

**PDA TABANLI GERÇEK ZAMANLI
EKG GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tayfun Burak AKTÜRK

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN**

BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2009

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PDA TABANLI GERÇEK ZAMANLI
EKG GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ

Tayfun Burak AKTÜRK

DANIŞMAN
Yrd. Doç Dr. Uğur FİDAN

BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

HAZİRAN-2009

ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN danışmanlığında,
Tayfun Burak AKTÜRK tarafından hazırlanan
PDA Tabanlı Gerçek Zamanlı EKG Görüntüleme Sistemi
başlıklı bu çalışma, lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri
uyarınca
10/06/2009
tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Bilgisayar Anabilim Dalında
Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı, SOYADI	İmza
Başkan	Yrd. Doç. Dr. Yüksel OĞUZ	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Uçman ERGÜN	

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetin Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zehra BOZKURT
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PDA TABANLI GERÇEK ZAMANLI EKG GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ

Tayfun Burak AKTÜRK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

Teletıp, “elektronik bilgi ve haberleşme teknolojilerinin” sağlık hizmeti sağlamak ve destek sistemi olarak kullanılmasıdır. Acil yardım hizmetleri, gerekli müdahalenin zamanında ve uygun bir şekilde yapılması durumunda, servise ihtiyaç duyan kişinin hayatını kurtaracak bir etkiye sahip olduğu için çok büyük öneme sahiptir. Kalp krizi hem dünyada hem de ülkemizde en önemli sağlık problemlerinden biridir. Kalp krizinin üzerinden geçen her dakika, kalp adalesindeki hasarı arttırmakta, ne kadar erken müdahale edilirse adale o kadar az zarar görmektedir. Önemli miktarda kalp adalesinin zarar görmesi de geriye dönülmez bir tablo oluşturmaktadır. Bu nedenle kalp krizi durumunda hastaya erken müdahale edebilmek için, erken teşhis büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, kalp krizi geçiren bir hasta ambulansa alındıktan sonra 12 derivasyonlu EKG cihazından alınan EKG işaretlerini, 230.4 Kbps hızında uzman doktorun PDA’sına aktaran 112 Acil Servis EKG İletim Programı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan yazılım ile GPRS Modem, EDGE üzerinden internete bağlanarak PC ekranındaki EKG bilgilerini sorumlu kişilere MMS mesajı ile 90 sn de ulaştırmıştır. Bu sistem sayesinde uzman doktora ulaşmak kolaylaşmıştır. Ambulans nerede olursa olsun, GSM şebekesi mevcut olduğu sürece, sistemin EKG verilerini iletmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Özellikle ulaşımın zor olduğu köy sağlık ocaklarında bu sistem kurulduğu takdirde, doğru teşhis ve müdahale için zaman kaybedilmeyecektir. Hastanelerde gece nöbetçi kalp hastalıkları doktoru bulunmaması

durumunda, tasarlanan sistem sayesinde hastanın EKG grafiği kolaylıkla icapçı doktora iletilebilecektir. Bu sistem PC üzerinde çalışan diğer programlardan ve donanımdan bağımsız olduğundan dolayı her sisteme kolaylıkla entegre olabildiği için teletıbbın diğer alanlarında da kullanılabilir.

2009, 65 sayfa

Anahtar Kelimeler: 12 Derivasyon, EKG, Acil Servis, GPRS, EDGE

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

PDA BASED REAL-TIME TELEMONITORING SYSTEM

Tayfun Burak AKTÜRK

Afyon Kocatepe Universty

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Uğur FİDAN

Telemedicine means using “electronical information and telecommunication technologies” to provide health service and supporting service. Emergency services are very important because they survive the life of needed person if the emergency applications are done on time and properly. .Hearth attack is one of the most important health problems both in the world and in our country. Every minute after a heart attack increases the damage in the heart muscle, the earlier it is treated, the less it is destroyed. Considerable amount of damage in the heart muscle causes incurable cases. Therefore early prognosis is vital to treat the heart attack as early as possible.

In this study, 112 Emergency EKG telemonitoring program which sends EKG signals taken from 12 derivation EKG device after a patient who was hearth-attack was taken to the ambulance at the speed of 230.4 Kbps to the specialist doctor’s PDA is designed and produced. It is seen that EKG info’s on the PC monitor arrive to the responsible people via GPRS Modem, EDGE through internet in 90 seconds by the prepared software. By this system it becomes easier to reach the specialist doctor. As long as there is GSM network signal, it is observed to send EKG no matter where the ambulance is. Especially, if this system is established in remote village dispansaries, there will be no waste of time for acuure diagnosis and teatment. When there is not a cardiologist on duty in hospital at night, by means of this designed system the patient’s EKG is easily sent to the required doctor. This system is free from other systems and

hardwares working with PC and it can be integrated to every system easily, and also used other areas of telemedicine.

2009, 65 pages

Keywords: 12 Derivation, ECG, Emergency Services, GPRS, EDGE

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN' a ve manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Tayfun Burak AKTÜRK
AFYONKARAHİSAR, Haziran 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Sağlık Bilişimi	4
2.1.1 Teletıp	5
2.1.1.1 Teletıp Sistemlerinin Gelişim Aşamaları	8
2.1.2 Uzaktan Sağlık İzleme	11
2.2 Kalbin Anatomik Yapısı ve Dolaşım Sistemleri	13
2.2.1 Kalbin Elektriksel Yapısı ve EKG işaretleri	14
2.2.2 Elektrokardiyogramın Gelişimi ve Ölçüm Yöntemleri	18
2.2.3 Elektrot Yerleşimleri	22
2.2.4 EKG Kaydederken Dikkat Edilecek Hususlar	25
2.2.4.1 EKG'nin Kullanım Alanları	25
2.2.4.2 Elektrokardiyografinin Değerlendirilmesi	26
2.3 Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri (GPRS:General Packet Radio Service)	28
2.3.1 GPRS Sistem Mimarisi	29
2.3.2 GPRS Sistem Özellikleri	34
2.3.2.1 Veri iletişim karakteristiği	35
2.3.2.2 GPRS Sınıfları ve Hizmet Kalitesi	38
2.3.2.3 GPRS Kullanıcı Özellikleri	40
2.3.2.4 GPRS Şebeke Özellikleri ve Sınırlamaları	41

2.4 GSM Gelişmesi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (EDGE)	43
Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri (GPRS)	
Üçüncü Nesil Kablosuz Telefon Teknolojileri (3G)	
3. MATERYAL VE METOD	44
3.1 MMS Ayarları	46
3.2 EKG Grafiğinin Alınması	47
3.3 Doktor Kayıt Rehberi	49
3.4 MMS Gönderimi	50
3.5 SMS ve E-mail Gönderimi	51
4. BULGULAR	52
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	57
6. KAYNAKLAR	59
7. ÖZGEÇMİŞ	xv

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

APN	Erişim Noktası Adı (Access Point Name)
BSC	Baz İstasyonu Yöneticisi (Base Station Controller)
BSS	Baz İstasyonu Sistemi (Base Station System)
BTS	Baz Alıcı-Verici Sistemi (Base Transceiver System)
CFNRC	Erişilemeyen Gezgin Aboneye Çağrı İletme (Call Forwarding on mobile subscriber Not Reachable)
CFU	Koşulsuz Çağrı İletme (Call Forwarding Unconditional)
CLNS	Bağlantısız Ağ Servisi (Connectionless Network Service)
CONS	Bağlantılı Ağ Servisi (Connection Network Service)
EDGE	GSM Gelişmesi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)
EIR	Cihaz Kimlik Kaydı (Equipment Identity Register)
EKG	Elektrokardiyografi
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standard Institute)
GGSN	GPRS Ağ Düğümeleri Sınıfı Kapısı (Gateway GPRS Support Node)
GPRS	Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri (General Packet Radio Service)
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)
GSN	Ağ Düğümeleri Sınıfı (GPRS Support Node)
GTP	GPRS Yönlendirme Protokolü (GPRS Tunneling Protocol)
HLR	Sabit Abone Kütüğü (Home Location Register)
HSCSD	Yüksek Hızda Devre Anahtarlama Veri (High Speed Circuit Switched Data)
IMSI	Uluslararası Mobil Abone Kimlik Numarası (International Mobile Subscriber Identity)
IP	İnternet Protokol Adresi (Internet Protocol Address)
ISP	İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Service Provider)
LAN	Yerel Alan Ağı (Local Area Network)

MMS	Çoklu Ortam Mesajlaşma Servisi (Multimedia Messaging Service)
MRI	Manyetik Rezonans Görüntüleme (Magnetic Resonance Imaging)
MS	Mobil İstasyon – Cep Telefonu (Mobile Station)
MSC	Mobil Aktarma Merkezi (Mobile Switching Center)
MSC-LA	Mobil Aktarma Merkezi Yerleşim Alanı (Mobile Switching Center Location Area)
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
PC	Kişisel Bilgisayar (Personel Computer)
PDA	Kişisel Sayısal Asistan (Personal Digital Assistant)
PDP	Paket Veri Protokolü (Packet Data Protocol)
PDN	Paket Veri Ağı (Packet Data Network)
PSTN	Genel Anahtarlama Telefon Hattı (Public Switched Telephone Network)
PTM	Noktadan Çok Noktaya (Point to Multipoint)
PTP	Noktadan Noktaya (Point to Point)
QoS	Mobil Paket Veri Uygulamalarının Hizmet Kalitesi (Quality of Service)
SGSN	GPRS Destek Düzümü Sunucusu (Serving GPRS Support Node)
SGSN-RA	GPRS Destek Düzümü Sunucusu Yönlendirme Alanı (Serving GPRS Support Node Routing Area)
SMS	Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)
TCP	İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol)
TDMA	Zaman Bölümlü Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access)
UDP	Kullanıcı Veri Protokolü (User Datagram Protocol)
UMTS	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System)
Wi-Fi	Kablosuz Ağ (Wireless Fidelity)
VLR	Ziyaretçi Yerleşim Kütüğü (Visitor Location Register)

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	Kalbin anatomik yapısı ve bölümleri	13
Şekil 2.2	Kalbin fiziksel hareketi sonucu oluşan elektriksel sinyaller	15
Şekil 2.3	Elektriksel işaretlerin oluşum süreleri	16
Şekil 2.4	Kalp kaslarının hareketi sonucu oluşan QRS sinyali	17
Şekil 2.5	Frontal düzlemde Eindhoven üçgeni	19
Şekil 2.6	Tek kutuplu bağlantıda elektrot yerleşimi	20
Şekil 2.7	12 derivasyonlu EKG elektrod yerleşimleri ve EKG çıktıları	24
Şekil 2.8	Hızın değerlendirilmesi	27
Şekil 2.9	Normal Ritim	28
Şekil 2.10	GPRS sistem mimarisi	30
Şekil 2.11	GPRS sisteminde yönlendirme	33
Şekil 2.12	Devre ve paket anahtarlama ile iletişimin karşılaştırılması	36
Şekil 3.1	EKG iletim sistemi blok diyagramı	44
Şekil 3.2	12 derivasyonlu EKG iletim programı ve akış diyagramı	45
Şekil 3.3	MMS gönderim penceresi	46
Şekil 3.4	12 Derivasyonlu USB bağlantılı Tapa EKG sistemi	47
Şekil 3.5	12 derivasyonlu EKG grafiğinin alınması	49
Şekil 3.6	Doktor kayıt rehberi penceresi	49
Şekil 3.7	MMS blok diyagramı	50
Şekil 3.8	MMS mesajı ayarları penceresi	50
Şekil 3.9	SMS blok diyagramı	51
Şekil 3.10	SMS gönderim penceresi	51
Şekil 4.1	112 Acil Servis EKG iletim sistemi	52
Şekil 4.2	12 derivasyonlu EKG grafiğinin iletimi	53
Şekil 4.3	PDA üzerindeki yakınlaştırılmış EKG görüntüsü	54
Şekil 4.4	MMS gönderim penceresi	55
Şekil 4.5	Günümüzde kalp krizi geçiren bir hastaya yapılan müdahale aşamaları	55
Şekil 4.6	Tasarımlanan sistem sayesinde hastaya müdahale süresini kısaltan aşamalar	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa No
Çizelge 2.1	Bazı periyotların ortalama süreleri	17
Çizelge 2.2	Elektrokardiyogram sinyali ve oluşum noktaları	17
Çizelge 2.3	PTP GPRS hizmetleri	37
Çizelge 2.4	PTM GPRS hizmetleri	38

1. GİRİŞ

Teletıp, “elektronik bilgi ve haberleşme teknolojilerinin” sağlık hizmeti sağlamak ve destek sistemi olarak kullanılmasıdır. Hastaneler bir kısım sağlık hizmetini bu yolla vermektedir. Ayrıca hava yolları şirketleri de uçuş sırasında yolcuların ve personelin olası sağlık sorunları için teletıp uygulamalarından yararlanmaktadır. Teletibbın başarıyla uygulandığı bir başka yer de hapishanelerdir. Tutukluların sağlık durumları teletıp yardımı ile sürekli olarak denetlenebilmektedir (Garshnek and Burkle 1999).

Türkiye’deki uzman doktorların büyük çoğunluğu çalışmak için İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük şehirleri tercih etmektedirler. 2008 yılında yapılan bir araştırmada yaklaşık 10 milyon nüfuslu İstanbul’da 11 bin 743 doktorun çalıştığı, 98 bin nüfuslu Bayburt ilinde 80 doktorun çalıştığı görülmüştür. Doktor dağılımındaki bu dengesizlik nedeniyle küçük illerdeki uzman doktorlar ilin tümüne cevap vermekte zorlanmaktadır.

Ülkemizde bir hastanede bulunan branş doktoru sayısı dörtten az olması durumunda, icap nöbeti sistemi uygulanmaktadır. Yani doktor hastanede bulunmamakta, her davette sağlık kurumuna gelmek zorunda bulunmaktadır. İcap nöbetçi hekim davetin kendisine en kolay ve çabuk ulaşmasını sağlayacak şekilde idareyi bilgilendirmekten (bulunduğu yer, saat, telefon vb.) ve gerekli tedbirleri almaktan sorumludur. Kalp krizi vakalarında icap nöbetçisi hekimin hastaneye gelme süresi zaman kaybına yol açmaktadır.

Acil yardım hizmetleri, gerekli müdahalenin zamanında ve uygun bir şekilde yapılması durumunda, servise ihtiyaç duyan kişinin hayatını kurtaracak bir etkiye sahip olduğu için sağlık hizmetleri içerisinde büyük bir öneme sahiptir. Bu hizmetin etkin bir şekilde planlanması ile acil sağlık hizmetine gereksinim duyan hastaların ölüm oranları azalmaktadır (Demirhan 2003). Kalp krizi hem dünyada hem de ülkemizde en başta gelen ölüm nedenlerinden biridir. Kalp krizine bağlı ölümleri önlemede, hastanın bilinçli olması kadar başvuru hastanenin ve acil servisin yeterliliği büyük önem taşımaktadır. Hastaya hemen ve etkili şekilde müdahalede, hastanenin acil servis ünitesinin yerleşim planının bile çok büyük önemi vardır. Kalp krizi geçiren bir hastaya

yapılacak pıhtı eritici ilaç, balon anjiyoplasti ve stent gibi girişimler hem hayat kurtarıcı nitelik taşımaktadır hem de hastanın krizden zarar görme oranını en aza indirmektedir. Ancak krizin üzerinden geçen her dakika, kalp adalesindeki hasarı arttırmakta, ne kadar erken müdahale edilirse adale o kadar az zarar görmektedir. Önemli miktarda kalp adalesinin zarar görmesi de geriye dönülmez bir tablo oluşturmaktadır. Kalbin kan pompalama kapasitesi düşmekte, ileride kalp yetmezliği tablosunun oluşmasına yol açmaktadır (İnt.Kyn.1). Bu nedenle kalp krizi durumunda hastaya erken müdahale edebilmek için, erken teşhis büyük önem taşımaktadır.

Bu konuda araştırmacılar 2006 yılında cep telefonu platformunda gerçek zamanlı Elektrokardiyogram (EKG) görüntüleme sistemi gerçekleştirmişlerdir. Bu sistemde paket anahtarlamalı radyo hizmetleri (GPRS: General Packet Radio Service) teknolojisini kullanarak gerçek zamanlı, hastaya bağlı EKG kayıt ünitesi (holter) tarafından tanımlanmış anormal kalp atışları kişisel bilgisayara (PC: Personal Computer) iletilmiştir (Wen *et al.* 2007). Başka bir çalışmada, 3-elektrotlu elektrokardiyogram (EKG) ve ısı algılayıcısı bulunan taşınabilir bir sistem ile kişi üzerinden alınan tıbbi veriler Bluetooth kablosuz iletişim teknolojisi ile kişisel sayısal asistan (PDA: Personal Digital Assistant)'a iletilmiştir (İnt.Kyn.2).

GSM operatörü tarafından geliştirilen Mobil EKG sistemi, kalp rahatsızlığı bulunan hastaların yanlarında taşıyabilecekleri küçük bir cihaz ile sürekli olarak yapılan EKG ölçümlerinin, Bluetooth aracılığı ile cep telefonuna aktarılmasını, ve sonrasında bu bilgilerin ana bir merkez üzerinde izlenerek analiz edilmesini ve saklanmasını sağlamaktadır (İnt.Kyn.3). Bunların dışında GSM/GPRS/ Multi Medya Mesajlaşma Servisi (MMS: Multimedia Messaging Service) ile EKG iletimi konusunda yapılmış bir çok tez ve makale çalışması bulunmaktadır (Aslantaş vd. 2008, Kurban 2006, Costin *et al.* 2006, Fang and Lai 2007).

Günümüzde, kalp krizi geçiren bir hastanın EKG grafiği ambulansa alındıktan hemen sonra çekilmektedir. Ambulansta, hatta hastanın götürüldüğü hastanede de uzman doktor bulunmadığı durumlarda ilk teşhis pratisyen hekimler tarafından konulmaktadır. Gerek görülürse uzman doktor hastaneye çağırılmaktadır. Uzman doktor da bazı

durumlarda hastayı daha donanımlı bir hastaneye yönlendirmektedir. Bu da zaman kaybına yol açmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, herhangi bir yerde kalp krizi geçiren bir hasta ambulansa alındıktan sonra 12 derivasyonlu EKG bilgilerini en kısa zamanda uzman doktorun PDA'sına aktarmaktır. Uzman doktorun teşhisi sayesinde ambulansın en kısa zamanda, yeterli donanıma sahip hastaneye yönlendirilmesi sağlanacaktır. Aynı zamanda uzman doktor hastanede değilse bile zaman kaybetmeden hastaneye ulaşabilecek, hastanede gerekli hazırlıklar yapılabilecektir. Bu sayede hastanın krizden zarar görme oranı en aza indirilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Sağlık Bilişimi

Bireylerin sağlıklarını geliştirmek ve tıbbi bakım hizmetlerini yerine getirmek için gerekli olan sağlık bilgisinin oluşturulması, paylaşımı ve kullanımını sağlayan, kavramlar, yöntemler, beceriler ve araçların oluşturduğu bilim ve mühendislik dalına tıp ya da tıp bilişimi denir. Tıp dışındaki sağlık çalışanlarının da (evlerde bakım, alternatif tedaviler gibi) sağlık bilgisinin kullanımındaki işlevlerinin öneminin artması sebebiyle tıp bilişimi kavramının kapsamı genişleyerek sağlık bilişimi kavramı olarak kullanılmaya başlamıştır.

Sağlık bilişimi şu alanları kapsamaktadır.

- Sağlık hizmetlerinin verilmesi ve yönetimi
- Klinik ve idari amaçlı veri toplama ve iletişimi
- Sağlık ve hastalık kayıtları
- Sağlık eğitimi ve geliştirilmesi
- Salgın hastalıkları inceleme ve gözlemleme
- Bireylerin sağlık durumlarının izlenmesi
- Klinik karar desteği
- Görüntü ve işaret analizi
- Tıbbi sistemlerin modellenmesi
- Teletıp

Sağlık bilişimi sağlıkla ilgili bilgilerin öğreticiler, öğrenciler tarafından oluşturulması, paylaşımı ve kullanımı açısından önemlidir. Bu bilgilerin kullanımı hastalara daha kaliteli sağlık hizmeti alımı olarak yansımaktadır(İnt.Kyn.4). Sağlık bilişimi sağlık sunucuları, öğrenciler ve biyomedikal araştırmacıların karşılaştıkları sorunlarına çözüm sağlamaktadır:

- Hekimler ve diğer sağlık görevlileri için, kritik ve kronik hastalara ilişkin yoğun veri yükü, tanı ve tedaviye ilişkin seçeneklerin çokluğu,

- Tıp öğrencileri ve sağlık bakımı sorumluları için; alışılan ortamda sunum ve yönetimi giderek olanaksızlaşan, kavramsal, nedensel ve işlevsel bilgilerin miktar ve türleri,
- Biyomedikal araştırmacı ve uygulayıcılar için; her yıl üretilen milyonlarca sayfa eşdeğeri bilgiye ulaşma, bu bilgilerden gerekli ve yararlı olanlarını seçme güçlüğü sorunlarına çözüm sağlamaktadır.

2.1.1 Teletıp

Teletıp terimi, sağlık hizmetlerine ulaşımı kolaylaştırmak amacıyla, bilgi ve iletişim teknolojilerinin tıp bilimine uygulanması ve böylece alışıla gelmiş doktor hasta karşılaşmalarının ortadan kaldırılması anlamına gelmektedir (Bashshur and Lovett 1977).

Ayrıca National Library of Medicine Medical Subject Headings tarafından teletıp, “uzaktan iletişim aracılığıyla sağlık servislerinin dağıtılması” olarak tanımlanmıştır. Etkileşimli konsültasyon ve teşhis servisleri içerebilir. Teleradyoloji ve telepatoloji, teletıpın birer kollarıdır. Bununla birlikte birçok teletıp servisi eğitimi kapsayan birçok amaç için, yönetim ve araştırma için kullanılır.

Teletıp sistemleri, önceleri sadece sağlık merkezlerine uzak kırsal bölgelerde yaşayanlara hitap etmekteydi. Fakat gelişen bu sistemlerin kapsamı da genişlemiş ve evde sağlık hizmetleri, işyerinde sağlık hizmetleri gibi çeşitli uygulamaları gündeme gelmiştir.

Teletıp sisteminde hasta ve doktor birbirlerinden çok uzakta olabilirler. Hastalıkla ilgili tüm verilerin, görüntülerin ve seslerin doktora iletilmesi ve doktorun da bu verileri inceleyerek teşhis koyması ve tedavi önermesi mümkün olmaktadır. Anlatılan bu olaya telekonsültasyon denmektedir.

Teletıp ile şunlar amaçlanır:

- Sağlık merkezlerine uzak bölgelerde yaşayanların sağlık hizmetlerine ulaşmasının kolaylaştırılması.
- Doktor-hasta karşılaşmasını azaltarak hastaya daha etkili sağlık hizmeti sunulması.
- Doktorun iş yükünün azaltılması.

Teletıp sistemleri veri, ses, görüntü ve video aktarımı yapan servisleri içerebilir. Bu sayede teletıp aşağıdaki görevleri yerine getirebilmektedir:

- Hastanın tıbbi parametrelerin izlenmesi ve sağlık birimlerine gönderilmesi
- Ses aktarımı
- Canlı görüntü aktarımı
- Tıbbi görüntülerin paylaşılması ve hastaya gönderilebilmesi

1920’li yıllarda teletıpla ilgili ilk çalışmalar yapılmaya başlanmış, fakat bu terim ilk defa 1970 yıllarında kullanılmıştır. İlk yıllarında, teletıp sistemleri sadece etkileşimli video ile gerçekleştirilen danışmanlık servislerini tanımlamak için kullanılıyordu. Fakat bu sistemlerin kullanımı artık çok genişlemiş ve görüntü, çoklu ortam, internet ve web tabanlı uygulamalar içerir hale gelmiştir.

Günümüzde teletıp çok yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Verimli, ekonomik, ve etkili bir hizmet sunum yaklaşımı olması nedeniyle teletıbbın kullanım alanları daha da genişleme eğilimi göstermektedir. Teletıbbın en yaygın kullanıldığı alanlar şunlardır (Kavuncubaşı 2000):

a) Konsültasyon: Teletıp, farklı bölge veya kurumlarda bulunan hekim ve diğer sağlık profesyonelleri arasında bilgi alışverişini sağlamaktadır. Bir bölgedeki hekim, hastası hakkında topladığı bilgi ve verileri, diğer bölgede bulunan bir uzman hekime ulaştırmakta, hastanın durumunu tartışmakta ve bunun sonucunda hastalığa tanı koymakta ve tedavi planı geliştirmektedir.

b) Teleradyoloji: Teleradyoloji, röntgen ve manyetik rezonans (MRI: Magnetic Resonance Imaging) görüntülerinin bir kurumdan diğer bir kuruma aktarılmasını içermektedir.

c) Hasta Takibi: Teletıp aracılığıyla hastaların tedavilerine evde devam edilmektedir. Hastalar tedavileri ile ilgili bilgileri telefon ve diğer iletişim araçlarıyla hekimlere göndermekte, hekim bu bilgileri kullanarak tedaviyi değerlendirmekte ve gözden geçirmektedir.

d) Tıp Eğitimi: Teletıp, tıp eğitim faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 1990'lı yıllardan itibaren uzaktan eğitim programları uygulanmaya başlamıştır. Türkiye'de de bu yönde girişimler yapılmakta ve çeşitli programlar açılmaktadır. Tıp öğrencileri ve pratisyen hekimler, tıbbi bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla, internet ve diğer iletişim araçlarını kullanarak bilgi kaynaklarına ulaşabilmektedir.

e) Halk Sağlığı Eğitimi: Teletıp, halk sağlığı eğitiminde de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bireyler iletişim teknolojisi ve bilgisayarlar aracılığı ile temel halk sağlığı sitelerine bağlanmakta, gereksinim duyduğu konularda elektronik mektup veya telefon aracılığıyla uzmanlara sorular yöneltmekte ve bilgi aktarmaktadır.

f) Tutuklulara Hizmet Sunumu: Cezaevlerinde bulunan tutuklu ve hükümlülerin, hastalanmaları durumunda bir sağlık kurumuna ulaştırılmaları ve gözetim altında tutulmaları oldukça maliyetlidir. Tutuklu ve hükümlülerin cezaevlerinde sağlık hizmetlerinden yararlanması için teletıp yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teletıbbın yararları şu şekilde özetlenebilir(Kılınç 2007):

- Konsültasyon ve eğitim yoluyla tıbbi kararların etkililiği yükseltilir ve hizmet kalitesi artırılır.
- Yapılan tedaviler etkili ve kolay biçimde takip edilir.
- Maliyetler düşürülür.
- Sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve kullanılabilirliğinin yükseltilmesi sağlanır.
- Hastaların daha ekonomik ve zahmetsiz bir biçimde hizmete ulaşması sağlanır.

- Hastanelerin gereksiz kullanımının önlenmesini sağlar.
- Sağlık personelinin eğitimini sağlar.
- Kıyaslama amacıyla uluslararası veritabanına ulaşım sağlanır.

Teletıp sistemleri senkron servisler veya asenkron servisler içerebilirler. Senkron servisler gerçek zamanlı çalışırlar. Çift yönlü ses aktarımı, etkileşimli videolar ve canlı görüntü aktarımı mümkündür bu yüzden bu servisler etkileşimli iletişim gerektiği zamanlarda, telekonsültasyon amacıyla devam eden eğitimlere ve toplantılara katılmak amacıyla kullanılır. Senkron sistemlerin elde taşınabilir mobil ve kablosuz uygulamaları da hasta kayıtları, reçeteler vb. için kullanılabilir (Kurban 2006).

Asenkron servislerde ise veriler iletildiği andan farklı bir zamanda görüntülenmektedir. Hastanın etkileşimli iletişim için hazır olmasının gerekmediği durumlarda uygundur. Genelde e-mail, video klipler ve görüntüler içerir. Daha çok radyoloji, patoloji gibi anlık iletim gerekmeyen zamanlarda, depola-gönder mantığı ile çalışan servislerdir (Kurban 2006)

2.1.1.1 Teletıp Sistemlerinin Gelişim Aşamaları

Teletıp, 1920'li yıllarda telefonun icat edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Teletıpın ilk örneği gemilere yardım için tasarlanmıştır. Sahildeki istasyonlarda bulunan uzmanlar, acil durumlarda gemidekilere yardım etmek için radyo aracılığıyla bağlantı kurmuşlardır (Wheeler 1998). Chouinard (1983) ise EKG iletiminin 1930'lu yıllarda telefon hatları üzerinden iletmeye başlandığını belirtir. Fakat yinede o zamanların iletim sistemleri yetersiz ve kalitesizdir. Philadelphia'da 1950 yılında iki doktor, telefon hattı üzerinden haberleşebilen bir teleradyoloji sistemi geliştirdiler (Gaumer *et al.* 1996). 1959'da Nebraska Psychiatric Institute tıp öğrencilerinin kampüs içinden eğitimi için etkileşimli televizyon kullandılar (Wheeler 1998). Bird (1972), ilk geniş teletıp sisteminin 1967'de Boston Logan Havaalanı ile Massachusetts general hastanesi arasında kurulduğunu belirtmiştir. 1970 yılından önce teletıp uygulamalarında ses tabanlı teknolojiler ve kablo televizyon teknolojileri kullanılmıştır.

1970’li yıllarda, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri’nde hükümet destekli, uydu ve mikrodalga teletıp uygulamaları geliştirilmiştir. 1976’da Bashshur ve Lovett (1977), ABD’de çeşitli projeler tanıttı. Bu projelerde, geniş band televizyonlar, görüntülü telefonlar, anahtarlamalı ağlar ve kablo televizyon gibi birçok yeni teknoloji kullanıldı. 1971’de National Library of Medicine’s Lister Hill ulusal merkezi, güvenli bir biyomedikal haberleşmenin kırsal bölgelerde sağlığı geliştirebileceğini görmek için Alaska’da 26 bölüm seçildi. ATS uydusu (Alaska ATS-6 Satellite Biomedical Demonstration) 1975’de kullanıma hazır hale geldi. Amaç kırsal bölgelerde sağlık hizmetlerini iyileştirmek için video konsültasyon yönteminin kullanılması idi. WAMI, ATS-6 uydusunu kullanarak, Washington, Alaska, Montana ve Idaho’daki kırsal alanlar ile Seattle’daki Washington Üniversitesi arasında bağlantı kurdu (Ritchie 1998). WAMI projesi, özel konsültasyon sağlamanın yanında, ayrılmış kırsal alanlardaki doktorların tıbbi eğitime katılmaları ve devam etmelerini sağlayan ilk projedir. STARPAHC (Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care), teletıp alanındaki ilk denemelerden birisidir (Brown 1982, Field 1996). STARPAHC ile Arizona’daki Papago Indian Reservaton’a sağlık hizmeti dağıtılmaktadır. Bu proje 1972-1975 yılları arasında oluşturulmuş, ulusal havacılık ve uzay dairesi (NASA: National Aeronautics and Space Administration) tarafından düşünülmüş, NASA ve Lockheed tarafından hayata geçirilmiş, Papago halkı (Amerikanın güneyinde yaşayan çöl halkı), hint sağlık servisi üzerinde değerlendirilmiştir. Amacı uzaydaki astronotlara ve Papago yerlilerine sağlık hizmeti sağlamaktır. Bu servis doktor olmadan sağlık sağlayıcısı ve taşınabilir donanım üzerinde durmaktadır.

1970’lerde birkaç Kanada’nın çalışması teletıp servisi için farklı teknolojileri karşılaştırmaktadır. Birçok rapor farklı kanallardan sunulan hasta konsültasyonları arasında önemli teşhis tutarsızlığı olmadığını fark etmiştir (Conrath et al. 1977, Dunn et al. 1977, HIMSS 1988). Pahalı olmayan teknolojilerin (telefon ve siyah-beyaz yavaş tarayan televizyon) daha verimli çözüm olduğu sonucuna varmışlardır.

1970’lerden beri devam eden projelerin 1980’lerde basitleştirilmesine başlanmıştır. Teletıp Kanada, Toronto General Hospital, projelerin en büyüğü ve en eskisiydi. Bu

proje başlangıçta, Kanada'nın uzak bölgelerine konsültasyon servislerini dağıtıyor ve eğitim programlarına devam ediyordu. Teletıp Kanada, Kanada içinde 935 yere bu gibi programları sağlamıştır (Management 1982). Newfoundland'deki Memorial Üniversitesi, yavaş taramalı televizyon aracılığıyla devam eden eğitimler ve konsültasyonlar gerçekleştirmiştir (Higgins et al. 1984, RIDIG 1998).

1990'lı yıllarda, etkileşimli video ön plana çıkmıştır. 1980 ve 1990 yıllarından sonra teletıpın gelişimi artmıştır. Texas Tech MEDNET'te (Grigsby et al. 1998, Moore 1992), Texas Teletipta (Moore and Hartman 1992), Medical Collage of Georgia ve West Virginia, Kansas, Oregon, Oklahoma, Montana ve ABD'de dijital iletişimi ve T1 ağını kullanan yeni projeler başlamıştır. 1990'ların başlarında, teletıp uygulamaları çoğunlukla, sayısal sıkıştırılmış teknolojiler aracılığıyla senkron video konferans sistemini kullanmıştır. T1 ağında ISDN hatları kullanılmıştır. 1990'ların ortalarında ise ATM ağlarıyla projeler yapılmaya başlanmıştır.

Teletıp sistemlerinin, sağlık hizmetlerini artırma, sağlık hizmet sağlayıcıları arasında ayrımı azaltma, hasta hizmetlerini artırma, sağlık hizmet fiyatlarını azaltma, bilgi servislerini tamamlama gibi amaçları vardır.

Aşağıda teletıp sistemlerinin bazı özellikleri sıralanmıştır:

- Teknolojiler : Teletıp, hızla değişen donanım, yazılım, çevresel elemanlar ve ağ teknolojilerini kullanır.
- Çevre : Teletıp dağıtımının lokal alanı, kırsal, kentsel, akademik, klinik, hastane, hapisane, bakımevi vb. olabilir.
- Klinik Uygulamalar : Radyoloji, patoloji, dermatoloji, psikiyatri, ameliyathane, oftalmoloji vb. olabilir.
- Yönetim, organizasyon ve servislerin dağıtımı için metotlar : Kim servisleri kabul ediyor ve dağıtıyor, ne kaydediliyor, bireyler nasıl eğitilmiş, ve projede neler değerlendirilmiş gibi kriterler teletıp sistemlerinin yönetsel değişkenleridir.
- Kullanıcı Özellikleri : Teletıp sistemlerinden sağlanan fayda öğrenme şekli ve yeniliği kabul etme özelliklerine göre değişir, bu nedenle program kişiye özeldir.

2.1.2 Uzaktan Sağlık İzleme

Hayati fonksiyonların izlenmesi, önceleri sadece yoğun ve koroner bakım ünitelerindeki hastalara yönelik temel bir hizmet olarak görülmüştür. Şimdiye kadar artan imkanlarla izleme sistemlerinde büyük gelişmeler sağlanmış ve artık hastane dışında da örneğin evde veya işte hastanın çeşitli tıbbi parametrelerinin izlenmesi mümkün olmaktadır.

Mora'ya (1993) göre hasta izleme, alarm durumlarını tanımak için alınan veriyi yorumlayabilmeyi gerektirir. Frost ve Sullivan'a (1998) göre, izleme sistemi terimi, hastanın durumuyla ilgili bilgi almayı sağlayan, bu bilginin depolandığı veya depolanmadığı tüm araçları kapsar.

1974 yılından beri Massachusetts Enstitüsü Teknoloji Laboratuvarı yöneticisi olan Michael L.Dertouzos "What Will Be" (1997) adlı kitabında ilginç bir senaryo anlatır. Bu senaryoda, evli bir çift Alaska'nın uzak bir bölgesinde tatildedir. Adam nefes almada zorluklar yaşamaktadır ve bir akşam durumu birden bire kötüleşir. Kadın yardım çağırır ve adam hemen otel içindeki tıbbi müdahale odasına taşınır. Bir teknisyen, adamın nabzını, kan basıncını, vücut ısını ve solunum hızını kaydetmeye başlayan, makineyi yönetir. Üstelik, hastanın tıbbi tanıtım kartı makineye tanıtılır, daha sonra hastanın ülkenin tam zıt yönünde oturan ve o an nöbette olan aile doktoru aranır. Doktor teknisyene bir göğüs röntgeni çekip çekemeyeceğini sorar. Teknisyenin yönetimi altında, makine röntgeni çeker ve yorumlaması için bir uzmana gönderir. Solunum ve oksijen testlerinin yapılmasıyla analiz tamamlanır. Sonuçta hastanın aile doktoru şu değerlendirmeyi yapar: Solunum hızı yüksek, oksijen seviyesi düşük ve düşmeye devam ediyor, saniyede soluk verme miktarı anormal düşük. Teşhis şiddetli astımdır ve eğer hasta acil yardım almasaydı, 6 saatten daha az bir zamanda bu ölümüne neden olabilirdi.

Bu senaryo, elektronik, robotik, bilgisayar, iletişim teknolojilerine ve bu alanlardaki ilerlemelere bağlıdır. Bu alanlardaki:

- Çok sayıda fizyolojik değişkeni kusursuz olarak kaydedebilen yeni sensörlerin tasarlanması,

- Hastanın tıbbi geçmişini saklayabilen akıllı kartların kullanımı ile sistemlerin minyatürleştirilmesi,
- Neredeyse anlık olarak çok büyük miktarda bilginin iletilmesini sağlayan, yeni iletişim şekillerinin geliştirilmesi,
- Hastanın izlenmesiyle elde edilen bilgiye her yerden ulaşma imkânı gibi gelişmeler yaşanmasıyla hasta izleme sistemleri daha güvenilir, yaygın, etkili, ucuz çözümler olarak karşımıza çıkacaktır.

Uzaktan sağlık izleme sistemleri ile tıbbi parametrelerin her yerden sürekli izlenmesi ve bu izleme bilgilerine her yerden erişim hedeflenmektedir. Kablosuz haberleşme ağlarının maliyetindeki azalma ile izleme sistemlerinin bu tip ağlara daha yaygın olarak bütünleştirilmesi, cihazlara dolayısıyla hastalara daha fazla hareketlilik (mobility) sağlanması anlamına gelir. Bu sistemler bir yerel alan ağı (LAN: Local Area Network) sistemi ile çift yönlü iletişime izin verir. Bu sistemler ile hastalar hastane içinde hareket halinde iken izlenmesi veya evde, işte izlenmesini sağlar. Hastanelerdeki haberleşme için, bu sistemlerde bir kablosuz LAN kartı vardır ve bu kartlar hastaneye yerleştirilmiş erişim noktaları ile bağlantı halindedir. Ev veya iş gibi uzak yerlerden izleme de veriler taşınabilir cihazdan Bluetooth veya GPRS gibi kablosuz bir teknolojiyle bir telefona veya bir cep bilgisayarına (PDA) aktarılabilir. Buradan da internet ile merkeze iletilir.

Hasta izleme sistemlerini aşağıdaki gruplara ayırabiliriz:

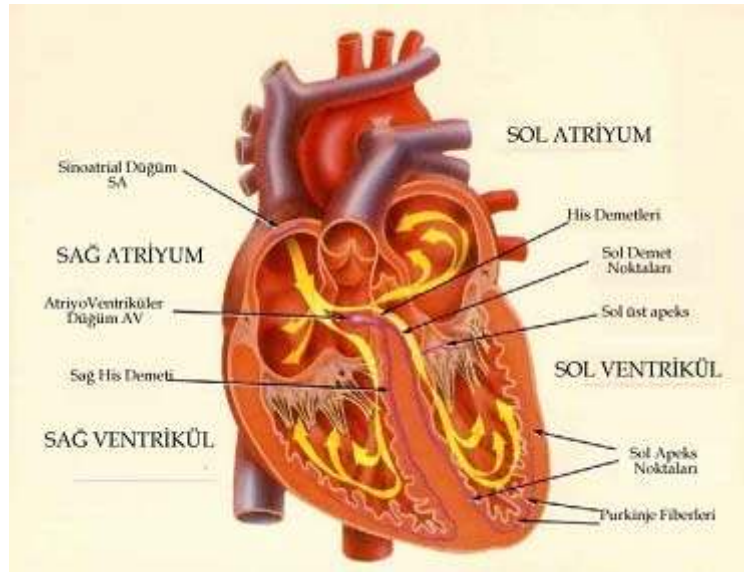
- Başucu donanımı : Hastanelerin yoğun ve koroner bakım ünitelerinde bulunan, hastadan EKG, ısı, kan basıncı, nabız, oksijen seviyesi gibi bilgileri almaya ve izlemeye yarayan sistemlerdir.
- Evde İzleme Sistemleri : Taşınabilen veya taşınamayan sistemler mevcuttur. Taşınamayan sistemlerde, izleme yapılabilmesi için hastanın yatağa bağımlı olması gerekmektedir. Dolayısıyla bu sistemlerin yeterince etkili bir çözüm olmadığı görülmektedir. Taşınabilir yani mobil sistemlerde ise hastaya hareket özgürlüğü tanınmıştır. Hastanın normal yaşantısına devam etmesi sağlanmıştır.

- **Tıbbi Bilgi Sistemleri:** Başucu cihazlarından elde edilen bilginin yanında diğer ilgilenilen bilgiler de görüntülenebilir ve daha iyi sonuç alınması, hasta izlenmenin her yönden yapılması sağlanır. Hastanın giriş, çıkış ve fatura bilgilerine izleme bilgilerinin eklenmesiyle elde edilen tüm klinik bilgileri pratik olarak bütünleştirmeyi sağlar.

- **Zeki İzleme Sistemleri:** Zeki izleme sistemleri, sinyaller ve parametreler üzerinde analiz yapabilmeli, bahsedilen konulara dikkat çekebilmeli, açıklayıcı hipotezler ve iyileştirici faaliyetler önermeli, aldığı net tıbbi bilgileri kullanabilmeli, oldukça gelişmiş raporlar hazırlayabilmeli ve hastanın fizyolojik durumuyla ilgili ayrıntılı bir yorum yapabilmelidir.

2.2 Kalbin Anatomik Yapısı ve Dolaşım Sistemleri

Kalp yapı itibarıyla iki durumlu bir pompa gibi düşünülebilir. Kalp, fiziki olarak paralel durumda düzenlenmiştir, fakat pompalara giden kan dolaşımı yönünden seri bir çalışma sergiler. Kan (Şekil 2.1), iki ana damardan geçerek kalbin sağ tarafına gider. Bu ana toplardamarlardan birisi vücudun üst, diğeri ise alt kısmından kalbe doğru uzanır.



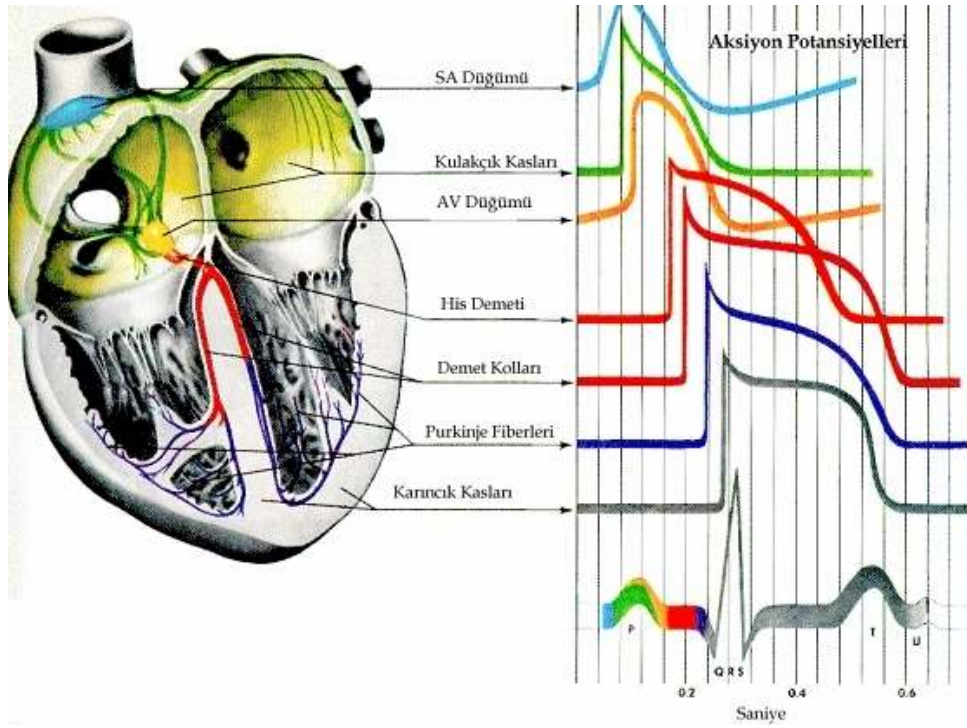
Şekil 2.1. Kalbin anatomik yapısı ve bölümleri

Toplardamarlardan kalbe gelen kan, sağ atriyum (kulakçık) boşluğuna dolar. Temiz kan kalbin sol ventrikülü (karıncık) yardımıyla tüm vücuda, çeşitli organ ve dokulara ihtiyaç duyulan oksijeni sağlar. Vücuttaki kan dolaşım sistemi, kılcal damarlar ve hücrelerle birlikte tüm vücudu sarmıştır. Bu iki damara ek olarak ana toplardamar sisteminin kalbe getirdiği kan sağ kulakçığa girer ve koroner sinüs boşluğu kalbin toplardamarından gelen kanı barındırır. Sağ kulakçık dolduğu zaman kasılarak ve baskı yaparak kanı üç parçalı kapakçık yapısı sayesinde sağ karıncığa gönderir. Sağ karıncık kasıldığı zaman meydana gelen basınç kulakçık basıncından daha büyük değerde olacaktır. Üç parçalı kapakçık kapanır ve bu basınçla aort ve akciğer arterinin başlangıcındaki kapakçık açılır. Bundan dolayı pulmoner arter akciğer atardamarına kan akmasını sağlar. Bu damar akciğerin her iki tarafı için iki kola ayrılır ve buna bağlı olarak akciğerdeki hava keselerinde değişme meydana gelir (Yazgan ve Korürek 1994).

2.2.1 Kalbin Elektriksel Yapısı ve EKG işaretleri

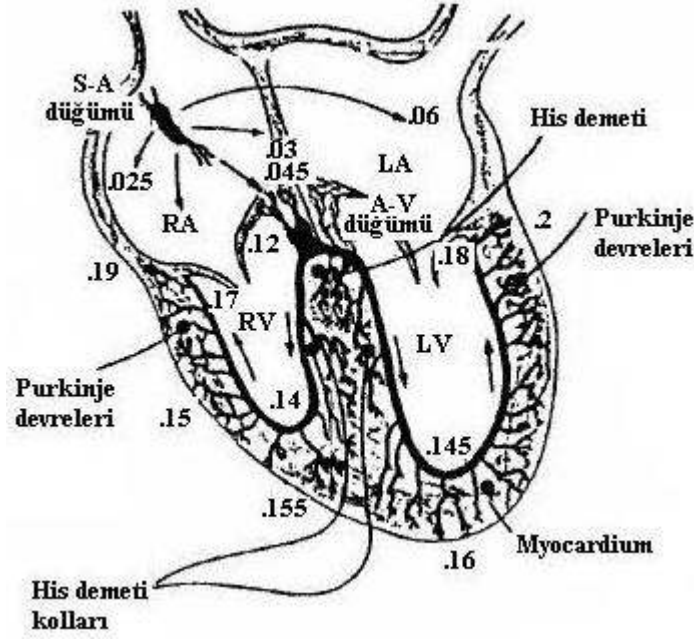
Kalbin elektriksel iletim sistemi sinüs düğümü (SA), his demetleri, atriyoventriküler düğüm (AV), demet kolları ve purkinje fiberlerinden oluşur. Sinüs düğümü kalbin vuru düzenleyicisi olarak çalışır ve hareketi başlatıp hızını düzenleme görevini üstlenir. SA düğümünde kendiliğinden oluşan aksiyon potansiyeli depolarizasyon dalgası halinde kalbin tümüne yayılır. Kalp hücreleri arasındaki geçiş ise Şekil 2.2’de görüldüğü gibi hücreler arası alçak direnç bölgelerini oluşturan geçit bölgeleri üzerinden gerçekleştirilir. SA düğümü sağ atriyumun arka duvarında yer alan 3x10 mm boyutunda özelleşmiş kalp hücrelerinden oluşmuştur. SA düğümünün oluşturduğu aksiyon potansiyelinin frekansı değişen koşulların gereksinimini karşılamak üzere merkezi sinir sistemi tarafından da kontrol edilmektedir. SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli, kulakçıklar üzerindeki iletim yolları aracılığı ile hızlı bir şekilde yayılarak kulakçıkların kasılmasını sağlar ve buradaki kan karıncıklara aktarılır. Atriyumlarda aksiyon potansiyeli iletim hızı, 30 cm/s kadardır. Bu iletim sürelerinde kalp kasları tarafından üretilen elektriksel sinyallerin dalga şekilleri Şekil 2.2’de görülmektedir. SA ve AV düğümleri arasındaki özel iletim hatlarında ise iletim hızı 45 cm/s kadardır. SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli 30-50 ms sonra AV düğümüne ulaşır. Bu süre,

atriyumların içerisindeki kanın tümüyle ventriküllere aktarılması için yeterli değildir. Bu nedenle ventriküllerin kasılmasının bir süre sonra yapılması gereklidir. Bu işlem, bir geciktirme elemanı gibi çalışan AV düğümünde aksiyon potansiyelinin 110 ms kadar geciktirilmesiyle sağlanır. Atriyumlarla ventriküller arasındaki yağlı septum bölgesi elektriksel yalıtımı sağlar ve kalbin bu iki bölgesi arasında aksiyon potansiyeli sadece iletim sistemi üzerinden yapılabilir (Yazgan ve Korürek 1994).



Şekil 2.2 Kalbin fiziksel hareketi sonucu oluşan elektriksel sinyaller

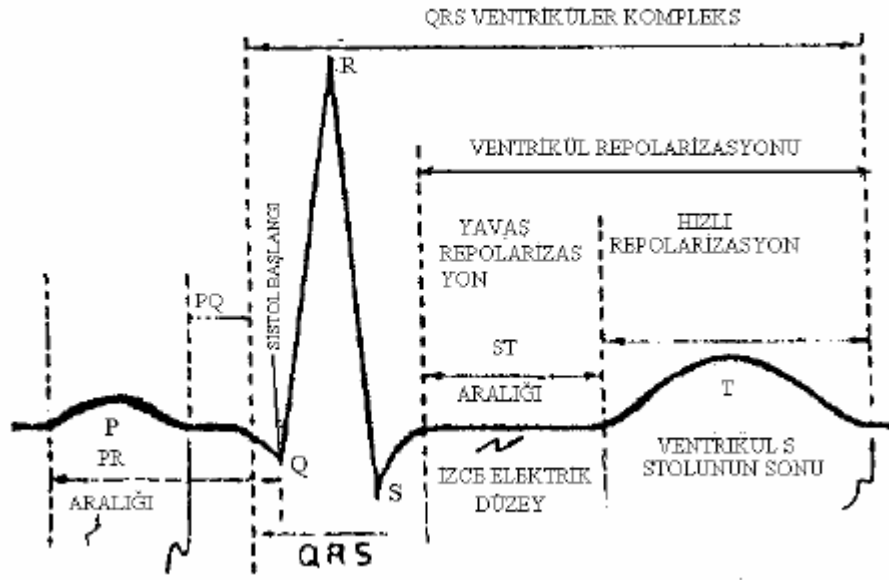
Ventriküllerin uyarılması purkinje fiberlerinin tepkisi ile gerçekleşir. Bu fiberlerde aksiyon potansiyelinin hızı 2-4 m/s kadardır. Purkinje fiberleri ve tüm iletim mekanizması üzerindeki aksiyon potansiyelinin ulaşım süreleri saniye olarak Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Elektriksel işaretlerin oluşum süreleri (Yazgan ve Korürek 1994)

Normal kalp atışının tipik bir EKG işareti, P dalgası, QRS kompleksi ve bir de T dalgası içerir. Şekil 2.4'teki PQ aralığı, his demetinin iletim zamanını göstermektedir. QRST dalgası, ventriküler kompleks olarak isimlendirilir. QRS kompleksi, ventriküllerin depolarize olmasına karşılık gelen aralıktır ve karıncık kaslarının fonksiyonel aktivitesini ifade etmektedir. His demeti ve kollarındaki iletim bozuklukları da QRS aralığında değişikliklere neden olur. Ventriküllerin kasılması ile R dalgasının yukarı çıkışı aynı anda gerçekleşir.

Ventrikül kas hücreleri ST aralığında yavaş, T sürecinde ise hızlı repolarize olur. Dakikada kalp vuru hızı 75 olan sağlıklı bir kimsede P, PR ve QRS sürelerinin uzunlukları Çizelge 2.1' de saniye cinsinden verilmiştir. Bu sürelerde gerçekleşen değişiklikler Çizelge 2.2' de görülmektedir.



Şekil 2.4. Kalp kaslarının hareketi sonucu oluşan QRS sinyali(Yazgan ve Korürek 1994).

Çizelge 2.1. Bazı periyotların ortalama süreleri (Kurban 2006)

P dalgası	0.08-0.10 sn
P-R arası	0.12-0.20 sn
QRS	0.06-0.10 sn
Q-T arası	<0.44 sn

Çizelge 2.2. Elektrokardiyogram sinyali ve oluşum noktaları (Kabalcı 2006)

Elektrokardiyogram Bölümü	Kaynağı
P-Dalgası	Atrial Uyarım
QRS-Kompleksi	Atrium repolarizasyon+Ventrikül depolarizasyon
T- Dalgası	Ventrikül repolarizasyon
P-Q Aralığı	Uyarım Zaman Gecikmesi

P Dalgası: Kulakçıkların kasılmasına sebep olan akımın elektriksel işareti P dalgasıdır. Sol ve sağ kulakçıkların kasılması eş zamanlı olur. QRS kompleksiyle ilişkisi bir kalp bloğunun varlığını belirler. Düzenli olmayan veya hiç olmayan P dalgaları ritm bozukluğunu gösterir. P dalgalarının şekli kulakçık derivasyonundaki problemleri gösterir.

T Dalgası: Karıncıkların repolarizasyonunu belirtir.

QRS kompleksi: QRS kompleksi, kulakçığa göre daha güçlü olan ve daha fazla kas yığını içeren, sol ve sağ karıncığın kasılmasına neden olan akımı belirtir. Böylece büyük bir EKG sapması ile sonuçlanır.

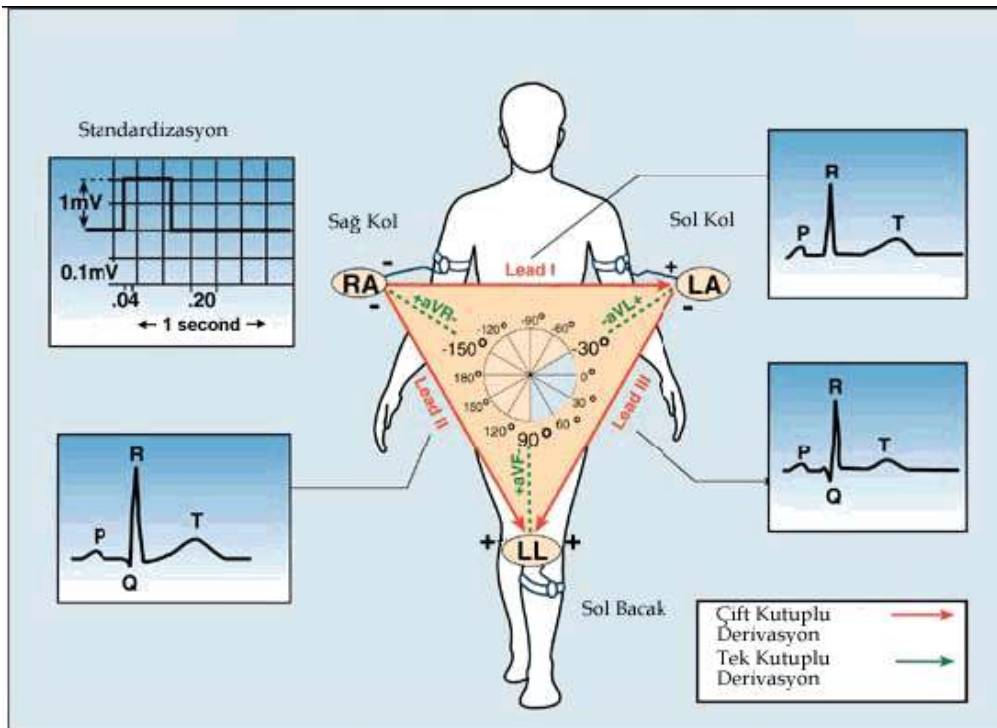
QRS kompleksi genelde kulakçık repolarizasyon dalgasını gizler ve görünmez olur. Elektriksel olarak, kardiyak kas hücreleri sıkıştırılmış yay gibidir. Küçük bir kuvvet onları kararlı hale getirir, depolarize olurlar ve kasılırlar. Yayı yeniden kurma repolarizasyondur. Birçok derivasyonda, T dalgası pozitifdir. Ters bir T dalgası V1'de normal olsa bile, T dalgasını ters çevirme (negatif) bir rahatsızlığın belirtisi olabilir. T dalgasındaki anormallikler, hiperkalemiya veya hypokalemiya gibi elektrolit rahatsızlıkları belirtisi olabilir. ST bölümü QRS kompleksine ve T dalgasına bağlanır. Bu bölüm genellikle 0.08 saniye devam eder ve genelde PR bölümü ile aynı seviyededir.

2.2.2 Elektrokardiyogramın Gelişimi ve Ölçüm Yöntemleri

Kardiyak değişimler ve potansiyel kardiyak problemlerinin teşhisi için EKG sinyallerinin elektriksel faaliyetleri incelenebilir. Bu teori vücuttaki sıvıların iyi iletkenlik özelliklerine sahip olmasıyla açıklanabilir. Kalbin oluşturduğu elektriksel darbeler, vücut sıvıları ve kan ile deri yüzeyine kadar taşınır ve elektrokardiyograf adı verilen cihazlarla bu sinyallerin algılanması ve görüntülenmesi sağlanabilir. Elde edilen görüntüler ise elektrokardiyogram ya da kısaca EKG olarak adlandırılır (Yazgan ve Korürek 1994, İnt.Kyn.5).

1946’larda doğrudan yazıcı ve kaydedicilerin geliştirilmesi ile görüntüleme ve kayıt dezavantajları ortadan kalkmıştır. Bu dönemde hareketli kâğıt şerit üzerine EKG izini kaydetmek için mürekkep kullanılmıştır ve sistemde herhangi bir işleme gerek kalmadan doğrudan grafik elde edilebilmektedir. Bu gelişimlerin ardından üretilen özel ısı duyarlıklı kâğıt günümüzdeki EKG’lerin neredeyse tümünde kullanılan kayıt mekanizması haline gelmiştir (İnt.Kyn.6).

Elektrokardiyogram ölçümleri için çeşitli derivasyonlar kullanılmaktadır. Kalp gövde içerisinde bulunan bir elektrik üretici olarak düşünebilir. Kalbin elektriksel sinyallerini elde etmek için kullanılan elektrotlar genellikle deri yüzeyinden kullanılır ve Şekil 2.5’te görüldüğü gibi vücuda yerleştirilirler. EKG ölçüm tekniğinde frontal düzlemdeki kardiyak vektörü izdüşümünün belirlenebilmesi 60°’lik açılar yapan üç eksen üzerindeki izdüşümlerinin ölçülmesi ile mümkündür. Bu eksenlerin belirlediği üçgen Eindhoven üçgeni adını alır.

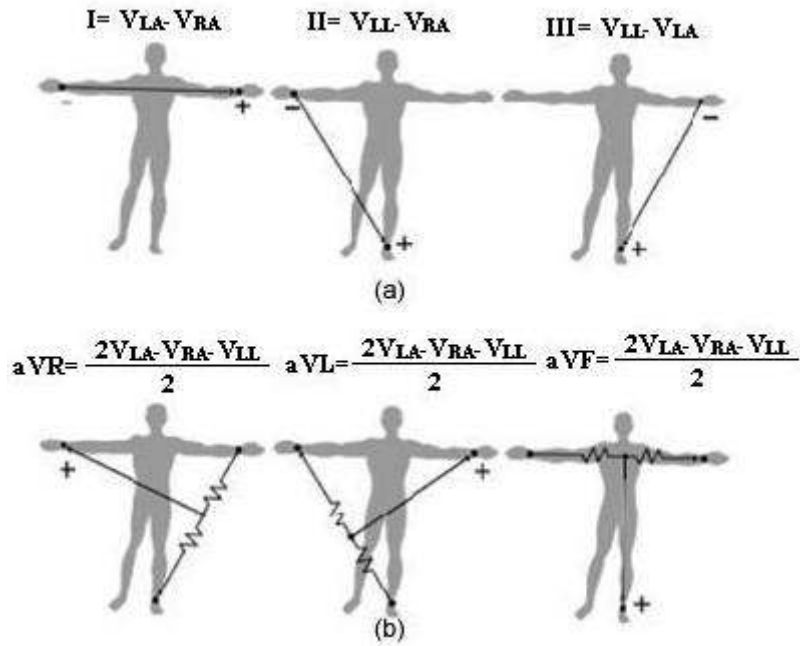


Şekil 2.5 Frontal düzlemde Eindhoven üçgeni

Diğer derivasyon yöntemleri ise standart çift kutuplu ve tek kutuplu derivasyonlar olarak bilinir. Bu derivasyon türlerinde ölçümün kolay yapılabilmesi için elektrotlar üçgenin köşe noktaları yerine Şekil 2.6'da olduğu gibi bu noktalara yakın olan kol ve bacaklara bağlanır. Bu bağlantıda sırasıyla;

- i) Sağ ve sol kollar arasında,
- ii) Sağ kol ve sol bacak arasında,
- iii) Sol kol ve sol bacak arasında,

ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümlere sırasıyla I,II ve III numaralı standart çift kutuplu derivasyonlar adı verilir. Eindhoven, bu üç temel bağlantı üzerindeki çalışmalarında kalbin elektriksel ekseninin ifade edilen ön görünüş planında kalbin her saykılı esnasında iki boyutlu bir vektör olduğunu ispatlamıştır.



Şekil 2.6 Tek kutuplu bağlantıda elektrot yerleşimi (Kabalcı 2006)

- a) Ölçüm noktalarında görülen potansiyel farklar b) Elektrotların bağlantı noktalarındaki potansiyelleri

Bundan başka üç temel bağlantının her birinden ölçülen EKG sinyali ait olduğu vektörün farklı bir zaman boyutundadır. Eindhoven, kalbin köşelerinin sağ omuz, sol omuz ve kasıkta olan üçgenin merkezine yakın olduğunu tahmin ederek vektörleri referans almıştır (Yazgan ve Korürek 1994).

Bu teori omuzlardaki EKG potansiyellerinin aslında bileklerdeki gibi aynı olduğunu, kasıklardaki potansiyellerin ise ayak bileğindeki kadar çok az farklı olduğunu kabul etmek suretiyle üç bağlantı için gösterilen elektrot üçgeni olarak gösterilmesine izin vermiştir. Eindhoven üçgeni, her üç doğrultudaki gerilimlerden herhangi birinin aynı zamanda diğer ikisinin cebirsel toplamına eşit olduğunu veya bir başka deyişle üç doğrultudaki gerilimlerin vektörel toplamının sıfıra eşit olduğunu göstermektedir. Bu ifade edilenlerin gerçekte doğrulanması için L2 elektrotunun polaritesi ters olmalıdır. Üç koldaki ölçümlerden 2. elektrot olan L2 en büyük R dalgası potansiyelini meydana getirir. Böylece bu üç kolda ölçmeler yapıldığı zaman ikinci elektrotun R dalgası büyüklüğü birinci (L_1) ve üçüncü (L_3) elektrotların R dalgaları toplamına eşittir. Çift kutuplu bağlantı için EKG vücudun merkezine denk gelen bir potansiyele sahip merkez terminal ile geçici elektrot arasında kaydedilir. Bu merkez terminali, üç aktif elektrotun eşit büyüklükteki dirençlerle ortak bağlanmasıyla meydana getirilir (Yazgan ve Korürek 1994, Melnyk and Silberman 2004).

Dirençlerin birleşme noktasındaki potansiyel, üç elektroda gelen potansiyellerin ortalamasına eşit ya da çok yakın değerdedir. Tek kutuplu bağlantıda elektrotlardan birisi merkez terminalin meydana gelmesinde kullanıldığı gibi gezici elektrot olarak da kullanılabilir. Bu çift amaçlı kullanım EKG sinyalinin çok küçük genliğe sahip olmasına neden olur.

Geliştirilmiş iki kutuplu bağlantıda gezici elektrot olarak kullanılan elektrot, merkez terminal için kullanılamaz. Bu nedenle EKG sinyalinin dalga şekli değiştirilmeksizin yükseltilir. Bu bağlantılar aVR, aVL, aVF olarak isimlendirilir. Tek kutuplu göğüs elektrotları için bir göğüs elektrotu, göğüs üzerinde önceden tayin edilmiş altı noktanın her birine sırayla yerleştirilir. Bu göğüs pozisyonları “kalp yüzeyi tek kutuplu elektrotları” olarak isimlendirilir ve V1,...,V6 sırasına göre işaretlenir. Gezici elektrot

olarak kullanılacak bir göğüs elektrotu ayrılırken, üç aktif elektrot merkez terminali meydana getirmek için kullanılır. Bir EKG çalışmasının gerçekleştirilmesinde çeşitli yöntemler vardır. Örneğin geniş bir aralıkta dalga şeklini görüntülemek için 12 adet elektrot kullanılabilir ve bu durumda her bir elektrot bir öncekinden daha iyi kalp karakteristiği sağlayacaktır (Melnyk and Silberman 2004).

Bununla birlikte üç adet elektrot da standart EKG sinyalini görüntülemek ve kaydetmek için kullanılabilir. Bunlardan bir tanesi şase olarak diğer ikisi ise kalbin elektriksel faaliyetini görüntülemek için kullanılabilir. Bu çalışmada çeşitli elektrot bağlantısı kullanılabileceği gibi frontal düzemde elektrotlar kullanılmıştır. Bu ölçümlerde şase elektrotunun çeşitli kas faaliyetlerinden etkileneceği göz önünde bulundurulursa kalpten oldukça uzak tutulması faydalı olacaktır.

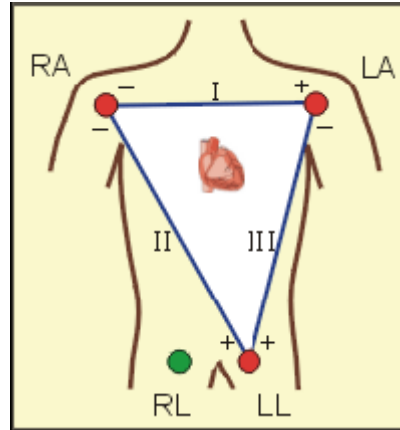
Bu elektrot için dirsek ile bilek arası kullanılabileceği gibi genellikle şaseleme için sağ ve sol bacaklar kullanılır. Diğer iki elektrot için sol göğüsün alt kısmı ve sağ kaburga altı ya da bilekler iyi birer ölçüm noktası olacaktır. Dalga şeklinde görülecek gürültü ve berraklık bu elektrotların yerleşim noktaları ile doğrudan ilişkilidir ve en uygun ölçüm noktasının bulunabilmesi için çeşitli ayarlama yöntemleri kullanılabilir.

2.2.3 Elektrot Yerleşimleri

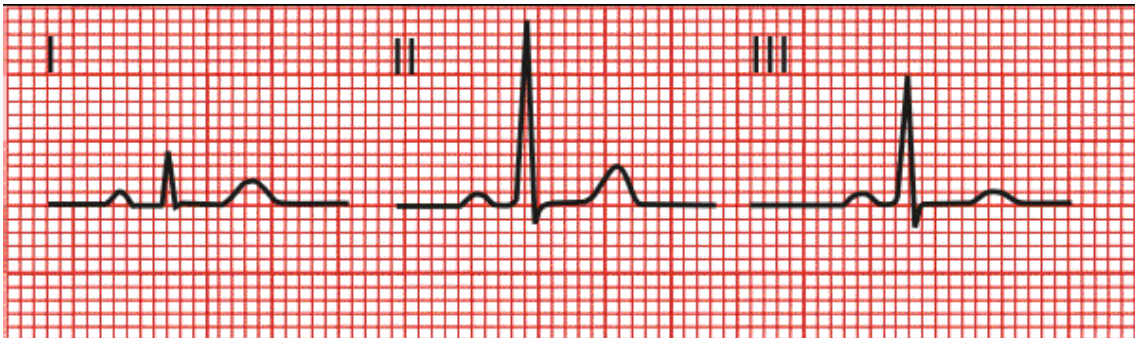
EKG, bir galvanometre kullanılarak vücudun çeşitli noktaları arasındaki elektriksel potansiyelin ölçülmesiyle oluşturulur. Derivasyon I, II ve III -kol ve bacaklar üzerinden ölçülür. I. derivasyon sağ koldan sol kola, II. derivasyon sağ koldan sol bacağı ve III. derivasyon sol koldan sol bacağı doğrudur. Buradan, kalbin üzerinde göğsün tam ortasında yerleşmiş V sanal noktası oluşturulur. Diğer dokuz derivasyon, bu nokta ile üç adet kol bacak derivasyonları ve altı prekordiyal derivasyon (V1-V6) arasındaki potansiyelden elde edilir(aVR, aVL ve aVF).

Sonuç olarak, toplamda 12 derivasyon vardır. Elektrotların yerleşimi ve temsili EKG çıktıları Şekil 2.7' de verilmiştir. Her bir derivasyon, özellikleri gereği, kalbin belirli noktalarından bilgi çıkarır.

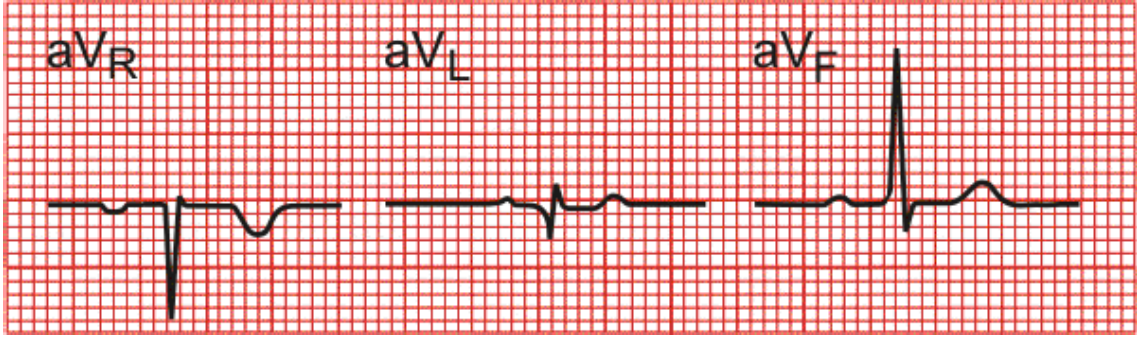
- II, III ve aVF derivasyonları kalbin aşağı bölümündeki (duvar) üst noktadan elektriksel faaliyeti kontrol eder.
- I, aVL, V5 ve V6 derivasyonları kalbin yan duvarındaki üst noktadan elektriksel faaliyeti kontrol eder.
- V1'den V6'ya kadar ve kalbin ön duvarını veya sol karıncanın ön duvarını simgeler.
- aVR, eğer ECG derivasyonları hasta vücuduna düzgün yerleştirilmişse, nadir olarak tanı bilgisi için kullanılır.



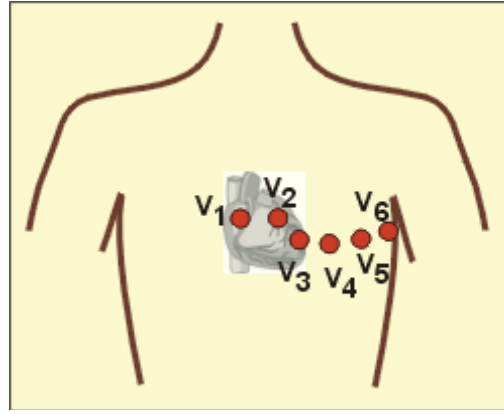
(a) Derivasyon I, II ve III elektrod yerleşimleri.



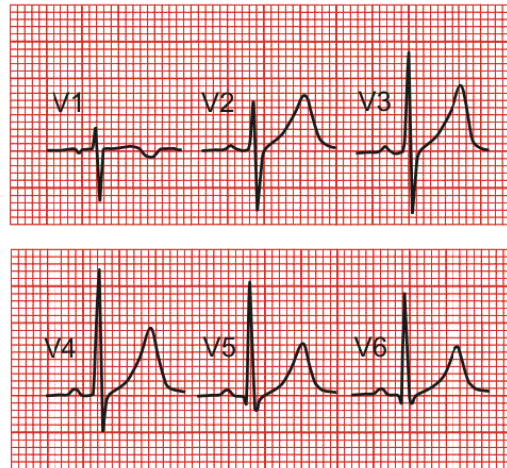
(b) Derivasyon I, II ve III EKG çıktıları.



(c) aVR, aVL ve aVF derivasyonlarının EKG çıktıları.



(d) V1-V6 derivasyonları için elektrod yerleşimleri.



(e) V1-V6 derivasyonları için EKG çıktıları.

Şekil 2.7 12 Derivasyonlu EKG elektrod yerleşimleri ve EKG çıktıları.

2.2.4 EKG Kaydederken Dikkat Edilecek Hususlar

EKG işaretlerinin doğru yorumlanabilmesi öncelikle hastadan alınan EKG kayıtlarının düzgün olmasına bağlıdır. Bu nedenle hastadan EKG işaretleri ölçülürken aşağıdaki hususlara uyulmalıdır:

- Hasta sırtüstü ve kas kasılmasına neden olmayacak durumda rahat ve sakin bir şekilde yatırılmalı,
- Hastaya yapılacak işlem hakkında kısaca bilgi verilmeli,
- Elektrotlar uygun ve doğru yerlerine, cilde iyice temas edecek şekilde yeterli miktarda elektrojel sürüldükten sonra yerleştirilmeli,
- EKG çekiminde en sık yapılan hata sağ kol ile sol kolun ters bağlanmasıdır. Bu durumda aVR 'de QRS'in pozitif olacağı ve D1'de P dalgasının negatif olacağı unutulmamalıdır. Bu husus dikkate alınarak elektrotların hasta üzerine doğru sırada bağlanmalı,
- EKG üzerinde değerlendirmeyi bozan titreşimlerden kaçınmak ve teknik olarak iyi bir işaret elde etmek için cihaz topraklanmalı,
- Çekime başlamadan önce kalibrasyonu yapılmalı ve kalibrasyonun 1mV=10mm yani iki büyük kare boyunda ve bir büyük kare (0,20 sn) eninde olduğundan emin olunmalı,
- Tüm derivasyonlar, her derivasyon en az 3-4 kompleks içerecek şekilde kaydedilmeli ve gerekirse ritm değerlendirilmesi için II ve V1 derivasyonu uzun olarak yazdırılmalıdır(Doğan 2006).

2.2.4.1 EKG'nin Kullanım Alanları

EKG'nin kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kalbin normal çalışıp çalışmadığını veya bazı anormal durumların olup olmadığını saptamak (ritm bozukluğu, kalp atışlarının gereğinden fazla veya az olması gibi).
- Ani gelişen veya daha önceki kalp krizlerinin zararlarını belirlemek.
- Potasyum, kalsiyum, magnezyum ve diğer elektrolit rahatsızlıklarının belirlemek.

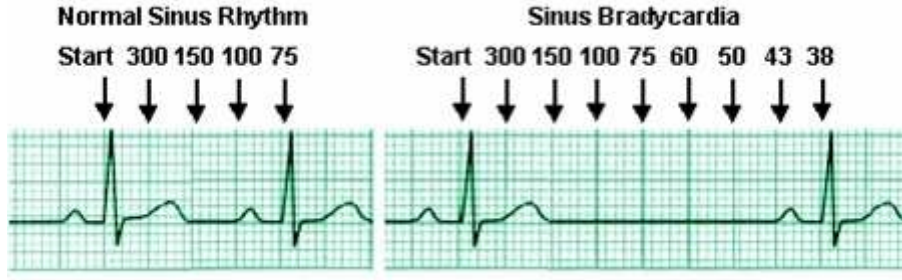
- İletim anormalliklerini belirlemek (kalp tıkanıklığı gibi).
- Kalbin fiziksel durumu hakkında bilgi edinmek (sol ventriküler hipertropi, mitral stenosis gibi).
- Kalple ilgili olmayan bazı rahatsızlıkları da belirlemek (pulmonary embolism, hypothermia gibi).
- İstemik kalp rahatsızlığı için egzersiz dayanıklılık testi sırasında bir görüntüleme aracı olarak kullanılmaktadır (Kurban 2006).

2.2.4.2 Elektrokardiyografinin Değerlendirilmesi

Değerlendirme işleminde en önemli konular; hız, ritm, aks, iskemi, hipertrofi ve infarktüstür (Doğan 2006).

Hızın Değerlendirilmesi: Hız için aşağıdaki tariflenen yöntemlerde, EKG kağıt hızının 25 mm/sn olduğundan emin olunmalıdır. Şekil 2.8' den yararlanılarak EKG değerlendirilme yöntemleri aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

1. yöntem: RR aralıkları arasındaki büyük kareler sayılır. 300 rakamı bu sayıya bölünerek kalp hızı elde edilir. Örneğin iki R dalgası arasındaki büyük kare sayısı 3 olsun. Kalp hızı $300/3=100$ atım/dk.'dır.
2. yöntem: 2 RR dalgası arasındaki küçük karelerin sayısı hesaplanır. 1500 rakamı bu sayıya bölünür. Örneğin 2 R dalgası arasında 25 küçük kare olsun. $1500/25= 60$ atım'dır.
3. yöntem: Kalın çizgi üzerine rastlayan R dalgası ve bu dalgadan sonra gelen kalın çizgiler Şekil 2.8' deki gibi 300-150-100-75-60-50 şeklinde adlandırılır.



Şekil 2.8 Hızın değerlendirilmesi (İnt.Kyn.7)

Hız:

- a) Taşikardi (> 100 /dk)
- b) Normal (60-100 /dk)
- c) Bradikardi (<60 /dk)

Ritm Değerlendirmesi: P dalgası bulunduktan sonra P-QRS ilişkisi ile ritm konusunda yorum yapılır. Ritm sinüs olduğunda düzgün aralıklarla, her P dalgasını bir QRS kompleksi izler ve PP=RR olarak bulunur. P dalgasının varlığı, yönü, şekli, genişliği, yüksekliği, PR aralığında çökme veya yükselme olup olmadığı incelenir.

- QRS kompleksi: Şekli ve QRS aralığı incelenir. QRS süresinin değerlendirilip yorumlanmasından ardından, Q-R-S dalgalarının ayrı ayrı gözden geçirilmesi tanıda yarar sağlar.

(Normal:0,06 sn - 0,12 sn)

(Geniş : $> 0,12$ sn).

- T dalgasının şekli ve yönüne göre bakılır:

a) Normal

b) Ters yönünde

- ST bölümü gözden geçirilir:

a) Ritm hızlı iyi değerlendirilemiyor.

b)Yükselmiş 1mm veya daha çok

c) Çökmüş; 0,5 mm veya daha çok

d) Normal

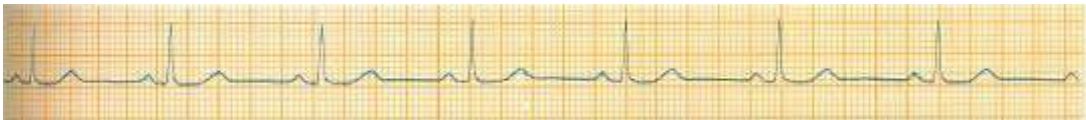
- ST segment elevasyonu ve çökmesi varsa bu derivasyonlar değerlendirilir.

- QT aralığı ölçülür.
- a) Ritm hızlı değerlendirilemiyor.
- b) Uzun
- Ritmin adı belirlenir.

EKG değerlendirilirken hastanın klinik durumu mutlaka göz önünde bulundurularak yorumlanır (Dubin 1994, Olgun 2001, Acartürk 1998, Atar 1993, Uçak 2000, Sepit 2004, Korkmaz 1997).

Ritim bozuklukları: Ritim bozuklukları yerine aritmi ya da disritmi terimi de sıklıkla kullanılmaktadır (Gemici vd. 2000, Alexander *et al.* 2002) Aritmiler kalbin uyarı yada ileti sisteminde meydana gelen bozukluklar sonucu ortaya çıkabildikleri gibi, elektrolit dengesizlikleri, endokrin bozuklukları, ilaç intoksikasyonları, kalp kası hipertrofisi, konnektif doku hastalığı, miyokardiyal iskemi, asit-baz dengesizliği, emosyonel stresörler, kahve-çay-tütün kullanımı, hücrel hipoksi, alkol tüketimi ile de ortaya çıkabilir (Arıcı vd. 1995, Dubin 1994, Akalın 2001).

Aritminin anlaşılabilmesi için önce normal EKG'yi bilmek gerekir. Kalbin normal ritmine, regüler ritm denir ve ritm sinüs düğümünün kontrolü altındadır (Şekil 2.9). Normal sinüs ritmi 60-100 atım/dk'dır (Dubin 1994, Alexander *et al.* 2002). Normal bir ritimde, EKG'de aynı dalgalar arasındaki uzaklık daima birbirine eşittir. İletin hızlanması taşiaritmi, yavaşlaması bradikariti ve herhangi bir noktada iletimin engellenmesi de kalp bloğu olarak adlandırılır (Dubin 1994, Korkmaz 1997).



Şekil 2.9 Normal Ritim (İnt.Kyn.7)

2.3 Paket Anahtarlamalı Radyo Hizmetleri (GPRS:Genaral Packet Radio Service)

GPRS, verilerin mevcut GSM(Global System for Mobile Communications) şebekeleri üzerinden 28.8 kbps'den 115 kbps'ye kadar varabilen veri iletim hızları arasında

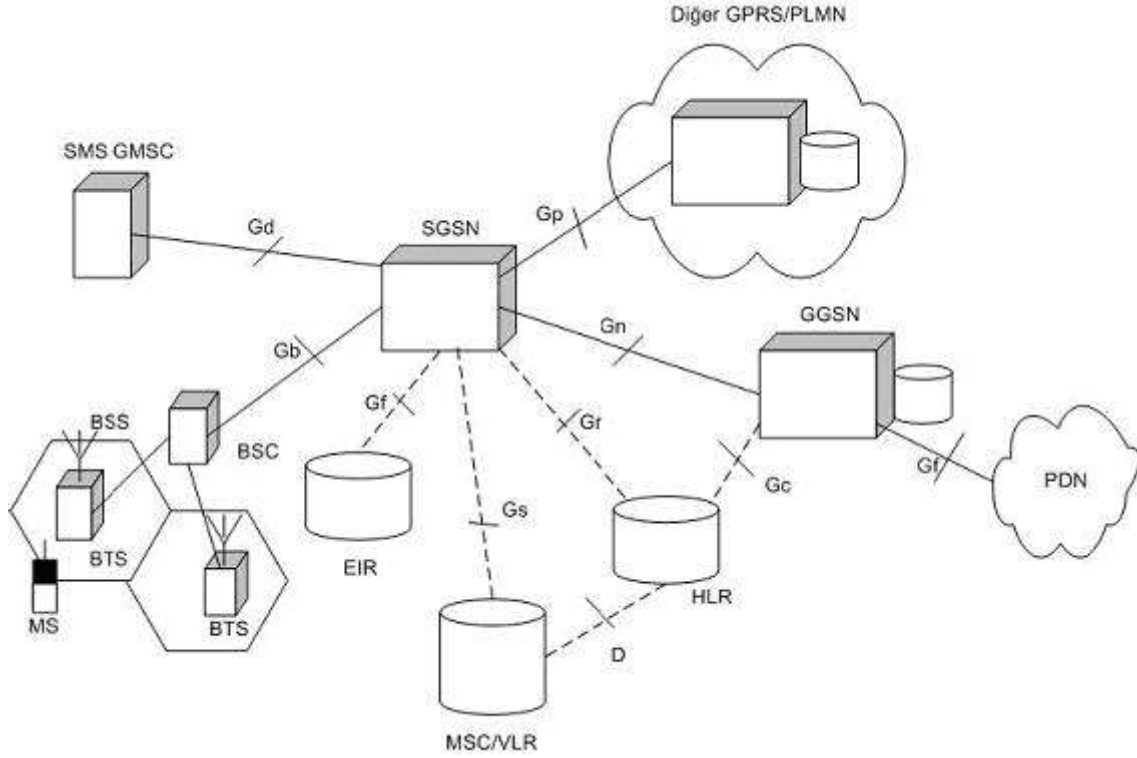
aktarılmasına imkan veren, cep telefonu, diz üstü bilgisayar, PDA ve diğer mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz İnternet bağlantısı sunan, paket radyo prensibine dayalı mobil iletişim servsidir (Chen *et al.* 2005).

GPRS sisteminin standartları, Avrupa telekomünikasyon standartları enstitüsü (ETSI: European Telecommunications Standard Institute) 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 (Sıram 2001).

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 noktadan noktaya (PTP: Point to Point) destek servis tipi tanımlanmıştır. PTP servisi iki kullanıcı arasında bir ve/veya daha fazla paketin iletimini sağlamaktadır (İnt.Kyn.8, İnt.Kyn.9).

2.3.1 GPRS Sistem Mimarisi

GPRS, ETSI tarafından mevcut GSM şebeke altyapısı üzerinde değişiklikler yapılarak hizmete sunulmuştur. GPRS sistem mimarisi Şekil 2.10' da görülmektedir (Taşpınar 2002, Bettsetter *et al.* 1999).



Şekil 2.10 GPRS sistem mimarisi

Şekil 2.10’de yer alan birimlerin sistemdeki görevleri aşağıdadır.

GPRS’i GSM’e entegre edebilmek için ağ düğümleri sınıfı (GSN: GPRS Support Node) tanımlanmıştır (Taşpınar vd. 2002, Bates 2002). GPRS destek düğümü sunucusu (SGSN: Serving GPRS Support Node), servis alanı içerisinde mobil istasyona giden ve istasyondan gelen veri paketlerinin dağıtımından sorumludur. SGSN’nin görevleri arasında, GPRS ağ düğümleri sınıfı kapısı (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, paket veri protokolü (PDP: Packet Data Protocol) bağlamalarının kontrolü fonksiyonları gibi işlevler de bulunmaktadır (Derelioğlu 2007).

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 internet protokol (IP: Internet Protocol) 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.

Paket veri ağı (PDN: Packet Data Network) mobil istasyonlar arasındaki veri paketlerinin yönlendirilmesinden sorumludur. Baz istasyonu sistemi (BSS: Base Station System), baz alıcı-verici sistemi (BTS: Base Transceiver System) ve baz istasyonu yöneticisinden (BSC: Base Station Controller) oluşmaktadır. BTS, mobil istasyon (MS: Mobile Station)'un 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 genel anahtarlama telefon hattı (PSTN: Public Switched Telephone Network) arasındaki ara bağlantıyı sağlayan sistemdir ve sabit abone kütüğü (HLR: Home Location Register)'ne sahiptir. HLR, GSM/GPRS operatöründen abonelik almış olan herkesin abonelik bilgilerini bulunduran veri tabanıdır. HLR'de her kullanıcıya özel uluslararası mobil abone kimlik numarası (IMSI: International Mobile Subscriber Identity), abonenin istemiş olduğu veya istemediği ek servisler, kimlik doğrulama parametreleri, abonenin internet servis sağlayıcı (ISP: Internet Service Provider)'sı, erişim noktası adı (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 (Derelioğlu 2007).

Mobil aktarma merkezi (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. GPRS destek düğümü sunucusu yönlendirme alanı (SGSN-

RA: Serving GPRS Support Node Routing Area), mobil aktarma merkezi yerleşim alanı (MSC-LA: Location Area)'nın bir alt kümesidir. Bir MSC yerleşim alanı bir grup BSS hücrelerini içerir, sistem LA'yı aktif durumdaki aboneleri aramak üzere kullanır.

Ziyaretçi yerleşim kütüğü (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, 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.

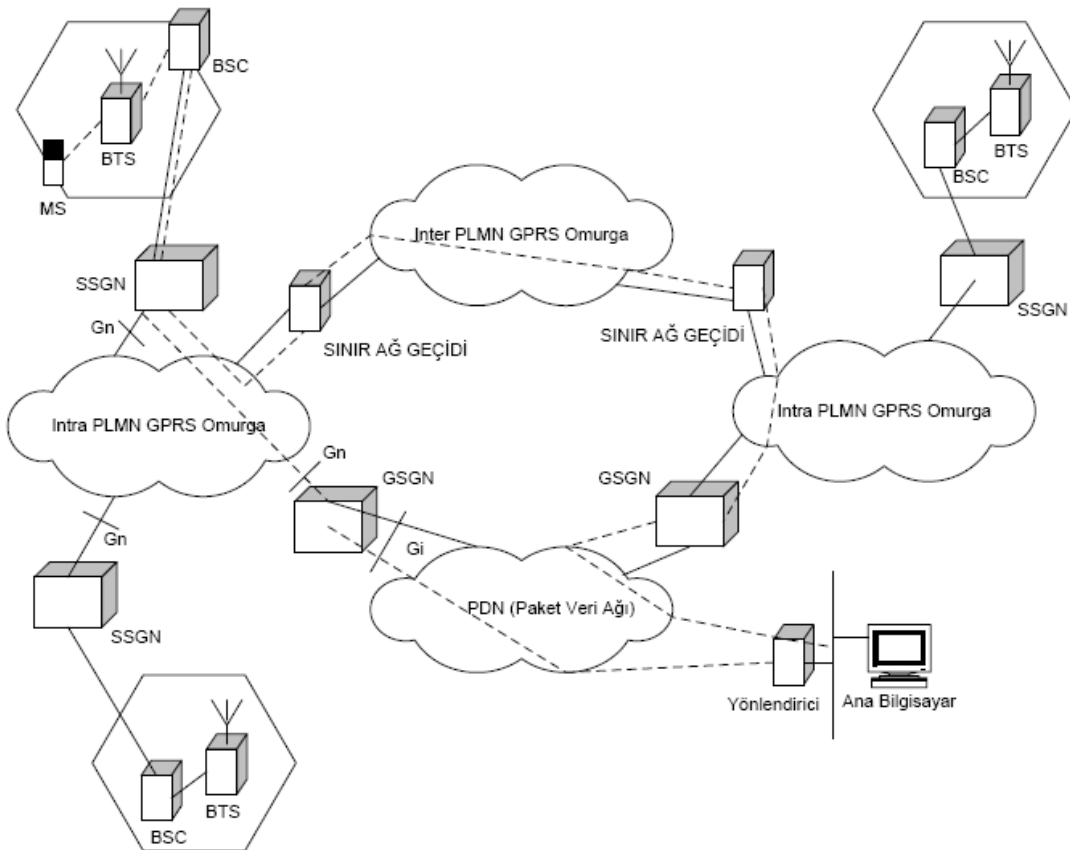
Cihaz kimlik kaydı (EIR: Equipment Identity Register), mobilin çalıntı olması veya herhangi bir nedenle bozulması durumunda sistem içinde kullanılmasını önlemek için mobil cihaz kimlik bilgisini içeren bir veri tabanıdır.

G 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 SGSN ile HLR arasındaki işaretleşme yolu SGSN 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 kısa mesaj servisi (SMS: Short Message Service) mesaj alışverişini gerçekleştirebilmek için Gd arabirimi tanımlanmıştır. Gd arabirimi SGSN ile SMS-GSN kısımlarını birbirine bağlar. Gb arabirimi BSC ile SGSN arasında bağlantı kurar. Gn ve Gp arabirimleri

vasıtası ile 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 GPRS yönlendirme protokolü (GTP: GPRS Tunneling Protocol) kullanarak iletir. GPRS omurgaları iki gruba ayrılabilir (Bates 2002):

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

Şekil 2.11'de bir inter-PLMN omurga ile birbirlerine bağlanmış farklı iki intra-PLMN omurga ağı görülmektedir.



Şekil 2.11 GPRS sisteminde yönlendirme

Şekil 2.11’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.

2.3.2 GPRS Sistem Özellikleri

GPRS kullanıcıları 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 (Taşpınar vd. 2002).

GPRS paket veri iletişimi, ücretlendirme açısından devre anahtarlamalı servislerden daha uygundur. Devre anahtarlamalı hizmetlerde, ücretlendirme bağlantı süresince yapılmaktadır. Bu durum grupsal trafik uygulamalarında oldukça dezavantajlıdır. Kullanıcı bir web sayfasında gezerken bile ücret ödemektedir. Buna karşılık paket anahtarlamalı hizmetlerde, ücretlendirme transfer edilen veri miktarına göre yapılmaktadır. Kullanıcı uzun süre bağlı olsa bile eğer veri transfer etmiyorsa ücretlendirmeye tabi tutulmayacaktır (Taşpınar vd. 2002).

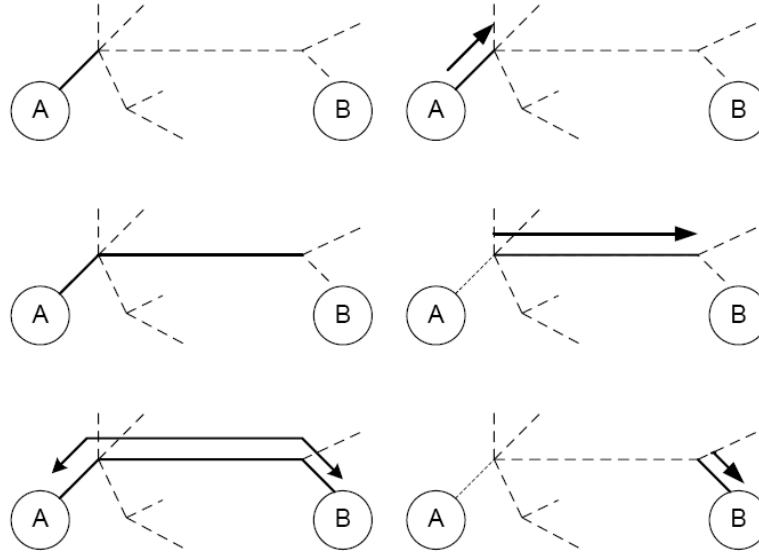
Bu bölümde önce GPRS’ in veri iletişim karakteristiği daha sonra GPRS sınıfları, GPRS hizmet kalitesi, GPRS kullanıcı özellikleri, GPRS şebeke özellikleri ve son olarak da GPRS sınırlamaları anlatılacaktır.

2.3.2.1 Veri İletişim Karakteristiği

Veri iletişiminde devre anahtarlama ve paket anahtarlama olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.

Devre anahtarlama iletişimde, kullanıcılar arasında bir alana bağlı, belirli bir zaman aralığında veya belirli bir frekans bandında uçtan uca bir bağlantı kurulmaktadır. İletişim tarafları arasında yol kurulunca başlamakta ve görüşme süresince kurulan yol tutulmaktadır. Görüşme sona erdiğinde bağlantı kesilmekte ve bu bağlantı başka kullanıcılar için yeniden kullanılabilir hale gelmektedir.

Paket anahtarlama veri iletişiminde sistem, bir uç noktadan başka bir uç noktaya erişmek üzere bir mesaj gönderildiğinde, mesajı belli uzunluklardaki “paket” adı verilen parçalara ayırmaktadır. Oluşturulan paketler ayrı ayrı iletilmektedir. Ulaştırılması istenen uç noktanın adresi her bir pakete eklendikten sonra paketler kanallara gönderilmektedir. Bir mesaja ait paketler farklı yollar izleyerek farklı gecikmelerle alıcıya ulaşabilmektedir. Alıcının mesajı doğru olarak değerlendirebilmesi için pakete sıra numarası eklenmektedir. Şebeke ihtiyaç durumunda paketlerden oluşan veriyi dağıtmaktadır. Bu sebeple bir radyo kanalı birden fazla mobil istasyon tarafından eşzamanlı olarak paylaşılabilir. Bir mobil istasyon sekiz radyo zaman dilimini eşzamanlı olarak kullanabilmektedir. Bir mobil istasyon bir veri paketi oluşturduğunda, şebeke paketi adresine uygun olan ilk radyo kanalından göndermektedir. İletim esnasında farklı paketler farklı radyo kanallarını kullanabilmektedir (Taşpınar vd. 2002). Şekil 2.12’de devre anahtarlama ve paket anahtarlama iletişim yapıları görülmektedir.



a) Devre anahtarlama iletişim b) Paket anahtarlama iletişim

Şekil 2.12 Devre anahtarlama ve paket anahtarlama iletişimin karşılaştırılması

Şekil 2.12’de görüldüğü gibi devre anahtarlama iletişimde A ve B noktaları arasındaki iletişim için uçtan uca bir bağlantı kurulmuştur ve bağlantı süresince hat diğer kullanıcılara hizmet verememektedir. Paket anahtarlama iletişimde ise A ve B uçları arasında uçtan uca bir bağlantının kurulmadığı ve eş zamanlı olarak birden fazla paketin taşınabilirliği görülmektedir.

GPRS’in taşıyıcı hizmeti uçtan uca paket anahtarlama veri transferini gerçekleştirmektedir. Noktadan noktaya (PTP: Point to Point-) ve noktadan çok noktaya (PTM: Point to Multipoint) hizmeti olmak üzere iki farklı türü vardır. PTP hizmeti iki kullanıcı arasında veri paketlerinin transferini gerçekleştirmektedir. PTP, bağlantısız kip (CLNS: Connectionless Network Service) ve bağlantılı kip (CONS: Connection Network Service) olmak üzere iki kipi desteklemektedir. Çizelge 2.3’de PTP hizmetleri ve uygulamaları verilmiştir. Çizelge 2.3’de görüldüğü gibi bağlantılı kip daha çok güvenlik gerektiren kredi kartı onaylama, veritabanı erişimi gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Gönderici ile alıcı arasında mantıksal bağ kurulur. Gönderilen paketin alıcıya ulaştığından emin olunması gerekir. Bağlantısız kip ise daha çok web ve e-mail

uygulamalarında kullanılmaktadır. Gönderici ile alıcı arasında mantıksal bağ kurulmaz. Bundan dolayı bağlantısız kipte paket kaybı oluşabilir (Taşpınar vd. 2002).

Çizelge 2.3 PTP GPRS hizmetleri

Hizmet	Özellik	Uygulama
Bağlantılı Kip	• Grupsal etkileşimli uygulamalar • Kullanıcılar arasında mantıksal bir etkileşim kurulur. • Tek bir kaynaktan tek bir hedefe birden fazla paket gönderilebilir.	• Kredi kartı onaylama • Elektronik ekranlama • Telnet uygulamaları • Veri tabanı erişimi • X.25
Bağlantısız Kip	• Grupsal uygulamalar için datagram tipi servis • Kullanıcılar arasında mantıksal bağ kurulmaz • Paket tek bir kullanıcıdan tek bir alıcıya gönderilir. • Her bir paket bir önceki ve bir sonraki paketten bağımsızdır.	• Elektronik posta • WWW • IP

PTM hizmeti ise bir kullanıcıdan çok kullanıcıya veri paketlerinin transferini gerçekleştirmektedir. Üç çeşit PTM hizmeti vardır (Bates 2001):

1. PTM-M (PTM Multicast): Çoklu yayın hizmeti kullanılarak, veri paketleri belirli coğrafik alan içerisine yayılır.
2. PTM-G (PTM Group): Grup çağrı hizmeti kullanılarak, veri paketleri bir kullanıcı grubuna adreslenir ve grup üyelerinin bulunduğu bölge olan coğrafik bölge dışına gönderilir.

3. IP-M (IP Multicast): Çağrılar üyelerin bulunduğu coğrafyadan bağımsızdır.

Çizelge 2.4’de PTM hizmetleri ve uygulamaları görülmektedir (Taşpınar vd. 2002).

Çizelge 2.4 PTM GPRS hizmetleri

Hizmet	Özellik	Uygulama
PTM-M	• Mesajlar belirli bir coğrafik alana transfer edilir. • Alıcılar belirgin değildir. • Mesaj alım zamanı planlıdır. • Tek yönlü iletim	• Hava ve trafik raporları
PTM-G	• Mesajlar belirli bir alandaki belirli gruplara iletilir. • Grup üyeleri PTM-G üyeliğine sahip olmalıdır. • Mesaj alımı gerçek zamanlıdır. • Tek yönlü, çift yönlü ve çok yönlü iletim söz konusudur.	• Konferans Hizmetleri
IP-M	• Mesajlar belirli bir gruba iletilir. • Grup üyeleri IP-M üyeliğine sahip olmalıdır. • Mesaj alımı gerçek zamanlıdır. • Çok yönlü iletim desteklenir.	• Canlı çoklu ortam iletimi • Çalışmalar için kurumsal mesajlar

Bu hizmetler dışında, GPRS üzerinden SMS (Short Message Service) göndermek de mümkündür. Ayrıca koşulsuz çağrı iletme (CFU: Call Forwarding Unconditional), erişilemeyen gezgin aboneye çağrı iletme (CFNRC: Call Forwarding on mobile subscriber Not Reachable) ve yakın kullanıcı grubu gibi ek hizmetler geliştirilebilmektedir (Taşpınar vd. 2002).

2.3.2.2 GPRS Sınıfları ve Hizmet Kalitesi

GPRS, kaynakların kullanıcılar arasında dinamik olarak paylaşımını desteklemektedir. Bu sebeple GPRS üç temel sınıfa ayrılmaktadır (Ferrer and Oliver 1998):

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.

Mobil paket veri uygulamalarının hizmet kalitesi (QoS: Quality of Service) gereksinimi çok çeşitlidir. Bu gereksinimler içerisinde gerçek zamanlı çoklu ortam, Web'de sörf yapma, e-mail transferi çok önemlidir. GPRS QoS profil tanımlamalarında hizmet önceliği, güvenilirlik, gecikme ve gönderme parametreleri kullanılmaktadır: (Bettstetter vd. 1999)

Hizmet önceliği: Bir hizmetin diğer hizmetlere göre önceliği demektir. Yüksek, normal ve düşük olmak üzere üç seviyesi bulunmaktadır.

Güvenilirlik: Uygulamanın ihtiyacı olan gerekli iletim karakteristiklerini gösterir. Belirli bir maksimum değeri sağlamada, kopyalamada ve paketlerin bozulmasına karşı güvenilirlik olmak üzere üç sınıfta tanımlanmaktadır.

Gecikme parametresi: Ortalama gecikme ve %95'lik gecikme için maksimum değerleri tanımlar. Gecikme, iki mobil istasyon arasında veya bir mobil istasyon ile harici paket veri ağlarının ara birimleri arasındaki uçtan uca transfer zamanı olarak tanımlanır. Bu gecikme GPRS ağlarındaki istek, radyo kaynaklarının tahsisi ve omurgadaki gecikmeleri içerir.

Gönderme parametresi: Ortalama bit oranı ve maksimum bit oranı olarak belirlenmektedir.

Hizmet kalitesi profilleri her oturum için mobil kullanıcı ile ağ arasında kullanılabilir. Hizmet ücretlendirilmesi transfer edilen veri büyüklüğüne, hizmet tipine ve seçilen QoS profiline bağlıdır.

2.3.2.3 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'de 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 avantajlarındandır (Bates 2002).

Hız: GPRS, aynı anda sekiz zaman dilimini kullanarak teorikte maksimum 171.2 kbps'e hıza ulaşılabilir. Bu GPRS'in GSM şebekelerindeki devre anahtarlama veri servislerinden 10 kat daha hızlı olduğunu göstermektedir (Taşpınar 2002).

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.

2.3.2.4 GPRS Şebeke Özellikleri ve Sınırlamaları

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.

Zaman bölümlü çoklu erişim (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 (Bates 2002).

İnternet işlemleri: GPRS, var olan İnternet ve GPRS şebekesi ile bir arada çalışarak mobil İnternet bağlantısına olanak sağlamaktadır. Sabit İnternet şebekeleri üzerinden kullanılan herhangi bir servis iletim kontrol protokolü (TCP: Transmission Control Protocol) ve kullanıcı veri protokolü (UDP: User Datagram Protocol) GPRS sayesinde mobil şebekeler üzerinden de kullanılabilmektedir (Adra *et al.* 2004).

Ses dışı mobil servisleri ile spektrum verimliliği, fonksiyonelliği ve yetenekleri açısından GPRS büyük ilerleme kaydetmiş bir mobil servistir. Ancak GPRS'in bazı sınırlamaları vardır.

Bütün kullanıcılar için sınırlı hücre kapasitesi: GPRS, bir şebekenin var olan hücre kapasitesini etkilemektedir. Sınırlı radyo kaynağı vardır. GPRS kanal ayırma işlemini dinamik olarak yönetmek zorundadır (Bates 2002).

Gerçek hızın teorik hızdan çok düşük olması: Teorik maksimum 171.2 kbps'lik hıza ulaşmak için tek bir kullanıcının bütün zaman dilimlerini hiçbir sınırlama olmaksızın kullanması gerekmektedir. Ancak şebeke operatörü bütün zaman dilimlerini tek bir GPRS kullanıcıya tahsis etmemektedir. Bu yüzden bir GPRS kullanıcıya verilen bant genişliği sınırlı olmaktadır. Ancak GSM gelişmesi için geliştirilmiş veri hızları (EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution) veya uluslararası mobil telekomünikasyon sistemi (UMTS: Universal Mobile Telecommunications System) ile mobil kullanıcıların yüksek mobil veri hızları ile işlem yapması mümkün olmaktadır (Şahin 2006).

İletim Gecikmeleri: Aynı adrese gidecek olan GPRS paketleri farklı yolları kullanabilmektedir. Bu durum, radyo linki üzerinden veri iletimi sırasında bazı bilgilerin kaybolmalarına veya bozulmalarına yol açabilmektedir. GPRS standartları kablosuz paket teknolojilerinin bu doğal özelliğini bilerek veri bütünlüğü ve tekrar iletim stratejilerini birleştirmiştir. Bu sebeple potansiyel iletim gecikmeleri meydana gelebilmektedir (İnt.Kyn.8).

Depolama: SMS'deki depolama ve iletme fonksiyonları SMS'in en önemli özelliklerinden biri iken GPRS standardında depolama söz konusu olmamaktadır (Bates 2002).

2.4 GSM Gelişmesi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (EDGE), Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri (GPRS), Üçüncü Nesil Kablosuz Telefon Teknolojileri (3G)

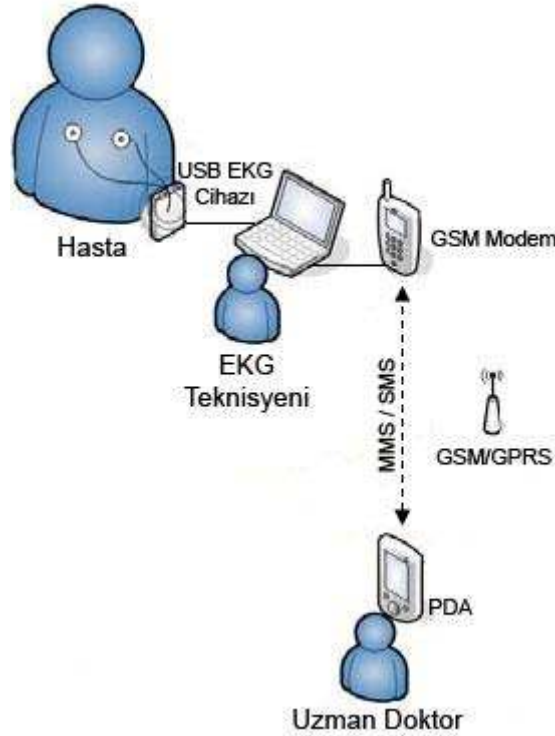
EDGE, basit olarak veri transfer oranlarını ve frekans kullanım verimliliğini yükselterek mobil cihazların yeteneklerinin artmasına olanak sağlar. Diğer bir adı da EGPRS yani Enhanced GPRS (Gelişmiş GPRS)'tir. GPRS ve 57.6 kbps hızında veri iletişimi sağlayan yüksek hızda devre anahtarlama veri (HSCSD: High Speed Circuit Switched Data) teknolojilerine ek olarak yeni bir fiziksel katmanın kullanımını gündeme getirmektedir. GPRS teknolojisi pratikte 115 kbps, teorik olarak ise 160 kbps hıza imkan verir. EDGE ile pratik hız 384 kbps, teorik hız ise 473.6 kbps'e kadar yükselmiştir. Ancak piyasada bulunabilecek Class 10 ve Class 12 EDGE uyumlu telefonların erişebileceği en yüksek hız 236.8 kbps'tır. EDGE teknolojisinin bu hız farkını kazanması yeni modülasyon tekniği ve hata giderme metodlarının yeni bağlantı adaptasyon mekanizmaları ile birleştirilmesi sayesinde olmuştur. Bütün bu gelişmeler; kullanılan radyo sinyallerinin daha verimli olmasını, bu nedenle daha gelişmiş uygulamaların, kablosuz İnternet erişimi, e-posta ve dosya transferlerinin çok daha rahat yapılabilmesinin önünü açmıştır (İnt.Kyn.10).

Multi Medya Mesajlaşma Servisi (MMS: Multimedia Messaging Service), yazı, ses, görüntü, hareketli görüntü gibi birçok multimedia bünyesinde barındıran mesajların gönderilmesine ve alınmasına yönelik bir hizmettir. MMS için operatör desteğinin yanı sıra, cep telefonu desteği de gerekmektedir (İnt.Kyn.11).

Cep telefonu ya da mobil iletişim cihazlarıyla bağlantı hızını ve bilgi taşıma kapasitesini önemli ölçüde arttıran 3G teknolojisi, multimedia uygulamalarını mobil ortama taşıyacak olan yeni nesil iletişim teknolojisi olarak da adlandırılabilir. 3G teknolojisi yeni bir frekans bandından ve daha fazla bant genişliğinden yararlanmaya olanak sağlayacaktır. 3G sistemdeki hız 2Mbps'e kadar ulaşabilmektedir. Bu sayede cep telefonu, bilgisayar, sabit telefon ve televizyon gibi cihazlar arasında bağlantı sağlanacaktır (İnt.Kyn.12).

3. MATERYAL VE METOD

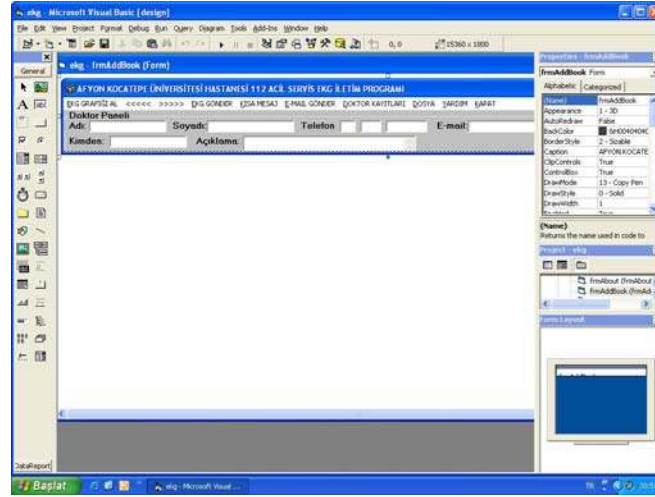
Şekil 3.1’ de gerçekleştirilen sistemin blok diyagramından da görüldüğü gibi 12 derivasyonlu EKG verilerini değerlendirmek amacıyla uzman doktorlara her zaman ulaşmak ve gerçek zamanlı, ayrıntılı bilgiyi sağlamak için GPRS Modem ve PDA kullanılmıştır. Hazırlanan yazılım ile GPRS Modem, EDGE üzerinden internete bağlanarak PC ekranındaki 12 derivasyon EKG bilgilerini sorumlu kişilere MMS mesajı ile ulaştırır. Bu çalışmada GPRS Modemin kullanılma nedeni, pratik bir şekilde PC ye entegre olarak amaca yönelik internet hizmeti sunması ve yurt genelinde her yere ulaşılabilme imkanı sağlanmasıdır. Uzman doktorlara her an her yerde ulaşabilmek ve bir an önce doğru teşhis ve tedaviyi başlatmak içinde PDA kullanılmıştır.



Şekil 3.1 EKG iletim sistemi blok diyagramı

Şekil 3.2.a da görüldüğü gibi EKG bilgilerinin iletilmesi için hazırlanan yazılım Visual Basic 6.0 platformunda gerçekleştirilmiştir. Visual Basic 6.0’ ın tercih edilme nedeni, program derleme aşamasının birçok dile göre daha kolay, komut yapısının basit ve görselliğin ön planda olmasıdır.

Şekil 3.2.b' de programın akış diyagramında görüldüğü gibi EKG bilgisini iletmek için hazırlanan yazılımda, önce bilgilerin ulaştırılacağı sorumlu kişilerin Ad, Soyad, Telefon Numarası, E-mail vb. bilgileri kaydedilir. EKG bilgisi gönderilmek istendiği zaman, monitördeki EKG bilgisi ön izleme yapılır, eğer uygun görülürse .JPEG formatında kaydedilir. Daha sonra gönderilmek istenen kişi kayıtlardan seçilir ve seçime göre MMS, SMS veya E-Mail şeklinde EKG bilgisi yollanır.



a) EKG iletim programı Visual Basic 6.0 derleyici ekranı



b) EKG bilgilerinin iletilmesi için hazırlanan yazılımın akış diyagramı

Şekil 3.2 12 Derivasyonlu EKG iletim programı ve akış diyagramı

3.1. MMS Ayarları

MMS gönderilmeden önce, PIN kodu girildikten sonra kullanılan GSM operatörüne göre gerekli MMS Sunucu ayarlarının bir defalık yapılması gerekir. Kullanılan GSM operatörü değişmediği sürece bu ayarlar kullanılmaktadır. Kullanılan sunucu ayarları Şekil 3.3 MMS gönderim penceresindeki gibi APN: mms, Kullanıcı adı: mms, Şifre: mms, Ağ geçidi: 213.161.151.201, Sunucu adı: http://mms.avea.com.tr/servlets/mms şeklinde ayarlanır. Aynı zamanda kullanılan mobil modem ve PDA' nın da GPRS ve MMS bağlantı ayarlarının yapılması gereklidir. Mobil modem olarak Motorola V360 cep telefonu kullanılmıştır. Mobil modem olarak Motorola V360 cep telefonunun kullanılma nedeni, USB porttan bilgisayara direkt olarak bağlanabilmesidir. PDA olarak da HP IPAQ 614C kullanılmıştır. Cep telefonunun GPRS ayarları kullanılan operatör tarafından otomatik olarak yüklenmektedir. PDA' nın GPRS ayarları ise, PDA' da bulunan HP IPAQ Data Connect uygulaması çalıştırıldığında otomatik olarak yüklenir.

MMS Gönderimi

GSM/GPRS Modem

Aygıt: Motorola USB Modem

Pin Kod Giriniz...

MMS Server Ayarları

APN: mms Login: mms Password: mms

Gateway: 213.161.151.201 Server: http://mms.avea.com.tr/servlets/mms

Servis ayarları yükle Servis Ayarlarını Kaydet

MMS Mesaj

Kime: +90505 Kimden: +090505

Konu: 112 ACİL SERVİS AMBULANSI

Metin: Hastanın EKG Grafiği

Resim: Araştır...

Mesajı Gönder

Sonuç & Kayıt

Sonuç: N/A

Cevap: N/A

Kayıt Dosyaları: C:\DOCUME~1\TOSHIBA\LOCALS~1\Temp\MmsLog.txt Görünüm...

Şekil 3.3 MMS gönderim penceresi

3.2 EKG Grafiğinin Alınması

Hastanın EKG grafiğini çekmek için TEPA marka EKG cihazı (Şekil 3.4 a) ve bu cihaza ait WinEkgPro yazılımı (Şekil 3.4 b) kullanılmıştır. Bu cihazın tercih edilme nedeni USB porttan bilgisayara bağlanması ve 12 derivasyonlu eş zamanlı EKG grafiğini bilgisayar ekranında görüntülemesidir. Ayrıca EKG cihazı güç tüketimini USB porttan karşılamaktadır. Bu da pratik olarak her yerde kullanım imkânı sağlamaktadır.



a) Tepa EKG Cihazı



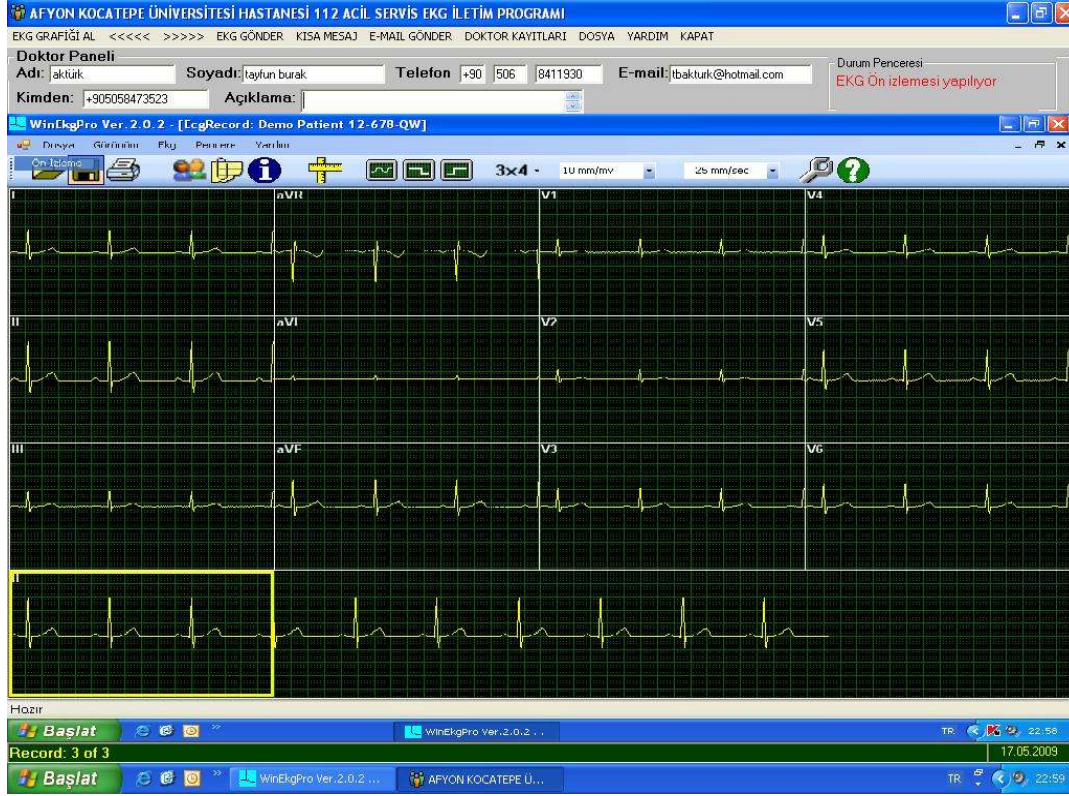
b) WinEkgPro Yazılımı

Şekil 3.4 12 Derivasyonlu USB bağlantılı Tepa EKG Sistemi

Hastanın vücudunun belirli noktalarına elektrot yerleşimi tamamlandıktan sonra, 12 derivasyonlu EKG grafiği çekildikten sonra (Şekil 3.5.a) , hazırlanan EKG iletim programı çalıştırılarak, Şekil 3.5.b de gösterildiği gibi ekranda bulunan EKG grafiğinin ön izlemesi yapılır. Daha sonra kaydet seçeneği ile bilgisayara .jpeg formatında kaydedilir.



a) EKG İletim Programı



b) EKG Kayıt Menüsü

Şekil 3.5 12 derivasyonlu EKG grafiğinin alınması

3.3 Doktor Kayıt Rehberi

Şekil 3.6’ da görüldüğü gibi MMS gönderilecek uzman doktorun isim, telefon, e-mail gibi bilgilerini kaydeden ve MMS gönderileceği zaman bu bilgileri otomatik olarak kullanan bir kayıt rehberi oluşturulmuştur. MMS gönderilmek istendiğinde öncelikle doktor kayıt rehberinden ulaşılmak istenen doktor seçilir ve “EKG GÖNDER” butonuna tıklayarak MMS gönderim penceresi açılır.



Şekil 3.6 Doktor kayıt rehberi penceresi

3.4 MMS gönderimi

Şekil 3.7’ de MMS Blok diyagramında belirtildiği gibi, gönderilecek MMS belgesi seçilir. Ek açıklamalar kısmına gerekiyorsa açıklamalar yazılır ve MMS gönderilir. MMS gönderimi mobil modem üzerinden GPRS/EDGE bağlantısı yardımı ile gerçekleştirilir.



Şekil 3.7 MMS blok diyagramı

Şekil 3.8 MMS mesaj ayarları penceresinde “Kime” ve “Kimden” kısmında bulunan EKG’ nin nereye iletileceği ile ilgili telefon ayarları, Doktor Kayıt Rehberinde ulaşılmak istenen doktor seçildikten sonra otomatik olarak güncellenmektedir. “Metin” kısmına hastanın durumunu, solunum hızını vb. doktora açıklayıcı bilgiler yazılır. “Resim” kısmında ise daha önce kaydedilen .jpeg formatındaki EKG grafiğinin yolu gösterilir. “Mesaj Gönder” butonuyla da EKG Grafiği gönderilir.

MMS Mesaj

Kime:	+90506	Kimden:	+90505
Konu:	112 ACİL SERVİS AMBULANSI		
Metin:	Hastanın bilinci yerinde, Solunum hızı=20.		
Resim:	C:\Documents and Settings\TOSHIBA\Desktop\aku.jpg		Araştır...
Mesajı Gönder			

Şekil 3.8 MMS mesajı ayarları penceresi

3.5 SMS ve E-Mail GÖNDERİMİ

Şekil 3.9’ da SMS Blok Diyagramında belirtildiği gibi, SMS gönderilmek istendiğinde SMS gönderim seçenekleri incelenir. Operatör desteği varsa, çok parçalı mesajlara izin verilir ya da gönderim raporu istenebilir. Daha sonra gönderilmek istenen hasta bilgisi yazılır ve gönderilir.



Şekil 3.9 SMS blok diyagramı

Şekil 3.10 SMS gönderim penceresinde “Alıcı” kısmında bulunan EKG’ nin nereye iletileceği ile ilgili telefon numarası da, Doktor Kayıt Rehberinde ulaşılmak istenen doktor seçildikten sonra otomatik olarak güncellenmektedir. “Mesaj” kısmına hastanın durumunu, solunum hızını vb. doktora açıklayıcı bilgiler yazılır. “Gönder” butonuyla da SMS gönderilir.

Mesaj Gönder

Alıcı: +90506

Mesaj: Bilinci yerinde, Solunum=20

Gönder Seçenekler...

Şekil 3.10 SMS gönderim penceresi

E-mail gönderim işlemi Outlook Express üzerinden gerçekleştirir. Outlook Express üzerinde gerekli mail ayarları yapıldıktan sonra ücretsiz olarak E-mail gönderimi gerçekleştirilir.

4. BULGULAR

Şekil 4.1 de görüldüğü gibi gerçekleştirilen sistem dizüstü bilgisayar, Tapa marka EKG Master USB cihazı, yazıcı, hareketli masa, Motorola V 360 GPRS modem, HP IPAQ 614c PDA' dan oluşmaktadır.

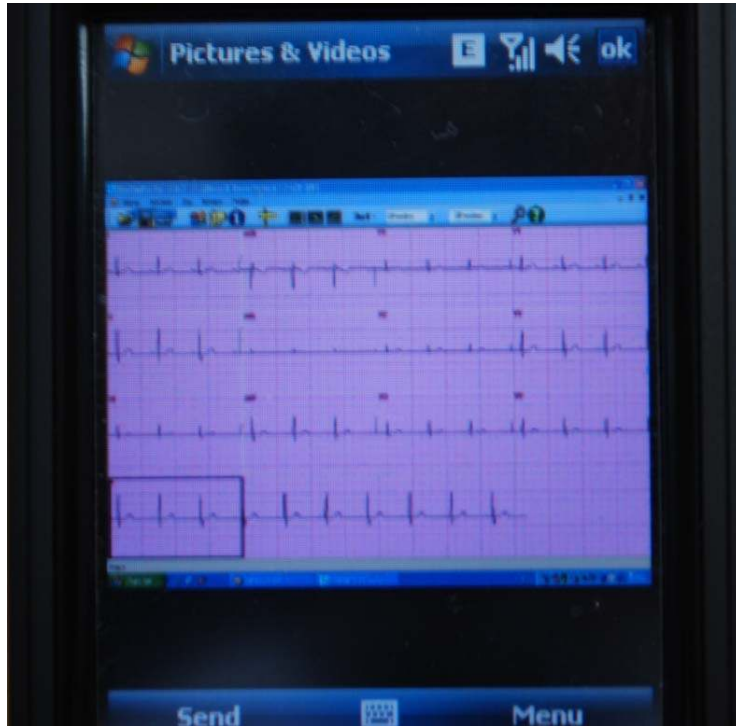


Şekil 4.1 112 Acil Servis EKG iletim sistemi

Şekil 4.2' de gerçekleştirilen sistemde Tapa marka 12 derivasyonlu EKG cihazından alınan EKG işaretleri 112 Acil Servis EKG İletim Programı ile 230.4 Kbps hızında PDA' ya aktarıldığı görülmüştür. Aktarım süresi 90 sn olarak ölçülmüştür. Şekil 4.2.a 'da gerçekleştirilen sistemin PC görüntüsü görülmektedir. Şekil 4.2.b de ise aktarılan EKG grafiğinin PDA üzerindeki görüntüsü görülmektedir.



a) Hazırlanan yazılımın ekran görüntüsü



b) PDA üzerindeki EKG görüntüsü

Şekil 4.2 12 derivasyonlu EKG grafiğinin iletimi

EKG işaretlerinin jpeg formatında iletilmesi dolayısıyla, PDA' nın yakınlaştırma özelliği sayesinde EKG derivasyonları Şekil 4.3 'deki gibi daha ayrıntılı olarak incelenebilmektedir. Ölçülen EKG işaretleri .JPEG formatında kaydedilip gönderildiğinden dolayı üzerinde herhangi bir bozulma oluşmamaktadır.



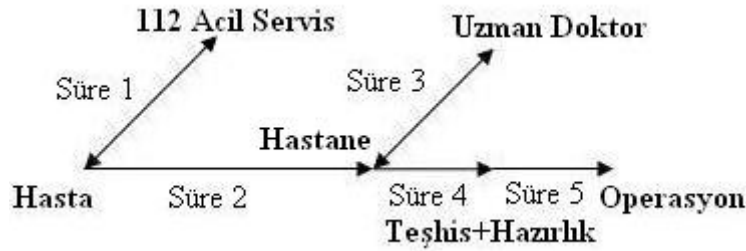
Şekil 4.3 PDA üzerindeki yakınlaştırılmış EKG görüntüsü

Veri iletimi için kullanılan GPRS teknolojisi nedeniyle bir MMS mesajı içerisinde gönderilebilecek maksimum veri miktarının 180KB olabileceği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde elde edilen JPEG formatındaki EKG verilerinin ortalama boyutu 105KB olup gerçekleştirilen sistem için yeterli olmaktadır.

Şekil 4.4' de MMS Gönderim Penceresinde “Metin” kısmında hastanın durumu hakkında açıklayıcı bilgi verilmesi sayesinde doktorun teşhisi kolaylaşacaktır.

Şekil 4.4 MMS Gönderim Penceresi

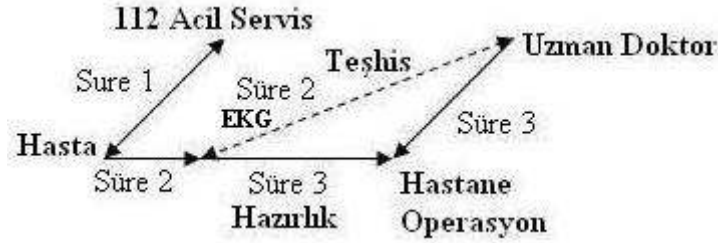
Şekil 4.5’ de görüldüğü gibi günümüzde 112 Acil Servise yardım çağrısı iletildikten sonra, 112 Acil Yardım ambulansının hastanın bulunduğu yere ulaşma süresi “Süre 1” olarak kabul edilsin. Bu aşamadan sonra hastanın hastaneye nakli sırasında “Süre 2” kadar zaman geçecektir. Sonra hastanede uzman doktor bulunmaması durumunda uzman doktora haber verilecek, uzman doktor hastaneye gelene kadar “Süre 3” kadar zaman geçecektir. Hastanede uzman doktorun teşhisi ve operasyon hazırlıkları sonunda “Süre 4” ve “Süre 5” kadar süre sonunda hasta operasyona alınabilecektir.



Şekil 4.5 Günümüzde kalp krizi geçiren bir hastaya yapılan müdahale aşamaları

Gerçekleştirilen 112 Acil Servis 12 derivasyonlu EKG iletim programı sayesinde Şekil 4.6’ da görüldüğü gibi, 112 Acil Servise kalp krizi geçiren bir hasta olduğu yardım çağrısı iletildikten, “Süre 1” kadar zaman sonunda hasta ambulansa alınacak, 12 derivasyonlu EKG bilgileri “Süre 2” kadar zamanda uzman doktorun PDA’ sına aktarılacaktır. Aynı zamanda “Süre 2” zaman diliminde uzman doktorun teşhisi sayesinde ambulansın en kısa zamanda, yeterli donanıma sahip hastaneye yönlendirilmesi sağlanacaktır. Uzman doktor hastanede değilse bile “Süre 3” zaman diliminde zaman kaybetmeden hastaneye ulaşabilecek, hastanede gerekli hazırlıklar da

yine “ Süre 3” zaman diliminde yapılabilecektir. Bu sayede hastanın kalp krizinden zarar görme oranı en aza indirilecektir.



Şekil 4.6 Tasarımlanan sistem sayesinde hastaya müdahale süresini kısaltan aşamalar

Uzman doktorda PDA bulunmaması durumunda, doktora farklı kanallardan ulaşabilecek teknolojik imkanlar sunmak amacıyla SMS ve E-mail gönderme sistemleri de oluşturulmuştur. Tasarlanan sistemde doktora SMS ile hastanın durumu ve 12 derivasyonlu EKG grafiğinin mail olarak yollandığı konusunda bilgiler gönderilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kalp krizi geçiren hastaya uygulanan tedavi ne kadar erken yapılırsa hastanın hayatta kalma şansı da aynı oranda artar. Çünkü krizin üzerinden geçen her dakika, kalp adalesindeki hasarı arttırmaktadır. Önemli miktarda kalp adalesinin zarar görmesi de geriye dönülmez bir tablo oluşturmaktadır. Kalbin kan pompalama kapasitesi düşmekte, ileride kalp yetmezliği tablosunun oluşmasına yol açmaktadır.

Gerçekleştirilen sistem sayesinde uzman doktora ulaşmak kolaylaştığı için doğru teşhis ve müdahale için zaman kaybedilmeyecektir. Ambulans nerede olursa olsun, GSM şebekesi mevcut olduğu sürece, sistemin 12 derivasyonlu EKG verisini iletebileceği görülmüştür. İcap nöbeti tutan doktor ameliyatta hatta istirahat halinde olsa bile acil durumlarda pratik bir şekilde ihtiyaç duyulan desteği sağlayabilecektir. Ayrıca ulaşımın zor olduğu köy sağlık ocaklarında bu sistem kurulması erken teşhis ve zamanında müdahale imkanı sağlayacaktır.

GPRS anahtarlama yapısı nedeniyle yaşanabilecek problemler verinin doğru iletilmemesine neden olabilir. Bu sorunu aşmak için veri jpeg formatında gönderilmiştir. Bu sayede veri üzerinde herhangi bir kayıp meydana gelmemektedir. 12 derivasyonlu EKG ölçümünde CE sertifikalı EKG ölçüm cihazı kullanıldığından dolayı gerçekleştirilen sistem ek bir kalibrasyona da ihtiyaç duymamaktadır.

Gerçekleştirilen sistem sayesinde kalp rahatsızlığı olan ve acil sağlık hizmeti almak zorunda olan hastaların EKG bilgileri belli periyotlarla uzman doktorun PDA' sına aktarılabilir. Bu şekilde hastanın durumu uzman doktor tarafından uzaktan gözlenerek, her hangi bir olumsuz durum kolaylıkla fark edilebilir ve zaman kaybetmeden gerekli müdahale yapılabilir. Ayrıca uzman doktorun olmadığı spor salonlarında, hapisanelerde hatta hava yolu şirketlerince de uçuş sırasında kullanılabilir. Gerçekleştirilen sistem PC üzerinde çalışan diğer programlardan ve donanımdan bağımsız olduğundan dolayı her sisteme kolaylıkla entegre olabildiği için teletıbbın diğer alanlarında da kullanılabilir.

Gelecek çalışmalarda tasarımılanan sistem 112 acil servis ambulansına yerleştirilerek gerçek vaka uygulamalarında denenecektir. İlerleyen yıllarda 3G teknolojisinin kullanılmaya başlaması ile birlikte, hız ve gönderilebilecek veri miktarının artması sayesinde, hareketli EKG görüntülerinin gönderilmesi de mümkün olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Acartürk E., 1998, Pratik Elektrokardiyografi, 3. Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, Adana, 3-24.
- Adra, N.A., Tohme, S., Doughan, M., 2004, "GPRS simulation in NS for WLAN and GPRS integration; Information and Communication Technologies: From Theory to Applications", 2004 International Conference, USA, 187, 188
- Akalın H.E., 2001, "Yoğun Bakım Ünitelerinde Kalite İyileştirme", Yoğun Bakım Dergisi, Cilt:1, Sayı: 2, 69-74.
- Alexander R., Pratt M., Ryan J., 2002, "Akut Miyokart İnfarktüsülü Hastaların Tanı ve Tedavisi", (10th edition) In: Fuster V. (eds). The Heart. Çeviri: Esen M. (eds). Cilt:3, 1275-87.
- Arıcı M., Erman M., Nazlı N., 1995, "Kardiyak Aritmiler Ve Acil Tedavi Yaklaşımları", In: Karaaslan Y. In:(eds), Acil Durumlarda Tanı ve Tedavi, Medikomat Basın Yayın, Ankara, 37-53.
- Aslantaş V., Kurban R., Çağlıkantar T., 2008, "Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemlerinde Sayısal İmza Kullanımı", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt:23, No:3, ss:531-538.
- Atar N.E., 1993, "Özetlenmiş EKG Bilgisi", 2. Baskı, Atlas Kitapçılık, Ankara, 58-71.
- Bashshur, R., Lovett, J., 1977, Assessment of telemedicine: results of the initial experience, Aviation, Space and Environmental Medicine , 65–70
- Bates, R.J.,2001, "Wireless Broadband Handbook", McGraw-Hill TELECOM, USA, 209

- Bates, R.J., 2002, "GPRS. General Packet Radio Service", McGraw-Hill TELECOM, USA, 207-208, 210, 39.
- Bettstetter, C., Vögel, H. J., Eberspacher, J., 1999, "GSM phase 2+ general packet radio service GPRS: Architecture, protocols and air interface", IEEE Communications Surveys, 2, 3.
- Bird, K., 1972, Cardiopulmonary frontiers: quality health care via interactive television, Chest 61 204–205.
- Brown, J.H., 1982, Telecommunication for Health Care, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Chen, C., Chen, W., Lin, H., 2005, "Communications", 2005 IEEE International Conference, 918-923.
- Chouinard, J., 1983, Satellite contributions to telemedicine: Canadian CME experiences, Can. Med. Assoc. J. 128 850–855.
- Conrath, D.W., Dunn, E.V, Bloor, W.G., Tranquada, B., 1977, "A clinical evaluation of four alternative telemedicine systems", Behavioral Sciences 22 (1) 12–21.
- Costin H, Puscoci S., Rotariu C., Dionisie B. ve Cimpoesu M.C., 2006, "A Multimedia Telemonitoring Network for Healthcare", Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering And Technology, Vol: 17, ss:113-118.
- Demirhan N., 2003, "Türkiye’de 112: İlk ve Acil Yardım Hizmetleri ve Afetlerdeki Rolü", İstanbul; Acar Matbaacılık.
- Derelioğlu B., 2007, "GPS ve GPRS Tabanlı Geniş Alan Ağı Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Ankara:Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Dertouzos, ML., What will be: how the new world of information will change our lives, New York: HarperEdge Publishers, 1997.

Doğan H.D., 2006, "Hemşirelerin Acil Kalp Hastalıklarında Görülen Ekg Bulgularını Tanıyabilme ve Uygun Tedavi Yaklaşımlarını Değerlendirebilme Düzeylerinin Tespiti", Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi , Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Dubin D., 1994, Hızlı EKG Yorumu, Çeviri Edit: Murat S.N 5. Baskı, 6-63.

Dunn, E.V., Conrath, D.W., Bloor, W.G.,1977, An evaluation of four telecommunication systems for delivery of primary health care, Health Services Res. 12 19–29.

Fang Z. ve Lai D., 2007, "Uninterrupted ECG Mobile Monitoring", "International Journal of Bioelectromagnetism", Vol: 9 No: 1

Ferrer, C., Oliver, M.,1998, "Overview and Capacity of the GPRS, Applied Math&Telematics", IEEE, Spain,106-110.

Field, M.J., (Ed.), 1996, Telemedicine: A Guide to Assessing Telecommunications in Health Care National Academy Press, Washington, DC.

Garshnek V. and Burkle F. M., 1999, "Applications of Telecommunications to Disaster Medicine". Journal of the American Medical Informatics Association. Vol:6, No:1, ss:26-37.

Gaumer, G., Grigsby, J., Hassol, A., 1996, Exploratory evaluation of rural applications of telemedicine, Abt Associates.

Gemici K., Aydınlar A., Cordan J., 2000, "Ani Kardiyak Ölümün Primer Ve Sekonder Tedavisi", Türk Klinik Kardioloji Dergisi, Sayı:13, 322-6.

Grigsby, J., Sanders, J.H.,1998, Telemedicine, Ann. Internal Med. 129 (2) 123–127.

Healthcare Information Management Systems Society,1998, 9th Annual Leadership Survey,

Higgins, C.A., Conrath, D.W., Dunn, E.V.,1984, Provider acceptance of telemedicine systems in remote areas of Ontario, J. Family Practice 18 (2) 285–289.

Kabalcı E., 2006, “PC Tabanlı Kablosuz EKG Biyotelemetri Sistemi Tasarımı ve Yapımı”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara:Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Kavuncubaşı Ş. ,2000, Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi, Ankara, Siyasal Kitabevi, s.263

Kılınç S., 2007, “Elektronik Tabanlı Öğrenmenin Sağlık Sektöründe Kullanımı ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Korkmaz M.E., 1997, Elektrokardiyografi, In: KaraaslanY. (eds) Klinik Başvuru El Kitabı. 2. Baskı, Bilkent- Ankara, 67-75.

Korkmaz M.E., 1997, Aritmiler, In: Karaaslan Y. (eds) Klinik Başvuru El Kitabı . 2. Baskı, 247-58.

Kurban R.,2006, “Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi: Mobil Sağlık Danışmanı”, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Management, 1982, J. Med. Educ. 57: (10) Pt 2 , 1–93

- Moore ,M., 1993, Elements of success in telemedicine projects, Report of a Research Grant From AT&T, Graduate School of Library and information Science, University of Texas at Austin.
- Moore, M., Hartman, J.T.,1992, Information Technology for rural outreach in West Texas, Bull. Med. Library Assoc. 80 (1) 44–46 .
- Mora FA, Passariello G, Carrault G, et al., 1993, Intelligent patient monitoring and management systems: a review. IEEE Eng Med Biol Mag 12 (4): 23-33
- Melnyk, M. D., Silberman, J. B.,2004,”A wireless electrocardiogram system”, Engineering Division of the Graduate School of Cornell University, New York, 3-7.
- Olgun N., 2001, Temel Ve İleriYaşam Desteği, In: Şelimen D. Acil Bakım Kitabı. 2. Baskı, İstanbul, 124-42.
- Ridig, 31 July 1998, Providing Ground Tests DOD’s Digital Dog Tags, Regulatory Intelligence Data Industry Group 91.
- Ritchie. C.,1998, British army establishes telemedicine unit in Bosnia, Lancet 352 (9121) 46.
- Sepit D. ,2004, 12 Derivasyonlu EKG Değerlendirme. Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt:1, Sayı: 1, 34-5
- Siram K.,2001, “GPRS sisteminin GSM Altyapısına Entegrasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 13-17.
- Şahin, V., 2006, “Mobil Haberleşme Sistemlerinin Gelişimi ve Genişband CDMA Performansı Testi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1,15,29.

Taşpınar, N., Koçak, Y., Sabah, M.A.,2002, “Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), Yapısı, Protokolleri ve Kaynak Yönetimi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (1-2): 22-42.

Uçak D., 2000, *Elektrokardiyografi*. 5. Baskı, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, 56-84.

Wen C, Yeh M.F , Chang K.C, Lee R.G, 2007), “Real-time ECG telemonitoring system design with mobile phone platform”. Elsevier-Measurement,

Wheeler, T., 1998, Strike up the bandwidth: store & forward vs. interactive video, Telemedicine Today 6 (2) 13, 43–44 .

Wheeler, T.,1998, A counterpoint, Telemedicine Today 6 (2) 44.

Yazgan, E., Korürek, M.,1994, “Elektrokardiyogram İşaretlerinin Ölçülmesi”, Tıp Elektronik, İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul, 5.1-5.41.

İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

1- http://www.anadolusaglik.org/	10.02.2009
2- http://www.ursi.org.tr/2006-Kongre/pdf/170.pdf	01.02.2009
3- http://www.mobilekg.com/	01.02.2009
4- http://www.turkmia.org/eski/file/151e_saglik_yurt.ppt	15.03.2009
5- http://www.cvphysiology.com	01.04.2009
6- http://www.ecglibrary.com/ecghist.html	20.03.2009
7- http://www.rnceus.com	01.02.2009
8- www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_01/Docs/XX_docs%20(information)/XX05-060.doc	01.02.2009
9- http://www.protocols.com/pbook/gprsfamily.htm	01.02.2009
10- http://www.tele.com.tr/blog_comment.asp?bi=758	10.04.2009
11- http://www.enuygun.com/konu/cep-telefonu/mms-nedir	10.04.2009
12- http://www.enuygun.com/konu/cep-telefonu/3g-nedir	10.04.2009

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tayfun Burak AKTÜRK
Doğum Yeri : BOLU / MERKEZ
Doğum Tarihi : 24.11.1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Niyazi Üzmez Süper Lisesi (2001)
Lisans : Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi (2006)
Yüksek Lisans:

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Turgutlu Zübeyde Hanım Kız Teknik ve Meslek Lisesi 2006-....

Yayınları (SCI ve diğer)

Diğer konular