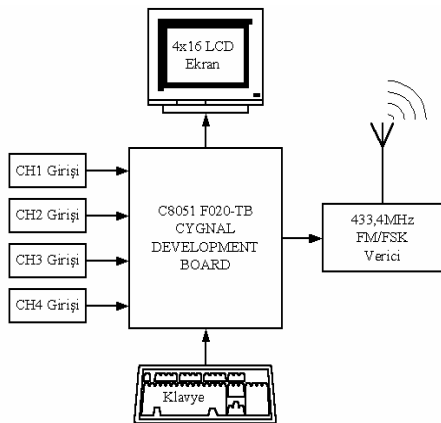
**Şekil 9.** Vücut sıcaklığı ölçüm cihazı blok diyagramı ve mikrodenetleyici akış diyagramı (The block diagram and microcontroller flow chart of body temperature measurement device)

### 3.2. Tasarımlanan Verici Sistemi (The Designed Transmitter System)

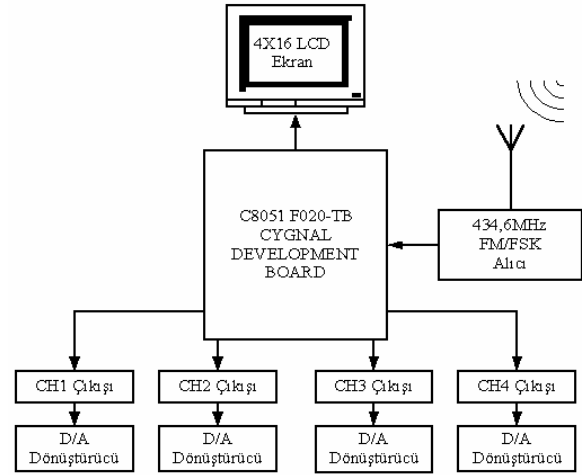
Verici sistemi (Şekil 10); aynı anda 4 farklı ölçüm cihazının bağlandığı kanal girişleri, ölçüm sistemi ile verici sistemi arasındaki izolasyonu sağlamak için tampon devresi, yazılı ileti girişi ve kontrol paneli olarak kullanılan PC klavyesi, 40 karakterlik yazılı ileti ve menülerin görüntüleneceği 4X16'lık LCD ekran, TDM çoğullayıcı ve bunları RF dalgaları ile iletmek için kullanılacak olan 433.4MHz FM/FSK vericisinden oluşmaktadır. C8051 F020-TB Cygnal mikrodenetleyicisi ana işlemci olarak kullanılmıştır. Ana işlemci ile tüm veri trafiği kontrol edilmektedir. RF veri iletimi sırasında senkronizasyon ve komut kodları sayısal veri üzerine ana işlemcide eklenmiştir. Komut kodları ile her bir verinin özelliği belirtilmiştir. Bu sayede vericiden gönderilen veri alıcı sisteminde birbirinden ayrılabilir.

### 3.3. Tasarımlanan Alıcı Sistemi (The Designed Receiver System)

Alıcı sistemindeki (Şekil 11) 434.6MHz FM/FSK alıcı modülü ile RF dalgaları demodüle edildikten sonra alıcı sisteminin tüm veri trafiğini kontrol eden C8051 F020-TB Cygnal ana mikrodenetleyicisine uygulanmıştır. C8051 F020-TB Cygnal ana mikrodenetleyicisinde vericiden gelen senkronizasyon işaretleri, komut kodları ve veriler ayrıştırılmıştır. Senkronizasyon işaretleri ile alıcı ve vericinin eşzamanlı çalışması sağlanmıştır. Komut kodları



**Şekil 10.** Verici sistemi blok diyagramı (The block diagram of transmitter system)



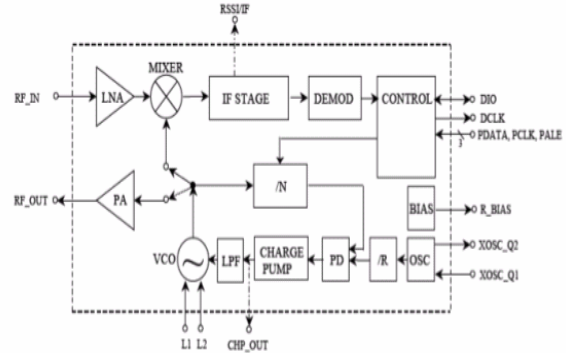
**Şekil 11.** Alıcı sistemi blok diyagramı (The block diagram of receiver system)

verileri sınıflandırmak için kullanılmış ve komut kodlarına göre veriler sınıflandırılarak uygun çıkış terminallerine yönlendirilmiştir. Ölçülen büyüklükler LCD ekrana ve çıkış portlarına aktarılmıştır. EKG, EMG ve benzeri analog ölçümler D/A dönüştürücü devreleri ile analog işarete çevrilmiştir.

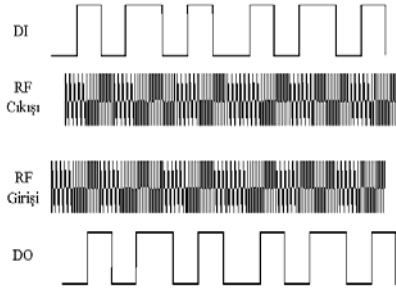
### 3.4. FM/FSK Alıcı Verici Modülü ve Tekrarlayıcı Sistemi (FM/FSK Transceiver Module and Repeater System)

Şekil 12'de, EN 300 220 standardına uygun olarak tasarılan UTR(UART Transmitter Receiver)-C12U UHF FSK alıcı verici modülünün blok diyagramı görülmektedir. UTR-C12U modülü genelgeçer eşzamanlı alıcı-verici (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter: UART) data iletişimine uygun olarak tasarlanmıştır. Modül; alınan işaretin kuvvet göstergesi (Received Signal Strength Indication: RSSI) çıkışı, CH 1/2 kanal seçim ve T/R verici-alıcı seçim girişlerine sahiptir. Modül'de, data almak ve göndermek üzere DI ve DO uçları bulunur.

Şekil 13'te görüldüğü gibi veri göndermek için modül verici olarak ayarlanır ve gönderilmek istenen veri DI ucuna verilir. Modül içerisinde veri FSK kod iletim tekniği ile modüle edilerek anten üzerinden iletim ortamına bırakılır. Alıcı olarak ayarlanan modülün anteni ile alınan RF işaretleri demodüle edildikten sonra gönderilmek istenen işaret DO ucundan tekrar alınır [14].



**Şekil 12.** UTR C12U alıcı verici modülü blok diyagramı (The block diagram of UTR C12U transceiver module)



**Şekil 13.** UTR-C12U UART haberleşmesi (UART communication of UTR-C12U)

RF sistemlerinde alıcı ile verici arasındaki mesafeyi artırmak ve iletim ortamındaki engelleri aşmak için tekrarlayıcılar kullanılır. Tekrarlayıcı sistemi farklı taşıyıcı frekanslarında çalışan alıcı ve vericiden oluşmaktadır. Bu çalışmada UTR C12U alıcı-verici RF modülü ile tekrarlayıcı sistemi gerçekleştirilmiştir. Tekrarlayıcının çalışması iki konumlu iki anahtarla sağlanmıştır. İlk anahtar ile taşıyıcı frekansı seçilmektedir. Taşıyıcı frekans değerleri 433.4MHz ve 434.6 MHz'dir. Diğer bir anahtar yardımı ile RF modülünün alıcı veya verici olarak çalışacağı belirlenmektedir. Bu sayede 433.4MHz ile alınan işaret 434.6MHz ile yeniden gönderilir. Her bir tekrarlayıcı sistemi ile verileri bina içerisinde yaklaşık 40m uzaklığa iletmek mümkün olmaktadır.

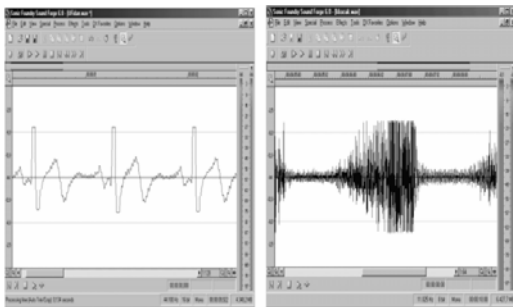
## 4. SONUÇ (RESULTS)

### 4.1. Ölçüm Cihazları (Measurement Devices)

Şekil 14'te gerçekleştirilen EKG ve EMG ölçüm cihazı ile ölçülen EKG ve EMG işaretleri görülmektedir. Ölçüm sonuçları Sound Forge 6.0 programı ile bilgisayar ortamına kayıt edilmiştir. Sonuçlar sayısal olarak (8 bit Paralel) çıkış portları üzerinden verici sistemine aktarılmıştır.

### 4.2. Verici Sistemi (Transmitter System)

Biyotelemetri verici sistemi çalıştırıldığında "4 KANALLI BIOTELEMETRI CİHAZI" başlığı ekrana yazılır ve 2 sn sonra ana menu LCD ekranına gelir. Menü seçimi klavyenin F1, F2, F3, F4 ve F5 tuşları ile gerçekleştirilir. F1 tuşuna basıldığında dört farklı kanaldan hangi ölçümlerin (EKG, EMG, Kalp, Nefes, T.metre, Boş)



a) EKG işareti (ECG signal) b) EMG işareti (EMG signal)  
**Şekil 14.** EKG – EMG ölçüm cihazları çıkışı (Output of the ECG – EMG measurement devices)

yapılacağı belirlenir. Kanal girişleri belirlendikten sonra ekrana "GÖN" ifadesi gelir. Shift tuşuna basıldığında C8051 F020-TB işlemci iletişim hızını, senkronizasyon işaretlerini datanın özelliğini belirten komut kodu ve verileri düzenleyerek çoğullayıcı devresine uygular. Çoğullayıcı devresinde çoğullanan bu işaretler 433.4MHz FM/FSK verici modül ve whip anten ile elektromanyetik dalga olarak boşluğa yayılır. Veriler iletildiğinde ekranda kanal girişlerinin gönderildiğine dair ileti gelir. Yazılı ileti gönderme alt menüsüne F2 tuşu ile ulaşılır. Gönderilmek istenen ileti klavye ile yazılırken klavye devresinde her bir tuşa ait ascii kodları üretilir ve C8051 F020-TB işlemcisine işlenmek üzere aktarılır. İleti shift tuşuna basılarak gönderilir. İleti alıcıya ulaştıktan sonra iletinin alındığına dair ileti gelir. Hazır ileti gönderme alt menüsüne F3 tuşu ile ulaşılır. Verici sisteminde önceden belirlenmiş 4 adet hazır ileti bulunmaktadır. Ekrandaki hazır iletilerden hangisi iletilmek istenirse klavyeden o tuşa basılması gerekir. Shift tuşuna basılarak iletiye ait bir kod alıcıya gönderilir. Alıcı bu koda bakarak hangi iletinin geldiğini belirler. Hazır ileti gönderildikten sonra iletinin alındığını gösteren ileti ekrana gelir. F4 tuşu kanal girişlerinden gelen verilerin görüntülenmesini sağlayan alt menüyü çalıştırmaktadır. F4 tuşuna basıldığında kanal girişlerinden gelen ölçüm değerleri ekrana yazılır. Bu verileri iletmek için shift tuşuna basılır. Kanal bilgilerinin gönderilmesi sırasında veri iletim hızını artırmak için verilerin görüntülenmesi iptal edilir ve ölçüm değerleri eş zamanlı olarak alıcıya iletilir. F5 tuşuna basılarak yardım menu görüntülenir. Yardım menüsünde sisteminin çalışması ve nasıl kullanılacağına ait açıklamalar bulunmaktadır.

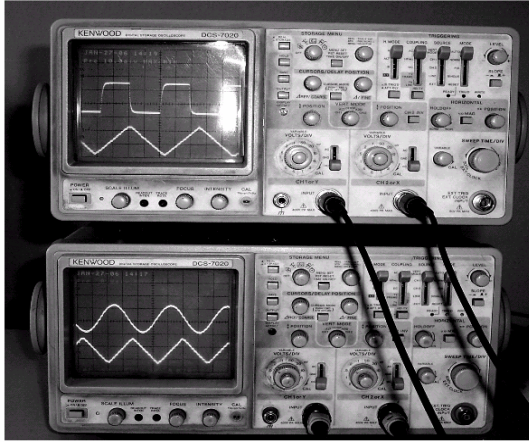
### 4.3. Alıcı Sistemi (Receiver System)

Biyotelemetri alıcı sistemine enerji verildiğinde ekrana "4 KANALLI BIOTELEMETRI CİHAZI" başlığı yazılır ve vericiden gelen radyo frekans dalgalarını algılanmaya başlar. Dağıtıcı devresinde kullanılan AT89S8252 işlemcisinde alıcı ve vericinin senkronizasyonu sağlanır, algılanan işaret içerisindeki komut kodları ile veriler ayrıldıktan sonra C8051 F020-TB ana işlemcisine uygulanır. Alıcı sistemi, komut kodlarına göre verileri sınıflandırır ve ölçümleri değerlerini uygun çıkış terminaline yönlendirir. Ölçüm değerleri analog işaret olarak alınmak istendiğinde alıcının çıkış terminaline DAC bağlanmaktadır.

4 kanallı biyotelemetri cihazının aynı anda dört farklı analog işareti gönderebildiğini gösterebilmek için verici sisteminin girişine BK Precision 3040 sinyal jeneratörü ile 4 farklı analog işaret uygulanmıştır. Şekil 15'de alıcı sisteminin çıkışında elde edilen bu işaretler Kenwood DCS-7020 osilaskopları ile görüntülenmiştir.

## 5. TARTIŞMA (DISCUSSION)

İnsan vücudu üzerinden alınan EKG, EMG, kalp atım hızı, solunum hızı, vücut sıcaklığı gibi fizyolojik veri-



Şekil 15. 4 farklı analog işaretin aynı anda iletimi (Transmitting four different analog signal at the same time)

lerin ölçümü ve aynı anda 4 farklı ölçüm sonucunun bina içerisinde iletilebilmesi için 4 Kanallı biyotelemetri cihazı tasarlanmıştır. Tasarılan cihaz ile 4 adet hazır iletici, 40 karakter uzunluğunda yazılı iletici ve aynı anda 4 farklı ölçüm sonucu başarıyla iletilmiştir. Tekrarlayıcı kullanmadan -110dBm alıcı duyarlılığı olan 433.4MHz whip antenli FM/FSK verici modülü ile bina içerisinde 40m uzaklığa veriler iletilmiştir. Yapılan RSSI ölçümleri sonucunda 433MHz'lik radyo frekans sinyallerinin Faraday kafesinden dolayı duvar başına 5.71dB her bir kat arasında 13dBm zayıflamaya uğradığı ölçülmüştür. Bina içerisindeki iletim mesafesini artırmak için RSSI seviyelerine bakılarak 433.4 MHz ve 434.6MHz'de çalışan Yağ antenli tekrarlayıcılar yerleştirilmiştir. Her bir tekrarlayıcı ile iletim mesafesi 40m artırılmıştır.

Bu konu ile ilgili yapılmış diğer çalışmalarda 1 veya 2 farklı fizyolojik işaretin aynı anda iletimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanılan taşıyıcı frekansları da çoğu zaman ISM (Industrial-Scientific-Medical) bandının dışında yer almaktadır. Gerçekleştirilen sistem farklı biyolojik verilerin ölçülebilmesi ve sistemin ölçüm çeşidini artırmak için modüller olarak tasarlanmıştır. Yeni bir biyolojik veri ölçümünde sadece ölçüm cihazını tasarlamak yeterli olacaktır. Ancak iletimin bina içerisinde yapılması iletim mesafesini sınırlamaktadır. Bundan dolayı çalışmanın bundan sonraki bölümde ölçüm sonuçlarının internet üzerinden bilgisayar ortamında izlenebilmesini ve kayıt edilebilmesi sağlayacak yazılım üzerinde çalışılacaktır. Bu sayede hasta ile doktor arasındaki mesafe kaldırılmış ve devamlı gözetim altında tutulması gereken hastaların kendi yaşam alanları içinde hastalıklarının izlenebilmesine olanak sağlanmış olacaktır.

#### SEMBOLLER (SYMBOLS)

Ag : Gümüş  
 AgCl : Gümüş Klorür  
 ASK : Genlik kaydırmalı anahtarlama  
 EKG : Elektrokardiyogram  
 EMG : Elektromiyogram  
 FDM : Frekans bölmeli çoğullama  
 FM : Frekans Modülasyonu

FSK : Frekans kaydırmalı anahtarlama  
 $f_a$  : Alt kesim frekansı  
 $f_u$  : Üst kesim frekansı  
 Kbps : Saniye başına bit sayısı  
 LCD : Likit kristal ekran  
 MHz : Mega Hertz  
 m : Metre  
 mW : Mili Watt  
 PSK : Faz kaydırmalı anahtarlama  
 TDM : Zaman bölmeli çoğullama

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Garshnek V. and Burkle F. M., "Applications of Telecommunications to Disaster Medicine", **Journal of the American Medical Informatics Association**, Vol:6, No:1, 26-37, Jan / Feb 1999.
- Yılmaz E., "Uzayda Olsanız da Sağlığınız Denetim Altında", **Bilim Teknik Dergisi**, No:376, 50-53, Mart 1999.
- M.D. Melnyk, J.M. Silberman, **A Wireless Electrocardiogram System**, Yüksek Lisans Tezi, Cornell University, May 2004.
- Thaddeus R. F. Fulford-Jones, G. Wei, M. Welsh, "A Portable, Low-Power, Wireless Two-Lead EKG System", **Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA**, September 1-5, 2004.
- Filho P.B., Azevedo F.M., "Proposal of a Telemetry System for Bioelectrical Signals Monitoring", **XV Congresso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica**, Valência, Espanha, , 140-143, 27-28 November 1997.
- Bai J., Hu B., "A Communication Server for Telemedicine Applications" **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, Vol:1, No:3, 205-209 September 1997.
- Ackerman M., Craft R., "Telemedicine Technology", **Telemedicine Journal and E-Health**, Vol:8, No:1, September 2002
- Karagozlu B., "A Multichannel Biotelemetry System", **IEEE, International Biomedical Engineering Days**, 64-69, 1992.
- Mohseni P., Nagarajan K., "An Ultralight Biotelemetry Backpack for Recording Emg Signals in Moths", **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, Vol:48, No:6, 734-737, June 2001.
- Dobrev D., "Two-Electrode Low Supply Voltage Electrocardiogram Signal Amplifier", **Med. Biol. Eng. Comput.**, Vol: 42, 272-276, 2004.
- Güler N.F., Übeyli E.D., "Theory and Applications of Biotelemetry", **Journal of Medical Systems**, Vol: 26, No: 2, 159-178, April 2002.
- Lozano A., **The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook**, Pages:87.1 - 87.17, CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.
- Khandpur R.S., **Handbook of Biomedical Instrumentation**, Mcgraw-Hill , 8. Edition, 1987
- European Telecommunications Standards Institute EN 300 220-1 V1.2.1 (1997-11).