

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Musa ŞANLI

Anabilim Dalı: Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet YAKUT

KOCAELİ, 2009

MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Musa ŞANLI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20 MAYIS 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 14 TEMMUZ 2009

Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr. Mehmet YAKUT

(.....)

Üye
Doç.Dr. Oğuzhan URHAN

(.....)

Üye
Doç.Dr. Cemil ÖZ

(.....)

KOCAELİ, 2009

ÖNSÖZ

Teletıp çeşitli iletişim araçları kullanılarak uzak noktalardaki hasta ve hekim arasındaki iletişimi ifade etmektedir. Sağlık hizmetlerini uzak mesafelere ulaştırılabilmek, kalitesini arttırmak, doktor ve hastanın aynı yerde bulunma zorunluluğunu ortadan kaldırmak, hastane masraflarını azaltmak, acil durumlarda hızlı ve etkin bir şekilde müdahale imkanı sunmak gibi etkenler teletıp uygulamalarının başlamasına ve gittikçe yaygınlaşmasına sebep olmuştur.

Bu çalışmada hasta üzerinde bulunan sensörlerden alınan verileri; değerlendirme için kayıt eden, acil durumlarda hızlı müdahale için hastanın GPS teknolojisinden elde edilen konumunu ve hayati değerlerini acil durum noktalarına SMS ve / veya GPRS servisleri üzerinden aktarılmasına olanak sağlayan bir sistem tasarlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
KISALTMALAR	iv
ÖZET	v
İNGİLİZCE ÖZET	vi
1. GİRİŞ	1
2. KÜRESEL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)	3
2.1. GPS Sistemi	3
2.2. GPS Sinyalleri	7
2.3. GPS İle Konum Belirleme Yöntemleri	8
2.3.1. Mutlak konum belirleme	9
2.3.2. Bağıl konum belirleme	9
2.4. GPS Hata Kaynakları	10
2.4.1. Uydu efemeris hataları	10
2.4.2. Uydu saat hataları	11
2.4.3. Atmosferik gecikme	11
2.4.4. Sinyal yansıma etkisi	11
2.5. Diferansiyel GPS	12
3. GPRS	14
3.1. GPRS Sınıfları	15
3.2. GPRS Kullanıcı Özellikleri	16
3.3. Şebeke Özellikleri	16
3.4. GPRS Sistem Mimarisi	17
4. MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ	22
4.1. Ölçüm Birimi	23
4.1.1. Kablosuz veri iletimi	24
4.1.2. RF verici birimi	25
4.1.3. DS18B20 sayısal sıcaklık algılayıcısı	26
4.1.4. ADIS16201 iki boyutlu ivme algılayıcısı	27
4.2. Hasta Takip Birimi	29
4.2. Rf Alıcı Birimi	30
4.3. Telit GM862-GPS Modem	31
4.4. Hasta Bilgi Görüntüleme Sistemi	35
5. SONUÇ	36
KAYNAKLAR	37
EKLER	39
ÖZGEÇMİŞ	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: GPS Sistemi Genel Yapısı	4
Şekil 2.2: GPS Uydu Ağı ve Örnek GPS Uydusu.....	5
Şekil 2.3: Gözetleme İstasyonlarının Konumları Ve Ana Kontrol İstasyonu.....	6
Şekil 2.4: GPS Uydu Sinyalleri.....	8
Şekil 2.5: GPS Hata Kaynakları.....	10
Şekil 2.6: Uydu Sinyal Yansıması	11
Şekil 2.7: DGPS Çalışma Sistemi	12
Şekil 3.1: GPRS Sistem Mimarisi.....	18
Şekil 3.2: GPRS Sisteminde Yönlendirme	21
Şekil 4.1: Mobil Hasta Takip Sistemi Yapısı.....	22
Şekil 4.2: Ölçüm Birimi Blok Şeması.....	23
Şekil 4.3: İki Nokta Arasında RF Veri İletimi	24
Şekil 4.4: ATX-34 RF Verici Biriminin Dış Görünümü	25
Şekil 4.5: ATX-34 Verici Biriminin Bacak Bağlantıları	25
Şekil 4.6: DS18B20 Alıcı Biriminin Önden Görünüşü.....	26
Şekil 4.7: ADIS16201 Blok Yapısı.....	27
Şekil 4.8: Ölçüm Birimi Çalışma Algoritması.....	28
Şekil 4.9: Hasta Takip Birimi Blok Şeması	29
Şekil 4.10: ARX-34 RF alıcı Biriminin Dış Görünümü Ve Bacak Bağlantıları.....	30
Şekil 4.11: Gönderilen Sayısal Veri ve Alıcının Analog Ve Sayısal Çıkışları	31
Şekil 4.12: GM862-GPS Görünümü.....	31
Şekil 4.13: GM862-862 Bağlantıları.....	32
Şekil 4.14: Hasta Takip Modülü Çalışma Algoritması.....	34
Şekil 4.15: GPRS Üzerinden Alınan Hasta Verileri	35

KISALTMALAR

1G	: 1. Generation
2G	: 2. Generation
2.5G	: 2G ve 3G arası
3G	: 3. Generation
APN	: Access Point Name
ASK	: Amplitude Shift Keying
BSC	: Base Station Controller
BTS	: Base Terminal System
CSD	: Circuit Switched Data
CRC	: Cyclic Redundancy Check
C/A	: Coarse/Acquisition; Clear/Access
DoD	: U.S. Department of Defense
ETSI	: The European Telecommunications Standards Institute
GLONASS	: Global Navigation Satellite System
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPRS	: General Packet Radio Service
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communications
HLR	: Home Location Register
IP	: Internet Protocol
ISDN	: Integrated Services Digital Network
ISP	: Internet Service Provider
Kbps	: Kilo Bits Per Second
MS	: Mobile Station
NAVSTAR/GPS	: Navigation Satellite Timing And Ranging/Global Positioning System
P	: Precise/Protected Code
PDN	: Packet Data Network
PPS	: Precise Positioning Service
PRN	: Pseudo Random Noise
PSTN	: Public Switched Telephone Network
PTM	: Point to Multipoint
RF	: Radio Frequency
SMS	: Short Message Service
SPS	: Standard Positioning Service
TCP	: Transmission Control Protocol
TDMA	: Time Division Multiple Access

MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ

Musa ŞANLI

Anahtar Kelimeler: Mobil hasta takip, teletıp, gömülü sistemler, GPRS, GPS.

Özet: Uzaktan hasta takibi gün geçtikçe yaygınlaşmaya başlamaktadır, teletıp alanında özellikle Avrupa ve Amerika’da teknolojiye paralel olarak teletıp uygulamaları artmaktadır. Tasarlanan sistemlerde genel olarak önemli olan maliyet, küçük boyutlar vb. kıstaslar göz önüne alındığında teletıp uygulamalarının yaygınlaşması için bu sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Tasarlanan sistemde hasta üzerinden alınan veriler kablosuz olarak genel hasta takip birimine aktarılmaktadır. Hasta takip biriminde alınan anlık yaşamsal bilgiler hem kayıt edilmekte hem de olası acil durumlarda yorumlanıp, GPS’ ten alınan konum bilgisi ile beraber gerekli kişilere GPRS ve SMS servisleri üzerinden gönderilmektedir. Böylelikle hem hastaya acil durumlarda hızlı müdahale imkanı sağlanmış olacak hem de hastanın hastalığının seyrini uzun vadede izleyerek tanı ve tedavide kullanılacak bulgular elde edilmiş olacaktır. Bu çalışmada teletıp genel hatlarıyla incelenmiş uygulama alanlarına değinilmiş ve hasta üzerindeki sensörlerden alınan verileri kayıt eden, değerlendiren ve acil durumlarda hastanın bulunduğu konumu ve hastanın sağlık bulgularını gerekli birimlere aktaran bir sistem tasarlanmıştır.

MOBILE PATIENT TRACKING SYSTEM

Musa ŞANLI

Keywords: Mobile patient tracking, telemedicine, embedded systems, GPRS, GPS.

Abstract: Remote patient monitoring is getting common. Especially in Europe and U.S, telemedicine applications are increasing. When the general design principles like cost, small size etc. are considered telemedicine applications needs to be studied for widespread usage. The data measured from patients are transmitted to the general patient tracking unit via wireless network. Received data is stored, and if an emergency situation is occurred- location information from GPS unit and patient data are send to desired persons via SMS and GPRS services. Thus the patient can be found easily in emergency situations and the data which is recorded can be used for diagnosis. In this study telemedicine and its application areas are examined. A system which records the data from patient, and sends the recorded data in emergency situations with the location information, is designed.

1. GİRİŞ

Bulunduğu noktanın tespiti insanoğlu için her zaman önemli bir teknoloji olmuştur. İlk çağlarda bu kabaca ağaçlar, dağlar, yıldızlar, güneş, ay gibi doğal kaynaklar yapılarak belirlenmeye çalışılmaktaydı. Teknolojinin ilerlemesine paralel olarak Vor gibi yer istasyonları kurulmaya başlamıştır [1]. Ancak bu sistemlerin tam olarak ihtiyaçlara cevap verememesi yeni arayışlara yol açmış ve günümüzde kullanılan uydu tabanlı konum belirleme sistemlerinin geliştirilmesine imkan sağlamıştır. Günümüzde konum belirleme de ulaşılan nokta oldukça tatmin edici düzeydedir. Bu sistemler ilk başlarda savunma sanayi için kullanılmak üzere tasarlanmış ancak daha sonradan sivil kullanıma açılmış deniz, hava ve kara ulaşımlarında oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır.

Günümüz teknolojisinde belirlenen konum bilgisi uzaktaki bir merkeze mobil iletişim sistemleriyle iletelebilmektedir, bu amaçla kullanılan en yaygın sistemlerden biri GSM (Global System for Mobile Communications) tabanlı GPRS (General Packet Radio Service) teknolojisidir. Mobil iletişim sistemleri, sabit bir noktaya bağlı olmaksızın kullanılabilmekte olup taşınabilir olma özelliği, haberleşme kolaylığı, zaman tasarrufu ve mekandan bağımsızlık sağlamaktadır. Mobil sistemler, başlangıçta sadece ses iletimine imkan vermekte iken geliştirilen her yeni nesil mobil iletişim teknolojisiyle birlikte verilen hizmetlerin sayısı ve çeşitliliği artmıştır. GPRS mevcut 2G cep telefonu şebekesi üzerinden paket anahtarlama olarak veri iletimi sağlayan teknolojidir. Üçüncü nesil UMTS (3G) mobil iletişimden önce CSD GSM'e göre hızlı bağlantı imkânı tanıdığı için mobil teknolojilerde 2.5G ve 2.75G isimli ara nesiller oluşturmuştur. Pratikte saniyede 30-50 kbit'e kadar veri akışı sağlayabilir [2].

Teletıp, iletişim araçları kullanılarak uzaktaki bir hasta ile hekim arasındaki iletişimi ifade etmektedir. Teletıp ve tele sağlık sistemlerinin en genel hedefi, yaygın, ucuz ve kaliteli sağlık hizmeti sağlanmasıdır. Teletıp'ın tarihi telefonun icat edildiği yıllara

kadar uzanmaktadır. Teletıp sistemlerinin gelişimi, iletişim teknolojilerin gelişimi ile paralel bir şekilde olmaktadır. Günümüzde İnternet gibi tüm dünyayı kapsayan iletişim ağı ve gelişen web teknolojileri sayesinde, sağlık bilgi sistemleri ve teletıp sistemleri web üzerine taşınmaktadır. İnternet'in yaygınlığı ve ucuzluğu nedeni ile sağlık hizmetleri daha büyük kitlelere ulaştırılabilmektedir [3].

Bu çalışmada tasarlanan sistemde hasta üzerinden alınan veriler kablosuz olarak genel hasta takip birimine aktarılmaktadır. Hasta takip biriminde alınan anlık yaşamsal bilgiler hem kayıt edilmekte hem de olası acil durumlarda bu bilgiler yorumlanıp, GPS ten alınan konum bilgisi ile beraber gerekli kişilere GPRS ve SMS servisleri üzerinden gönderilmektedir. Böylelikle hem hastaya acil durumlarda hızlı müdahale imkanı sağlanmış olacak hem de hastanın hastalığının seyrini uzun vadede izleyerek tanı ve tedavide kullanılacak bulgular elde edilmiş olacaktır.

Hasta üzerindeki yaşamsal bilgilerin bazılarının standart sistemler tarafından ölçüldüğü ve hazır sayısal bilgi olarak olduğu kabul edilmiştir. Geliştirilen sistem iki ana birimden oluşmaktadır. Birincisi hasta üzerinde sıcaklık, vücut direnci ve hastanın yatay dikey pozisyonunu ölçen ve kablosuz olarak aktaran ölçüm birimi, ikincisi ise üzerinde RF alıcı bulunan, GPS, GSM/GPRS servislerine erişebilen ve hasta bulgularını yorumlayıp gerekli yönlendirmeleri yapan genel hasta takip birimidir.

İkinci bölümde tasarlanan sistemde hastanın konumunu belirlemek için kullanılan GPS teknolojisi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde hasta bilgilerinin doktor veya takip noktalarına aktarıldığı GPRS teknolojisi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde geliştirilen hasta takip sisteminin detayları anlatılmıştır.

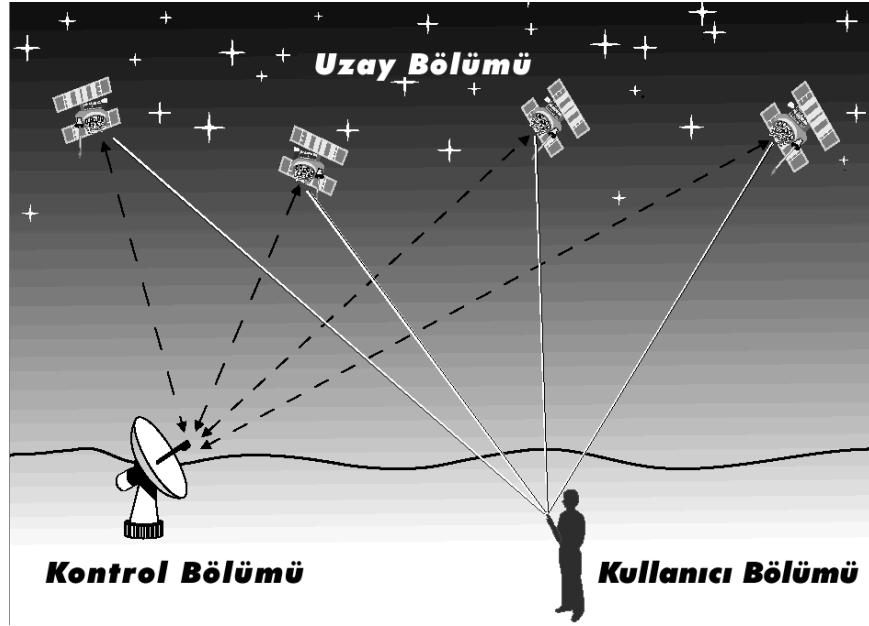
2. KÜRESEL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)

GPS (Global Positioning System; Küresel Yer Belirleme Sistemi ya da Küresel Konumlandırma Sistemi), düzenli olarak kodlanmış bilgi yollayan bir uydu ağıdır ve uydularla arasındaki mesafeyi ölçerek Dünya üzerindeki kesin yeri tespit etmeyi mümkün kılar. Bu sistem, ABD Savunma Bakanlığı'na ait, yörüngede sürekli olarak dönen uydulardan oluşur. Bu uydular radyo sinyalleri yayarlar ve yeryüzündeki GPS alıcısı bu sinyalleri alır. Böylece konum belirlenmesi mümkün olur. Bu sistemin ilk kuruluş hedefi tamamen askeri amaçlar içindi. GPS alıcıları yön bulmakta, askeri çıkartmalarda ve roket atışlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ancak, 1980'lerde GPS sistemi sivil kullanıma da açılmıştır. “NAVSTAR/GPS” hem askeri, hem de sivil kullanım alanları olan bir sistem olup, çoğunluğu sivillerden oluşan 20 milyon kullanıcısı vardır [4]. GPS ile konum belirleme ve navigasyon hizmetleri iki farklı seviyede sunulmaktadır. Bunlar Duyarlı Konum Belirleme Hizmeti (PPS, Precise Positioning Service) ve Standart Konum Belirleme Hizmeti'dir (SPS, Standart Positioning Service) [5] . PPS, yüksek doğruluklu konum, hız ve zaman belirleme hizmeti olup yalnızca DoD tarafından yetkilendirilmiş kullanıcılara açıktır. SPS ise PPS'e göre daha düşük doğruluklu konum, hız ve zaman belirleme hizmeti olup sivil, asker tüm kullanıcılara açıktır [5].

2.1. GPS Sistemi

NAVSTAR GPS sistemi üç elemandan oluşur. Bunlar:

- o Uzay bölümü
- o Kullanıcı bölümü
- o Kontrol bölümü



Şekil 2.1: GPS Sistemi Genel Yapısı

Şekil 2.1’de GPS sisteminin genel yapısı verilmiştir.

Uzay bölümü: Uzay bölümü, 24 uydudan (18 aktif 6 yedek) oluşur ve sistemin merkezidir. Uydular, "Yüksek Yörünge" adı verilen ve dünya yüzeyinin 20.000 km üzerindeki yörüngede bulunurlar. Bu kadar fazla yükseklikte bulunan uydular oldukça geniş bir görüş alanına sahiptirler ve dünya üzerindeki bir GPS alıcısının her zaman en az 4 adet uyduyu görebileceği şekilde yerleştirilmişlerdir[6].

Uydular 12 saatte, dünya çevresinde bir tur atarlar. Güneş enerjisi ile çalışırlar ve en az 10 yıl kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Ayrıca güneş enerjisi kesintilerine karşı (güneş tutulması vs.) yedek bataryaları ve yörünge düzeltmeleri için de küçük ateşleyici roketleri vardır [4,5,6].

GPS projesi ilk uydunun 1978'de ateşlenmesiyle başlamıştır. 24 uyduluk ağ 1994'de tamamlanmıştır. Projenin devamlılığı ve geliştirilmesi ile ilgili bütçe ABD Savunma Bakanlığı'na aittir. Uyduların her biri, iki değişik frekansta ve düşük güçlü radyo sinyalleri yayınlamaktadır. (L1, L2) Sivil GPS alıcıları L1 frekansını (UHF bandında

1575,42 Mhz), ABD Savunma bölümü alıcıları L2 (1227,60 Mhz) frekansını dinlemektedirler [4,5,6].

GPS uyduları tarafından gönderilen elektromanyetik dalgalar atmosferden geçerken bükülmeye uğrarlar. L1 ve L2 bantları farklı dalga boylarına sahip olduğundan farklı oranda bükülmeye uğradığından aradaki farklılık hesaplanarak atmosferik bozulma engellenerek çok daha hassas bir yer bilgisi hesaplanabilir. Sadece L1 bandı kullanılarak (diferansiyel GPS ile dahi) 98 m. hassasiyet elde edilebilirken, L1 ve L2 bantlarının ortak kullanımı ile 1 m' nin altında hassasiyete ulaşmak mümkün olmaktadır [4,5,6].

Her uydu yerdeki alıcının sinyalleri tanımlamasını sağlayan iki adet özel pseudo-random (şifrelenmiş rastgele kod) kodu yayınlar. Bunlar Korumalı (Protected P code) kod ve Coarse/Acquisition (C/A code) kodudur. P kodu karıştırılarak sivil izinsiz kullanımı engellenir, bu olaya Anti-Spoofing adı verilir. P koduna verilen başka bir isimde "P (Y)" ya da sadece "Y" kodudur.

Bu sinyallerin ana amacı yerdeki alıcının, sinyalin geliş süresini ölçerek, uyduya olan mesafesini hesaplamayı mümkün kılmasıdır. Uyduya olan mesafe, sinyalin geliş süresi ile hızının çarpımına eşittir. Sinyallerin kabul edilen hızı ışık hızıdır. Gelen bu sinyal, uydunun yörünge bilgileri ve saat bilgisi, genel sistem durum bilgisi ve iyonosferik gecikme bilgisini içerir. Uydu sinyalleri çok güvenilir atom saatleri kullanılarak zamanlanır.



Şekil 2.2: GPS Uydu Ağı ve Örnek GPS Uydusu [7]

Kullanıcı bölümü: GPS alıcılarından oluşur. Bu alıcılar uydulardan gelen sinyalleri anteni vasıtasıyla alır ve kendi türüne göre çeşitli amaçlar için kullanılır [4,5].

Kontrol bölümü: Uyduların doğru çalışıp çalışmadığını sürekli kontrol eden yer istasyonlarından oluşur. 5 adet takip istasyonu, 1 adet ana kumanda istasyonu ve 3 adet uydulara veri iletimi yapan istasyon vardır. Takip istasyonlarından alınan bilgiler ana kumanda merkezine gönderilir, burada uyduların yörüngeleri ve saat düzeltme bilgileri hesaplanır ve ilgili uydulara mesaj olarak gönderilir [5,6].

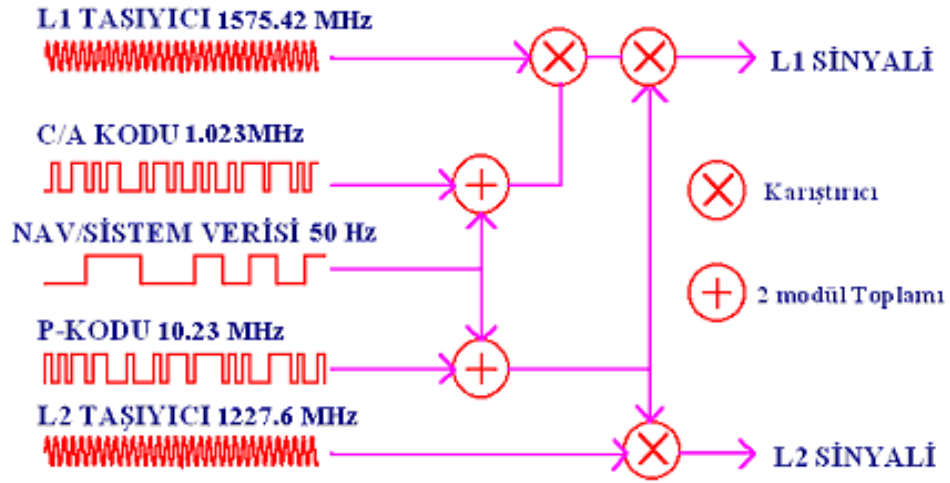
Ana kontrol tesisi, Kolorado'da Schriever hava kuvvetleri üssüne yerleştirilmiştir. Bu izleme istasyonları her uydu için yörüngesel modeller içine birleştirdiği uydudan sinyalleri ölçer. Modeller doğru yörüngesel veriyi (ephemeris) ve her uydu için uydu saat düzeltmelerini hesaplar. Ana kontrol istasyonu, uydulara doğru yörüngesel veriyi (ephemeris) ve saat verisini yükler. Uydular ondan sonra, yörüngesel alt kümelere ephemeris verisini GPS alıcıları üzerine radyo sinyalleri ile gönderir [5,6].



Şekil 2.3: Gözetleme İstasyonlarının Konumları Ve Ana Kontrol İstasyonu [8]

2.2. GPS Sinyalleri

GPS ölçmelerinde, elektromanyetik dalgalar kullanılarak uydulardan kullanıcılara veri akışı sağlanmaktadır. Her GPS uydusu konum belirleme amaçlı olarak L1(Link1) ve L2(Link2) olmak üzere iki temel frekansa sahiptir. L1 ve L2 frekansları 10.23 MHz olan temel frekansın 154 ve 120 tam katları alınarak elde edilmiş olup L1 frekansı 1575.42 Mhz ve L2 frekansı 1227.60 Mhz'dir [5,6]. GPS sisteminin tasarımı aşamasında birçok taşıyıcı frekans incelenmiştir. İnceleme sonucunda, frekans tahsisindeki kolaylıklar ve iyonosferik etkilerin diğer bantlara göre çok daha küçük olması nedeniyle L-bandı kullanımı tercih edilmiştir. GPS sisteminde çift frekans olmasının amaçları; L1 frekansının herhangi bir nedenle kesilmesi ya da elektronik karıştırmaya maruz kalması durumunda L2 frekansının yedek frekans görevi görmesi ve çift frekans özelliğinden yararlanarak iyonosferik düzeltme olanağı sağlaması olarak sıralanabilir [5]. L1 ve L2 taşıyıcı frekansları iki tip kod (Pseudo Random Noise- PRN) ve navigasyon mesajı verileri ile modüle edilmiştir. L1 taşıyıcı frekansı üzerine C/A (Coarse/Acquisition;Clear/Access) kod ve P (Precise/Protected Code) kod ile navigasyon mesajı verileri modüle edilmiştir. L2 taşıyıcı frekansı ise yalnızca P kod ve navigasyon mesajı verileri ile modüle edilmiştir. P kodun sadece askeri kullanıcılara açık olması nedeniyle sivil kullanıcıların tek frekans (L1-C/A kod) kullanabilmekte ve bu durumda iyonosferik düzeltme olanağı sağlayan çift frekans özelliğinden yararlanamamaktadırlar. Sivil kullanıcıların da çift frekans üstünlüklerinden yararlanabilmeleri amacıyla 2003 yılından itibaren Block IIR-M uyduları aracılığıyla L2 frekansı üzerinden C/A kod yayınlanmasına karar verilmiştir. Ayrıca üçüncü ve yeni bir sivil frekans tahsisi söz konusudur. L5 (Link5) adı verilen bu sinyalin frekansı 1176.45 MHz'tir. Bu sinyalin 2012 yılına kadar 18 uydudan oluşması planlanmıştır [5].



Şekil 2.4: GPS Uydu Sinyalleri

2.3. GPS İle Konum Belirleme Yöntemleri

GPS alıcısı kendi konumunu belirlemek için uyduların kesin konumunu ve uydulara olan mesafesini bilmek zorundadır. GPS alıcısı uydu konum bilgisi için her uydudan efemeris ve almanak verisi almaktadır. Almanak ve efemeris bilgilerini alan GPS alıcısı, uyduların kesin konumlarını sürekli olarak belirlemektedir. Uydulara olan mesafeyi belirlemek için temel ölçü ise, sinyalin uydu ve alıcı antenleri arasındaki yol alma süresidir. Bunun için Mesafe = Geliş Süresi x Hız kuralı kullanılmaktadır. Uyduya olana uzaklık, gönderilen sinyalin geliş süresiyle, hızının çarpımına eşittir. Uzaklığı belirlemek için kullanılan bu formülde, radyo dalgasının hızı ışık hızına ($c = 300.000 \text{ km/s}$) eşittir. Geliş süresi uydulardan gelen kodlanmış sinyallerde yer almaktadır. GPS alıcısı uydudan gelen kodla kendi ürettiği kodu eşleştirmeye çalışır. Bu iki kodu karşılaştırarak aradaki gecikmeyi tespit eder. Bu gecikme ile ışık hızının çarpımı uydulara olan mesafeyi vermektedir. GPS’de ölçülen noktaların cinsine, istenen duyarlılığa ve amaca göre farklı ölçme yöntemleri uygulanmaktadır. Ölçüm sonucu elde edilen koordinatlar alıcı tipine, gözlem süresine, uyduların konumu ve sayısına, ölçü tipine göre değişmektedir. Bir noktanın dünya üzerindeki konumu enlem, boylam, yükseklik olarak belirleniyorsa buna mutlak konum belirleme denilmektedir. Birden fazla noktanın birbirine göre konumlarının belirlenmesine ise

bağıl konum belirleme adı verilmiştir. Konumu belirlenecek nokta hareketsiz ise statik konum belirleme; hareketli ise dinamik konum belirlemeden söz edilmektedir. Uçak, gemi ve benzeri araçların navigasyonu amacıyla anlık konum belirleme de yapılmaktadır. Bu, genellikle askeri amaçlı kullanımda söz konusudur. Ölçümlerin, daha hassas sonuçlar elde etmek için arazideki ölçmelerden sonra ofiste değerlendirilmesi de mümkündür. Bu durum ise daha çok mühendislik uygulamalarında geçerlidir. GPS’de kullanılan iki ana konum belirleme yöntemi vardır. Bunlar mutlak konum belirleme ve bağıl konum belirleme yöntemleridir.

2.3.1. Mutlak konum belirleme

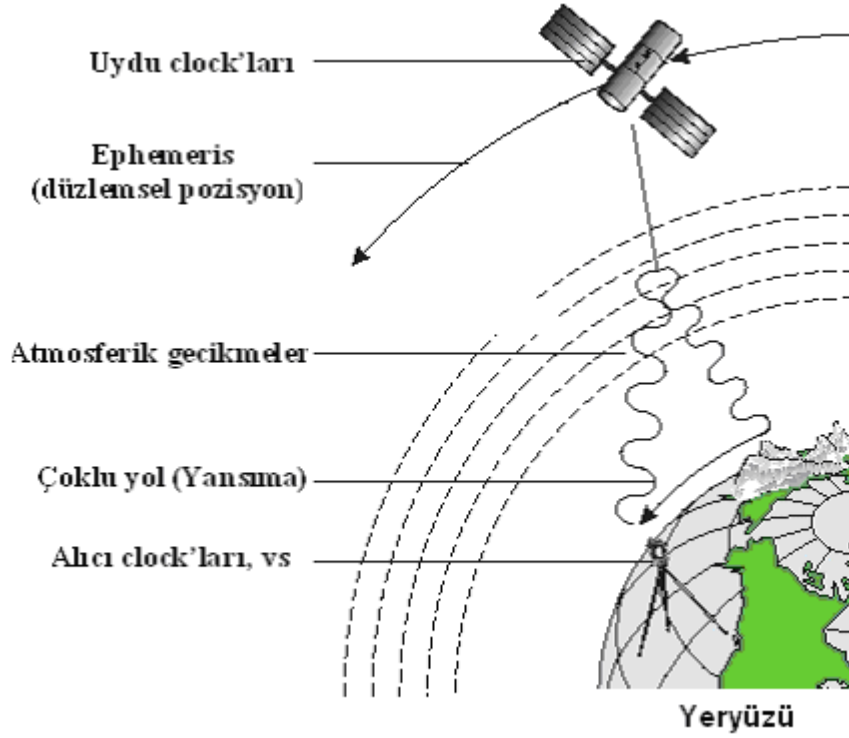
Bu yöntemde tek bir alıcı ile dört ya da daha fazla uydudan kod gözlemleri yapılarak üzerinde alıcı kurulu olan noktanın koordinatları belirlenmektedir. Yöntem uzayda geriden kestirme esasına dayanmaktadır. Alıcının sabit olması durumunda statik, hareketli olması durumunda dinamik olarak tanımlanmaktadır [3,4].

2.3.2. Bağıl konum belirleme

Bu yöntemde koordinatları bilinen bir noktaya göre diğer noktanın koordinatları belirlenmektedir. Bağıl konum belirleme için iki ayrı noktada kurulmuş olan iki alıcı ile aynı uydularda eş zamanlı gözlem yapılır. Koordinatı bilinen referans noktaya, alıcılardaki konum farkı eklenerek diğer noktanın konumu belirlenmektedir. Bağıl konum belirlemede farklı metotlar kullanılmakta olup bunlar; statik ölçü yöntemi, hızlı statik ölçü yöntemi, dur ve git ölçü yöntemi, dinamik ölçü yöntemi, gerçek zamanlı dinamik ölçme yöntemi olarak sıralanabilir [5].

2.4. GPS Hata Kaynakları

GPS yüksek doğruluklu bir konum belirleme sistemi olmasına rağmen uydu, alıcı ve sinyal yayılması kaynaklı hatalar oluşmaktadır. Şekil 3.3’de bu hata kaynakları görülmektedir.



Şekil 2.5: GPS Hata Kaynakları

2.4.1. Uydu efemeris hataları

Uyduların gerçek konumu ile navigasyon mesajı içerisinde yayınlanan uydu konum bilgileri arasındaki farklılıktan kaynaklanan hatalara uydu efemeris hatası denilmektedir [3]. Efemeris hatası uydu konumlarının kestiriminin bir sonucu olduğundan, kontrol bölümü tarafından uydulara yapılan en son yükleme zamanından uzaklaştıkça hata oranı artacaktır. Efemeris hatası GPS mesajları içerisinde kasıtlı olarak da artırılabilir [1,3].

2.4.2. Uydu saat hataları

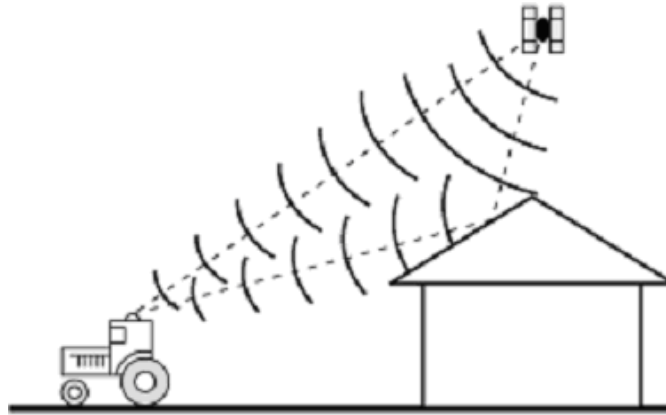
GPS alıcı saati ile GPS uydularında kullanılan yüksek atomik saatler arasındaki zaman farkından kaynaklanmaktadır [4,5,6]. GPS ile konum belirlemenin temeli zaman ölçümüne dayanmaktadır. Bu nedenle uydu saat hatalarını azaltmak için fark teknikler kullanılmaktadır.

2.4.3. Atmosferik gecikme

Troposfer ve iyonosfer kaynaklı gecikmelerdir. İyonosfer, GPS sinyallerinde gecikmeye sebep olmaktadır. GPS sinyalindeki gecikme iyonosferdeki elektron oranına bağlıdır. Elektron yoğunluğu zaman ve konuma bağlı olarak değişmektedir. Öğleden sonra 5-15 m'lik bir hata kaynağı iken gece yarısı 1-3 m'lik bir etkiye sahiptir. Navigasyon mesajında Klobuchar modeli kullanılarak bu hata %50 oranında azaltılabilir. Troposferdeki gecikme ise yerel sıcaklık, basınç ve nemden kaynaklanmaktadır ve 2 m ile 25 m arasında bir hataya sebep olmaktadır [5].

2.4.4. Sinyal yansıma etkisi

Uydulardan yayınlanan sinyallerin yeryüzünde herhangi bir noktada kurulu olan antene, bir veya daha fazla sayıda yol izleyerek ve esas sinyale karışarak ulaşmasına sinyal yansıma (multipath) etkisi denir. Şekil 3.4'te sinyal yansıma etkisi görülmektedir [5].

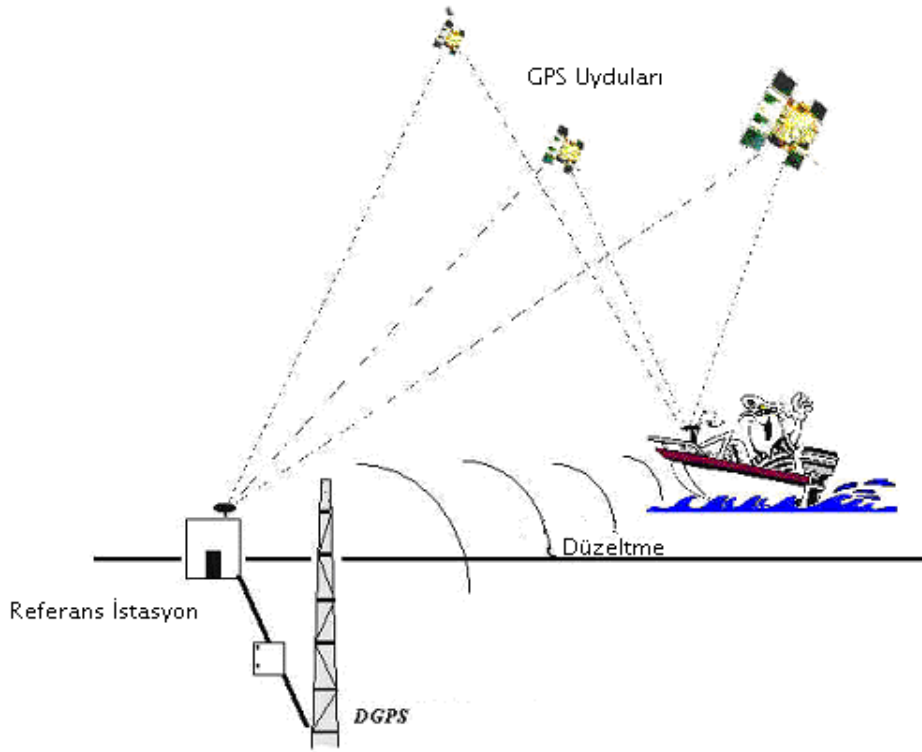


Şekil 2.6: Uydu Sinyal Yansıması

Şekil 2.6’de görüldüğü gibi uydudan yayınlanan sinyal hem direk olarak hem de binadan yansyarak alıcıya ulaşmaktadır. Bu problemin tam olarak giderilmesi, her noktada farklı geometri ve çevre koşulları söz konusu olacağından mümkün değildir. en kolay ve etkin yol, alıcının çok yakınında yansıtıcı yüzeylerin olmamasına dikkat etmektir. Ayrıca GPS sinyallerinin sağ el kuralına göre, yansıyan dalgaının ise sol el kuralına göre polarize olması nedeniyle uygun filtreleme yöntemleri ve yansıyan dalgayı absorbe eden özel anten tipleri (ground planes) kullanılabilir.

2.5. Diferansiyel GPS

GPS ile elde edilen anlık doğruluk birçok amaç için yeterli olmakla birlikte bazı navigasyon uygulamalarında daha yüksek doğruluklara gereksinim duyulmaktadır. Bu ise mevcut GPS sisteminden anlık konum belirlemede yararlanabilme olanaklarını kısıtlamaktadır. Diferansiyel GPS, doğal nedenler ve insan ürünü faktörlerden oluşan hataları azaltmaktadır. Şekil 2.7’de DGPS’in çalışma sistemi görülmektedir.



Şekil 2.7: DGPS Çalışma Sistemi

DGPS tekniğinde biri sabit diğeri hareketli olmak üzere en az iki alıcıya gereksinim vardır. Sabit alıcı anteni, konumu daha önceden duyarlı olarak belirlenmiş bir noktaya kurulur ve hareketli (ya da uzak) alıcının konumu belirlenir. Her iki noktada da en az dört ortak uyduya eş zamanlı GPS gözlemi yapılmalıdır. Sabit alıcı gözlem yaptığı tüm uydulara ait uydu-alıcı uzaklıklarını hesaplayıp bu değerleri kendi duyarlı konumundan yararlanarak hesapladığı (olması gereken) uydu-alıcı uzaklığı ile karşılaştırır. Aradaki farklar gözlem hatası olarak yorumlanır ve bu farklar konumu belirlenecek olan noktalardaki hareketli alıcı/alıcılar tarafından kaydedilen gözlemlere düzeltme olarak getirilerek hareketli alıcının konumu doğru olarak belirlenir. Söz konusu düzeltmeler hareketli alıcılara, alıcılar arasındaki uzaklığa bağlı olarak portatif telsizler, yer istasyonları ve uydular aracılığıyla yayınlanmaktadır [5].

3. GPRS

GPRS, verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden 28.8 kbps'den 115 kbps'ye kadar varabilen hızlarda iletilmesine imkan veren, cep telefonu, diz üstü bilgisayar, PDA ve diğer mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz İnternet bağlantısı sunan, paket radyo prensibine dayalı mobil iletişim servsidir [2] .

GPRS, mobil iletişimde halen kullanılan devre anahtarlama (circuit-switched), yerine paket anahtarlama (packet switched), bir teknolojidir. Devre anahtarlama da, kullanıcıya tek bir hat tahsis edilir ve bu hat üzerinden sürekli bağlantı sağlanır. Paket anahtarlama da, aynı hattı birden çok kullanıcı paylaşır.

GPRS, kullanıcıya yüksek hızlı erişim sağlar. GPRS' de, bağlantı süresine göre değil, gönderilen ve alınan veri miktarına göre ücretlendirilir, bu sayede ucuz iletişim olanağı sağlanır. Bu bağlantıda veri alışverişi olmadığı sürece bir ücretlendirme gerçekleşmez

GPRS'i kullanabilmek için, mobil şebeke ve servis sağlayıcı altyapısına ve GPRS uyumlu mobil telefon (veya IP25 modem) gereklidir. GPRS Paket-anahtarlama yöntemi ile çalışır. Bu yöntemde, bilgi ya da veriler gönderilmeden önce çok sayıda ayrı pakete bölünür. Bu paketler, radyo dalgası ile GSM şebekesi üzerinden gönderilir. Bu paketlerin her birinde gidilecek adres bilgisi vardır. Bütün paketler gidilecek adrese ulaştığında tekrar birleştirilirler ve orijinal bilgi veya veri bir bütün halinde tekrar elde edilir.

GPRS sisteminin standartları, ETSI tarafından 1995 yılında oluşturulmaya başlanmış ve 1998 yılında tamamlanmıştır. GPRS, büyük bir bağlantı kanalını kullanıcılar arasında paylaştırarak etkinliğini önemli oranda artırmıştır. Böylece kullanıcılar yüksek veri hızlarına ulaşabilmişlerdir [9]. GPRS, aralıklı, periyodik olmayan veri iletiminde, küçük veri miktarlarının sık iletiminde ve büyük veri miktarlarının sık

olmayan iletiminde şebeke kaynaklarının verimli ve ekonomik kullanımına olanak sağlamaktadır.

GPRS’te PTP(Point to Point- Noktadan noktaya) destek servis tipi tanımlanmıştır. PTP servisi iki kullanıcı arasında bir veya daha fazla paketin iletimini sağlamaktadır [10]. GPRS kullanıcıları daha kısa erişim süresine ve daha hızlı veri akış oranına sahiptir. Geleneksel GSM sisteminde, bağlantı kurulum süresi birkaç saniyeyi almaktadır ve veri iletim hızı 9.6 kbps ile sınırlıdır. GPRS, ağ oturum kurulumunu bir saniyenin altında gerçekleştirmekte ve veri hızı teorikte 170 kbps değerlerine ulaşmaktadır [9].

3.1. GPRS Sınıfları

GPRS, kaynakların kullanıcılar arasında dinamik olarak paylaşımını desteklemektedir. Bu sebeple GPRS üç temel sınıfa ayrılmaktadır [2]:

A sınıfı: Devre anahtarlama ve paket anahtarlama bağlantıları herhangi bir kesinti olmaksızın aynı anda desteklemektedir.

B sınıfı: Herhangi bir anda iki hizmetten sadece birisini desteklemektedir. GSM ve GPRS’e aynı anda bağlantı yapılabilir ancak bir sesli çağrı geldiğinde GPRS ile veri transferi geçici olarak beklemeye alınır, sesli görüşme sona erdikten sonra veri transferi kaldığı yerden devam eder.

C sınıfı: Herhangi bir anda iki hizmetten sadece birisini desteklemektedir. Hem GPRS hem de GSM hizmetlerini aynı anda kullanım ve kayıt mümkün değildir. Sadece SMS mesajları aynı zamanda alınabilmekte ve gönderilebilmektedir.

3.2. GPRS Kullanıcı Özellikleri

GPRS kullanıcı özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Servis erişimi: Kullanıcı GPRS'i kullanabilmek için, GPRS uyumlu bir mobil terminale, GPRS desteği sağlayan GSM şebekesi aboneliğine, GPRS verisinin alınması ve gönderilmesi hakkında bilgiye ve GPRS üzerinden verinin gönderileceği veya alınacağı bir hedefe sahip olmalıdır. SMS'te bu hedef genellikle bir mobil telefon olurken GPRS'te bu hedef bir İnternet adresidir.

Anında erişim: GPRS, ihtiyaç olduğunda verinin gönderilebildiği veya alınabildiği acil bağlantıları kolaylaştırmaktadır. Bir çevirmeli modem bağlantısına gerek yoktur. Bu yüzden GPRS kullanıcıları “daima bağlantılı” olarak nitelendirilmektedir. Anında erişim paket anahtarlama GPRS'in, devre anahtarlama haberleşmeye göre önemli avantajlarından biridir[11].

Hız: GPRS, aynı anda sekiz zaman dilimini kullanarak teorikte maksimum 170 kbps'e hıza ulaşabilmektedir. Bu GPRS'in GSM şebekelerindeki devre anahtarlama veri servislerinden 10 kat daha hızlı olduğunu göstermektedir [12].

Yeni ve daha iyi uygulamalar: GPRS, GSM şebekeleri üzerinden daha önce devre anahtarlama haberleşme hızı ve SMS'deki mesaj uzunluğu sınırlamaları yüzünden uygulanamayan pek çok uygulamaya olanak sağlamaktadır.

3.3. Şebeke Özellikleri

GPRS şebekesi özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Paket anahtarlama: GPRS, var olan devre anahtarlama GSM şebekelerinde paket bazlı iletişimi gerektirmektedir. GSM ve GPRS için veri iletiminde kullanılan her iki yöntem de temelde GSM standartlarına göredir. Şebeke operatörlerine iki yeni altyapı düğümü eklemesi ve var olan bazı şebeke elemanlarında yazılım değişikliğine gidilmesiyle GPRS desteği sağlanmıştır. GPRS ile veri iletilmeden önce paketlere

ayrılır. Paketler farklı yollardan alıcı uca ulaştırılır ve orada tekrar birleştirilerek veri orijinal haline getirilir.

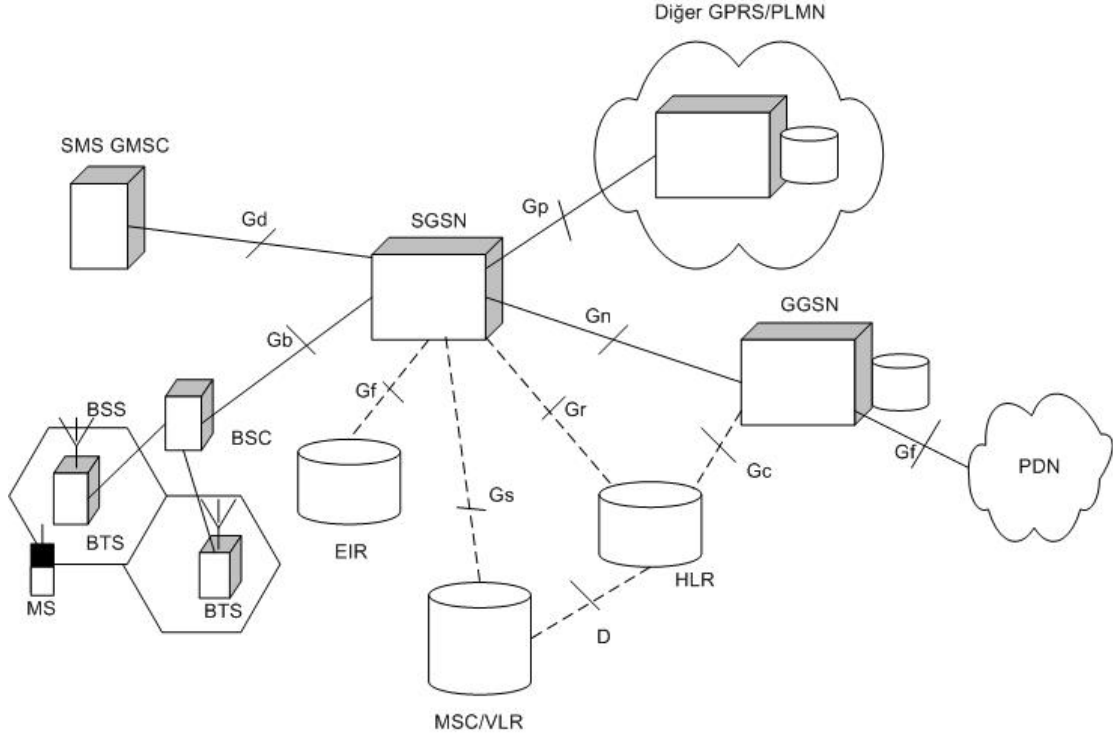
Spektrum verimliliği: Paket anahtarlama haberleşmede GPRS radyo kaynakları, sadece veri alınırken veya iletilirken kullanılmaktadır. Bir radyo kanalı bir mobil kullanıcıya belli bir süre için ayrılmakta, uygun olan radyo kanalları aynı anda pek çok kullanıcı arasında paylaştırılabilmektedir. Az bulunan radyo kaynaklarının verimli kullanımı, pek çok GPRS kullanıcısının aynı bant genişliğini paylaşması ve tek bir hücreden hizmet alabilmeleri anlamına gelmektedir. Spektrum verimliliğinden dolayı sadece trafiğin yoğun olduğu saatlerde kullanılan boş kapasitelere daha az gereksinim duyulmaktadır.

TDMA(Time Division Multiple Access) ve GSM desteği: GPRS sadece GSM'e dayanan mobil şebekelere uygulanacak bir servis olarak tasarlanmamıştır. Kuzey ve Güney Amerika'da kullanılan IS-136 TDMA standardı da GPRS'i desteklemektedir [10].

İnternet işlemleri: GPRS, var olan internet ve GPRS şebekesi ile bir arada çalışarak mobil İnternet bağlantısına olanak sağlamaktadır. Sabit internet şebekeleri üzerinden kullanılan herhangi bir servis (TCP - Transmission Control Protocol- İletim Kontrol Protokolü, UDP - User Datagram Protocol- Kullanıcı Veri Protokolü, telnet, e-mail) GPRS sayesinde mobil şebekeler üzerinden de kullanılabilir [13].

3.4. GPRS Sistem Mimarisi

GPRS, ETSI tarafından mevcut GSM şebeke altyapısı üzerinde değişiklikler yapılarak oluşturulup hizmete sunulmuştur. GPRS sistem mimarisi Şekil 3.1` de görülmektedir [13,14].



Şekil 3.1: GPRS Sistem Mimarisi

Şekil 3.1’de yer alan birimlerin sistemdeki görevleri aşağıdadır. GPRS’i GSM’e entegre edebilmek için GSN(GPRS Support Node) adı verilen ağ düğümleri sınıfı tanımlanmıştır [15,16]. SGSN (Serving GPRS Support Node), servis alanı içerisinde mobil istasyona giden ve istasyondan gelen veri paketlerinin dağıtımından sorumludur. SGSN’nin görevleri arasında, GGSN (Gateway GPRS Support Node) ve mobil terminaller için paket yönlendirme ve transfer, GPRS terminalleri için bağlanma, çözülme, kullanıcı kimliği doğrulaması, mobil terminallere doğru mantıksal link yönetimi, PDP (Packet Data Protocol) bağlamalarının kontrolü fonksiyonları gibi işlevler de bulunmaktadır. GGSN harici paket veri ağları ve GPRS omurgası arasında ara yüz görevi yapar. SGSN’den gelen GPRS paketlerini uygun PDP’ye dönüştürür ve paket veri ağına gönderir. Bu ağlar IP veya X.25 olabilir. Ters yönde ise gelen veri paketlerinin PDP adresleri hedef kullanıcının GSM adresine dönüştürülür. Yeniden adreslenen paketler sorumlu SGSN’e gönderilir. Bu amaçla, GGSN kullanıcının mevcut SGSN adresini ve profilini kaydeder. Bir GGSN bir çok SGSN ve harici paket veri ağları için bir arabirimdir. SGSN sahip oldukları paketleri farklı GGSN’ler üzerinden farklı ağlara gönderir. PDN (Packet Data Network) mobil istasyonlar arasındaki veri paketlerinin yönlendirilmesinden

sorumludur. BSS (Base Station System), BTS (Base Transceiver System) ve BSC (Base Station Controller)'den oluşmaktadır. BTS, MS (Mobile Station)'nin şebeke ile bağlantısını sağlayan birimdir. Belli sayıda BTS, BSC kontrolü altındadır. BSC, radyo şebekesini kontrol eder. Devre anahtarlama ve paket anahtarlama çağrıları kurabilir, denetleyebilir ve sona erdirebilir. Radyo kaynaklarının yönetimi, arama kontrolü, hücrelerarası aktarma yönetimi, BTS veri konfigürasyonu, kanal ayrımı gibi işlevleri vardır. Bir veya daha çok BSC'ye bir SGSN hizmet verebilir. GMSC, hücresel şebeke ile PSTN (Public Switched Telephone Network) arasındaki ara bağlantıyı sağlayan sistemdir ve HLR(Home Location Register)'ye sahiptir. HLR, GSM/GPRS operatöründen abonelik almış olan herkesin abonelik bilgilerini bulunduran veri tabanıdır. HLR'de her kullanıcıya özel IMSI (International Mobile Subscriber Identity- Uluslararası Mobil Abone Kimlik Numarası), abonenin istemiş olduğu veya istemediği ek servisler, kimlik doğrulama parametreleri, abonenin ISP (Internet Service Provider)'si, APN (Access Point Name), MS'e tahsis edilen statik IP adresi gibi bilgiler vardır. Ayrıca, HLR'de abonenin o an hangi konum bölgesinde olduğu bilgisi de tutulur. Bu sebeple herhangi bir anda abonenin nerede olduğu bilgisi için bir başvuru merkezidir.

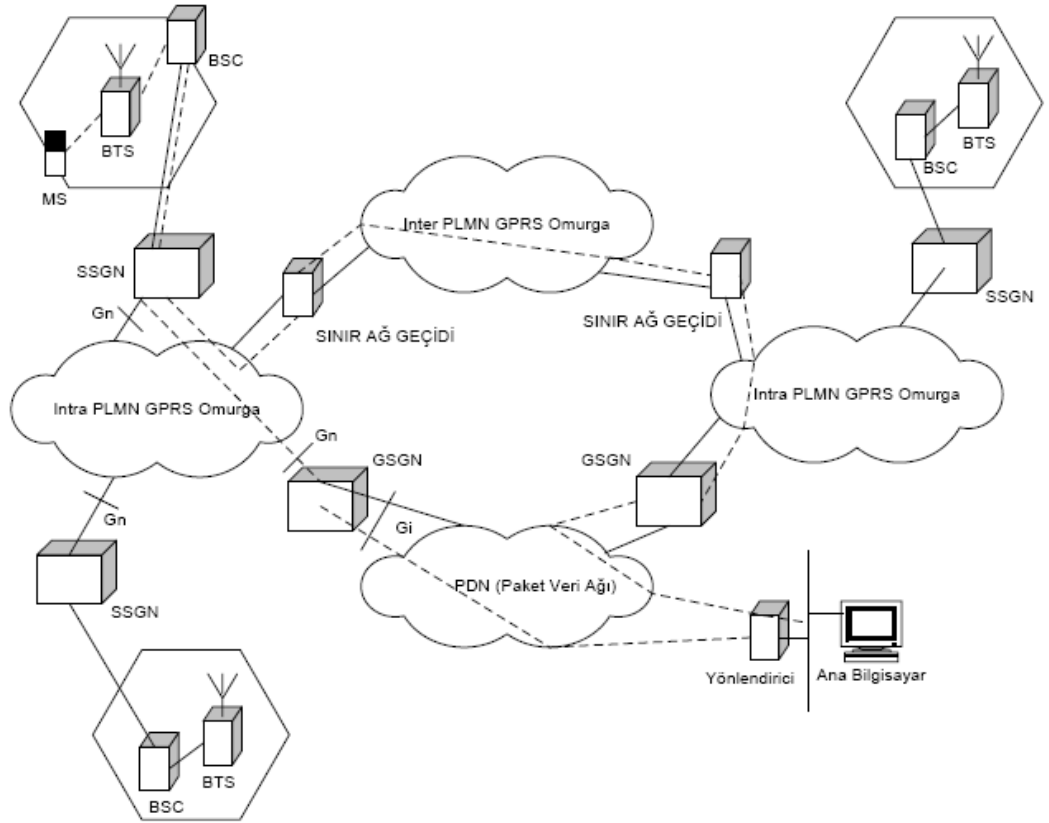
MSC (Mobile Switching Center), PSTN, ISDN, PLMN, PDN ve bazı özel şebekeler gibi diğer telefon ve veri sistemlerine olan ve bu sistemlerden gelen çağrıları kontrol eder. SGSN-RA (Routing Area- Yönlendirme Alanı), MSC-LA (Location Area- Yerleşim Alanı)'nın bir alt kümesidir. Bir MSC yerleşim alanı ise bir grup BSS hücresini içerir, sistem LA'yı aktif durumdaki aboneleri aramak üzere kullanır. VLR (Visitor Location Register), o anda hizmet veren MSC-LA veya SGSN-RA'da bulunan MS'lere ait bilgi içeren veri tabanıdır. SGSN, VLR fonksiyonunu paket bağlaşımlı haberleşme için bulundurur. VLR'de bulunan sabit veriler HLR'dekiler ile aynıdır. VLR'de ziyaretçi aboneler için servis sağlamak üzere MSC veya SGSN'in ihtiyaç duyduğu geçici abone bilgisi bulunur. Bir MS, yeni bir MSC-LA veya SGSN-RA'ya girdiğinde, o MSC veya SGSN'nin VLR'si MS hakkındaki veriyi HLR'den ister ve depo eder. Eğer MS başka bir zaman çağırma yapacak olursa, çağırma düzeni için gerekli bilgi hemen hazır olacaktır. GPRS sisteminde MS'lerin kimlik doğrulama prosedürleri için MSC/VLR yerine HLR kullanılır. MSC/VLR SGSN'ye direkt olarak Gs arayüzünü kullanarak bağlanır. Gs arayüzü, hem GSM

hem de GPRS trafiği ile ilişkisi bulunan terminallerle uyumlu çalışmak için kullanılır. Bu yüzden Gs arayüzü MSC/VLR ve SGSN'deki veri tabanlarını birbirine bağlar.

EIR (Equipment Identity Register), mobilin çalıntı olması veya herhangi bir nedenle bozulması durumunda sistem içinde kullanılmasını önlemek için mobil cihaz kimlik bilgisini içeren bir veri tabanıdır. Gr arabirimi HLR ve SGSN arasında bilgi alışverişini üstlenir. SGSN bir mobil istasyonun mevcut konumu hakkında HLR'yi bilgilendirir. Kullanıcının konumu ve profilini sorgulamak için ve konum kayıtçısındaki bilgileri güncelleyebilmek için GGSN ile HLR arasındaki işaretleşme yolu GGSN tarafından kullanılabilir. Ayrıca devre anahtarlama hizmetleri ve paket anahtarlama hizmetleri arasındaki koordinasyonu sağlamak için MSC/VLR devreye sokulabilir. Devre anahtarlama GSM çağrılarının sayfalama istekleri SGSN tarafından yerine getirilebilir. Bu amaçla Gs arabirimi SGSN ve MSC/VLR veri tabanlarını birbirine bağlar. GPRS ile SMS mesaj alışverişini gerçekleştirebilmek için Gd arabirimi tanımlanmıştır. Gd arabirimi SGSN ile SMS-GSM kısımlarını birbirine bağlar. Gb arabirimi BSC ile SGSN arasında bağlantı kurar. Gn ve Gp arabirimleri vasıtasıyla kullanıcı verileri ve işaret verilerinin GSN'ler arasında transferi gerçekleşir. Eğer SGSN ve GGSN aynı PLMN içerisinde ise Gn arabirimi, farklı PLMN içerisinde ise Gp arabirimleri kullanılır. Bütün GSN'ler bağlantılarını IP tabanlı GPRS omurgaları ile gerçekleştirirler. GSN'ler PDN paketlerini GTP (GPRS Tunneling Protocol) kullanarak iletir. GPRS omurgaları iki gruba ayrılabilir [1].

1. Intra-PLMN: Aynı PLMN içerisindeki GSN'leri bağlar.
2. Inter-PLMN: Farklı PLMN içerisindeki GSN'ler arasında bağlantı kurar.

Şekil 2.3'de bir inter-PLMN omurga ile birbirlerine bağlanmış farklı iki intra-PLMN omurga ağı görülmektedir.



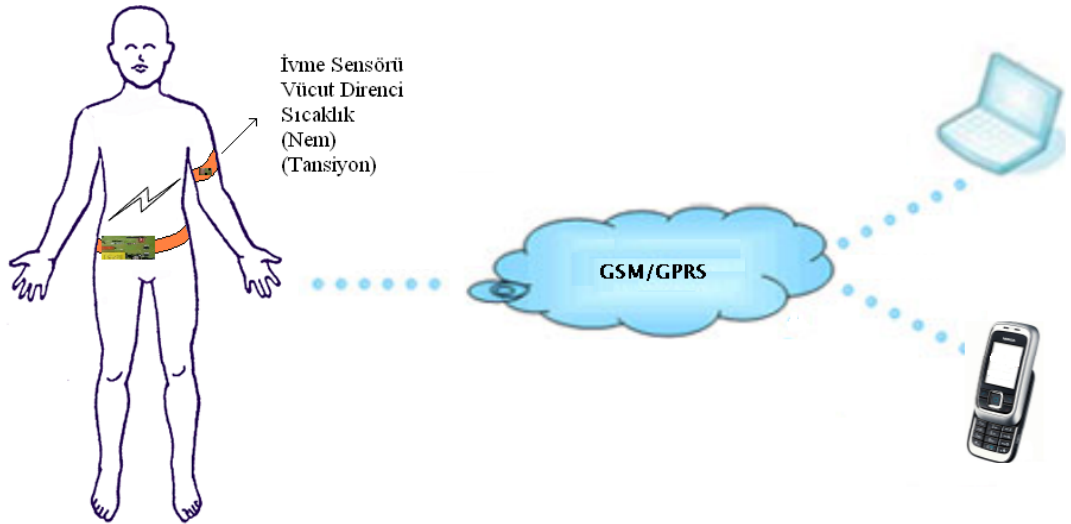
Şekil 3.2: GPRS Sisteminde Yönlendirme

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi intra-PLMN ile harici inter-PLMN arasındaki ağ geçidi sınır ağ geçidi olarak adlandırılır. Sınır ağ geçitleri kayıtsız kullanıcılara ve istenmeyen saldırılara karşı sistemi savunma görevini yerine getirir. İki SGSN arasındaki Gn ve Gp arabirimleri bir gezgin istasyon bir bölgeden başka bir bölgeye geçtiği zaman kullanıcı profillerindeki değişikliklere müsaade eder. Gi arabirimi PLMN ile İnternet veya kurumsal intranetler arasında bir arabirim oluşturur.

4. MOBİL HASTA TAKİP SİSTEMİ

Tasarlanan sistemde hasta üzerinden alınan veriler kablosuz olarak genel hasta takip birimine aktarılmaktadır. Hasta takip biriminde alınan anlık yaşamsal bilgiler hem kayıt edilmekte hem de olası acil durumlarda bu bilgiler yorumlanıp, GPS ten alınan konum bilgisi ile beraber gerekli kişilere GPRS ve SMS servisleri üzerinden gönderilmektedir. Böylelikle hem hastaya acil durumlarda hızlı müdahale imkanı sağlanmış olacak hem de hastanın hastalığının seyrini uzun vadede izleyerek tanı ve tedavide kullanılacak bulgular elde edilmiş olacaktır.

Tasarlanan sistem 2 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci kısım hastanın sıcaklık, nem, nabız, pozisyon gibi yaşamsal bilgilerinin ölçüldüğü ve kablosuz olarak hasta takip birimine aktarıldığı ölçüm birimidir. İkinci kısım ise ölçüm biriminden alınan verileri yorumlayan, kayıt eden ve gerekli durumlarda uzak noktalara aktaran genel hasta takip birimidir. Sistemin diğer bir kısmı ise verilerin SMS olarak ve GPRS üzerinden alan alıcılardır. Şekil 4.1’de tasarlanan sistemin yapısı gösterilmiştir.



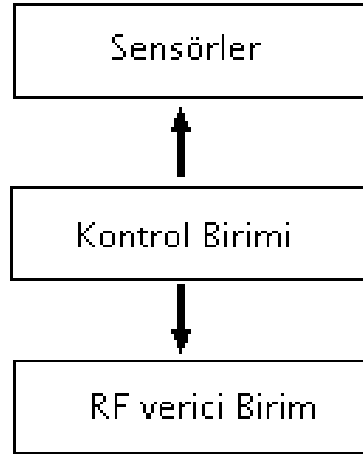
Şekil 4.1: Mobil Hasta Takip Sistemi Yapısı

4.1. Ölçüm Birimi

Ölçüm birimi hasta üzerinde ölçümlerin yapılacağı uygun bir noktaya bağlanmakta ve üzerinde bulunan sensörler ile hasta üzerindeki yaşamsal bilgileri ölçülmekte ve kablosuz olarak hasta takip birimine aktarmaktadır. Hasta üzerindeki ölçüm biriminde hastanın vücut ısısı, vücut direnci ve hastanın yatay dikey pozisyonu ölçülmüştür.

Vücut direnci ölçümü hasta vücuduna bağlanan iki bağlantı noktası arasındaki direnç ölçülerek bulunmaktadır. Bunun için kullanılan mikro denetleyicinin analog/sayısal dönüştürücüsü kullanılmıştır. Vücut ısısı DS18B20 sayısal sıcaklık sensörü ile ölçülmüştür. Ayrıca hastanın yatay konumda mı yoksa ayakta mı olduğunu tespit etmek amacıyla iki boyutlu ivme sensörü kullanılmıştır.

Ölçülen veriler ATX - 434 RF gönderici kit ile iletilmektedir. Şekil 4.2’de ölçü biriminin genel yapısı gösterilmiştir.

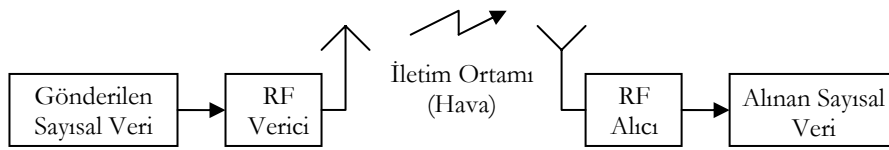


Şekil 4.2: Ölçüm Birimi Blok Şeması

4.1.1. Kablosuz veri iletimi

Günümüzde birçok alanda kablolu veri iletiminin yerini kablosuz veri iletimi almaktadır. Bilgisayar ağlarından, ev elektroniğine kadar birçok alanda kablosuz veri iletiminin kullanımı artmıştır. Kablosuz veri iletiminin kullanımındaki artışın en büyük nedeni, sisteme ya da kullanıcıya sağladığı büyük esnekliktir. Örneğin; bir odanın kapısını oturduğunuz yerden bir kumanda ile açabilmek, işyerinin herhangi bir yerinden bir dizüstü bilgisayar ile kabloya gerek duymadan bilgisayar ağına ya da internete bağlı kalabilmek, kablosuz veri iletiminin sağladığı esnekliğe verilebilecek güzel örneklerdendir. Kablosuz veri iletiminin sağladığı başka bir önemli özellik ise, erişimin zor ve maliyetli olduğu uzak ortamlarda çalışan sistemlerin merkezi birimlerle veri iletiminin kablosuz veri iletimi ile kolay ve düşük maliyetle sağlanabilmesidir [17].

Sayısal verinin bir noktadan farklı bir noktaya kablosuz biçimde iletimi için kullanılacak sistemin temel gösterimi Şekil 4.3'te gösterilmiştir.. Bu şekilden de görüleceği üzere, kablosuz veri iletiminin yapılabilmesi için RF alıcı/verici devreleri gerekmektedir. Verici kısımda, gönderilecek sayısal veri modüle edilerek RF işaretine dönüştürülmekte ve iletim ortamına aktarılmaktadır. Alıcı kısımda ise, alınan RF işareti demodüle edilerek sayısal veri elde edilmektedir.

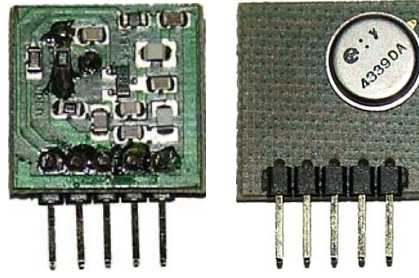


Şekil 4.3: İki Nokta Arasında RF Veri İletimi

RF alıcı/verici devreleri istenildiğinde sistemi tasarlayan tarafından yapılabileceği gibi, piyasada hazır olarak da bulunmakta ve bu devreler RF alıcı/verici birimi adıyla satılmaktadır. Bu uygulamada, kullanım kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle Udea firması tarafından üretilen ve satılan RF alıcı/verici birimi kullanılmıştır.

4.1.2. RF verici birimi

Uygulamada verici birim olarak Udea firması tarafından üretilen ve 433MHz frekansında ASK (Amplitude Shift Keying-Genlik Kaydırmalı Anahtarlama) modülasyonu yapan ATX-34 RF verici kullanılmıştır. Bu RF vericinin dış görünümü Şekil 4.4’te verilmiştir.

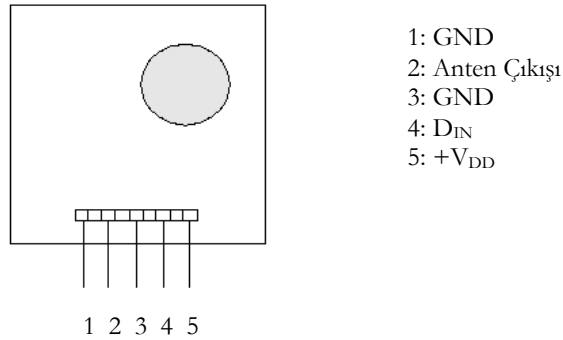


Şekil 4.4: ATX-34 RF Verici Biriminin Dış Görünümü

Bu verici biriminin temel özellikleri aşağıda verilmektedir.

- Çalışma frekansı: 433.920MHz
- Çıkış Gücü: 5V→10dBm; 12V→17dBm
- Çalışma gerilimi: 5V-12V
- Akım Sarfıyatı: 5V→6,5mA; 12V→17mA
- 2400 bps’ye kadar veri iletim hızı
- ASK Modülasyonu
- Frekans Toleransı: $\pm 200\text{kHz}$

Şekil 4.5’de RF ATX -34 RF verici biriminin bacak bağlantıları gösterilmiştir.



Şekil 4.5: ATX-34 Verici Biriminin Bacak Bağlantıları

Bu vericinin Din (Dijital in-sayısal giriş) ucuna girilen sayısal veri, 433MHz frekansında ASK modülasyonu yapılarak radyo işaretine dönüştürülür. Bu verici birimi ile gönderilebilecek verinin hızı en fazla 2400bps (saniyede 2400 bit) olmalıdır. Verici biriminin çalışma gerilimi 5V-12V arasındadır. Burada bilinmesi gereken önemli bir nokta, besleme gerilimi arttıkça vericinin çıkış gücünün de arttığıdır. Böylece daha uzak mesafelere veri iletimi sağlanabilmektedir. Verici 433MHz frekansında iletim yaptığından 17cm'lik anten kullanılmalıdır [18].

4.1.3. DS18B20 sayısal sıcaklık algılayıcısı

NTC, PTC, LM35 gibi analog sıcaklık algılayıcılarının sayısal sistemler ile kullanılabilmesi için Analog/Sayısal Dönüştürücü kullanılması gerekmektedir. Bunun yanında, uzak noktalardan yapılan sıcaklık ölçümlerinde sıcaklık verisinin etkin biçimde merkezi birimlere iletimi gerekmektedir. Bu amaçla analog sensör çıkışındaki veri doğrudan kiplenerek yollanabileceği gibi sayısala dönüştürüldükten sonra seri haberleşme ile de iletim yapılabilir. Bu yollarla iletimin yapılabilmesi için harici donanımlar gerekme ve maliyet artmaktadır. Aynı zamanda tasarımcı tarafından bir haberleşme protokolünün de oluşturulması gerekmektedir.

Maxim/Dallas firmasının piyasada bulunan DS18B20 sıcaklık algılayıcısı yukarıda saydığımız etkenler göz önünde bulundurularak üretilmiş olup tek kablo üzerinden “1-Wire®” haberleşme protokolünü kullanarak sayısal iletim yapmaktadır. Bu algılayıcı devre, en fazla 0,5°C'lik hata ile -55°C ile +125°C arası ölçüm yapabilmektedir. TO-92 kılıfındaki DS18B20'nin görünümü Şekil-4.6'da verilmektedir.

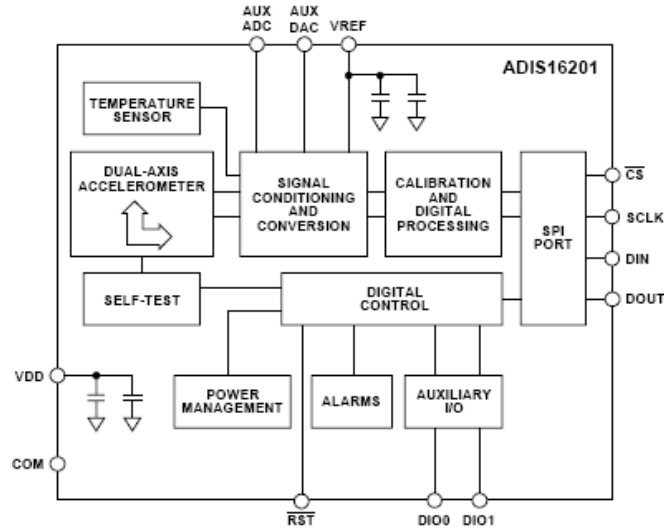


Şekil 4.6: DS18B20 Alıcı Biriminin Önden Görünüşü

1-Wire® haberleşme protokolü ile sıcaklık bilgisi sayısal bir işlemcinin sadece bir giriş/çıkış ucu kullanılarak okunabilmektedir. Her bir DS18B20 için tanımlanmış 64-bitlik bir seri numarası mevcuttur. Bu seri numarası sayesinde tek bir tel üzerinden birden fazla DS18B20'den sıcaklık bilgisi okunabilmektedir. Ayrıca parazit besleme özelliği ile (parasite power) harici besleme kaynağına gerek kalmadan sıcaklık bilgisi okunabilmektedir. Analog/Sayısal dönüştürme çözünürlüğü 9bit-12bit arasında seçilebilir. Böylelikle çok hassas ölçüm yapabilir [19].

4.1.4. ADIS16201 iki boyutlu ivme algılayıcısı

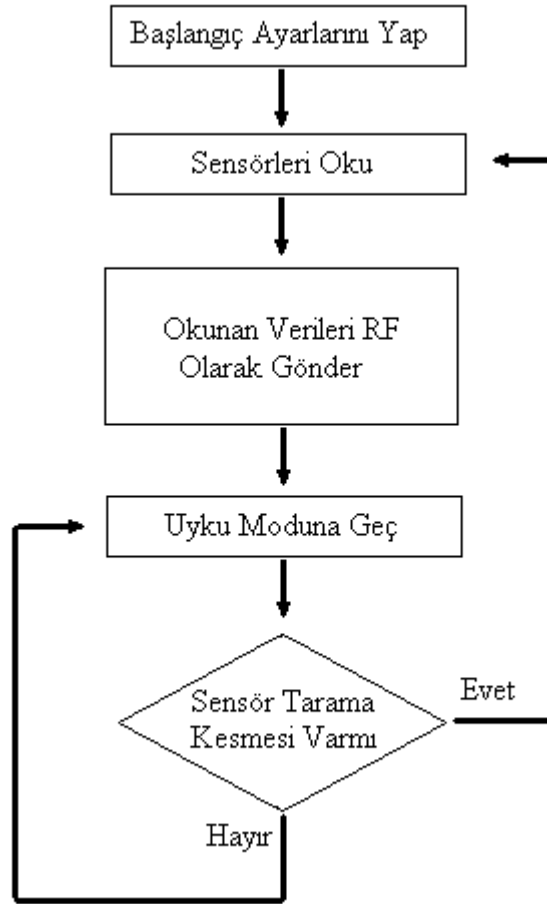
ADIS16201, Analog Device İsensor teknolojisi ile üretilmiş, içinde iki eksenli ivme algılayıcı ve eğim algılayıcı bulunmaktadır. Sensör içerisinde ölçülen ivme ve eğim bilgisi SPI ara yüzü ile kolayca okunabilmektedir. SPI ara yüzü ile ivme ve eğim dışında, sıcaklık, besleme gerilimi ve harici analog girişlere ait bilgiler okunabilmektedir.



Şekil 4.7: ADIS16201 Blok Yapısı [20]

Şekil 4.7’de ADIS16201’in işlevsel blok yapısı verilmiştir. İçerisinde bulunan nano teknoloji ürünü ivme sensörlerinin ürettiği analog sinyaller, dahili olarak bulunan ADC ile örneklenir. İvme ile birlikte okunan sıcaklık bilgisi, eğim bilgisi ve analog giriş verileri ilgili saklayıcılara kayıt edilir ve SPI ara yüzü ile başka bir dönüşüm işlemi yapılmadan okunabilmektedir.

Geliştirilen ölçüm birimin çalışma algoritması şekil 4.8’de verilmiştir.



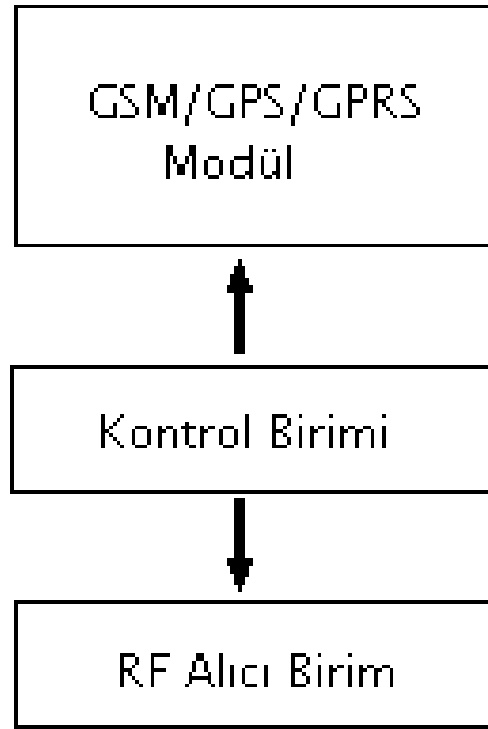
Şekil 4.8: Ölçüm Birimi Çalışma Algoritması

Sistemde ilk açılışta sensörlerin başlangıç ayarları yapılmaktadır. Tüm sensörler taranmakta ve okunan veriler kablosuz olarak iletilmektedir. Kablosuz iletişimde hatasız veri iletimi için CRC (cyclic redundancy check- çevrimsel artıklık denetimi) kullanılmıştır CRC kullanımı hata düzeltme amacı ile değil sadece veri doğruluğunu onaylamak için kullanılmıştır. CRC polinomu olarak $x^8 + x^5 + x^4 + 1$ kullanılmıştır. Veri iletiminden sonra gönderici taraf gönderdiği veri baytlarına ek olarak CRC baytını eklemektedir. Alıcıda veri baytlarına göre CRC tekrardan hesaplanmakta ve alınan CRC baytı ile eşleştirilerek hata kontrolü yapılmaktadır. Sensörlerin taranması ve iletimin gerçekleştirilmesinden sonra pille çalıştırılması düşünülen sistemde güç tasarrufu için kontrol birimindeki mikrodenetleyici uyku moduna alınmaktadır. Mikrodenetleyici de bulunan zaman kesmesi ile belirli bir periyotta sensör tarama ve RF gönderme gerçekleştirilmektedir.

4.2. Hasta Takip Birimi

Ölçüm birimindeki veriler kablosuz olarak hasta takip birimi tarafından alınmakta ve kaydedilmektedir. Hasta bilgilerine ek olarak hasta takip biriminde bulunan GPS ile hastanın konumu da kayıt edilmektedir. Olası acil durumlarda hasta bilgileri ve konumu hasta takip biriminden SMS ve GPRS servisleri üzerinden gerekli alıcılara aktarılmaktadır.

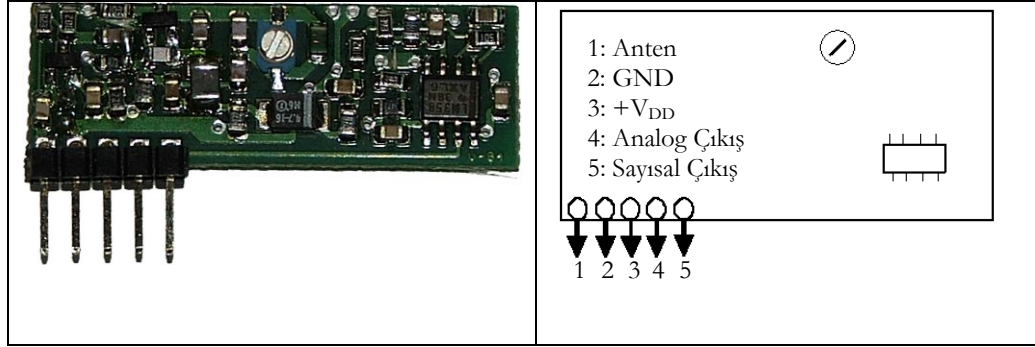
Ölçüm biriminden veriler ARX-434 RF alıcı kit ile alınmaktadır. GPS konum bilgisi GPRS ve SMS hizmetlerine ise hazır GSM, GPRS modülü olan Telit GM-862 GPS modülü kullanılmaktadır. Tüm sistemin kontrolünde 18F2620 PIC mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Şekil 4,9'da hasta takip biriminin genel yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4.9: Hasta Takip Birimi Blok Şeması

4.2. RF Alıcı Birimi

Bu uygulamada alıcı birim olarak, Udea firması tarafından üretilen ve 433MHz frekansında ASK demodülasyonu yapan ARX-34 RF alıcı birimi kullanılmıştır. Bu RF alıcı biriminin dış görünümü ve bacak bağlantıları Şekil 4.10’da görülmektedir.



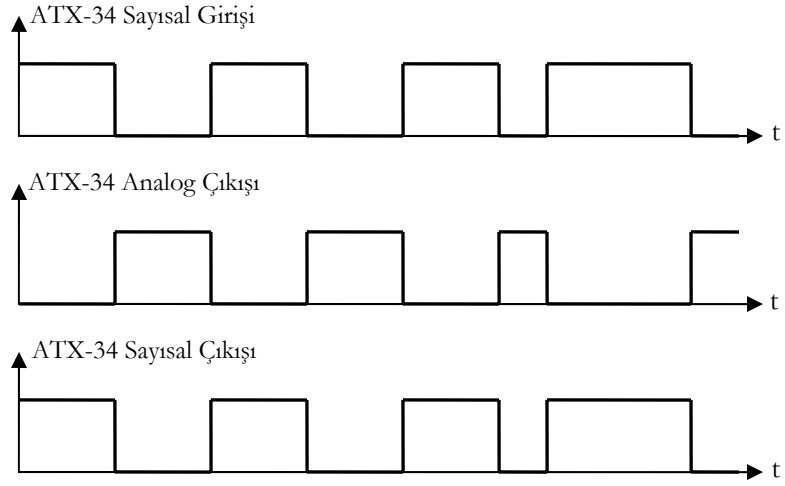
Şekil 4.10: ARX-34 RF alıcı Biriminin Dış Görünümü Ve Bacak Bağlantıları

Aşağıda, bu alıcı birimine ilişkin temel özellikler verilmektedir.

- Çalışma frekansı 433MHz-434MHz
- Çalışma gerilimi 5V
- Akım sarfıyatı 5mA
- ASK Demodülasyonu
- Yüksek frekans kararlılığı

Anten girişine gelen 433MHz frekansındaki ASK modülasyonlu veri, ARX-34 tarafından demodüle edilerek analog veya sayısal çıkışlardan demodüle edilmiş veri üretilmektedir. Alıcının çalışma gerilimi sabit 5V olmalıdır ve anten ucuna yaklaşık 17cm’lik bir anten ya da basit bir şekilde 17cm’lik bir kablo bağlanmalıdır.

Bu birimde çıkışın analog kısımdan alınması durumunda dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, Şekil 4.11’de de görüldüğü gibi elde edilecek verinin terslenmiş olmasıdır. Bu nedenle, analog çıkış kullanıldığında elde edilen verilerin terslenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.11: Gönderilen Sayısal Veri Ve Alıcının Analog Ve Sayısal Çıkışları

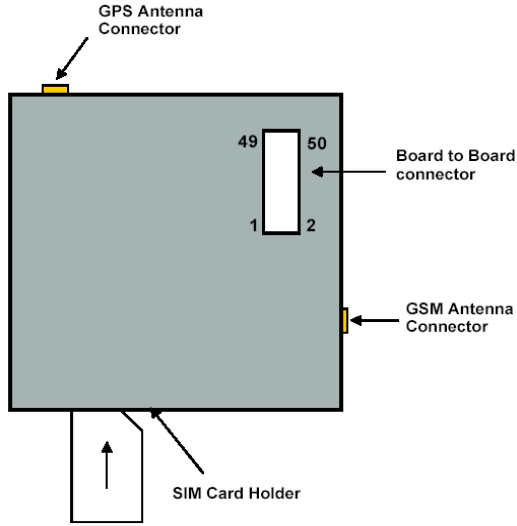
4.3. Telit GM862-GPS Modem

Geliştirilen sistemde GPS ve GSM/ GPRS hizmetlerine erişim telit firmasının üretmiş olduğu GM862-GPS modülü ile sağlanmıştır. GM862, GPS ve GSM/GPRS hizmetlerinin tamamını üzerinde barındıran düşük maliyetli, küçük boyutlara sahip entegre bir sistemdir. Şekil 4.12’de kullanılan modülün görünümü verilmiştir.



Şekil 4.12: GM862-GPS Görünümü [21]

Telit GM862-GPS Modem Şekil 4.13'ten de görüldüğü gibi 4 kısımdan oluşur. Bu kısımlar:



- **GPS antenna connector:** GPS anten konektörü
- **Board To Board Interface connector:** Bord'dan bord'a arabirim konektörü
- **GPS antenna connector:** GPS anten konektörü
- **SIM Card Reader:** Sim Kart Okuyucusu

Şekil 4.13: GM862-862 Bağlantıları

 r n  zellikleri

Boyutları: 44 x 44 x 6,7 mm

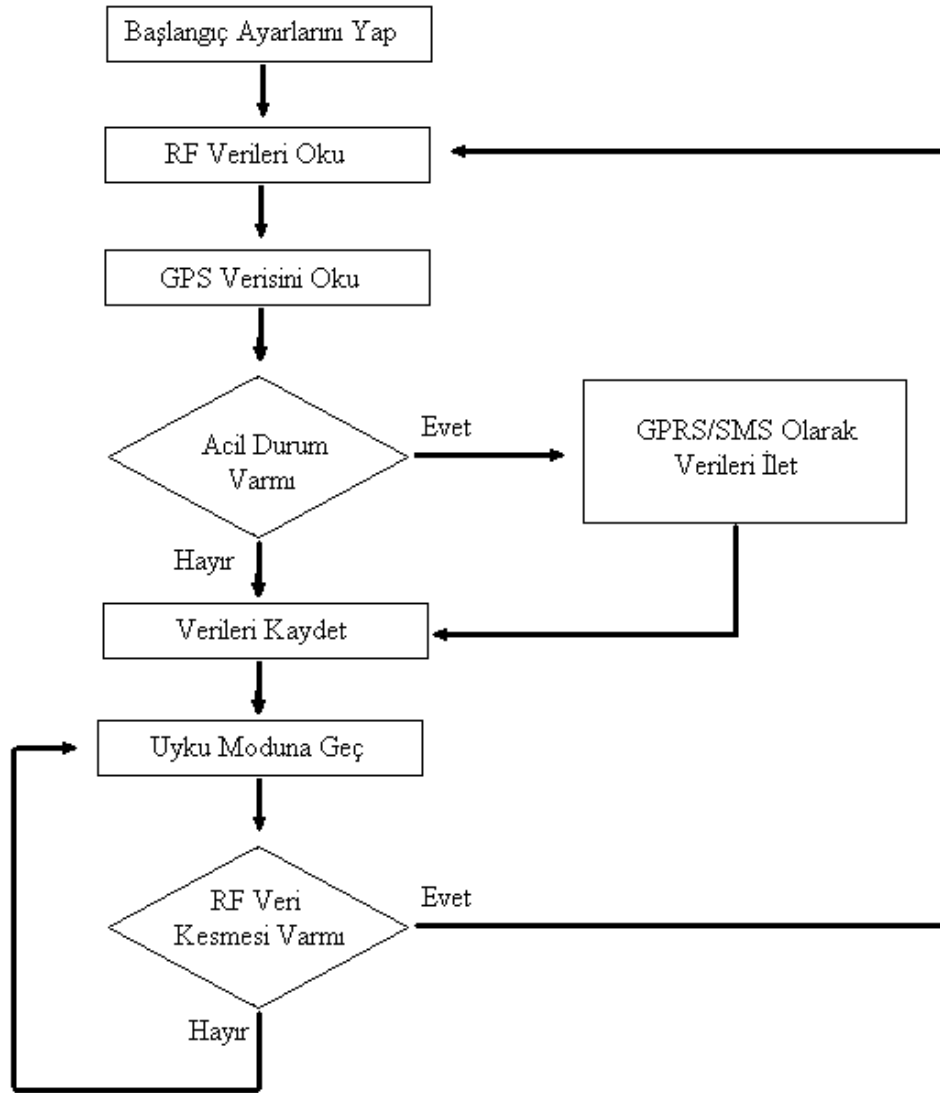
Ağırlığı: 23 gr.

➤ SİRF Powered:

SİRF Teknolojisi, kablosuzdan daha geliŐmiŐ yer bulma teknolojidir. SİRF Teknolojisine GPS (Global Positioning System.- Küresel Yer Belirleme Sistemi) denir. Bu sistem Denizde, havada ve karada birçok yerde yön bulma kolaylığı sağlar. Bunu yaparken de Enlem ve Boylam Bilgisini kullanır.

- 20 Kanal Yüksek Duyarlılıklı GPS Alıcısı
- GSM Dörtlü Bant
- Pinden Pine Geriye doğru uyumluluk
- RoHS Uyumlu
- Bord üzerinde SIM girişi
- Gömülü TCP/IP Yığımı
- GPRS Sınıf 10
- PYTHON yorumlayıcısı
- Gömülü FTP ve SMTP(Simple Mail Transfer Protocol-Sadece Mail Transferi için kullanılan Protokol) istemcisi
- Genişletilmiş Sıcaklık Aralığı
- Genişletilmiş RF(Radio Frequency) duyarlılığı

Tasarlanan sistemdeki genel hasta takip modülünün algoritması şekil 4.14’te verilmiştir.



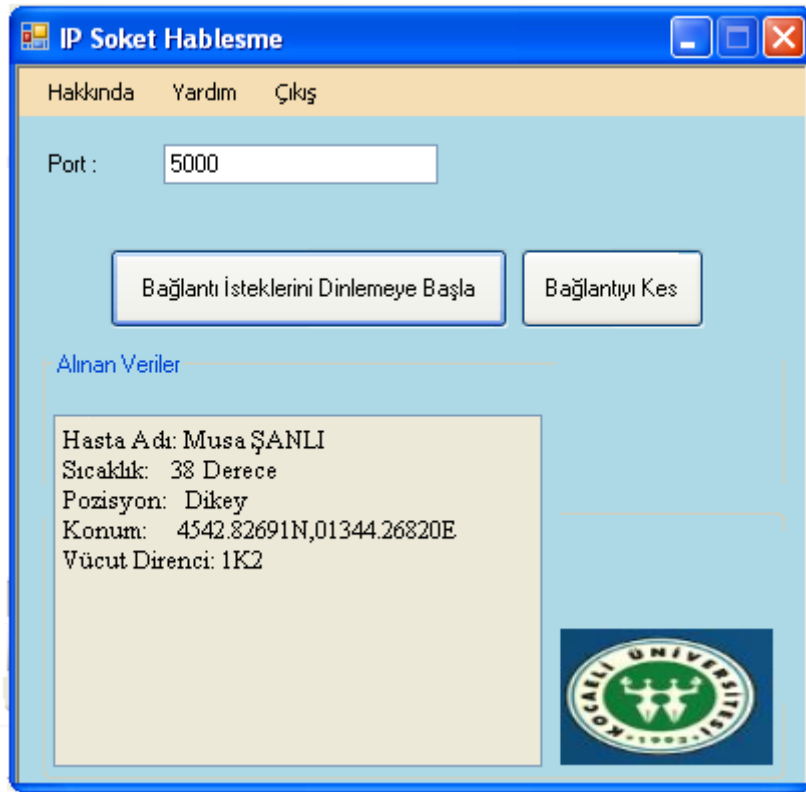
Şekil 4.14: Hasta Takip Modülü Çalışma Algoritması

Hasta takip sisteminde ilk açılışta çevresel birimlerin ilk koşullamaları yapılmaktadır. Daha sonra ölçüm biriminden veriler RF olarak okunmaktadır. Hasta bilgileri alındıktan sonra GPS bilgisi okunmakta ve alınan hasta bilgileri yorumlanmaktadır. Eğer hasta bilgilerinde iletilmesi gereken acil bir durum oluşmuş ise bilgiler acil olarak kullanılmak üzere hem SMS hem de GPRS üzerinden gerekli kişilere aktarılmaktadır. Veriler gönderildikten sonra alınan veriler daha sonra tanı ve tedavide kullanılmak üzere hasta takip biriminde kayıt edilmektedir. Sistem güç tasarrufu sağlamak amacıyla uyku modunda çalıştırılmaktadır. Ölçüm biriminden

belirli periyotlarla alınan veriler ile sistem uyanmakta gerekli işlemler yapıldıktan sonra tekrar uyku moduna geçmektedir.

4.4. Hasta Bilgi Görüntüleme Sistemi

Hasta üzerinden alınan anlık yaşamsal bilgiler genel hasta takip birimi tarafından GPRS kullanılarak iletilmektedir. GPRS üzerinden veri iletimi TCP/IP soket haberleşmesi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gönderilen verilerin alınması ve görüntülenmesi amacıyla TCP/IP 5000 numaralı soketi dinleyen ve buradan gelen verileri ekranda gösteren bir program hazırlanmıştır. Şekil 4.15'te hasta bilgilerini internet ortamından alan programın görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.15: GPRS Üzerinden Alınan Hasta Verileri

Şekil 4.13'de görüldüğü üzere hastanın vücut ısısı normal seviyenin üstünde (38°C) ölçülmüş ve acil olarak GPRS ve SMS servisleri üzerinden aktarılmıştır. Burada sıcaklık bilgisinin yanı sıra hastanın GPS ten alınan son konumu hastanın ayakta olduğu bilgisi ve vücut direnci de ayrıca gönderilmiştir. Sistemde hekimlerle yapılacak ortak çalışma ile beraber verilerin yorumlanması konusunda destek alınması gerekmektedir.

5. SONUÇ

Bu projede küresel konum belirleme, kablosuz haberleşme ve teletıp uygulamalarına değinilmiş hem hastalara esnek bir yaşam sunacak hem de tanı ve tedavi amacıyla kullanılmak üzere bilgileri kaydeden ve acil durumlarda hızlı müdahaleye olanak sağlayacak bir sistem tasarımı yapılmıştır.

Teletıp alanında özellikle Avrupa ve Amerika’da birçok çalışma yapılmaktadır. Ülkemizde ne yazık ki gerek tıp elektroniği gerekse yeni gelişmekte olan teletıp uygulamaları için yeterince çalışma yapılmamaktadır. Yapılan bu çalışmayla teletıp alanında kullanılabilecek bir yapı tasarlanmıştır. Sistemde GPS bilgisinin acil olarak aktarılabilmesi ile hastalara hareket esnekliği sağlayacak bir nokta oluşturulmuştur.

Teletıp uygulamalarında genellikle uzaktan hekim aracılığı ile tanı ve teşhis üzerine yoğunlaşmaktadır. Tasarlanan sistemde sadece anlık olarak hastanın muayenesinin aksine hasta üzerindeki taşınabilir sistem sürekli hasta üzerinde bulunmaktadır. Böylece hasta üzerindeki veriler sürekli kayıt edilmekte ve gerekli durumlarda gerekli kişiler çeşitli servisler aracılığı ile bilgilendirilmektedir.

Günümüz teknolojisinde gün geçtikçe artan uygulama alanları bulan GPS GPRS gibi teknolojilerin teletıp alanında kullanılmasına yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiş ve teletıp alanında sadece muayenenin aksine hastaya özgürlük sağlayacak bir sistem yapısı tasarlanarak farklı bir bakış açısı oluşturulmuştur.

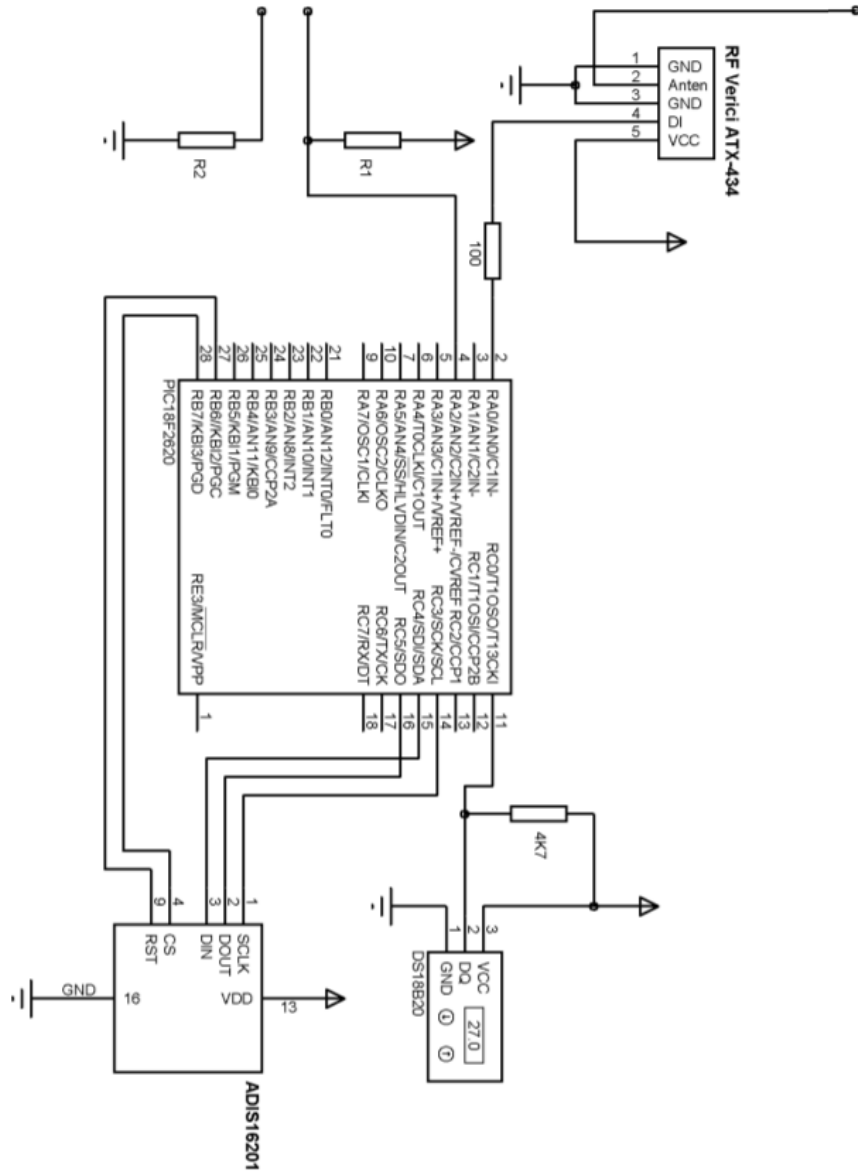
KAYNAKLAR

1. Burcu. D., “Gps Ve Gprs Tabanlı Geniş Alan Ağı Uygulaması” ,Yüksek Lisans Tezi **Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara ,(2007).
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gprs> [online] **(Ziyaret Tarihi: 9 Şubat 2009)**.
3. <http://www.teletip.com.tr> [online] **(Ziyaret Tarihi: 14 Temmuz 2008)**.
4. Kahveci, M., Yıldız, F., “GPS Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama”, **Nobel**, Ankara,1-2 (2005).
5. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gps> [online] **(Ziyaret Tarihi: 18 Nisan 2009)**.
6. Cemal S. “Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) Ve Coğrafya Araştırmalarında Kullanımı” **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 101-112 (2005).
7. <http://www.cameraphonesplaza.com/category/apple> [online] **(Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2009)**.
8. http://www.kowoma.de/en/gps/control_segment.htm [online] **(Ziyaret Tarihi: 14 Nisan 2009)**.
9. Taşpınar, N., Koçak, Y., Sabah, M.A., “Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), Yapısı, Protokolleri ve Kaynak Yönetimi”, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 17 (1-2): 22-42 (2002).
10. Chen, C., Chen, W., Lin, H., “Communications”, **2005 IEEE International Conference**, 918-923 (2005).
11. ETSI GSM 03.60 ”Digital cellular telecommunications system (Phase2+), General Packet Radio Service (GPRS); Service Description” [online] [www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_01/Docs/XX_docs%20\(informati on\)/XX05-060.doc](http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_01/Docs/XX_docs%20(informati%20on)/XX05-060.doc), (2002), **(Ziyaret Tarihi: 12 Haziran 2008)**.
12. Leick, A., “GPS Satellite Surveying”,**Wiley**, USA, 72 (2004).
13. Lin, C.E., LI, C.C., Wu, C.C., Liu, H.S., Tseng, M.Y., “A Real Time GPRS Surveillance System using the Embedded System”, **IEEE**, 1228-1234 (2003).
14. ETSI GSM 09.60 ”Digital cellular telecommunications system (Phase2+); General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp Interface” [online] http://www.3gpp.org/ftp/tsg_cn/WG4_protocollars/tsgN4_02_Rotenburg/Docs/n000322.pdf, (2002), **(Ziyaret Tarihi: 13 Haziran 2008)**.

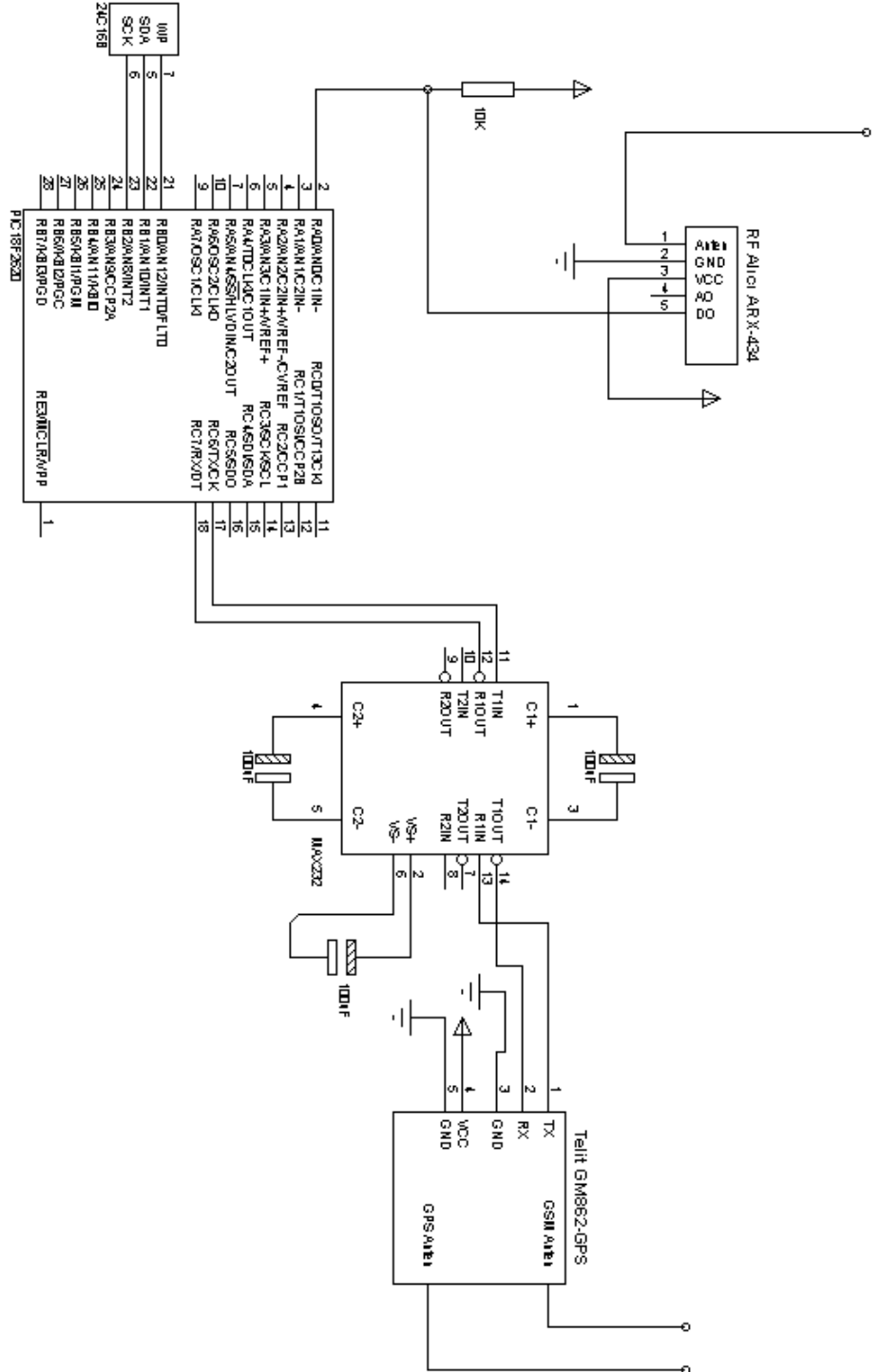
15. Ferrer, C., Oliver, M., "Overview and Capacity of the GPRS, Applied Math&Telematics", **IEEE**, 9:106-110 (1998).
- 16 . Elena, M.,Quero, J.M., Toral, S.L., Tarrida, C.L., Segovia, J.A., Franquelo, L.G., "CardiSmart: Intelligent Cardiology Monitoring System Using GPS/GPRS Networks", **IEEE**, 3419-3424 (2002).
17. Şanlı, M.; Urhan, O.; ve Zengin, F.; "RF ile Çok Noktadan Kablosuz Sıcaklık Ölçümü", **Otomasyon Dergisi**, 2005, 100–102, (2005).
18. Şanlı, M.; Urhan, O.; Güllü, M.K.; ve Zengin, F.;"C Dili ile PIC Projeleri" **Birsen Yayınevi**, 60 - 100, (2007).
19. Şanlı, M.; Urhan, O.; ve Zengin, F.; "GSM Ağı üzerinden SMS ile Sıcaklık Ölçümü", **Otomasyon Dergisi**, 2005,108-110, (2005).
20. <http://www.analog.com/en/other-products/multichip/adis16021/products/product.html> [online] (**Ziyaret Tarihi: 13 Temmuz 2009**).
21. http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id=7917 [online] (**Ziyaret Tarihi: 10 Temmuz 2009**).

EKLER

EK A. Ölçüm Birimi Devre Şeması



EK B. Hasta Takip Birimi Devre Şeması



ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlköğretimini namlı ilköğretim okulunda tamamladı. Almanya'da Orta öğretime başladı 2001 yılında İstanbul Hasköy lisesinden mezun oldu. 2005 yılında Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden Elektronik ve Haberleşme Mühendisi olarak mezun oldu. 2006 yılından beri Baransay Akaryakıt pompaları Ltd. şirketinde Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmamaktadır.