

**MOBİL İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK MEDİKAL
BİLİŞİM UYGULAMA ÖRNEKLERİ**

MELİKE KANOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2011

ANKARA

**MOBİL İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK MEDİKAL
BİLİŞİM UYGULAMA ÖRNEKLERİ**

MELİKE KANOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2011

ANKARA

Melike KANOĞLU tarafından hazırlanan MOBİL İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK MEDİKAL BİLİŞİM UYGULAMA ÖRNEKLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Nurettin DOĞAN

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İnan GÜLER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurettin DOĞAN

Tarih : 02/06/2011

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Melike KANOĞLU

MOBİL İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANARAK MEDİKAL BİLİŞİM UYGULAMA ÖRNEKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Melike KANOĞLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2011

ÖZET

Bilişim ve iletişim teknolojileri ile birlikte tıp biliminde de hızlı gelişmelerin yaşanması, günümüzdeki ihtiyaçların değişmesine yol açmıştır. İhtiyaçların zaman ve mekana bağımlı kalınmadan giderilmesi teletıp kavramına önem kazandırmıştır. Mobil iletişim teknolojileri bu alanda etkin bir şekilde kullanılabilir. Sürekli gözetim altında tutulmak istenen hastalardan alınan fizyolojik işaretler, kablosuz iletişim teknolojileri vasıtasıyla uzaktan izlenebilir. Özellikle ulaşımın zor olduğu kırsal kesimlerde ve yatağa bağlı hastaların izlenmesinde böyle bir sistem büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada teletıp, mobil teknolojiler, fizyolojik işaretler ve teletıp alanında yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca örnek olarak bir sistem önerilmiştir. Bu sistemde EKG cihazı ile hastadan alınan bilgilerin 3G ağ üzerinden uzaktaki hekimin bilgisayarına aktarılıp izlenmesi öngörülmüştür.

Bilim Kodu : 702.3.006

Anahtar Kelime : teletıp, 3G, 4G, mobil iletişim, EKG

Sayfa Adedi : 88

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Nurettin DOĞAN

**MEDICAL INFORMATICS APPLICATIONS USING MOBILE
TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES**

(M.Sc. Thesis)

Melike KANOĞLU

GAZİ UNIVERSITY

INFORMATICS INSTITUTE

May 2011

ABSTRACT

Developments of informatics and communication Technologies with medical science caused to change needs of present day. Supplying these needs without considering time and place made telemedicine important. Mobile telecommunication technologies can be used effectively in this area. The physiologic signs taken from patients who continuously monitored can be followed via wireless communication technologies. Especially in rural areas where the transporting is difficult and the monitoring of bedridden patients this system will provide easiness. This study includes information about telemedicine, mobile technologies, physiologic signs and researches on telemedicine. A system is offered as an example too. In this system the information which has taken from the patient via an ECG machine is forwarded to the expert's PC over 3G network.

Science Code : 702.3.006

Key Words : telemedicine, 3G, mobile communication, ECG

Page Number : 88

Adviser : Asst. Prof. Dr. Nurettin DOĞAN

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Yrd. Doç. Dr. Nurettin DOĞAN' a, çalışma arkadaşlarıma, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. TIP BİLİŞİMİ.....	8
2.1. Sağlıkta Enformasyon Teknolojisi Uygulama Alanları.....	9
2.2. Teletıp.....	11
2.3. Teletıbbın Tarihsel Gelişimi.....	13
2.4. Dünyada Teletıp Uygulamaları.....	14
2.5. Türkiye’ de Teletıp Uygulamaları.....	18
2.6. Teletıp Alanında Yapılan Mobil Teknoloji Çalışmaları.....	19
2.6.1. Örnek Bir Mobil Sistem (EKG İşaretlerinin Cep Telefonu ile Transferi).....	23
3. BİYOMEDİKAL İŞARETLER.....	28
3.1. Vücut Isısı.....	28
3.2. Kan Basıncı (Blood pressure).....	29
3.3. Darbe Oksimetresi (Pulse Oximetry).....	30
3.4. ENG (Elektronörogram).....	32
3.5. EEG (Elektroensefalografi).....	33
3.6. EMG (Elektromiyografi).....	35
3.7. EKG (Elektrokardiyogram).....	36
3.7.1. EKG işaretlerinin bileşenleri.....	38
3.7.2. Elektrod yerleşimleri ve EKG derivasyonları.....	42
3.7.3. EKG’ nin kullanım alanları.....	47
4. MOBİL İLETİŞİM.....	48

	Sayfa
4.1. Mobil İletişimin Evrimsel Gelişimi.....	48
4.2. Birinci Nesil (1G).....	49
4.3. İkinci Nesil (2G).....	51
4.4. 2.5G	51
4.4.1. HSCSD sistemi	51
4.4.2. GPRS sistemi	52
4.4.3. EDGE sistemi	52
4.5. Üçüncü Nesil (3G).....	53
4.5.1. UMTS	54
4.5.2. CDMA MC	57
4.5.3. 3G servisleri.....	60
4.5.4. 3G uygulama alanları.....	63
4.5.5. 3G ile ilgili sorunlar	65
4.6. Dördüncü Nesil (4G)	66
4.6.1. WiMax	69
4.6.2. LTE	70
5. ÖNERİLEN SİSTEM	73
5.1. EKG İşaretlerinin Uzak PC ile İzlenmesi.....	73
5.1.1. EKG cihazı.....	74
5.1.2. GRC200 3G gateway	74
5.1.3. ViCOM sanal port yazılımı.....	79
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	88

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Sağlıkta enformasyon teknolojisi uygulama alanları	10
Çizelge 3.1. Bazı önemli EKG parametreleri.....	40
Çizelge 4.1. 2. ve 3. nesil teknolojilerin karşılaştırmalı çizelgesi	57
Çizelge 4.2. Teorideki ve gerçek hayattaki uplink ve downlink hızları	72
Çizelge 5.1. Kullanılan teknolojiler ve genel teknik özellikler.....	77
Çizelge 5.2. ViCOM Ayar örnekleri	81

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. DEXAR teletıp ağı.....	19
Şekil 2.2 Reka E100 ile kullanılan kablolar.....	25
Şekil 2.3. Reka E100 bağlantı noktaları.....	26
Şekil 2.4. Tek kanallı EKG ölçümünde hastanın pozisyonu.....	26
Şekil 2.5. Üç kanallı EKG ölçümünde problemlerin bağlanması.....	27
Şekil 3.1. Kan basıncının ölçülmesi.....	30
Şekil 3.2. Elektrotların bağlantı biçimleri.....	34
Şekil 3.3. EEG işaretlerine ilişkin farklı 4 bant genişliği.....	35
Şekil 3.4. EMG ölçümü.....	36
Şekil 3.5. Kalbin yapısı.....	37
Şekil 3.6. EKG temel dalga şekli.....	38
Şekil 3.7. EKG işaretinin bileşenleri.....	39
Şekil 3.8. Frontal düzlemde Eindhoven üçgeni.....	42
Şekil 3.9. Derivasyonlar.....	43
Şekil 3.10. Bipolar taraf derivasyonları.....	44
Şekil 3.11. Unipolar taraf derivasyonları.....	44
Şekil 3.12. Göğüs derivasyonları.....	44
Şekil 3.13. 12 Derivasyonlu EKG elektrod yerleşimleri ve EKG çıktıları.....	47
Şekil 4.1. FDD ve TDD erişim teknikleri.....	50
Şekil 4.2. GSM sistemlerine ait transmisyon hızları.....	56
Şekil 4.3. CDMA sürümleri.....	58
Şekil 4.4. Çoklu erişim teknikleri.....	58

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. CDMA 2000 gelişim evreleri	60
Şekil 4.6. 3G gelişim yolları	60
Şekil 4.7. Temel telekomünikasyon servisleri	61
Şekil 4.8. 4G vizyonu.....	68
Şekil 4.9. Veri iletim hızlarının gelişimi.....	71
Şekil 4.10. Uplink ve downlink	72
Şekil 5.1. Uzaktan EKG izleme sistemi	74
Şekil 5.2. GRC200 uygulama şeması.....	76
Şekil 5.3. GRCProbe ayar uygulaması.....	78
Şekil 5.4. Konsol arayüzü	80

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Örnek bir telemetri sistemi.....	13
Resim 2.2. Hastanelerde kullanılmaya yönelik MCA.....	20
Resim 2.3 Reka E100 EKG cihazı	24
Resim 2.4. EKG kablosunun cihaza bağlanması	27
Resim 5.1. GRC200 3G gateway	75

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
1G	1. Generation (1. Nesil)
2G	2. Generation (2. Nesil)
3G	3. Generation (3. Nesil)
4G	4. Generation (4.Nesil)
ADC	Analog Digital Converter (Analog Dijital Çevirici)
CDMA	Code Division Multiple Access (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
D-AMPS	Digital Advanced Mobile Phone System (Gelişmiş Dijital Mobil Telefon Sistemi)
DAQ	Data acquisition (Veri Toplama)
DSCDMA	Direct-Sequence Code Division Multiple Access (Doğrudan Dizi Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
DSL	Digital Subscriber Line (Dijital Abone Hattı)
EDGE	Enhanced Data rates for GSM (GSM Gelişmesi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları)
EEG	Elektroensefalografi
EKG	Electrocardiogram (Elektrokardiyogram)
EMG	Elektromiyografi
ENG	Elektronörogram
FDD	Frequency Division Duplex (Frekans Bölmeli Çiftleme)
FDMA	Frequency Division Multiple Access (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim)
GPRS	General Packet Radio Services (Paket Anahtarlmalı Radyo Hizmetleri)

Kısaltmalar	Açıklama
GPS	Global Positioning System (Evrensel Konumlandırma Sistemi)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim İçin Evrensel Sistem)
HSCSD	High-Speed Circuit-Switched Data (Yüksek Hızlı Devre Anahtarlamalı Veri)
HSPA	High Speed Packet Access (Yüksek Hızlı Paket Erişimi)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Enstitüsü)
LAN	Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
LTE	Long Term Evolution (Uzun Vade Evrimi)
Mbps	Megabit Per Second (Saniyedeki Megabit Sayısı)
MCA	Mobile Clinical Assistant (Taşınabilir Klinik Yardımcı)
MMS	Multimedya Message Services (Çokluortam Mesaj Servisi)
MR	Magnetic Rezonans (Manyetik Rezonans)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Dikey Frekans Bölmeli Çoklama)
OSI	Open Systems Interconnection (Açık Sistemler Bağlantısı)
PACS	Picture Archiving and Communication Systems (Resim Arşivleme ve İletişim Sistemleri)
PDA	Personal Digital Assistant (Kişisel Sayısal Asistan)
PDC	Personal Digital Communication (Kişisel Sayısal Haberleşme)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı İle Tanımlama)
SMS	Short Message Services (Kısa Mesaj Servisi)
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol (İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü)
TDD	Time Division Duplex (Zaman Bölmeli Çiftleme)
TDMA	Time Division Multiple Access (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)
UMTS	The Universal Mobile Telecommunications System (Evrensel Gezgin Haberleşme Sistemi)

Kısaltmalar	Açıklama
USB	Universal Serial Bus (Evrensel Seri Hat)
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access (Genişbant Kod Bölme Çoklu Erişim)
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Mikrodalga Erişimi için Dünya Geneline Müşterek Çalışma)
WLAN	Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)

1. GİRİŞ

Bilişim ve iletişim teknolojileri günden güne gelişmekte ve farklı uygulama alanlarında yaşamı kolaylaştırmaktadır. Tıp bilişimi ve mobil teknolojiler de bu gelişmelerden oldukça etkilenmektedir.

Gelişen haberleşme teknolojileri sayesinde insanlar artık sadece sabit noktalardan değil hareket halindeyken de iletişim kurabilme ihtiyacı duymuşlardır. Mobil iletişim sistemleri sayesinde bu ihtiyaç giderilmiştir. Hatta artık sadece ses iletimi değil görüntü ve veri iletimi de yapılabilmekte, yüksek hızda internet bağlantısı sağlanabilmektedir.

Telekomünikasyon araçlarının tanı, teşhis ve hasta bakımında kullanılmasını sağlayan teletıp, günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Kişinin sağlık bilgileri telemetri yöntemleri ile uzak noktalarda bulunan uzmanlara iletilebilmektedir. Böylece, özellikle uzman doktorların yetersiz olduğu yerlerde ve kırsal kesimlerde de uzmanlara ulaşılması mümkün olabilmektedir. Kullanılan teknolojiler sayesinde hem teşhis ve tedavi süreçleri kısaltılabilmekte hem de maliyet düşürülmektedir. Teletıp ile yaygın, ucuz ve kaliteli hizmet sunmak amaçlanmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada kalp-damar hastalıkları insan hayatını tehdit eden sorunlardandır. Bu ve bunun gibi hastalıklarda erken teşhis ve tedavi çok önemli olduğu için olabildiğince hızlı müdahale gerekmektedir. Aksi halde ölümlerle sonuçlanan vakalarla karşılaşmak kaçınılmaz olmaktadır. Hasta yakınlarının yardım çağırmasından itibaren geçen süreyi minimuma indirmek için teletıp uygulamaları kullanılabilir. Böylece hastalardan alınan fizyolojik işaretler uzaktan takip edilip değerlendirilebilir.

Bu konuda çeşitli araştırmalar ve uygulamalar yapılmıştır. GPRS ve bluetooth gibi kablosuz teknolojiler kullanılarak uzaktan hasta takip sistemi ile EKG görüntüleme ve izleme uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Görüntüleme sistemlerinin maliyetini düşürmeye yönelik bir bildiriye kablosuz bluetooth iletişim kullanılarak, LabVIEW ortamında elektrokardiyogram sinyalleri,

oximetre darbeleri, veri raporlayıcı yerel bilgisayardan uzaktaki mySQL veri tabanına gönderilmiştir [1].

EKG, sıcaklık ve oksijen durumu gibi özel sinyalleri elde eden, kaydeden, görüntüleyen ve internet üzerinden herhangi bir siteye gönderen bir sistem tasarlamıştır. Sistem üç kısımdan oluşmaktadır: sensörler, analog sinyal işleme ve grafiksel kullanıcı arayüzü. Kullanıcı arayüzü tasarımı LabVIEW programı ile yapılmıştır [2].

Başka bir uygulama olarak web tabanlı uzaktan kalp sinyalleri görüntüleme sistemi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada amaçlanan, büyük şehirlerden uzakta bulunan, ekipmandan ve uzmandan yoksun kesimlerde hizmetin kesintisiz olması ve maliyetin düşürülmesi için EKG sinyallerinin iletilmesidir. EKG sinyallerinin dünyanın herhangi bir yerine iletilmesinde internet ağı kullanılmıştır. Tasarlanan sistemde amplifikatör ve filtre gibi ara cihazlar, ağ bağlantısına sahip iki kişisel bilgisayar, analog-dijital çevirici veri toplama kartı kullanılmıştır. TCP/IP Server Client haberleşmesi için LabVIEW görsel programlama dili kullanılmıştır [3].

Hayati biyolojik sinyallerin uzaktan izlenmesi ile ilgili bir bildiri hastaların eş zamanlı olarak uzaktaki sisteme transfer etmek amacıyla iki tür veri toplama kartı kullanılarak elde edilen sinyaller bilgisayarda LabVIEW programı ile görüntülenmiştir. Sinyaller bilgisayarda LabVIEW programı ile elde edilen veri EKG dataları olup iki tür veri toplama kartı kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, hasta ve hekimin farklı fiziksel konumlarda buldukları durumlarda, hastalardan elektronik yöntemlerle, ya da elle alınan tıbbi verilerin teşhis ve tedavi amacı ile internet üzerinden, uzaktaki danışman klinik ya da uzman hekimlere ulaştırılmasını sağlamaktadır [4].

Geliştirilen başka bir sistem, hasta ve hekim farklı fiziksel konumlarda bulduklarında, hastalardan elektronik yöntemlerle, ya da elle alınan tıbbi verilerin teşhis ve tedavi amacı ile internet üzerinden, uzaktaki danışman klinik ya da uzman hekimlere ulaştırılmasını sağlamaktadır. Veriler hastadan standart klinik cihazlar ile alınmakta ve sunucu bilgisayardaki veritabanına kaydedilmektedir. Klinik cihazlar

ile bilgisayar arasındaki veri transferi, ADC (Analog /Dijital Çevirici) içeren bir arabirim üzerinden gerçekleştirilmektedir [5].

WiiSARD ekibi IEEE 802.11 (Wi-Fi) donanımlı bir kişisel sayısal asistan (PDA) kullanarak bir Pulse Oximeter (nabız ve kandaki oksijen miktarı ölçümü) prototipi geliştirmiştir [6].

CodeBlue ekibi ise algılayıcı ağlar kullanan bir sağlık izleme sistemi önermiştir [12]. A.B.D. ordusuna bağlı USARIEM ve USAMMRC tarafından yürütülen psikolojik durum izlenmesi projesinde kalp atış hızı, yürürken sarfedilen metabolik enerji, ten sıcaklığı, GPS (Küresel Konumlama Sistemi) ile konum bilgisi ve hareketlilik algılayıcıları bulunmaktadır.

D'Arbeloff laboratuvarındaki bilim adamları MIT bilgi sistemleri ve teknoloji için "zil sensörü" adı verilen, PPG sinyallerini kullanarak sürekli olarak nabız ölçümü yapan ve bu bilgileri kablosuz olarak sunucu bilgisayara gönderen bir sistem tasarlamışlardır.

Bir diğer sistem ise Bluetooth teknolojisine sahip, giyilebilir taşınabilir bir sağlık izleme sistemidir. Bu sistemlerin hedefi: genel bir endüstri standardına uygun, tak-çalıştır kullanılabilen algılayıcıları çalıştıran bir tasarım yapmaktır. Sayısal Melek (Digital Angel) adı verilen ticari sistem, durum ve pozisyon değişikliğinde e-posta veya telefon uyarısı vermekte, Sontra Medical Corporation firmasının ürettiği Symphony Diabetes Management System adı verilen sistemi non-invazif sürekli glikoz izleme ve diğer bazı analizleri gerçekleştirmektedir [7].

Devam eden bir projede ise minyatür ve vücuda implante edilebilen mikrobilgisayarlar geliştirilmiştir. Bu algılayıcı, hayvanların normal aktivitelerindeki sinir ve kas sinyallerini kaydedebilme yeteneğine sahiptir. Michigan Üniversitesi Kablosuz Tümüleşik Mikrosistemler merkezindeki araştırmacılar BiCMOS kablosuz uyarım yongası adı verilen, uyarım mikroproblarında kullanılan bir sistem geliştirmişlerdir. Given Imaging firması, Given Diagnostic System adı verilen, gastrointestinal gırtlaktan geçen ve kablosuz olarak hastanın belindeki alıcıya video ve resim gönderen, tek kullanımlık görüntüleme kapsülü geliştirmiştir. Sinyaller,

kapsülün bulunduğu yeri tam olarak saptayan bir anten dizisi tarafından alınmaktadır [7].

Kalp krizi hastaları ile ilgili verilerin saklanması amacıyla internet tabanlı Online database uygulaması üzerinde yapılan çalışmada; hasta verileri telemetri yoluyla (IrDA kablosuz cihaz ile) seri iletişim protokolü kullanılarak RS232 üzerinden 115.200 bps hız ile alınıp network üzerindeki bir server üzerine kaydedilmiştir. Sistem uzakta bulunan merkezdeki uzman hekimlere verileri internet yoluyla ulaştırarak değerlendirilmesini sağlamıştır [8].

Hastanın kalp sinyalleri alındıktan sonra FM transmitter ile kablosuz ortamda alıcı tarafa iletilmiş ve PIC16F877 tabanlı bir donanımla değerlendirilerek RS232 üzerinden bilgisayar ortamına kaydı gerçekleştirilmiştir [9].

LABVIEW kullanılarak geliştirilen bir uygulama ile hasta bilgilerinin DataSocket kullanılarak LAN ortamına aktarılması, Access'de hazırlanmış bir veritabanında toplanması ve klinik araştırmacılar ile diğer hastane çalışanlarına gerekli EKG verilerinin sunulması amaçlanmıştır [10].

Kalp seslerinin (Phonocardiogram) eldesi ve analizi için tasarlanan bir sistemde özel tasarlanmış çift kanallı bir biyolojik sinyal yükselteci (bio-signal preamplifier) ve bir NI-DAQ kart(PCI-MIO-16-E) kullanmıştır. LABVIEW ile tasarlanan VI'lar; hastanın şahsi bilgileri, veri dosyaları, EKG ve PCG sinyallerinin kaydı, analizi ve gösterimi için oluşturulmuştur [11].

Mikrodenetleyici tabanlı uzaktan Hasta Takip Sistemi tasarımında GSM ve GPS teknolojisi kullanılarak hastanın tansiyon, nabız, seker, vücut sıcaklığı bilgileri merkez bilgisayara gönderilmiş, gönderilen bu bilgiler hasta ile ilgili veritabanına kaydedilmiştir. Alınan bilgiler kritik değerleri aştığı zaman sistem alarm verir ve hastanın durumu gözlemlenmeye başlanır. Tehlikeli durum söz konusu ise sağlık polikliniği veya tanımlanmış bir telefon numarası otomatik olarak aranmaktadır [12].

Hekimin hastayı ilk muayenesinden itibaren bir ömür boyu takip edebileceği ve verilerini hastalığın her aşamasında kaydedip gerektiğinde her an teşhis ve tedavinin

yapılabileceği, herhangi bir zaman ve herhangi bir yerde de hekimin hizmetine sunabileceği bir sistem üzerinde çalışılmıştır [13].

İnternet yayınları hakkında bilgi veren ve bu kapsamda Ege Üniversitesi'nde geliştirilmekte olan bir teletıp uygulaması tanıtılmıştır [14].

Bir başka çalışmada ise uzaktan kontrol edilebilen bir kalp cihazı tasarlanmıştır. Modüler ve taşınabilir özellikteki bu cihaz veri iletişimini GSM modem üzerinden yapmaktadır. Uzmanın geri bildirim yine bilgisayar ağı üzerinden alınmıştır. Donanımı yöneten yazılım LabVIEW ile gerçekleştirilmiştir [15].

Elektrokardiyogram (EKG), vücut ısısı ve nabız gibi sağlık parametrelerinin bluetooth kablosuz haberleşme standardında bir PDA (Kişisel Sayısal Asistan) cep bilgisayarına iletimi ve bilgilerin cihaz üzerinde görüntülenmesi, değerlendirilmesi ve uzun dönemli olarak depolanması, acil durum söz konusu olduğunda bilgilerin merkezi sunucuya GSM/GPRS ve wi-fi teknolojileri ile gönderilmesi ve uzaktan gerçek-zamanlı olarak kişinin izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede kişinin hastane dışından kritik bilgilerinin takip edilebilmesi ve olası sorunlara karşı erken müdahale edilebilmesi mümkün olmuştur. Ayrıca kişinin konum bilgilerini bulmak için GPS kullanılmıştır [7].

Teletıbbın dünyada ve Türkiye'de hangi standartlar ile yapılabileceğini ortaya koyan mobil örnek bir uygulamanın çalıştırılıp sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, hastadan ölçülen bilgilerin kablosuz iletimi üzerinde durmaktadır. Biyomedikal parametrelerin fiziksel ölçümünün geniş bir şekilde tanımlanması ve detaylı analizi çalışmanın kapsamının dışındadır [16].

Kalp krizi geçiren bir hastanın ambulansa alındıktan sonra EKG cihazından alınan EKG işaretlerini, 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 [17].

Hasta üzerinde bulunan sensörlerden alınan verilerin; değerlendirme için kayıt edildiği, acil durumlarda hızlı müdahale için GPS teknolojisinden elde edilen hasta konumunun ve hastanın hayati değerlerinin acil durum noktalarına SMS ve / veya GPRS servisleri üzerinden aktarılmasına olanak sağlayan bir sistem tasarlanmıştır [18].

Mikrodenetleyici tarafından sayısallaştırılan EKG bilgilerini kaydedip kişisel mobil telefonun GPRS modemi üzerinden internetteki bir IP adresine gönderilmesi sağlanmıştır. Bu bilgiler daha sonra veritabanında saklanmış ve istendiğinde her yerden indirilme ve izlenme imkanı sağlanmıştır [19].

Uzaktan kontrol edilebilen kalp cihazına ait yazılım geliştirilmiş, program geliştirme dili olarak LabVIEW, hasta EKG verilerinin bilgisayar ortamına aktarılması için ise DAQ kartı kullanılmıştır. Yazılım PSTN iletim hatlarını kullanmaktadır. Böylece, Hastanın EKG grafiğinin kardiyoloji uzmanının bulunduğu merkeze transfer edilebilmesi, gelen verilerin uzman tarafından değerlendirilmesi, istenirse arşivlenebilmesi ve uzmanın gerekli görmesi durumunda hastaya müdahale için defibrilasyon cihazı ayarlarının yapılabilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede kırsalda yaşayan kişilere kolaylık sağlanabilmiştir [20].

Uzak noktalardan alınan ısı, nem, basınç gibi verilerin otomatik olarak okunması ve merkezi bir sunucuya aktarılması için gerekli RF/GPRS teknoloji devreler tasarlanmış ve bu donanım için gerekli yazılımlar yapılmıştır [21].

Aküyle çalışan, taşınabilir, yedi kanaldan EKG ölçümü yapan ve bu ölçüm verisini Bluetooth kablosuz haberleşme teknolojisi kullanarak bir bilgisayar arayüzüne ileten bir sistem geliştirilmeye çalışılmıştır. Kullanıcı arayüzü Matlab ile hazırlanmış, verilen komutlarla EKG devresi denetlenmiştir. Bluetooth ile haberleşme sayesinde, EKG cihazı ile kullanılan kişisel bilgisayar arasında kablosuz bir bağlantı kurulmuştur [22].

Hastadan fizyolojik işaretlerin ve hastalığa özel testlerin PDA' ya alındığı, buradan da söz konusu verilerin 3G ve 4G kablosuz iletişim teknolojileriyle uzak mesafelere iletildiği mobil uygulama çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada hastanın taşınabilir

cihaz üzerinden kendi kendini kontrol etmesi, uzak mesafelere aktarılan fizyolojik işaretlerle uzman doktorun hastayı takibi, acil durumlarda da ilgili merkeze bilgi gönderilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, teletıp alanında kullanılmakta olan mobil iletişim teknolojileri, avantaj ve dezavantajları ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve çeşitli öneriler sunulmuştur [23].

Hastalara ait fizyolojik işaretlerin izlenebilmesi için 4 kanallı biyoteleometri sistemi tasarlanmış ve vücut sıcaklığı, solunum oranı, kalp atım oranı, elektrokardiyogram (EKG), elektromiyogram (EMG) işaretleri ölçülüp 9,6Kbps iletim hızında alıcı sisteme kablosuz olarak aktarılmıştır [24].

Taşınabilir elektrokardiyografi (EKG) aygıtlarıyla beraber kullanılacak dağıtık bir acil tanı sistemi için bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılım, alınan sinyallerin işlenmesi için bir yardımcı DSP kütüphanesi, verilerin toplanması için bir merkezi veritabanı ve EKG kayıtlarının uzmanlar tarafından değerlendirilebilmesi için bir görüntüleme arayüzünden oluşmaktadır. Sistemin başlıca amacı uzman hekimler (kardiyologlar) ile hastalar arasındaki uzaklığın en aza indirgenmesi ve bu sayede öncelikle (AMİ) tanı süresinin olabildiğince kısaltılmasıdır. Böylece semptomların başlangıcından tedaviye kadar geçen sürenin kısaltılması hedeflenmektedir [25].

Bu çalışmada önerilen sistemde ise, EKG cihazı ile hastadan alınan bilgilerin, 3G ağlar üzerinden uzaktaki uzman doktorun PDA, PC veya cep telefonuna aktarılıp hastanın gözetim altında tutulması ve acil bir durumda hastaya hızlı bir şekilde müdahale edilebilmesi hedeflenmiştir. Böylece hastaların istenmeyen durumlardan zarar görmesi engellenebilmekte veya en az zararla durumun atlatılması sağlanabilmektedir.

2. TIP BİLİŞİMİ

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve ilk etkilerinin sağlık alanında görülmesi, değişen hasta beklentileri, nüfusun giderek yaşlanması sağlık sektörüne yeni bir stratejik yaklaşım dahilinde bakılması gereğini ortaya koymuştur [26].

Tıp bilişimi “Bilgisayar bilimi ile değişik tıp disiplinleri arasında bir kesişim kümesinde yer almaktadır.” Bu bağlamda, tıp bilişimini tıp alanındaki bilgilerin üretimi, toplanması, değerlendirilmesi, analizi, saklanması, işlenmesi, sunulması ve arşivlenmesi süreçlerinin tamamı ile ilişkilendirmek mümkündür.

Tıbbi bilişim, tıp alanındaki bilgilerin etkili ve etkin kullanımı, bu bilgilerin yaygınlaştırılması, analizi, yeni yapılanmalara imkân sağlayacak şekilde yönetilmesi için değişik bilim dalları ile etkileşimli bir şekilde günümüz bilgisayar ve iletişim teknolojisinin en üst düzeyde kullanılmasını amaçlamaktadır.

Tıpta bilgisayar uygulamaları ilk olarak 1963 yılında KAISER-PERMANENTE (California) ve WISCONSIN HOSPITAL gibi hastanelerde hasta kayıtlarının tutulması, ücret ve yatak kapasitelerinin izlenmesi olarak görülmektedir. 1969 yılında MC AUTO firması tarafından geliştirilen “Paylaşımli Tıbbi Sistemler (Shared Medical Systems)” adlı kiralık bilgisayar sistemleri kabul görmüştür. 1970’li yıllarda geliştirilen mikrobilgisayarlar, hastanelerde de büyük ve çok amaçlı bilgisayar donanımlarının yerini almaya başlamıştır.

1980’li yıllarda bilgisayar sistemleri; tıbbi kimya laboratuvarlarının otomasyonunda, hastaların tıbbi kayıtlarının tutulmasında, durumları kritik hastaların izlenmesinde, EKG (elektrokardiyografi)’nin yorumlanması gibi bazı teşhis destek sistemlerinin gelişmesinde ve son yıllarda tıbbi görüntülenme ve tıbbi karar verme konularında kullanılmaya başlanılmıştır [27].

ABD’ de 1997 yılında tıbbi hatalar ile ilgili olarak yapılan iki büyük araştırma büyük yankılar yaratmıştır. Her iki araştırma da, bu istenmeyen sonuçların yarısından fazlasının önlenebilir tıbbi hatalardan kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır [26].

Bu çalışmaların sonuçları sağlık sistemlerinin yeniden gözden geçirilmesine; 21. yüzyılda sağlık bakım hizmetlerinin taşınması gereken özelliklerin yeniden

tanımlanmasına yol açmıştır. 21. yüzyıldaki sağlık bakım hizmetlerinin aşağıda belirtilen çekirdek ihtiyaçlara göre iyileştirilmesi gerekir [26]:

Güvenilir: İyileştirmek amacı ile tedavi edilmeye çalışılan hastaların, tedaviden kaynaklanan zararlara uğramalarından sakınılmalıdır.

Etkili: Hastalara verilen sağlık bakım hizmeti bilimsel bilgilere dayandırılmalı, yarar görmeyecekleri tedavilerin uygulanılmasından sakınılmalıdır.

Hasta merkezli: Verilen sağlık bakım hizmeti hastaların kişisel tercihleri, ihtiyaçları ve değerlerine saygılı ve duyarlı olmalı ve hasta değerlerinin tüm klinik kararlarda yol gösterici olmasını garanti etmelidir.

Zamanında: Sağlık bakım hizmetinin verilmesinde bekleme zamanları düşürülmeli, hastaya zarar verecek gecikmeler engellenmelidir.

Verimli: Cihazların, malzemenin, entellektüel kapasitenin ve enerjinin israf edilmesinden sakınılmalıdır.

Hakkaniyete uygun: Verilen sağlık bakım hizmetlerinin kalitesi cinsiyet, etnik grup, coğrafi bölge ve sosyo-ekonomik durum gibi kişisel özelliklere göre farklılık göstermemelidir.

Sağlık sisteminin yukarıda belirtilen özelliklere göre iyileştirilebilmesi için aşağıda belirtilen değişikliklerin yapılması zorunludur [26]:

- Sağlık bakım süreçlerinin yeniden yapılandırılması
- Enformasyon teknolojilerinin etkili kullanımı
- Bilgi ve beceri yönetimi
- Etkili ekipler oluşturulması

2.1. Sağlıkta Enformasyon Teknolojisi Uygulama Alanları

Genel olarak, hemen hemen her ülkenin sağlık sektöründe bilişim teknolojilerini daha etkili kullanma amacı sistemin aşağıdaki hedeflerine ulaşılmasına hizmet etmektedir [26]:

- Ülke genelinde hizmet verilmesi
- Hızlı ve kolay erişilebilir olması
- Her yerde yüksek standartlara uygunluğu
- Kurum ihtiyaçlarına değil, hasta ihtiyaçlarına odaklı olması
- Hastaya verilen hizmetin kalitesini en üst düzeye çıkarmaya yönelik verimli çalışması
- Yeni teknolojilerden ve bilgi birikiminden faydalanması
- Hastalıkların tedavisinin yanı sıra sebeplerini de ortaya çıkmasına yardımcı olmasıdır.

Sağlık hizmetleri, hizmetin verilmesinden verilen hizmetin ödenmesine kadar pek çok aşamayı içeren, sürekliliği olan bir süreçtir. Böyle bir hizmetin entegre ve sürekliliği göz önüne alınarak yerine getirilebilmesi, enformasyonun etkin yönetilmesini gerektirir. İhtiyaç duyulan tüm enformasyon, doğru zamanda, doğru yerde ve doğru kişinin kullanımı için kolaylıkla ulaşılabilir olmalıdır. Sağlık ile ilişkili internete dayalı başlıca uygulama alanları ile bu alanlardaki uygulamalar Çizelge 2.1’ de özetlenmektedir [26]:

Çizelge 2.1. Sağlıkta enformasyon teknolojisi uygulama alanları

Uygulama Alanları	Uygulama Tipleri
<i>Kişisel Sağlık</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sağlık ile ilgili bilgilerin çevrim-içi araştırılması • Tıbbi makalelerin araştırılması • Doktor, sağlık kurumu veya sağlık sigortaları ile ilgili araştırmalar • Kişisel hasta kayıtlarına çevrimiçi ulaşım
<i>Klinik</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tıbbi yayınların araştırılması • Hekimlere sağlık hizmetleri ile ilgili periyodik raporların hazırlanması • Hastalar ile ilgili hatırlatıcı notlar; klinik karar destek sistemleri • Hekimler arasında konsültasyonlar • Evde bakım gören hastaların uzaktan izlenmesi • Tıbbi kayıtların ve görüntülerin elektronik olarak transferi • Uzaktan ve sanal cerrahi

Uygulama Alanları	Uygulama Tipleri
<i>İdari ve Finansal İşlemler</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dökümanların gerçek zamanlı olarak paylaşılabilirdiği video konferanslar • Hasta kaydı yapılması • Randevu alma • Hizmetlerin faturalandırılması ve ödenmesi
<i>Halk Sağlığı</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Acil durumlar esnasında halk sağlığı görevlileri arasında videokonferanslar • Vaka raporlama • Halk sağlığı birimlerinden enformasyon toplama • Yeni ortaya çıkan hastalıklar veya salgınların sürveyansı
<i>Sağlık Eğitimi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Referans materyallere ulaşım • Derslerin gerçek zamanlı olarak yayınlanması veya kaydedilmiş videoların iletimi ile uzaktan eğitim • Sanal sınıflar, dağıtık ortamda gerçekleştirilen ortak projeler ve tartışmalar • Cerrahi girişimler için simülasyonlar • Üç boyutlu ortamların sanal incelemeleri
<i>Sağlık Hizmetleri, Biyomedikal ve Klinik Sonuç Araştırmaları</i>	<ul style="list-style-type: none"> • İdari ve klinik veriler kullanılarak sağlık hizmet araştırmaları • Uzak veritabanları ve mesleki literatür araştırmaları • Araştırmacılar arasında işbirliği, etkileşimli sanal konferanslar • Elektron mikroskopları gibi deneysel aygıtların kontrolü, uzaktan kumandalı aygıtlardan görsel geri besleme • Protokollere uyumun gerçek zamanlı izlenmesi • Yüksek hızlı hesaplama ve karşılaştırmalar için büyük veri setlerinin bilgisayarlar arasında transferi • Klinik araştırmalar için kayıt yapma

2.2. Teletıp

Teletıp terimi, 1970'lerde kullanıma girmiştir. Bu terim, tıpta iletişim ve bilişim teknolojilerinin kullanılarak geleneksel yüz yüze veya hasta-hekim karşı karşıya gelerek sağlık hizmeti sunumunun yerine yüz yüze veya hasta-hekim karşı karşıya gelmeden uzak yerlerde tıp hizmetinin sağlanması anlamına gelir. Geçmişte teletıp hizmetleri öncelikle yetersiz hizmet sağlanan ya da hizmet sağlanamayan bölgelere

yönlenmişken günümüzde bu öncelik değişmiş olup evde hasta izlemi, tutukevlerinde bakım kalitesini artırmada ve askeri hekimlikte kullanımı artmıştır [26].

Teletıp, başta radyoloji ve patoloji dallarında olmak üzere, tıp teknolojileri ile, iletişim ve video konferans sistemlerinin birleşimini öngören bir anlayışı ifade eden bir terim olarak tıp dünyasındaki popülerliğini gün geçtikçe artırmaktadır. Çünkü, teletıp başka yerlerdeki meslektaşlara birbirleri ile görüş alış verişinde bulunabilme, veri paylaşabilme, uzaktaki hastaların muayenesini yolculuk için para harcamadan gerçekleştirebilme olanağını sunduğu için, sağlık muayene masraflarını aşağıya çekmektedir [28].

Teletıp uygulamalarının ortak yönleri şöyle sıralanabilir [26]:

- Eylemin içinde tıp ve sağlıkla ilgili öğeler bulunmaktadır
- Bilişim ve iletişim teknolojilerini kullanır
- Hizmet, eğitim veya yönetimi daha nitelikli ve ekonomik olarak gerçekleştirme amaçlanır
- İşleme katılan taraflardan en az biri farklı bir yerlerdedir.

Çıkış noktası olarak teletıp terimi, genellikle etkileşimli video kullanılarak konsültasyon hizmetini tanımlamaktaysa da günümüzde kapsamı oldukça genişlemiştir. Videokonferansın önemini hala korumasının yanı sıra günümüzde teletıp, görüntü aktarımını, multimedia, internet ve web tabanlı uygulamaları da içermektedir. Teletıp ağları, eğitim, klinik karara veri tabanları, yapay zeka, hasta kayıtları ve idari amaçlar için de kullanılmaktadır [26].

Teletıp ile çok yakından ilgili olan bir kavram da telemetridir. Telemetry ilgilenilen herhangi bir parametrenin uzaktan algılanması ve ölçülmesine olanak tanıyan bir teknolojiyi ifade etmektedir. Telemetry sistemleri çeşitli iletişim kanallarıyla uzaktaki bilgi ve sinyallerin işlem birimlerine transferini sağlayan sistemlerdir. Bunlar telsiz telefonlar, radyo modemler, uydu bağlantıları, optik sistemler veya mevcut altyapıyı kullanan sistemler olabilir [27].

Biyoteleometri en basit tanımıyla uzaktaki bir fizyolojik parametrenin ölçümüdür. Biyoteleometri sistemlerinde, hasta vücuduna bağlı bulunan ölçüm sistemleri elde ettikleri verileri ön işleminden geçirerek uzaktaki işlem birimlerine iletirler. Uzak işlem birimleri elde ettikleri bu sinyalleri detaylı işlemlerden geçirerek değerlendirir .

İnsanların sağlık araştırmalarında ve sağlık kontrollerinde kullanılan telemetrinin kullanıldığı başlıca cihazlar ECG, EEG, Blood pressure (kan basıncı), pH dır. Telemetrinin biyomedikale uygulanmasındaki esas amaç hastaların hareketlerini ve davranışlarını kısıtlamadan ve engellemeden uzaktan kontrolle verilerin alınmasıdır [27].



Resim 2.1. Örnek bir telemetri sistemi

2.3. Teletıbbın Tarihsel Gelişimi

Bazı kaynaklar teletıp kavramının Alexander Graham Bell' in telefonu icat etmesiyle birlikte ortaya çıktığını ifade etmektedir. Alexander Graham Bell bu icadını, kendini hasta hissettiğinde arkadaşı Watson' ı çağırmak için kullanıyordu. Başka kaynaklar teletıp kavramının 1920'li yıllarda radyonun açık denizdeki gemilere yardımcı olmak için kullanılmasıyla ortaya çıktığını söylemektedir. Karadaki, sahil istasyonunda acil sağlık ekipleri ve hekimler gemilerle bağlantı kurmak ve yardım etmek üzere bekliyordu. Bu farklı görüşlere rağmen pek çok kaynak gerçek teletıbbın 1950'li yılların sonlarında NASA' nın STARPAHC (Space Technology Applied to Rural

Papago Advanced Health Care) programını desteklemesiyle başladığı konusunda birleşmektedir. Bu sistemin uygulamalarına ise 1960'lı yıllarda Kuzey Amerika'nın hekim bulunmayan, uzak kırsal yerleşim yerlerinde yaşayanlara birinci basamak sağlık hizmeti vermek amacıyla başlanılmıştır. Bu yerleşim yerleriyle, tıp merkezleri arasında kurulan özel hatlar sayesinde, patoloji örnekleri incelenebilmiş, röntgen filmleri değerlendirilebilmiş, hatta akciğer oskültasyonu yapılabilmektedir. Özellikle NASA bu konudaki çalışmaları ile başı çekmektedir.

NASA, 1960'lı yıllarda başlayan uzay uçuşları ile birlikte teletıp tekniklerini kullanmıştır. 1967'deki Apollo projesinde 200 000 mil uzaktaki ay yürüyüşü sırasında astronotların kan basıncı, kandaki karbondioksit oranı, EKG gibi fizyolojik verilerini Houston'daki Johnson yer istasyonuna iletmiştir. Bu ilk çabalar sonradan iletişim sistemlerindeki gelişmeler ve uydu teknolojisi ile desteklenmiştir.

2.4. Dünyada Teletıp Uygulamaları

Tanı: Tanıda zorlanıldığı durumlarda veya özel uzmanlık isteyen tetkiklerin değerlendirilmesi için bu konuda uzmanlığı olan merkez veya kişiye hastanın ve hastaya ait tetkik malzemesinin gönderilmesi yerine hastaya ait bilgi ve yapılan tetkiklerin bilişim ve iletişim araçları yardımıyla gönderilmesi şeklinde uygulanır. Bu şekilde hastaya ait dosya bilgileri, hasta ve lezyonuna ait fotoğraflar (teledermatoloji), radyoloji (teleradyoloji) ve nükleer tıp görüntüleri (telenükleer tıp), EKG, kalp sesleri (telekardiyoloji), EEG (telenöroloji), mikroskopik görüntüler (telepatoloji), endoskopik görüntüler gibi tanıya yardımcı olabilecek tıbbi veriler bir diğer merkeze gönderilir [27].

Tedavi: Uzman bir kişi veya merkezin yardımıyla tedavinin düzenlenmesi, hasta veya birincil hekimine önerilerde bulunulması mümkündür (telekonsültasyon). Ruh sağlığının tedavisinde de kullanılmaktadır (telepsikiyatri). Uzaktan robot cerrahlar aracılığıyla ameliyat yapılması yönünde çalışmalar hızla ilerlemektedir (telecerrahi).

Eğitim: Eğitimde teletıbbın kullanımı internet teknolojisindeki gelişmeye paralel olarak hızla ilerlemektedir. Uzak bir mesafede bulunan sağlık çalışanının yerinden ayrılmaksızın eğitim ihtiyacını karşılayabilmesi özellikle web tabanlı çözümleri

gündeme getirmiştir. Eğitimde teletıp kullanımı için konuda uzman kişilerin uzakta olduğu durumlar, ilgi alanına giren hastalar veya tıbbi araçlar veya tıbbi bilgilerin uzakta olduğu durumlar, konu ile ilgili kişilerin birbiriyle iletişim ihtiyacı içinde olduğu durumlar sayılabilir. Daha değişik bir bakış açısından, teletıp her iki taraf için bir sürekli eğitim aracıdır. Bu eğitim yalnızca doktor-doktor arasında değil, aynı zamanda doktor-hasta arasında da olmaktadır. Sağlık eğitiminde telekonferans, sürekli tıp eğitimi programları gibi uygulamalar, hastalara ait klinik bilgi, radyolojik görüntü gibi bilgileri içeren veri tabanlarının oluşturulması için teletıp teknolojileri kullanıldığı gibi, sanal hastane uygulamaları ve tıbbi bilgileri içeren veri tabanları da teletıp uygulama alanlarına girmektedir.

Yönetim: Tıp ve sağlıkla ilgili veriler merkezi birimlerdeki yöneticilerin ulaşabileceği şekle getirilir. Bu bilgilerin değerlendirilmesi kalite kontrol ve karar alma mekanizmaları için destek olacaktır.

Araştırma: İncelenen olay az rastlanan bir olaya veya geniş kapsamlı bir araştırma yapılmak isteniyorsa teletıp teknolojileri birden fazla merkezdeki kaynakları kullanmayı sağlayacak araçlar sunar.

Tıbbi takip ve tedavi kontrolü: Uygulanan tedavinin yakın takip edilmesi gerektiği durumlarda hastayı hastaneden uzak tutarak tedavi maliyetlerinde azalmaya neden olmaktadır. En önemli uygulama alanlarından biri bazı hastalıklarda (diyabet, astım gibi) hastanın evden takip edilme (monitorizasyon) olanaklarını sunmasıdır.

Doğal felaket ve büyük kazalarda hastaların değerlendirilmesi: Doğal felaketlerin ve büyük kazaların yaşandığı durumda iletişim araçlarının kullanılması ile hastaların değerlendirilmesi ve durumun incelenmesi ile o bölgede yaşayanların bilgilendirilmesini kapsamaktadır.

Koruyucu hekimlik, toplum sağlığı: Bu amaçla özellikle internette veri tabanları oluşturularak gerek doktor gerekse toplumu bilgilendirmek mümkün olabilmektedir.

İlk teletıp denemeleri kayıtlara geçen ilk teletıp/sağlık teknolojisi kullanımı 1920'de Norveç'teki Haukeland Hastanesinde, radyo bağlantısı sayesinde denizdeki gemilere sağlık hizmetleri sunulması ile olmuştur [27].

1957'de, radyolog Albert Jutras, teletıbbın ilk uygulamasını Kanada-Montreal'de kayıtlara geçmiştir. Uzay programında, astronotların sağlık parametrelerinin görüntülenmesinde kullanılan uygulama sonucunda teletıp yönteminin çok uzak mesafelerden dahi gerçekleştirilebileceği ortaya çıkmıştır.

Nebraska' nın ilk uygulamaları

1950'lerin başlarında Nebraska Psikiyatri Enstitüsü'ndeki (NPI) zihinsel sağlık alanındaki uygulama kendi alanında bir ilk olmuştur. 1954'te Nebraska Üniversitesi'nde konferans ve eğitim amacıyla, siyah-beyaz televizyonlar kullanılarak basit tek yönlü kapalı devre video konferans sistemi tasarlanmıştır.

Bu ilk uygulama sonraki yıllar boyunca da eğitim aracı olarak kullanılmıştır. 1955'te, Ulusal Zihinsel Sağlık Enstitüsü (NIMH), Nebraska, Iowa, Kuzey Dakota ve Güney Dakota' da bulunan yedi hastane ile Nebraska Psikiyatri Enstitüsü'nü etkileşimli ses bağlantısı ile birbirine bağlayacak olan projeyi finanse etmiştir. Bu ağ, Omaha üzerinden yönlendirilen 1278 mil uzunluğunda kapalı telefon hatlarından oluşmaktaydı. Bu sistemin ilk amacı, NPI' de verilen haftalık konferanslardaki bilgilerden, ağ üzerindeki bütün iştirakçilerin faydalanmasını sağlamaktı. İştirakçiler Omaha'daki, konferans veren kişiye sorular sorabiliyorlardı.

1959'da, NIMH'dan alınan ek fon sayesinde, Nebraska Üniversitesi kampüsünde, tekrar kapalı devre teknolojisi kullanılarak, ilk sesli ve görüntülü etkileşimli sistem geliştirildi. Bu uygulama eğitim amacı ile kullanılmaya devam edildi. 1961'de, Nebraska Üniversitesi'ndeki deneysel projeler sonucunda, daha önce geliştirilen sisteme ilaveler yapılarak ilk etkileşimli psikiyatrik danışma sistemi gerçekleştirilmiştir. 1964'te, NPI, microwave teknolojisi kullanmaya başlayarak mevcut sistemi daha da geliştirmiştir. Aynı anda, birçok proje sitesinde bulunan istemcilerden ses ve görüntü elde edilebiliyordu [27].

New Hampshire uygulamaları

1968'de, Dartmouth Medical School'daki psikiyatri bölümü ile Claremont'taki kırsal hastane arasında iki tane microwave iletişim istasyonu kullanılarak kapalı devre

bağlantı kurulması projesi NIMH tarafından finanse edildi. İlk zamanlar iyi derece eğitim görmüş teknikerlere ihtiyaç duyulmuyordu. Program personeli sınırlı derece teknik bilgiye sahipti fakat bu "kullanıcı-dostu" sistemleri kullanabiliyorlardı.

Massachusetts uygulamaları

1968'de, Massachusetts' deki iki site arasında bağlantı kurmak için hazırlanan proje, video donanımlarındaki teknolojik gelişmeleri içeren ilk proje olarak rapor edilmiştir. Danışman psikiyatrist, diğer sitede bulunan kamerayı hareket ettirebiliyor, büyütme yapabiliyor ve kamerayı odaklayabiliyordu. Bu yenilikler sayesinde, hasta ile aynı mekânda bulunmadan, psikiyatristin fiziksel ve duygusal nüansları gözlelemedeki yetenekleri büyük bir ölçüde artırılmış oldu.

Oregon RODEO NET

İlk üçüncü nesil projelerden biri olan RODEO NET, Doğu Oregon İnsan Servisleri Konsorsiyumunun ihtiyaçlarını karşılamak üzere, dokuz adet halk zihinsel sağlık programından oluşmuştur. Buradaki amaç telekomünikasyon teknolojilerini, ihtiyaç duyulan zihinsel sağlık servisleri ve bilgi servisi olarak kullanmaktır.

Kansas Üniversitesi Tıp Merkezi (KUMC)

1990'ların başlarında, KUMC sağlık hizmetleri için halkın erişebileceği olanaklı çözümler bulmak üzere işe başladı. Yapılacak ilk şeylerden biri, Kansas sakinlerine, eyalet çapında, klinik ve eğitimsel servisler sağlamak üzere, etkileşimli teletıp ağı geliştirmektir. Yirmiden fazla sitede bulunan kişiler KUMC' den 200' den fazla uzmana bu ağ aracılığı ile erişme imkânına sahiptirler [27].

Doğu Montana Teletıp Ağı

Doğu Montana teletıp ağı (East Montana Telemedicine Network - EMTN) ortak bir çalışma sonucu 1993'te tıbbi ve zihinsel sağlık servisleri sağlamak üzere, sağlık hizmetleri çalışanlarının araştırmaları ile, iki yönlü etkileşimli video konferans teknolojisi geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Hizmet verdiği site sayısının

11'e çıkmasıyla EMTN, ABD çapındaki en kapsamlı ağ olma özelliğini kazanmıştır [27].

Kuzey Arizona Davranış Bozuklukları Dairesi (NARBHA)

NARBHA, sağlık bakımı yönetimi konseptine benzersiz bir anlayış sunmaktadır. NARBHA, önceki karışık iki konsepti, Kuzey Arizona'nın uzak yerlerine zihinsel sağlık servisleri sağlamak amacı ile bir sağlık ağı kurup, dengelemeyi sağlamaya çalışmaktadır.

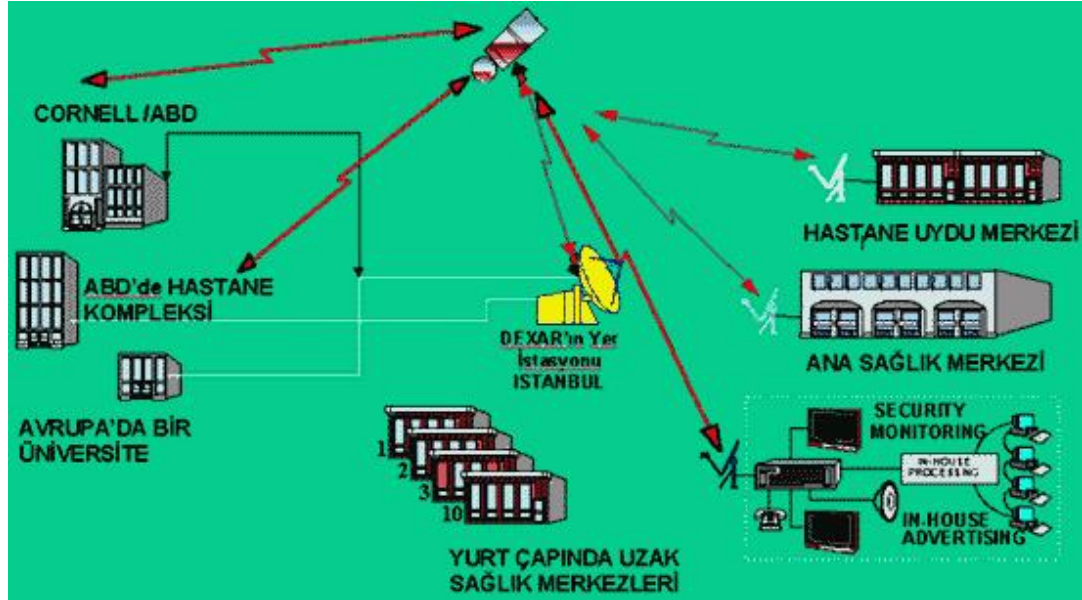
2.5. Türkiye' de Teletıp Uygulamaları

Türkiye'de teletıp henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. Radyoloji görüntülerinin aktarılması başta olmak üzere teletıp uygulamaları yapmaya başlamış birkaç merkez vardır. Türkiye' de internet üzerinden konsültasyon yapmak amacıyla, Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı ile birinci basamak sağlık hizmeti veren kuruluşlar arasında bilgi alışverişi sağlamak amacıyla bir web sitesi kurulmuştur (<http://www.gazipediatri.okulu.net>). 2001 yılında 10 adet sağlık ocağı ve ilgi gösteren hekimlerin yanı sıra bireysel olarak da sisteme üye olarak, burada tartışılan olgulara erişilebilmektedir. Bu sistemde hekimler karşılaştıkları olguları internet üzerinden paylaşabilmekte ve hastaları hakkında daha sağlıklı kararlar alabilmek için diğer hekimler ile görüş alışverişinde bulunabilmektedirler.

DEXAR isimli bir Türk firması Türk Telekom ile "Türksat Sayısal Uydu Platformu" servis anlaşması imzalayarak, uydu üzerinden sayısal veri, ses ve görüntü aktarımı, gerçekleştirmektedir. DEXAR, TÜRK SAT uydusundan kiralanan geniş bant uydu transponder ile teletıp, videokonferans ve uzaktan eğitim gibi alanlarda hizmet vermeyi planlamaktadır [27].

Tıp Bilişimi Derneği üyeleri tarafından Teletıp ve Ulusal Sağlık Bilgi Ağı konularında iki ayrı çalışma grubu oluşturulmuş ve bu çalışma grupları yapmış oldukları çalışmaları 2000'li yılların Türkiye' sinde Sağlıkta Bilgi Stratejileri adlı konferansta iki ayrı rapor halinde yayınlamışlardır. Çalışma grupları ulusal sağlık bilgi stratejileri geliştirme konusunda faaliyetlerini yürüten Tıp Bilişimi Derneği'nin

çalışmalarına yol göstermek ve katkıda bulunmak amacıyla hazırladıkları raporlarda, geliştirilecek sağlık bilgi ağı ve kurulacak teletıp sistemleri için bir taslak oluşturmaya çalışmışlardır [27].



Şekil 2.1. DEXAR teletıp ağı

2.6. Teletıp Alanında Yapılan Mobil Teknoloji Çalışmaları

Mobil teknolojilerin hızla gelişmesi büyük kolaylıklar sağlarken sağlık sektöründe de yaygınlaşmaya başlamıştır. RFID teknolojisi, dijital görüntüleme cihazları, PACS ve kablosuz akıllı ağ çözümleri üzerinde çalışan mobil teknolojiler sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

Geniş bant kablosuz iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaşması, taşınabilir bilgisayarların küçülmesi ve pil ömürlerinin uzaması ile birleşince mobilitenin hayatımıza getirdiği kolaylıklar sınır tanımamaya başladı. Mobil platformlara yönelik uygulamaların artmasının da yakın gelecekte yaşam biçimlerimizde köklü değişiklikleri beraberinde getirmesi öngörülmüyor.

Hastanelerde mobilite uygulamaları için üç gereksinim öne çıkmaktadır: Uygun donanım-mobil platformlar, Kablosuz iletişim alt yapısı, Mobil uygulamalara uygun kolay kullanılabilir yazılım arayüzleri [29].

Hastanelerde bu amaçla dizüstü bilgisayarlar, tablet PC'ler, PDA' lar ve cep telefonları kullanılmıştır. Ama ekran büyüklüğünün yetersizliği, pil ömürlerinin kısa olması, taşıma zorlukları, dezenfekte edilememeleri gibi nedenlerle kullanımları kısıtlı kalmıştır. Intel, 2006 senesinde hastanelerde kullanmaya yönelik tasarladığı MCA (Mobile Clinical Assistant) tablet PC ile bu sorunların hepsini çözmüş durumdadır. MCA'nin bazı özellikleri şunlardır [29];

- Ekranı, tıbbi görüntülerin anlamlı şekilde gözlenebileceği alt sınır olan 10,4 inç olarak tasarlanmıştır.
- Dokunmatik ekran, menülere kolay erişimi ve el yazısı tanıma programlarının çalışmasına olanak verir.
- 1 kg' dan biraz fazla ağırlığıyla taşınması kolaydır.
- Tutma kolu ile de kolayca taşınabilir.
- Wi-fi ve bluetooth sensörleri ile kablosuz erişime uygundur ve ayrıca VoIP ile hastane içi iletişim sağlanabilir.
- Barındırdığı barkod ve RFID okuyucuları ile kolay tanıma ve eşleştirme yapabilir.
- Pratik yuvası sayesinde kullanılmadığında otomatik şarj durumuna geçer.
- Dezenfekte edilebilir.
- Entegre kamerası ile yara takibi, fotoğraflama yapılabilir.



Resim 2.2. Hastanelerde kullanılmaya yönelik MCA (Mobile Clinical Assistant)

Hastanelerde mobil teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması aşağıdaki faydaları beraberinde getirecektir;

- Çalışan verimliliği artacaktır. Çalışanlar arasında iletişim gelişecek ve bilgi akışı hızlanacaktır. İdari işlemler azalacak, klinik işlemler artacaktır.
- Maliyetler optimize olacaktır. İş süreçlerinde basamaklar azalacağından, gerekli kaynaklardan tasarruf edilecektir.
- Hasta memnuniyeti artacaktır. Hasta bakımı kolaylaşıp hızlanacak ve hasta daha profesyonel bir hizmet aldığını hissedecektir.
- Çalışan memnuniyeti artacaktır. Hastane personeli daha profesyonel bir hizmet verdiğini hissedecek, bilgiye kolay ve hızlı erişim karar vermede çalışana kendine güven sağlayacaktır.
- Hasta güvenliği artacaktır. Klinik kararlar iyileşecek, tıbbi hata ihtimali ve oranları düşecektir.
- Bakımın kalitesi artacaktır. Etkili bilgiye dayalı karar verme süreci işleyecek, bilginin tümüne hakim olma daha isabetli klinik kararlar almayı sağlayacaktır.
- Gelirler ve birim zamanda yapılan iş artacaktır.

Dünyada hızla yaygınlaşan mobil teknolojinin sağlık sektörünün hizmetine sunduğu ürün ve servislerin kalitesi Türkiye’de de dünya standartlarına ulaşmıştır; uzaktan ölçme ve kontrol etmeyi sağlayan cihazlar, sağlık hizmetinin ulaştırılmadığı veya hekimin hastanın yanında olmadığı durumlarda sağlık çalışanlarına önemli destek sağlamıştır. Mobil Ultrason, Ultrason alıcısının bilgisayara bağlanması ve yazılımın yüklenmesinin ardından bilgisayar standart bir mobil ultrason cihazına dönüşmüştür. Elde edilen görüntüler başka hekim tarafından takip edilebilmiştir. SIM kartlı mobil EKG cihazı, hasta ile hekim arasındaki uzaklığı ortadan kaldıran çözümlerden birisi olmuştur. MCA (Medikal Klinik Asistan) ve PDA (taşınabilir el bilgisayarları) uygulamaları, karar vericilerin hasta başından elektronik hasta kayıtlarına ulaşarak karar desteği bulmalarını, bulunduğu yerden veri ve istek girerek sağlıklı, gerçek zamanlı veri ve karar süreci yürütmeleri gibi birçok özellik sağlamıştır [29].

Uygulama kapsamında yatan hastalara, özel hasta numarasını içeren RFID (radyo frekansı ile tanımlama) çipli bilek bandı takılmıştır. Böylelikle hekimler ve hemşireler, RFID okuyucuları, MCA' lar ve PDA' ları kullanarak hastaları hakkındaki gerekli bilgilere, günlük rutin kontrolleri (vizite) sırasında hastanın yanındaiken ulaşabilmişlerdir.

MCA üzerindeki dijital kalemle hızlı ve kolay veri girişi sağlayarak, ekrana yazılan el yazısının, karakter tanıma sistemi aracılığıyla kitap harflerinden oluşan düzgün metin haline getirilmiştir. Böylelikle hastanın işlemlerinin zaman kaybetmeden, hızlı bir şekilde yapılmasında büyük önem taşımıştır. Veri kaybı önlenmiş, her uygulamanın, isteğin, verinin yazılı olması sağlanmıştır.

Özellikle acil servis hizmetlerinde sağlanan mobil veri girişi ile hasta teşhis, tedavi ve takip süreçleri otomatik olarak elektronik ortama taşınarak, elektronik sağlık kayıtlarının daha hızlı girilmesini ve hastanın başucundan gerçek zamanlı sorgulanabilmesi özelliği sunulmuştur.

Acil Hasta Tedavi Takip çözümleri ambulansla yapılan müdahale ile tedavilerin hem RFID teknolojisini kullanarak hastanın bilekliğine yazılması hem de GPRS ile komuta kontrol merkezine gönderilmesini sağlayarak hayatı kolaylaştırmıştır. Böylelikle hasta daha sağlık kuruluşuna ulaşmadan bilgileri ulaştığından çabuk müdahalede bulunulması söz konusu olmuştur.

Aynı yöntemin hasta naklinde kullanılması ile hastaya en yakın sağlık kuruluşunun ve yatak durumunun belirlenmesi ile ambulansın en uygun hastaneye yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Sağlık kuruluşlarının herhangi bir servisinden, herhangi bir zamanda, bilgiye erişimi sağlamak için mobil ve kablosuz çözümler kullanılması büyük avantajlar sağlamıştır; sağlık çalışanları, PDA' lar ile hastaların EKG, solunum, tansiyon, ateş, sıvı gibi yaşam bulguları, tetkik istekleri, sonuçları, anamnez bilgileri, ilaç bilgileri vb ile birlikte radyolojik görüntülerine de ulaşmıştır [29].

Dijital olarak elde edilmiş görüntü arşivlerine MCA' lar, PDA' larla mobil olarak kolaylıkla erişilmiştir. PACS' ta kayıpsız ve güvenli bir şekilde saklanan dijital

görüntüler, gerektiğinde yeniden mobil istemcide görüntülenerek kullanılmıştır. Mobil teknoloji sayesinde zaman ve mekandan bağımsız olarak erişim sağlayarak sağlık kuruluşuna sunulan hizmet daha hızlı ve kaliteli hale gelmiştir.

Hasta tedavilerinin kolayca planlanabilmesi, izlenebilmesi ve tüm sonuçların evraksız bir şekilde değerlendirebilmesi sağlanmıştır. Böylece, kağıt ve kalem kullanımı ciddi ölçüde azaltılıp, doğru teşhis ve tedavi oranı artarken, tıbbi hata yapma olasılığı en alt seviyeye indirilmiştir. Mobil uygulamalar aracılığıyla gerçek zamanlı (on-line) stok takibi yapılabilmektedir. Tüm servislerdeki ve depolardaki cihazların durumları ve hareketleri izlenebilmektedir. Tüm RFID etiketleriyle medikal cihazların hastane içi ve hastane dışındaki hareketleri izlenerek kontrol altına alınmaktadır. Kullanıcılar, PDA' lar aracılığıyla merkezi bilgisayar sistemine mobil olarak erişerek cihazların detaylı bilgilerini sorgulayabilmektedir.

Stokta bulunan kan ve kan ürünlerinin hastane İçi/Dışı, Giriş/Çıkış işlemleri mobil RFID veya barkod okuyucu ile yapılabilmektedir. Torbalara yapıştırılan RFID veya barkod etiketler sayesinde karşılaşılabilecek hata oranı en aza indirilip, işleyiş hızlandırılmaktadır. Her kan kaydı için otomatik veya isteğe bağlı olarak Tekil Kan Numarası tanımlanmaktadır. Sonraki işlemler hastanın o kan numarası ile takip edilmektedir.

RFID veya barkod etiketleri tüplere, torbalara ve örneklere takılarak ne içerdikleri ve kime ait oldukları belirlenerek tıbbi hataların önlenmesini sağlamaktadır. Tüm kanların RFID veya barkod etiketleri ile tanımlanması sonucu hangi kan grubunun nerede ve ne kadar olduğu anında görülebilmektedir.

2.6.1. Örnek Bir Mobil Sistem (EKG İşaretlerinin Cep Telefonu ile Transferi)

EKG işaretlerinin uzaktan izlenebilmesi için önerilen diğer bir sistem ise bu verilerin taşınabilir bir EKG cihazından alındıktan sonra cep telefonu ortamına aktarılmasını ve 3G ağlar üzerinden hekim tarafındaki bir cep telefonu veya PC vasıtasıyla internet ortamından izlenebilmesini öngörmektedir.

Bu sistemde taşınabilir EKG cihazı olarak Reka E100 seçilmiştir. Reka E100 hem bilgisayar hem cep telefonu ile birlikte çalışabilme özelliğine sahiptir. Bu cihazla hastadan alınan veriler ister cep telefonu ister bilgisayar ile hekimin ulaşabildiği web sitesine (<http://www.reka.net>) upload edilir. Upload işlemi için uygun yazılımın (ilgili işletim sistemi veya mobil işletim sistemine göre) seçilerek kurulması gerekmektedir. Yazılımın PC üzerinden çalıştırılması isteniyorsa Windows, Mac veya Linux sürümlerinden ilgili olanı seçilmelidir. Burada internet bağlantısının olması, ekran çözünürlüğünün en az 1024x768 olması ve bilgisayarın USB portunun olması yazılımın yüklenebilmesi için gerekli şartlardır.

Verilerin upload işlemi bir cep telefonu aracılığı ile de gerçekleştirilebilir. Bunun için ilgili mobil işletim sistemine göre bir yazılım tercih edilmelidir. Symbian, Android, Blackberry, iPhone ve iPad için ayrı ayrı yazılımlar bulunmaktadır. Bunlardan uygun olanı kurulduktan sonra verilerin gönderilmesi işlemi kullanıcı arayüzündeki basit adımlar takip edilerek yapılır.

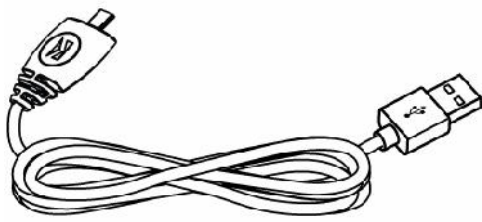
Gönderilen veriler <http://www.reka.net> web sitesine ulaştıktan sonra hekim tarafından değerlendirilebilir. Web sitesinde oluşturulan hesaba gelen her bir kayıt yine aynı web sitesi üzerinden görüntülenebilmektedir.

Reka E100, EKG kaydı yapabilen ve bir bilgisayar veya cep telefonu ile bağlantısı yapıldığında bu kayıtları <http://www.reka.net> web sitesine gönderen bir cihazdır.



Resim 2.3 Reka E100 EKG cihazı

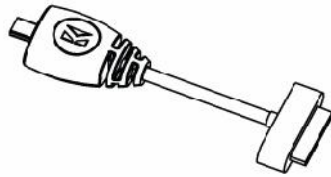
Cihazla birlikte vücuda yerleştirilebilen EKG problemlerini barındıran bir kablo, bilgisayara veri aktarımı yapabilmek için USB kablo, cep telefonuna veri aktarabilmek için ise MicroUSB kablo ve 30pinli kablo kullanılabilir. Bu kablo çeşitleri Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Cihaz üzerindeki butonlar ve bağlantı noktaları ise Şekil 2.3’te gösterilmiştir.



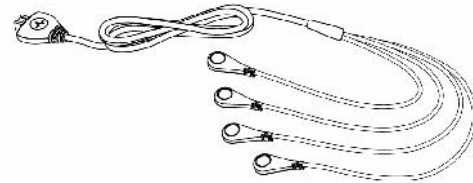
(a) USB kablo



(b) MicroUSB kablo

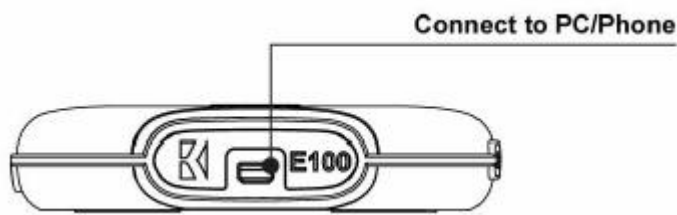


(c) 30 pinli kablo

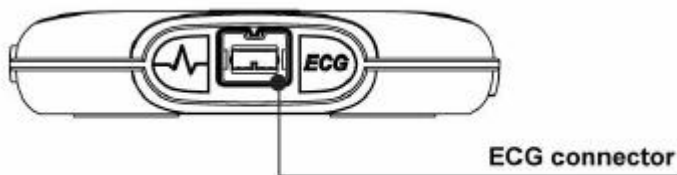


(d) EKG problemlerini barındıran kablo

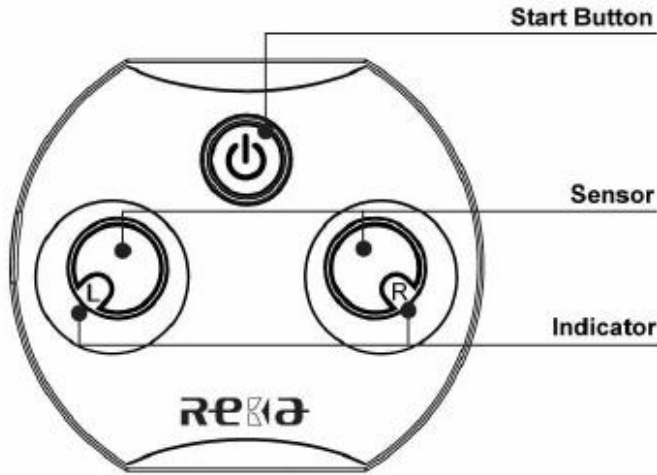
Şekil 2.2 Reka E100 ile kullanılan kablolar



(a) PC/telefon bağlantı noktası



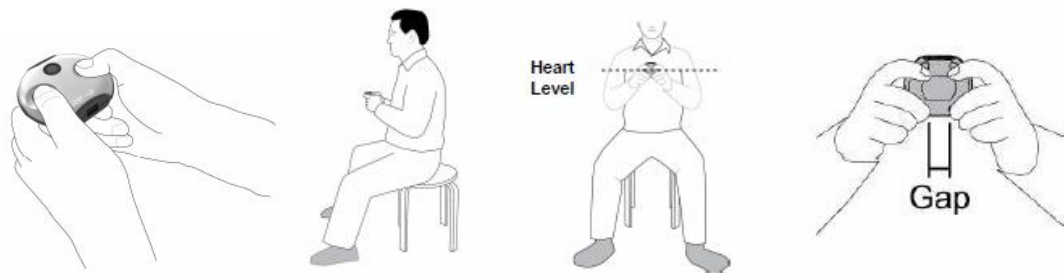
(b) EKG problemlerini için bağlantı noktası



(c) Başlama butonu ve sensörler

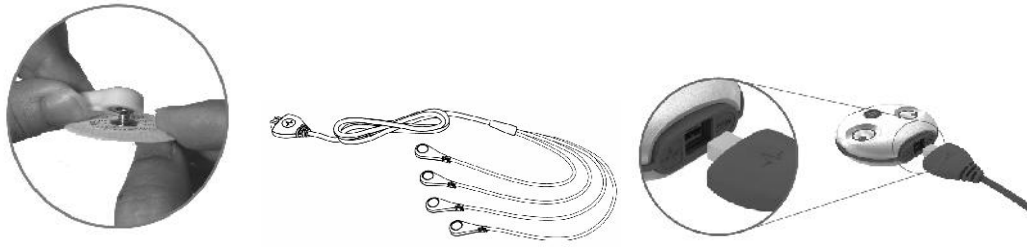
Şekil 2.3. Reka E100 bağlantı noktaları

Cihaz hem tek kanallı hem de üç kanallı EKG verilerinin elde edilmesini sağlayabilmektedir. Tek kanallı EKG ölçümü için başlama düğmesine basıldıktan sonra sağ ve sol elin başparmakları ilgili sensörlere yerleştirilir. 30 saniye sonra kayıt tamamlanmış olur. Şekil 2.4' te tek kanallı EKG ölçümü gösterilmiştir.

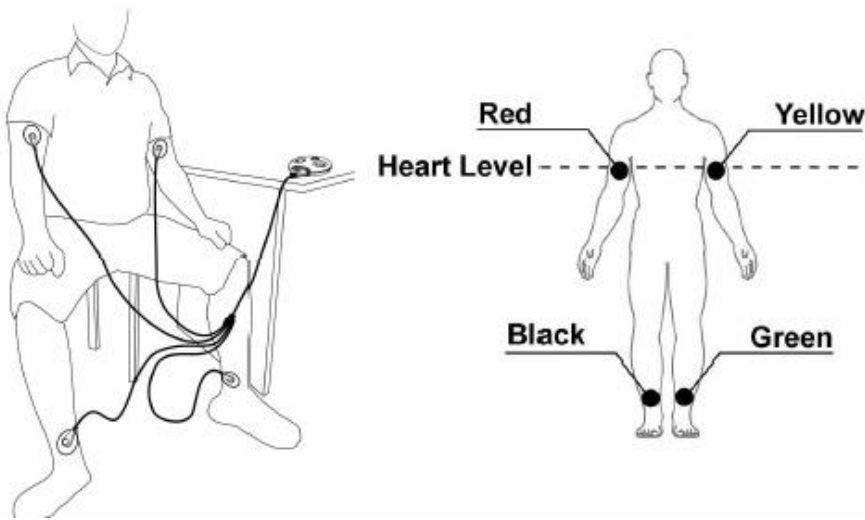


Şekil 2.4. Tek kanallı EKG ölçümünde hastanın pozisyonu

Üç kanallı EKG ölçümü için ise EKG kabloları uygun şekilde cihaza ve vücuda bağlanır. Başlama düğmesine basıldıktan 30 saniye sonra ölçüm tamamlanır. Resim 2.4'te EKG kablosunun bağlanması, Şekil 2.5'te ise üç kanallı EKG ölçümü sırasında problemlerin hastaya bağlanma şekli gösterilmiştir.



Resim 2.4. EKG kablosunun cihaza bağlanması



Şekil 2.5. Üç kanallı EKG ölçümünde probların bağlanması

Bu yöntemlerden herhangi biri ile elde edilen EKG verisi cep telefonu veya PC bağlantısı ile <http://www.reka.net> sitesine gönderilir. Burada uzman tarafından yorumlanan EKG sonuçları hastaya aynı web sitesi üzerinden ve SMS yoluyla cep telefonu üzerinden bildirilir. Bunun için siteye gerekli bilgilerin (kişisel bilgiler, cep telefonu numarası, kullanılan cihazın seri numarası gibi) önceden girilerek bir kullanıcı hesabı oluşturulması gerekmektedir.

3. BİYOMEDİKAL İŞARETLER

Son yıllarda elektroniğin her alanda gelişmesi tıp biliminde de gelişmeye yol açmıştır. Artık önceden teşhis, çaresi bulunamayan hastalıkların kontrol altına alınması vs. gibi yöntemler insanların hayatlarında çok kolaylık getirmiştir [30]. Bu işlemler ise biyolojik sistemlerden elde edilen birtakım biyolojik işaretler vasıtasıyla yapılır.

Biyolojik işaretler aslında temel olarak enerjideki değişimdir. Bu değişim bize sistem hakkında bilgi verir [30]. Ölçülen bu parametreler teşhis, tanı ve tedavi aşamalarında kullanılmaktadır.

3.1. Vücut Isısı

İnsan vücudunun normal şartlardaki ısısı $36,5^{\circ}\text{C}$ ' dir. Bu değer bebeklerde ve küçüklerde $36,8^{\circ}\text{C}$ olabilir. Vücut tüm fonksiyonlarını, bu ısı değerleri arasında yerine getirdiği için "ateş" diye adlandırılan vücut ısısının yükselmesi, vücudun normal dengelerinde bir bozulma olduğunu gösterir. Ateş, kendi başına bir hastalık değil, hastalık belirtilerinden bir tanesidir. Bir enfeksiyon, ödem, doku hasarı veya aşı gibi nedenlerle vücut ısısını düzenleyen ısı düzenleyici merkezdeki dengenin bozulması sonucu ateş oluşur.

Hipertermi; çevresel faktörler nedeniyle, içinde bulunulan ortam ısısının artmasıyla vücut ısısının yükselmesidir. Hipertermi, yüksek ateşle karıştırılmamalıdır. Hipertermi nedeniyle, kişiler terler ve soğuk bir şeyler içmek isterler. Ateşi yükselen kişiler üşüdüğünü, hipertermik kişi ise vücudunun ısındığını hisseder. Hipotermi ise; vücut sıcaklığının 35 derecenin altına düşmesidir ve hayatı tehdit eden bir olaydır. Özellikle, küçük çocuklarda, yaşlılarda ve bazı hastalarda vücut ısı dengesinin hassas olması nedeniyle hipotermi, ciddi durumlara neden olur. Ateş çeşitli şekillerde ölçülebilir [7]:

- Koltuk altı
- Rektal (makattan ölçüm)
- Timpanal (kulaktan ölçüm)

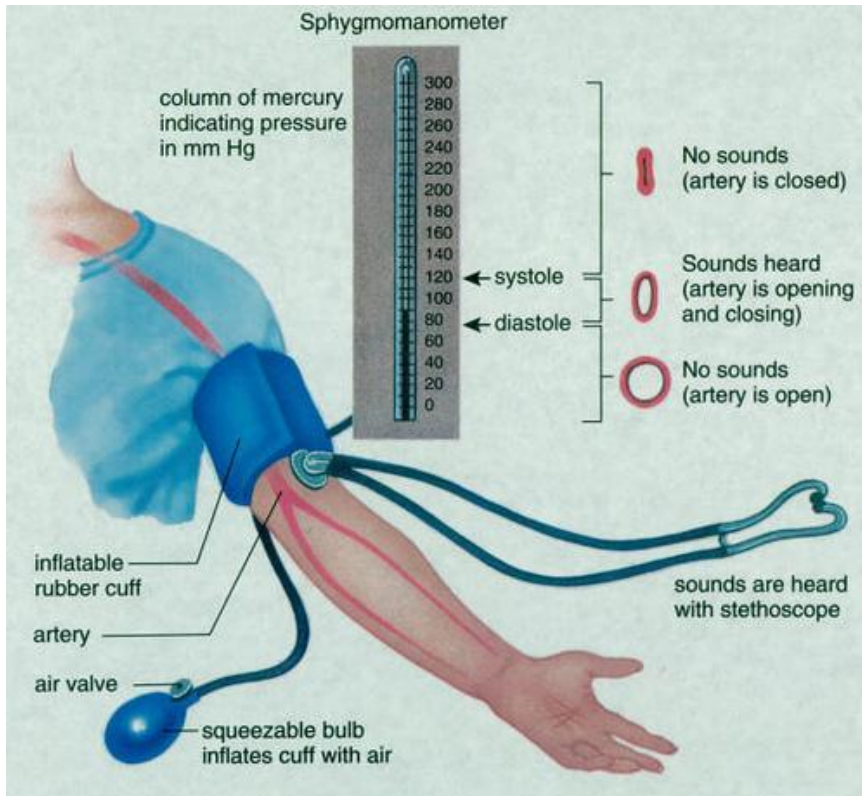
- Oral (ağız içinden ölçüm)

3.2. Kan Basıncı (Blood pressure)

Kalbimiz atar damarlarımıza düzenli ve sürekli olarak kan pompalar. Kan önce büyük atar damarlara (arterler), daha sonra küçük atar damarlara (arterioller) ve oradan da kılcal damarlara (kapillerler) geçer. Kapillerler aracılığıyla kan tüm dokulara dağılır ve böylece dokuların oksijen ve gıda gereksinimleri karşılanır. Dokularda oluşan atık maddeler ve karbondioksit yine kapillerler aracılığıyla kana geçer ve bu kirli kan toplardamarlar (venler) aracılığı ile kalbe döner. Bu sırada kalp, geri dönen kanı toplamak için gevşemiştir. Daha sonra kalp kasılır ve kirli kanı temizlenmek üzere akciğerlere gönderir. Akciğerlerde temizlenen kan yeniden kalbe döner ve ardından yeniden arterlere pompalanır. Bu süreç dakikada ortalama 80 kez tekrarlanır. Kan her defasında kalbin kasılmasından doğan bir basınç ile arterlere gönderilir. Bu basınç, damarlarımızın duvarında da devam eder ve kan akışının sürdürülmesi için gereklidir. Kanın damar duvarına yaptığı basınç, kan basıncı olarak adlandırılır. Kan basıncı kalbimizin kasılması sırasında artar ve gevşemesi sırasında azalır. Kasılma sırasında, artmış olan kan basıncına sistolik kan basıncı ya da büyük tansiyon, gevşeme sırasında azalmış olan kan basıncına ise diyastolik kan basıncı denir ve mmHg (civa basıncı) olarak ifade edilir. Kan basıncı için normal değerler büyük tansiyon için 140 mmHg'nın, küçük tansiyon için 90 mmHg'nın altıdır.

Atardamar basıncının ölçülmesi için tansiyon aletlerinden yararlanır. Bu aletler çok çeşitli biçimlerde yapılarak satışa sunulmuştur. En sağlıklı sonuçlar kan basıncı değerinin doğrudan cıva sütunu üstünden okunabildiği aletlerden alınır. Ama cıva sütunu yüksekliğine eşdeğer basıncı bir kadran üstünde gösteren aletler özellikle taşıma ve kullanım kolaylıkları nedeniyle çok daha yaygındır. Kan basıncının okunduğu bölüm değişik biçimlerde yapılmakla birlikte, kolluk denen ve lastik bir top biçimindeki el pompasıyla şişirilen bölüm bütün tansiyon aletlerinde ortaktır [31].

Kan basıncını ölçerken tansiyon aletiyle birlikte atardamar vurularını duyabilmek için, stetoskop denen bir dinleme aleti de kullanılır.



Şekil 3.1. Kan basıncının ölçülmesi

Tansiyon Ölçümünde en yüksek ve en düşük basınç değerlerini stetoskopa gerek duymadan ölçebilen aletler de geliştirilmiştir. Bunlar hastanın kendi tansiyonunu evde kolayca ölçebilmesini sağlamakla birlikte, elde edilen değerlerin doğruluğu tartışma konusudur [31].

3.3. Darbe Oksimetresi (Pulse Oximetry)

Oksijen, kandaki hemoglobin moleküllerine tutunarak taşınır. Oksijen doygunluğu (saturation) kanın ne kadar oksijen taşıdığıнын maksimum oksijen taşıma miktarına oranıdır. Bir hemoglobin molekülü en fazla dört oksijen molekülü taşıyabilir. Eğer bir hemoglobin üç tane oksijen molekülü taşıyorsa maksimum kapasitesinin $\frac{3}{4}$ 'ü yani 75%'si kadar oksijen taşıyor demektir [7].

Yüz tane hemoglobin molekülü en fazla 400 adet oksijen molekülü taşıyabilir. Eğer bu 100 hemoglobin molekülü 380 adet oksijen molekülü taşıyorsa, taşıyabileceği

maksimum oksijen molekülünün 95%'sini taşıyor demektir. Diğer bir deyişle 95% doymuştur. Oksijen doyumu pek çok zaman SpO2 olarak da ifade edilmektedir.

Bu değerler orantısal oksijen doyumu olarak adlandırılmaktadır. Yani hemoglobin moleküllerinin taşıdığı oksijen oranının maksimum taşıma kapasitelerine oranıdır. Bu da tam olarak bir miligram hemoglobin molekülü için 1.39 mililitre oksijen molekülü anlamına gelmektedir. Fakat pratikte hemoglobin görevini tam olarak yapamaz ve bunun yanı sıra oksijenden başka bazı moleküller de taşır. Bu yüzden yukarıda verilen orantısal doyum oranı yerine işlevsel doyum oranı dediğimiz bir oran kullanılır. Bu da bir miligram hemoglobin için 1,34 mililitre oksijen taşınması anlamına gelir.

Normal bir insanda oksijen doyum oranı 95-99 % civarındadır. Ancak bu değer yaşa, kiloya ve kişinin bulunduğu yüksekliğe göre değişmektedir.

Darbe oksimetreleri bir kişiden sadece bir örnek alınarak kullanılabilceği gibi uzun bir süre içinde belli periyotlarda ölçüm yapılarak da kullanılabilir. Fakat tek ölçüm genelde pek kullanışlı değildir. Uzun bir periyottaki eğilim daha çok bilgi vermektedir.

Bir ışık kaynağı ve ışık dedektöründen oluşan sensörün arasına parmak ucu, kulak memesi gibi iyi perfüze olan dokuların yerleştirilmesi ile ölçüm yapılabilir. Kapiller dolaşımında arteriyoller pulsasyon olması dolayısıyla bu yöntem "pulse oksimetri" adı verilmiştir. Oksimetrede temel kural, oksijene ve redükte hemoglobinin ayırt edilmesidir. Bu ayırım kızıl ve kızılötesi ışınların absorpsiyon oranının bir mikroprosesör yardımıyla analiz edilmesi sonucunda noninvaziv olarak pulse eden arteriyel oksijen saturasyonu (SpO2) ölçülebilir. Pulse etmeyen venöz kan ve dokulardan, arteriyel pulsasyonun ayırt edilebilmesi için pletismografi yöntemi kullanılır.

Darbe oksimetre yöntemi günümüzde anestezi sırasında, yoğun bakımda, anestezi sonrası bakım ünitelerinde, endoskopik girişimlerde yoğun olarak kullanılmaktadır [7].

3.4. ENG (Elektronörogram)

Sinir liflerinden algılanan aksiyon potansiyeli değişim işaretlerine elektronörogram (ENG) adı verilir. Elektrotların sinir lifine yerleşimlerine bağlı olarak ENG işaretleri monofazik, bifazik ve trifazik olarak üç şekilde algılanabilirler. Zedelenen uçta potansiyel negatiftir ve sabittir. Aksiyon potansiyeli değişiminin ölçüleceği aktif elektrot ise, zedelenmiş uçtan ve uyarımın yapıldığı uçtan uzak bir yere yerleştirilmiştir. Bu iki elektrotun arasına iç direnci çok yüksek bir elektrometre bağlanarak aksiyon potansiyelindeki değişim incelenmektedir. Elektrotların bu şekilde bağlanmasına monopolar bağlama denir. Hücre dinlenmede iken, aktif uç + potansiyele sahip bölgede bulunduğundan elektrometre pozitif bir değer göstermektedir. Aktif elektrotun bulunduğu bölgeden depolarizasyon darbesi geçerken akson yüzeyi negatif yükleneceğinden (yani referans elektrotla aynı) elektrometre uçları arasındaki yük farkı sıfır olur ve elektrometre sıfır değerini gösterir. Depolarizasyon darbesi aktif elektrottan sağa doğru hareket ettiğinde aktif elektrotun bulunduğu bölge tekrar dinlenmeye geçecek (repolarizasyon) ve pozitif yüklenecektir. Bu şekilde negatif değişim gösteren tek fazlı bir potansiyel değişim eğrisi elde edilmiş olur ki bu eğriye monofazik değişim denir.

Ölçüm elektrotları akson üzerinde birbirine yakın iki noktaya yerleştirildiğinde bu bağlama şekline bipolar bağlama denir. Bu şekilde aksiyon potansiyeli sola doğru ilerlerken önce sağdaki elektrot soldakine göre negatif potansiyelli olur ve bu durumda elektrometre pozitif gösterir. Potansiyel darbesi daha sola hareket ettiğinde bu sefer soldaki elektrot negatif yüklenecek, elektrometre negatif bir değer gösterecektir. Bu iki bölge arasında ayrıca elektrometredeki değer sıfırdan geçecektir. Bu şekilde önce pozitif yükselme, ardından negatif düşme şeklinde gözlenen eğriye bifazik işaret denir.

Sinir lifi üzerinden değil de deri üzerinden yapılan ENG ölçümleri trifazik (üç fazlı) değişim gösterir. Bu değişim şeklinin trifazik oluşuna, sinir lifi membran potansiyelinin yayılma doğrultusundaki ikinci dereceden gradyanların neden olduğu görüşü hakimdir [32].

3.5. EEG (Elektroensefalografi)

EEG, beyindeki sinir hücreleri tarafından hem uyanıklık, hem de uyku halindeyken üretilen elektriksel faaliyetin kağıt üzerine beyin dalgaları halinde yazdırılmasıdır.

Beynin normal elektriksel faaliyeti başta epilepsi (sara hastalığı) olmak üzere pek çok durumda bozulur. EEG'yi oluşturan beyin dalgalarının değerlendirilmesi ile bu bozukluğun yeri ve şekli hakkında bilgi edinilir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MR) gibi EEG'ye göre daha sonradan geliştirilmiş olan inceleme yöntemleri beynin elektriksel faaliyeti konusunda bilgi vermezler. Özellikle epilepsi hastalığının teşhisinde ve tiplerinin belirlenmesinde tedaviye karar verdirecek olan inceleme yöntemi EEG'dir [33].

EEG çekiminin temel amacı beyin hücrelerinden çıkan elektrik akımlarının değerlendirilmesidir. Özellikle epilepsi hastalığının ve epilepsi hastalığının hangi tür olduğunun tanısında EEG önemlidir. Kısaca EEG beynin elektriksel aktivitesini bozan her türlü hastalığın tanısında kullanılabilir.

EEG'nin yapılmasındaki amaç, hangi beyin bölgesinin ne tip bozuk elektrik yaydığına görülmesi ve takip edilmesidir. EEG ile sorunun merkezi beyinden mi yoksa beyin kabuğundan kaynaklandığını görülebilir ve buna göre uygun ilaç verilir.

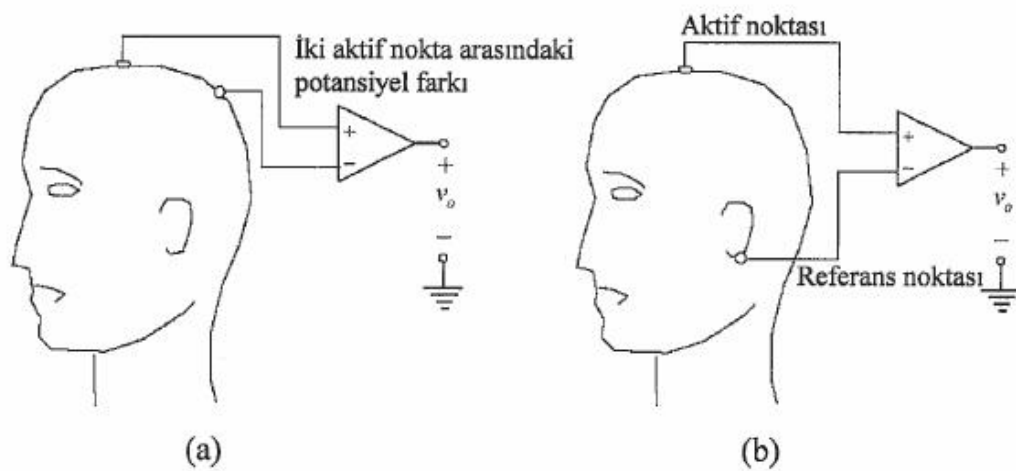
EEG çeşitleri şunlardır:

Rutin EEG: Uyanıklık EEG si diye bilinir. 20-30 dakika sürer. Çekim sırasında 10 saniye ara ile 4-5 kez göz aç-kapa , 3-5 dakika süren hipervantilyasyon (derin nefes alıp-verme) , 5-7 dakika fotik stimülasyon (ışıklı uyarı) gibi aktivasyon yöntemleri uygulanır.

Uyku EEG: Klinik olarak epilepsi düşünülen ancak rutin EEG tetkikinde yeterli bilgi vermediği durumlarda, gündüz veya gece 1-2 saat süreyle, gerektiğinde tüm gece yapılan aktivasyon yöntemlerinden uyku EEG si çekilir. Özellikle rutin EEG nin yetersiz kaldığı küçük çocuklarda uyku EEG si sıklıkla başvuru olan bir yöntemdir [34].

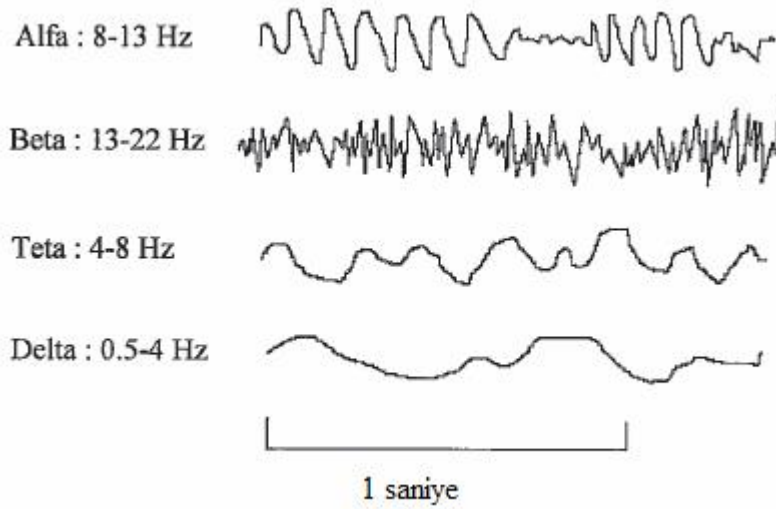
EEG çekilmeye başlamadan önce kafanın belli bölgelerine elektrotlar yapıştırılır Hastaya elektrik verilmesi söz konusu değildir. EEG tamamen ağrısız ve zararsız bir inceleme yöntemidir. Her yaşta insan EEG çekilebilir. EEG' de radyasyon etkisi yoktur ve beyine zarar vermez [34].

EEG işaretlerinin tipik band genişliği 0,5-100 Hz arasındadır. Genliği ise genellikle 2-100 mV arasında değişir.



Şekil 3.2. Elektrotların bağlantı biçimleri (a) İki kutuplu (Bipolar) (b) Tek kutuplu (Unipolar)

EEG işaretlerinin kaydedilmesi için kafa derisi üzerine birkaç çift elektrot yerleştirilir. Bu elektrotlar Şekil 3.2'te görüldüğü gibi tek veya iki kutuplu olabilir. Her iki elektrot çifti arasındaki potansiyel farkı ayrı kanallara gönderilerek EEG işareti elde edilir. EEG beyin çalışma mekanizmasının ve merkezi sinir sisteminin çeşitli bölümleri arasındaki bağlantıların izlenmesine olanak verir [35].



Şekil 3.3. EEG işaretlerine ilişkin farklı 4 bant genişliği

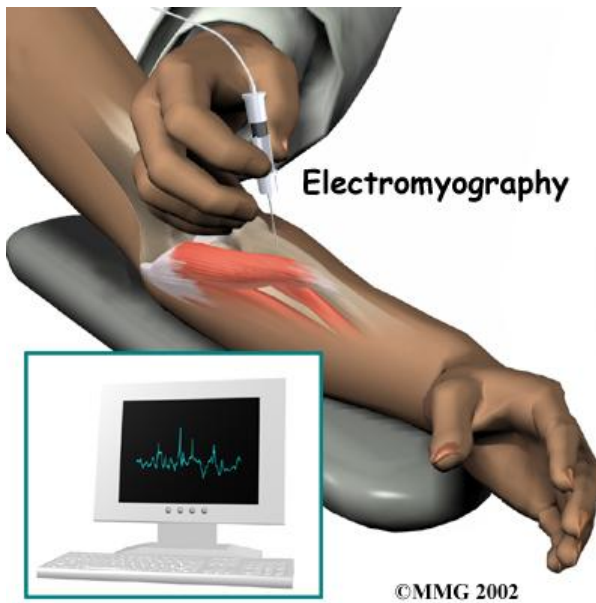
EEG işaretlerinde şekilde görüldüğü gibi 5 farklı band görülür. Bunlardan Delta bandı 0,5-4Hz arasındadır. Çocukların ve uyuyan yetişkinlerin EEG işaretlerinde görülür ve normaldir. Bunun dışında yaygın görülmediği için beyin hastalıklarına işaret edebilir. Teta bandı 4-8Hz' dir. Genellikle çocuklarda görülür. Alfa bandı 8-13Hz arasında oluşur. Sağlıklı ve yetişkin insanlarda gevşemiş ama bilinçli durumda iken görülür. Beta bandı ise 13-22Hz arasındadır ve genellikle normal yetişkinlerde görülür. Son olarak gama bandı da 22-30Hz arasında oluşur [35].

3.6. EMG (Elektromiyografi)

Elektromiyografi (EMG) kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu Motor Ünite Aksiyon Potansiyellerdir (MÜAP). Kasılmanın miktarı MÜAP' ların sayısı ve sıklığı ile değişir. Kasların kasılı olmadığı veya kasılı olduğu durumlarda MÜAP 'ların incelenmesi, şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması, veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir. Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir [24].

Hastayı fazla rahatsız etmeyecek şiddette doğrusal elektrik akımı kullanılarak, sinirlerin elektrik iletme fonksiyonları ölçülür. Bunun için, parmaklara ve sinirlerin üzerindeki cilt bölgelerine düşük şiddette elektrik akımı uygulanır ve sinirin veya cildin başka bir yerinden bu akım bilgisayarlı aletlerle toplanarak ölçüm yapılır. Böylece sinirin sağlıklı fonksiyon yapıp yapmadığı anlaşılır [36].

Kasların içine de ince çaplı tek kullanımlık steril iğne şekilli elektrodlar konulmak suretiyle, incelenen kasın sinirinin hastalıklı olup olmadığı, veya kasın sağlıklı olup olmadığı, kaslarda oluşan elektrik aktivitenin EMG cihazı ekranından izlenmesi ve analiz edilmesi yoluyla anlaşılır [36]. EMG işaretleri 0-10mV genlik aralığı ile 0-500Hz frekans aralığına sahiptir [35].



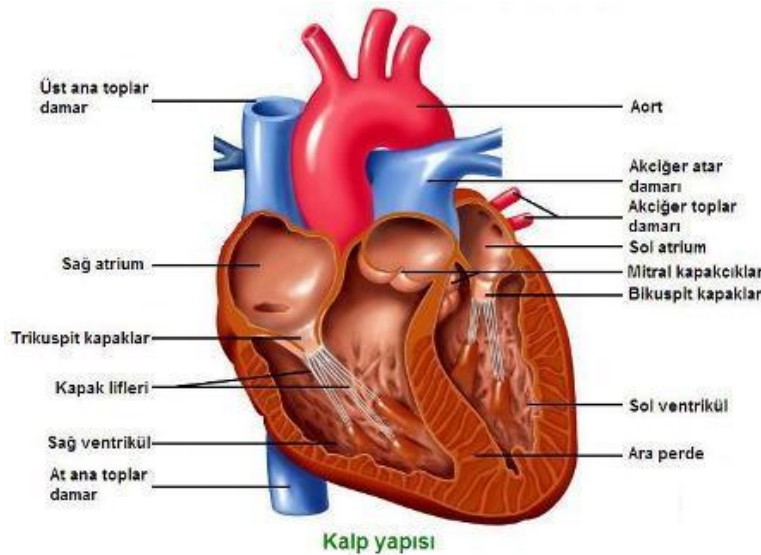
Şekil 3.4. EMG ölçümü

3.7. EKG (Elektrokardiyogram)

Elektrokardiyogram (EKG) işaretleri, kardiyak sistemin biyoelektrik ve biyomekanik aktivitelerinin kayıtlarıdır. Bu işaretler, kardiyovasküler sistem ve kalbin fonksiyonları hakkında önemli bilgi içermektedir. Kayıt edilen EKG'lerin normal EKG'lerle karşılaştırılmasıyla, kalbin çalışmasıyla ilgili bazı normal dışı durumlar

belirlenebilir. Bir doktorun hastada yapılmasını istediği temel ölçümlerden birisi EKG ve kalp vuru hızının ölçümüdür [37].

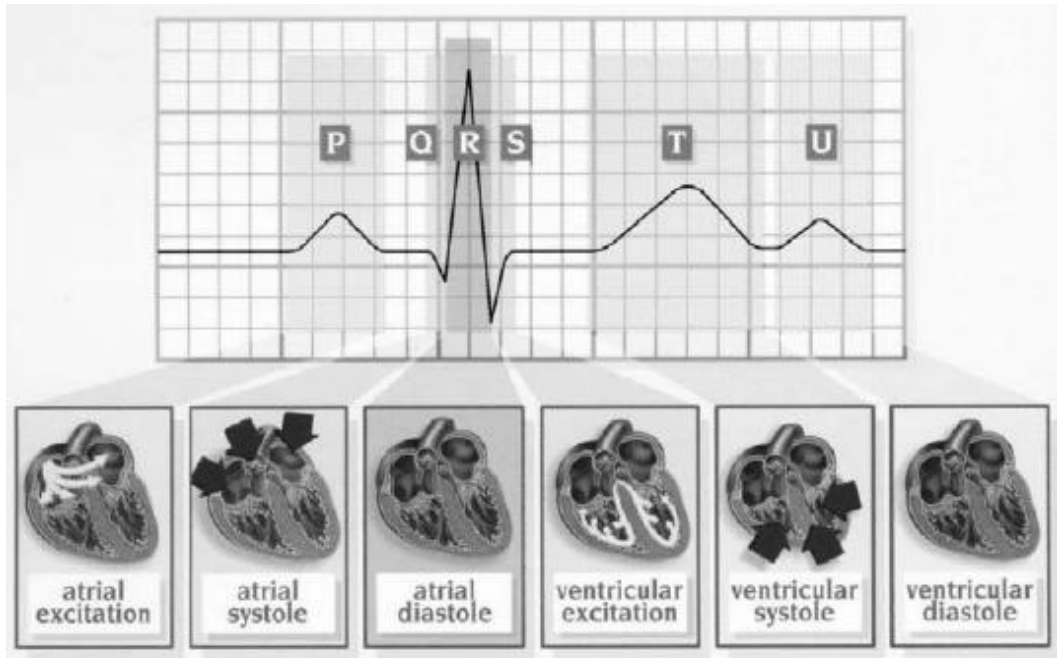
Vücuttaki kan dolaşımını sağlayan ve dört bölmeye sahip olan kalbin sol tarafındaki iki bölme temiz kanın vücuda pompalanması işlemini gerçekleştirirken, sağdaki iki bölme vücuttan dönen kirli kanı, temizlenmek üzere akciğerlere gönderir. Kalp pompalama işini gevşeme (diastol) ve kasılma (sistol) evrelerinde gerçekleştirir. Diastol sırasında; sağ ve sol taraftaki karıncık (ventrikül) kanla dolmaktadır. Sistol ile birlikte her iki kulakçığındaki (atriumda) kan vücuda pompalanmaktadır [24]



Şekil 3.5. Kalbin yapısı

Kalp kaslarındaki gevşeme ve kasılmalar, bütün diğer kaslarda olduğu gibi elektriksel uyartımla olmaktadır. Bu uyartımlar sino-atrial düğüm (SA) tarafından dinlenme sırasında dakikada 70 ile 80 kez üretilir. SA düğümünde kendi kendine oluşan aksiyon potansiyeli depolarizasyon dalgası halinde tüm kalbe yayılır. SA düğümü, sağ kulakçığın arka duvarında yer alan özelleşmiş kalp hücrelerinden oluşmuştur. SA düğümünün oluşturduğu aksiyon potansiyelinin frekansı değişen koşulların gereksinimini karşılamak üzere merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilir. SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli kulakçık üzerindeki iletim yolları üzerinden yayılarak kulakçığın kasılmasını sağlar ve buradaki kanı karıncığa iter. Kulakçığındaki aksiyon potansiyelinin hızı 30cm/sn kadardır. SA ve AV düğümleri

arasındaki özel iletim hatlarındaki hız 45cm/sn' dir. SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli 30-50 ms sonra AV düğümüne ulaşır. Bu süre kulakçık içerisindeki kanı tümü ile karıncığa doldurması için yeterli süre değildir. Bu nedenle, karıncık kasılmasının bir süre sonra yapılması gerekir. Bu işlem bir gecikme elemanı gibi çalışan AV düğümünde aksiyon potansiyelinin 110 ms geciktirilmesiyle yapılır. Kalp kaslarının aynı anda kasılması sonucu büyük bir elektriksel işaret oluşur ki bu; hastanın vücudu üzerinden algılanabilir. Bu işaretin zamana göre değişimine elektrokardiyogram (EKG) denir [24].



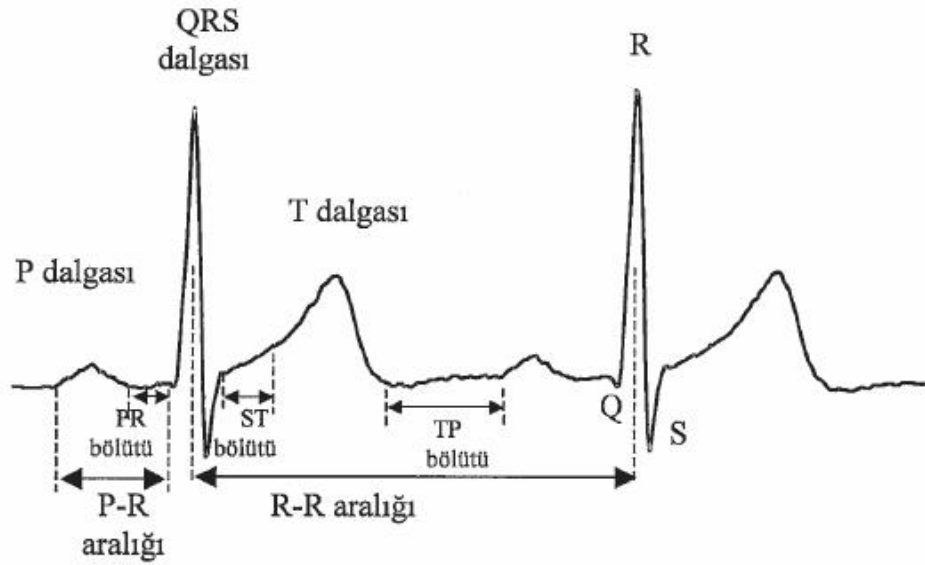
Şekil 3.6. EKG temel dalga şekli

3.7.1. EKG işaretlerinin bileşenleri

Elektrokardiyogram işaretleri kulakçıkların ve karıncıkların depolarizasyonu ve repolarizasyonu ile üretilen elektrik akımının yönü ve genliğindeki değişimlerin deri üzerine yerleştirilen elektrotlar ile grafik olarak kaydedilmesidir [35].

Kulakçık ve karıncıkların depolarizasyonu ve repolarizasyonu ile üretilen elektrik akımının elektrotlar aracılığı ile belirlenmesinden sonra elde edilen işaret kuvvetlendirilir ve bir EKG kağıdına veya bilgisayar ortamına aktararak kaydedilir.

Kulakçık repolarizasyonu ile üretilen elektrik akımı Şekil 3.7’de görüldüğü gibi P dalgası olarak kaydedilir. Karıncık depolarizasyonu ile üretilen elektrik akımı ise sırasıyla Q, R, S dalgaları olarak kaydedilir ve bu dizime QRS dalgası adı verilir. Kulakçık repolarizasyonu ise kulakçık T dalgası (Ta), karıncık repolarizasyonu da T dalgası olarak kaydedilir.



Şekil 3.7. EKG işaretinin bileşenleri

Normal bir EKG işaretinin bir periyodu Şekil 3.7’de görüldüğü gibi P dalgası ile başlar daha sonra QRS dalgası ile devam eder ve T dalgası ile sona erer. Ayrıca kalbin elektriksel etkinliği saptanmadığı zaman, EKG eşelektrik doğrusu adı verilen düz bir çizgi biçimde elde edilir [35].

PQRST kompleksinin frekans bandı 0.05 – 150 Hz arasındadır [38]. Bazı önemli EKG parametreleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bazı önemli EKG parametreleri

Dalga	Zaman (sn)	Dalga	Genlik
P	0,06	P	0,25mV
PR	0,1-0,16	R	1,6mV
QRS	0,12	Q	%25R
QT	0,35-0,44	T	0,1-0,5mV
ST	0,05-0,15		

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.

QRS: 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 boyunca genelde 0,10 saniyeye eşittir veya daha azdır [7].

- Q dalgası, ortaya çıktığında, küçük yatay akımı (soldan sağa) temsil eder, çünkü hareket potansiyeli karıncıklar arasındaki bölgede ilerler.
- Çok geniş ve derin Q dalgalarının septal başlangıcı yoktur, fakat çok derin miyokardiyum içeren ve yara izi bırakan, miyokardiyal enfarktüs belirtir.
- R ve S dalgaları miyokardiyum kasılmasını belirtir.
- QRS kompleksindeki anormallikler dal bloğu (bundle branch block), tachycardia, ventriküler hipertropi ve bazı diğer karıncık anormalliklerini gösterir.
- Perikard iltihabında veya perikard efüzyonunda QRS genelde küçüktür.

T Dalgası: Karıncıkların repolarizasyonunu belirtir. 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, hyperkalemia veya hypokalemia 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. Yükselen ve alçalanların yer değişimi kardiyak kasa zararı veya karıncıklardaki gerilmeyi belirtir.

U Dalgası: U dalgası her zaman görülmez. Oldukça küçüktür ve T dalgasını yakından takip eder. Papiller kasların veya Purkinje fiberlerin repolarizasyonunu belirttiği düşünülür. Belirgin U dalgaları, hypokalemia’ da sık sık görülür, fakat hypercalcemia, thyrotoxicosis veya digitalis, epinephrine ortaya çıkarma ve Sınıf 1A ve 3 antiaritmikler, doğuştan uzun QT sendromu olanlar ve intracranial kanamalarda da T dalgası görülür. Ters çevrilmiş bir U dalgası miyokardiyal ischemia veya sol karıncık hacminin aşırı büyüdüğünü gösterir.

QT Aralığı: QT aralığı, QRS kompleksinin başından, T dalgasının sonuna kadar ölçülür. Normal bir QT aralığı genelde 0,40 saniyedir. Düzeltilmiş QT aralığı uzun QT sendromu ve kısa QT sendromu teşhisinde çok önemlidir. QT aralığı kalp hızına göre değişir ve kalp hızı için QT aralığını düzenleyici birçok düzeltme faktörü geliştirilmiştir.

PR Aralığı: PR aralığı, P dalgasının başından QRS kompleksinin başına kadar ölçülür. Genelde 0,12 saniyeden 0,20 saniyeye kadardır. Kısa süreli PR, Wolff-Parkinson-White sendromundaki gibi karıncığı önceden depolarize eden yardımcı yığını gösterirken, uzun süreli bir PR birinci derece bir kalp bloğunu gösterir [7].

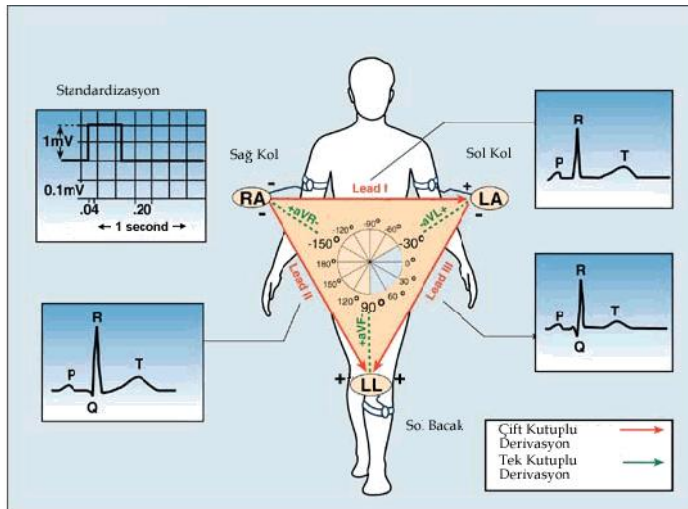
Kardiolog, teşhis için ilk önce normal değerleri 60-100 vuruş/dakika arasında olan kalp vurusuna bakar. Kalp vurusu 60 vuruş/dakika’dan daha az olan değerler yavaş kalp (Bradycardia) ve 100 vuruş/dakika’dan daha çok olan değerler için hızlı kalp (Tachycardia) olarak isimlendirilir. Kalp titreşimleri düzenli değilse kalbin düzensiz

vuruşları (arrhythmia) söz konusudur. Şayet P-R aralığı 0,2sn 'den daha büyük ise (SA node)' nun tıkanıdığı söylenebilir. EKG'nin temel özelliklerinden bir veya birden daha fazlası görülmez ise, kalbin bazı fonksiyonlarının yerine getiremediği görülür. Sağlıklı bir kişinin EKG'sinde kalp vuruşu vücudun istekleri ile değişse bile, verilen sınırlar içinde bir değer elde edilmesi gerekir [24].

3.7.2. Elektrod yerleşimleri ve EKG derivasyonları

Normal olan ya da olmayan elektrokardiyogram örneklerinin açıklanıp kavranmaları, elektrokardiyografiye, derivasyon eksenleri ve kalp vektörü kavramları temel alınarak yaklaşıldığında başarılı olabilir. Belirli bir derivasyonun eksenini ile kalbin elektriksel etkinliğini yansıtan vektörler bilinirse, o derivasyon tarafından çizilmesi gereken elektrokardiyogram kolayca bulunabilir [38].

Kalp gövde içerisinde bulunan bir elektrik üretici olarak düşünebilir. Kalbin elektriksel sinyallerini elde etmek için kullanılan elektrotlar genellikle deri yüzeyinden kullanılır ve Şekil 3.8'de 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 Einthoven üçgeni adını alır [17].



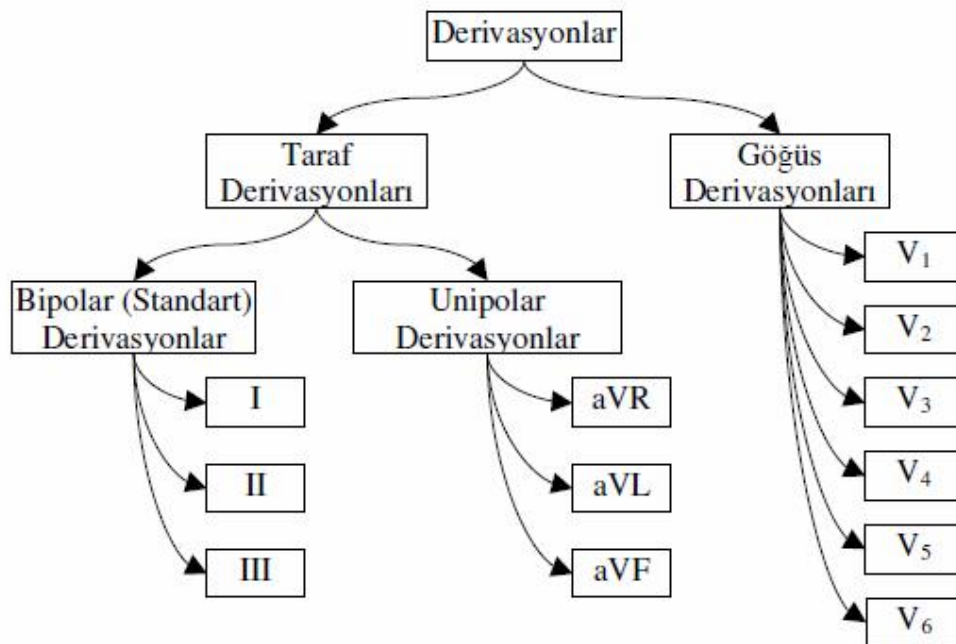
Şekil 3.8. Frontal düzlemde Einthoven üçgeni

Günlük elektrokardiyografi uygulamaları sırasında kullanılan 12 adet derivasyon, taraf ve göğüs derivasyonları başlıkları altında iki gruba ayrılır. Taraf derivasyonları

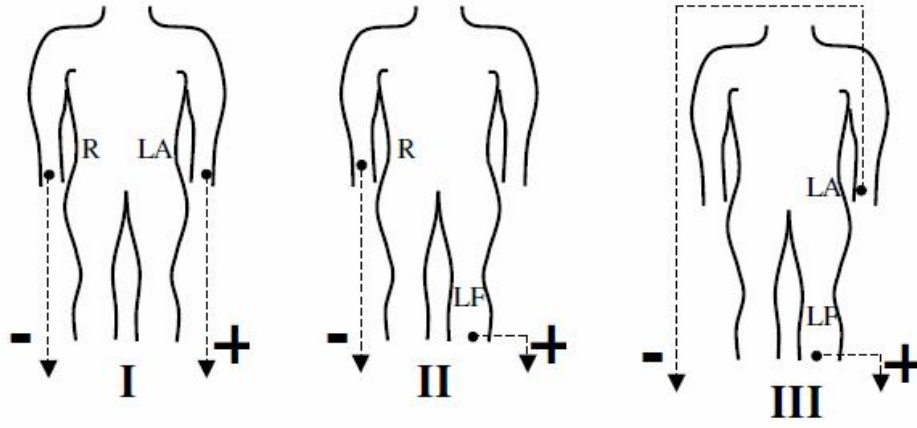
bipolar ya da unipolar olmak üzere iki grup olarak ele alınabilir. Göğüs derivasyonları için ise unipolar tipte yerleşim öngörülmektedir.

Şekil 3.9'da yukarıda sözü edilen derivasyonların gruplanışları ve adlandırılmaları verilmiştir. Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12 ise bu adlandırmalara göre yapılmış elektrokardiyografik elektrot bağlantıları göstermektedir.

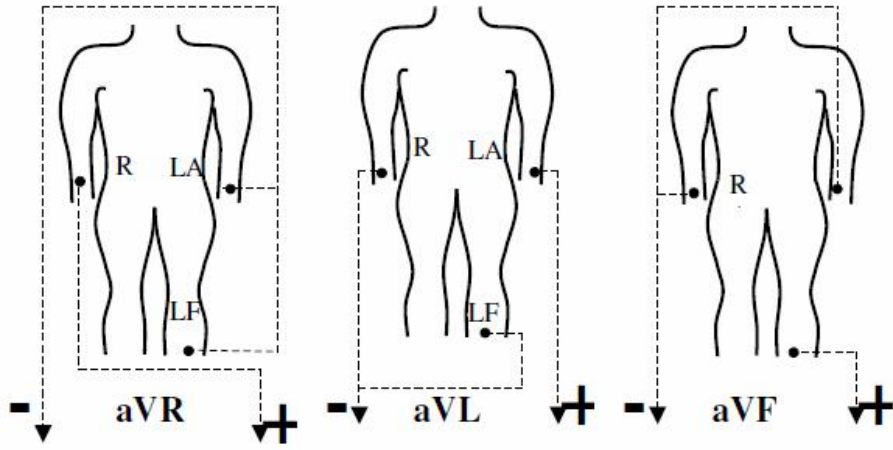
Derivasyonların isimlendirilmesinde kullanılan “a” harfi “augmented” yani güçlendirilmiş anlamındadır. Bu yöntemle elde edilen çıkış işareti %50 oranında yükselir. “V” voltaj, “R” sağ kol, “L” sol kol ve “F” sol bacağı temsil eder [38].



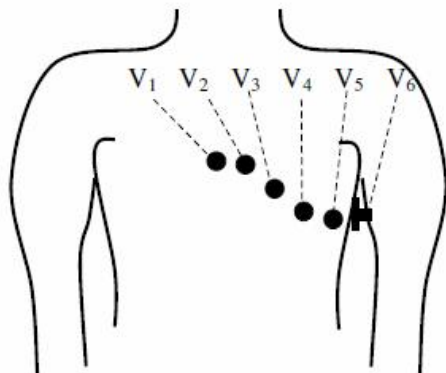
Şekil 3.9. Derivasyonlar



Şekil 3.10. Bipolar taraf derivasyonları



Şekil 3.11. Unipolar taraf derivasyonları

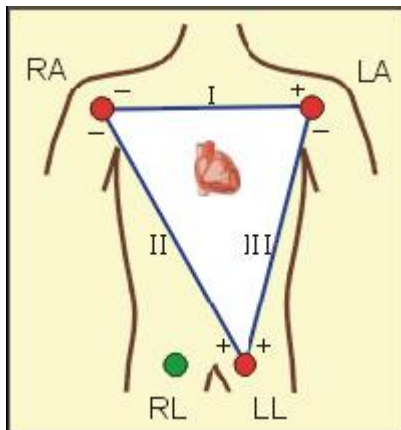


Şekil 3.12. Göğüs derivasyonları

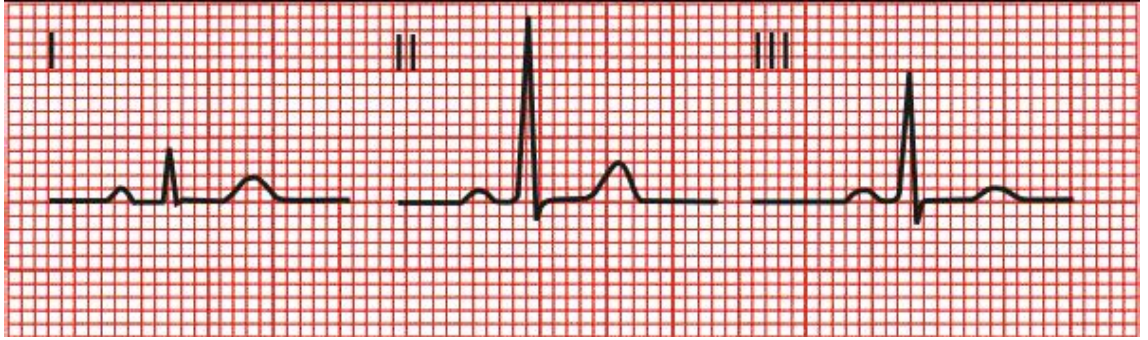
EKG, bir galvanometre kullanılarak vücudun çeşitli noktaları arasındaki elektriksel potansiyelin ölçülmesiyle oluşturulur. Derivasyon I, II ve III -kol ve bacaklar üzerinden ölçülür. I. derivasyon sağ koldan sol kola, II. derivasyon sağ koldan sol bacağına ve III. derivasyon sol koldan sol bacağına doğrudur. 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 3.13'te verilmiştir. Her bir derivasyon, özellikleri gereği, kalbin belirli noktalarından bilgi çıkarır [17].

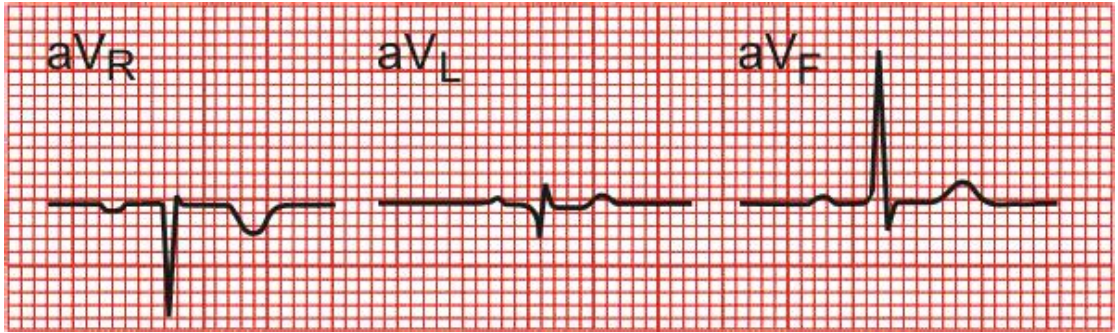
- II, III ve aVF derivasyonları kalbin aşağı bölümündeki (duvar) üst noktadan elektriksel faaliyeti kontrol eder.
- I, aVL, V5 ve V6 derivasyonları kalbin yan duvarındaki üst noktadan elektriksel faaliyeti kontrol eder.
- V1'den V6'ya kadar ve kalbin ön duvarını veya sol karıncığın ön duvarını simgeler.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



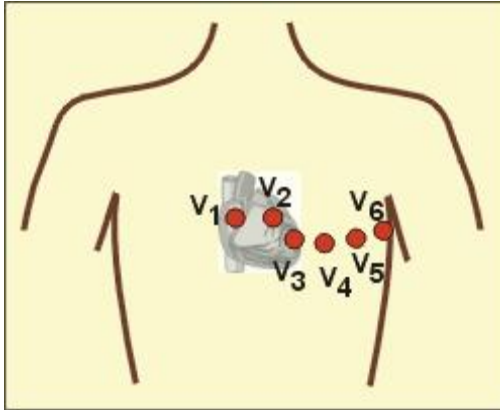
(a) Derivasyon I, II ve III elektrod yerleşimleri.



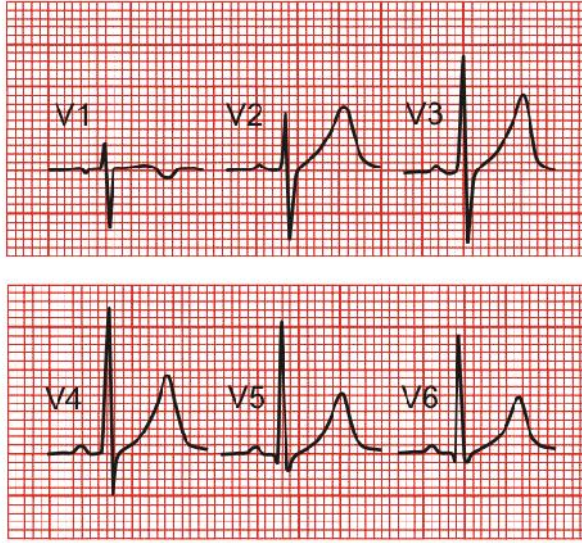
(b) Derivasyon I, II ve III EKG çıktıları.



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



(d) V1-V6 derivasyonları için elektrod yerleşimleri.



(e) V1-V6 derivasyonları için EKG çıktıları.

Şekil 3.13. 12 Derivasyonlu EKG elektrod yerleşimleri ve EKG çıktıları

3.7.3. EKG' nin kullanım alanları

EKG'nin kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir [17]:

- 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 rahatsızlıklarını 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

4. MOBİL İLETİŞİM

Kablosuz algılayıcı ağları, algılayıcılar vasıtasıyla topladıkları verileri kablosuz olarak ileten ve düşük enerji gerektiren sistemlerdir. Maliyetlerinin düşüklüğü ve hızla gelişen algılayıcı teknolojisi nedeniyle kullanım alanları giderek artmaya başlamıştır. (Askeri uygulamalar, sağlık uygulamaları ve çevresel gözleme uygulamaları vb) [39].

Kablosuz haberleşme; özetle, ses ve veri iletişimi için kablo yerine radyo dalgalarının kullanılması olarak açıklanabilir. Kablosuz haberleşme teknolojileri, sağladıkları esneklik, hareketlilik, düşük montaj ücretleri, hızlı, kolay kurulum, ulaştıkları iletişim hızları ve en az kablolu haberleşme kadar performansının yüksekliği ile hayatımızda daha çok yer almaya başlamıştır. Önümüzdeki yıllarda da pek çok alanda kablo kullanımına gerek bırakmayacak oranda kullanımlarının artacağı düşünülmektedir [21].

Teknolojileri üretenler tarafından mobil iletişim teknolojileri nesillerle ifade edilmektedir. Mobil iletişim teknolojileri, kısıtlı bir kaynak olan frekans aralığının en verimli biçimde kullanılabilmesi ihtiyacı tarafından yönlendirilirler. Bu teknolojinin temelinde aynı frekans aralığının farklı bölgelerde farklı işletmeciler tarafından kullanılabilmesini sağlayan hücreli radyo frekansı sistemi bulunmaktadır [40].

4.1. Mobil İletişimin Evrimsel Gelişimi

İlk mobil teknolojiye yönelik çalışma, 1946 yılında Motorola tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma her ne kadar mobil olarak görünse de aslında sadece iletişim yöntemi mobildir, çünkü 20 kiloyu bulan ağırlığıyla bu cihazlar sadece arabalara ve kamyonlara monte edilebiliyormuş [41]. Mobil iletişim tarihinde bu evre 0G olarak bilinmektedir.

1964 yılında MTS adında ilk cep telefonu ABD’de kullanılmaya başlandı. Bu sistemde iletişim kanallarının sayısı az ve iletişim tek yönlüydü. 1970 yıllarından önce kesintisiz mobil sistem hizmetleri üretilmesi pratik olarak tüm abonelere sunulması yönünden imkansızdı. Fakat daha sonra bu olumsuzluk radyo sistemlerinin gelişmesi ile 1971’de iletişimi hücrelemek fikrinin doğmasına sebep

oldu, yani şimdiki cep telefonlarına geçilmesine bir adım atıldı [42]. Ancak daha sonra birinci nesil mobil iletişim sistemlerinin (1G) devreye girmesiyle bu sorun aşılmıştır. Zamanla ikinci nesil (2G), üçüncü nesil (3G) ve dördüncü nesil (4G) sistemlerle daha da büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

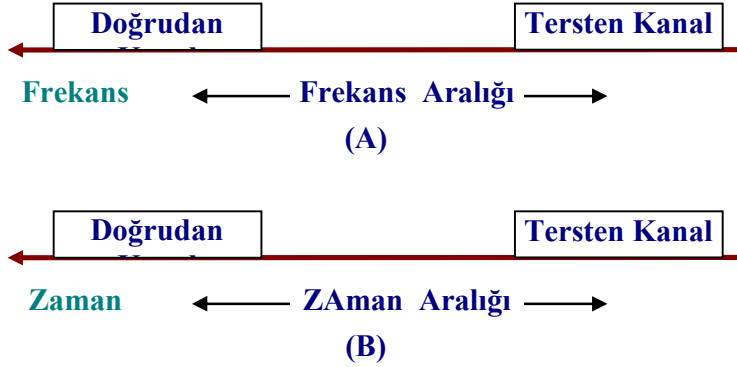
Sadece analog modülasyon tekniklerinin kullanıldığı sistemler birinci nesil sistemler (1G), sayısal modülasyon tekniklerinin kullanıldığı sistemler ikinci nesil sistemler (2G), sayısal modülasyon tekniklerinin yanı sıra, bilgi işleme ve gösterme tekniklerinin kullanılarak kullanıcıyı küresel bir bilgi ağının parçası haline getirmeyi hedefleyen sistemler ise üçüncü nesil sistemler (3G) olarak sınıflandırılmaktadır. Her zaman, her yerde en iyi en hızlı ve en güvenli bağlantı sağlayabilecek olan sistemlere ise dördüncü nesil sistemler (4G) adı verilmektedir [43].

4.2. Birinci Nesil (1G)

Birinci nesil, mobil iletişimin başlangıcı değildir, daha önceleri birtakım mobil radyo ağları vardı fakat bunlar hücreli sistemler değillerdi. Bu ağların kapasitesi hücreli ağlardan daha düşüktü ve mobilite desteği zayıftı.

Mobil hücreli ağlarda kapsama alanı küçük hücrelere bölünür ve böylece aynı frekanslar parazitlenme olmadan ağda birçok kez kullanılabilir. Bu da sistem kapasitesini artırır. Birinci nesil, trafik için neredeyse tamamen ses odaklı olan analog iletişim teknolojisini kullanır [42]. Bu nesilde çeşitli sistemler kullanıldı ki çoğunlukla analoglardı ve hepsi hücre teknolojisi üzerinde çalışıyorlardı.

Birinci nesilde erişim yöntemi olarak FDD ve TDD kullanılır. Şekil 4.1' de FDD ve TDD erişim teknikleri görülmektedir.



Şekil 4.1. FDD ve TDD erişim teknikleri

A) FDD iki tek yön kanalını aynı zamanda oluşturur

B) TDD iki tek yön zaman aralığını (time slot) aynı frekansta oluşturur. TDD veri alış-verişinin tek kanal üzerinde olmasını sağlar ve çiftleyici (duplexer)'den bağımsız olduğu için cihaz yapılarının basitliğine neden olur.

Bu sistemlerde kapasite çok düşüktü ve yalnız ses verileri için kullanılıyordu. Girişim sıkıntısı bu türün sistemlerinin en önemli sorunlarıdır ve bu yüzden sistemde daha fazla istasyon kurmaya izin vermemektedir [42].

Dünyada kullanılan çeşitli 1G sistemlerin kendi aralarında uyumsuz olmaları ve analog 1G sistemlerin, kullanıcıların farklı ve çeşitli hizmetlere yönelik artan taleplerine tam olarak cevap verememeleri nedeniyle yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla ABD ve Japonya gibi ülkelere geliştirilen Sayısal İleri Mobil Telefon Sistemi (Digital Advanced Mobile Phone System, D-AMPS), CDMA ve Kişisel Sayısal Haberleşme (Personal Digital Communication, PDC) sistemlerinin yanı sıra, ETSI bünyesinde yeni nesil bir mobil sistem oluşturmak amacıyla kurulan GSM çalışma grubu, bütün Avrupa ülkelerinde kullanılabilen ve ülkelerarası dolaşıma imkan veren, açık standartlarla tasarlanan, ISDN hizmetlerinin sağlanabildiği sayısal teknoloji kullanılan GSM mobil sistemini geliştirmiştir [44].

4.3. İkinci Nesil (2G)

İkinci nesil sistemler, sayısal haberleşme teknolojisinin kullanıldığı telsiz haberleşme sistemleridir. Analog bilginin sayısal hale dönüştürülmesi ile birlikte bilgi üzerinde her türlü matematiksel işlem yapılabilmesi mümkün hale gelmiştir [45].

İkinci nesil (2G) mobil hücresel sistemler trafik için dijital radyo iletişimini kullanır. Yani birinci ve ikinci nesil sistemler arasındaki sınır çizgisi açıkça ortadadır: analog ve dijital ayrımı. 2G ağların kapasitesi 1G sistemlerden çok daha yüksektir. Bir frekans kanalı aynı zamanda birçok kullanıcı arasında bölünür (hem kod hem de zaman bölmesi). Hiyerarşik hücre yapısı sistem kapasitesini daha da geliştirir.

2G sistemler için dört temel standart vardır. Global System for Mobile (GSM) iletişimleri ve türevleri; digital AMPS (D-AMPS); Code Division Multiple Access (CDMA) ve personal digital cellular (PDC). GSM, 2G sistemlerde en başarılı ve en geniş kullanıma sahip olandır [42].

4.4. 2.5G

2G şebekeler ses haberleşmesinde oldukça başarılı olmasına rağmen, kablosuz veri hizmetleri mobil telefon pazarında sınırlı bir pay yakalayabilmiştir. Bunun nedeni kullanıcıların sadece sabit ortamda değil mobil ortamda da gün geçtikçe sesten ziyade veri hizmetlerine yönelmesi ancak talep ettiği veri hızlarını elde edememesidir.

Kullanıcıların yüksek hızda veri taleplerinin karşılanması ve mevcut 2G altyapısının daha etkin biçimde kullanılması amaçlarıyla HSCSD (high-speed circuit-switched data), GPRS (general packet radio services) ve EDGE (enhanced data rates for Global Evolution) gibi eklentiler ortaya atılmıştır [46].

4.4.1. HSCSD (Yüksek Hızlı Devre Anahtarlama Veri-High Speed Circuit Switched Data) sistemi

GSM'in en büyük problemi, hava arayüzü veri oranının düşük olmasıdır. Temel GSM, kullanıcıya sadece 9,6 Kbps veri oranı (data rate) sağlar. Daha sonraları fazla kullanılmamasına rağmen 14,4 Kbps veri oranı olmuştur. Bir mobil istasyon veri

bağlantısı için tek bir zaman aralığı yerine birçok zaman aralığı kullanabilir. Bir zaman aralığı, hem 9,6 Kbps hem de 14,4 Kbps hızlarını kullanabilir. Toplam oran, zaman aralığı sayısı ile bir aralığın veri oranının çarpına eşittir. En büyük sorun kıt radyo kaynaklarının kullanımınıdır. Çünkü devre anahtarlamalı olduğundan, HSCSD daima kullanılmış, bir şey iletmeyen zaman aralıklarını ayırır. Buna karşılık, bu aynı özellik HSCSD'yi sadece kısa gecikmelere izin veren gerçek zamanlı uygulamalar için iyi bir seçim haline getirmektedir. Bir GPRS sistemi, HSCSD 'nin yaptığı her şeyi yapamaz. Örneğin, GPRS gerçek zamanlı servisler hususunda zayıftır. HSCSD, mobil veri iletiminin ihtiyaç duyduğu geçici bir çözüm olarak görülebilir.

4.4.2. GPRS (Genel Paket Telsiz Hizmetleri-General Packet Radio Services) sistemi

GPRS, mevcut GSM şebekesi üzerinden yüksek hızlı ve uçtan uca paket veri iletişimini sağlayan bir teknolojidir. Noktadan noktaya ve noktadan çok noktaya veri iletimi mümkündür. GPRS, internet gibi paket veri şebekelerine telsiz erişimi basitleştiren ve geliştiren yeni bir taşıyıcı hizmetidir.

Bu teknoloji ile veri oranı 115 Kbps, hatta hata düzeltmeler dikkate alınmazsa daha yüksek bile olabilmektedir. GPRS paket anahtarlamalıdır ve böylece radyo kaynaklarını sürekli ayırmaz sadece bir şey gönderilirken ayırır. GPRS ilk olarak 2001'de ticari piyasada yer almıştır. GPRS, e-mail ve webde sörf gibi gerçek zamanlı olmayan uygulamalar için uygundur [42].

4.4.3. EDGE (Küresel Evrim İçin (Geliştirilmiş Veri Hızları-Enhanced Data Rates For Global Evolution) sistemi

EDGE, GSM' de kullanılan Gauss Önsüzmeli Asgari Kaydırmalı Kipleme (Gaussian Prefiltered Minimum Shift Keying, GMSK) modülasyonundan daha verimli bir bant genişliği bulunan yeni bir modülasyon metodu olan 8 Faz Kaydırmalı Kipleme (8-Phase Shift Keying, 8-PSK) kullanan bir telsiz arayüzüdür. EDGE mevcut GSM sisteminin veri hızını üç kat arttıracak potansiyele sahiptir. GPRS' e benzer şekilde bir kullanıcı sekiz kanalı da kullanabilir. Her bir kanalda 48 Kb/s' lik veri taşınabilen EDGE ile veri hızı 384 Kb/s' ye ulaşmaktadır [47].

4.5. Üçüncü Nesil (3G)

3G şebekeleri yüksek hızda çoklu ortam ve ses iletimi amacıyla tasarlanmıştır. 3G'nin ana hedefleri, yüksek kalitede ses ve görüntü ile ileri düzeyde küresel dolaşımdır. Böylece kullanıcılar dünya üzerinde her yerde otomatik olarak bir telsiz sistem tarafından algılanarak kaliteli haberleşme imkanı bulabileceklerdir. 3G'nin diğer hedefleri aşağıda sıralanmaktadır [48]:

- Mesajlaşma, internet erişimi ve yüksek hızda çoklu ortam haberleşme desteği,
- Gelişmiş hizmet kalitesi,
- Gelişmiş pil ömrü,
- Konumlandırma hizmetlerinin sağlanması,
- Bütün katma değerli ses hizmetlerinin sağlanabilmesi,
- İşletim ve bakım kolaylığı,
- Mevcut şebekelerle birlikte çalışabilirlik, 2G'ye dolaşım sağlayabilme,
- Mevcut şebekelere geriye doğru uyum sağlayabilme, düşük kurulum maliyeti,
- Gelişmiş güvenlik yöntemleri sayesinde mobil ticarete ortam sağlayabilme.

Global 3G standardı için birçok rakip taslak bulunmaktadır. Bunlar temel teknolojilerine göre şöyle gruplandırılır: WCDMA, gelişmiş TDMA, hibrit CDMA/TDMA ve OFDM (dik frekans bölmeli çoklama-orthogonal frequency division multiplexing)

WCDMA

Tanım olarak, bir WCDMA sisteminin bant genişliği 5 Mhz veya üstüdür. 5 Mhz, tüm 3G WCDMA taslaklarının nominal bant genişliğidir [42].

3G WCDMA radyo arayüz taslakları 2 gruba ayrılabilir: Senkron (eş zamanlı) ağ ve asenkron ağ. Senkron bir ağda bütün baz istasyonları birbiriyle zaman senkronizasyonu içindedir. Bu daha verimli bir radyo arayüzü meydana getirir ancak baz istasyonlarında daha pahalı donanım gerektirir. Örneğin tüm baz istasyonlarında GPS alıcılarının kullanılması ile senkronizasyonu sağlamak mümkündür. Söylendiği

kadar basit olmamasına rağmen GPS alıcıları yüksek bloklu şehir merkezlerinde (kör noktalar) veya kapalı yerlerde fazla kullanışlı değildir.

Gelişmiş (Advanced) TDMA

Üç farklı tipte taşıyıcı kullanır: 30 Khz, 200 Khz ve 1.6 Mhz. Gelişmiş TDMA her ne kadar tartışılabilir olsa da, tüm planlanan geliştirmeleri (GPRS, HSCSD, EDGE) ile GSM 2.5G sistemi, kabiliyetli bir TDMA sistemidir. 3G sistemi olarak adlandırılmaz fakat 3G'nin piyasaya sürülmesinden sonraki bir yıl süresince aralarında pek bir fark yoktur. GSM için ileriki teknik çalışmalar, 3GPP çalışma gruplarına transfer edilmiştir.

Hibrit CDMA/TDMA

Her bir TDMA çerçevesi (frame) 8 zaman aralığına bölünür ve her zaman aralığında farklı kanallar CDMA kullanılarak çoklanır. Bu çerçeve yapısı GSM ile uyumluydu.

Bu özel ETSI taslağı uzun sürmedi. UTRAN TDD modu da aslında bir hibrit CDMA/TDMA sistemidir. Bir radyo çerçevesi 15 zaman aralığına bölünür ve her bir aralıkta farklı kanallar CDMA ile çoklanır.

OFDM

OFDM, bir veri akışını birtakım bit akışına (alt kanallara) bölen, her biri ilk veri akışından daha düşük bit oranına sahip olan çoklu taşıyıcı modülasyon prensibine dayanır. Spektrum etkisi yüksek bir sistemdir.

IMT-2000 teknolojilerinin hiçbiri OFDM'yi kullanmaz. Buna rağmen bazı WLAN teknolojileri OFDM'yi kullanır. Hatta, bazı HSDPA geliştirmelerinin OFDM taşıyıcılarını da içermesi mümkündür [42].

4.5.1. UMTS (Evrensel Gezgin Haberleşme Sistemi-The Universal Mobile Telecommunications System)

GSM'nin 3G boyutundaki devamı olarak görülen UMTS, temel olarak GSM tabanlı mobil şebekelerin üçüncü nesile evrimini simgelemektedir. UMTS, yoğun şekilde kullanılan haberleşme ortamında mobil ve internet uygulamalarına olan yönelimi

karşılacak kapasiteyi sağlama iddiasıyla ortaya çıkmıştır. WCDMA telsiz erişim tekniğine dayalı bir şebeke olan UMTS, iletim hızını kullanıcı başına 2 Mb/s seviyelerine çıkarmakta ve küresel bir dolaşım standardı oluşturmaktadır [48].

UMTS (The Universal Mobile Telecommunications System) yani Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi 3. kuşak (3G) mobil networklerden biridir. 3G sistemler ise 3GPP yani 3G Partnership Projects tarafından standartlaştırılmış ve temeli gerçek zamanlı ses akışı sırasında yüksek hızla veri iletimine dayanan yapılardır [49].

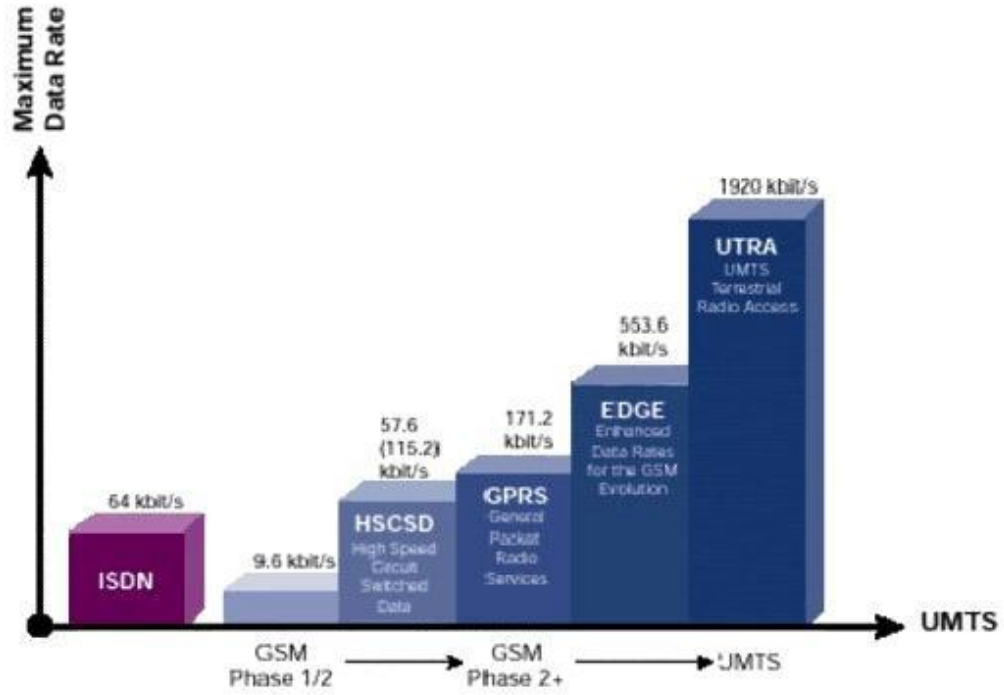
UMTS network altyapısı çeşitli kablosuz erişim teknolojileri üzerinden (GSM, Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) ve Code Division Multiple Access (CDMA2000)) ses ve veri bütünleştirmesi yapan çeşitli uygulamalar için network servisi sağlayan yapıdır. Ayrıca UMTS dolaşım ve servis kapasiteleri ile kapsamlı bir mobil çoklu ortam servis setine dünya çapında erişim sağlar. UMTS abone başına 2Mbit/s hızlara kadar mobil veri servisleri ve yüksek konuşma kalitesi sunar. Genişletilmiş UMTS networklerinde ise özellik ekleme ve modifikasyon destekleri de vardır çünkü buradaki amaç daha efektif paket iletimi sağlamaktır [50].

UMTS'in sağlayacağı özellikler;

- Ses kalitesinde artış
- Bireye özel uygulamalar ve güvenlik artışı
- Kapsama alanının genişlemesi ve hücre sayısında azalma
- Sistem planlama, kurulum ve işletme masraflarında azalma
- Diğer elektronik cihazlarla olan elektromanyetik etkide azalma
- Aktarmadan kaynaklanan çağrı kayıplarında azalma
- Kablosuz güvenli veri transferi

UMTS bir çoğul işlev, çoğul hizmet, çoğul uygulama sayısal sistemi olup, akıllı şebeke (IN-Intelligent Network) işlevsel yapısına sahiptir [51].

Şekil 4.2’ de çeşitli fazlardaki GSM sistemleri ve bunlara ait transmisyon hızları görülmektedir.



Şekil 4.2. GSM sistemlerine ait transmisyon hızları

Çizelge 4.1’ de 2. ve 3. nesil teknolojilerin bandgenişlikleri ve sahip oldukları özellikleri yer almaktadır.

Çizelge 4.1. 2. ve 3. nesil teknolojilerin karşılaştırmalı çizelgesi

		Teknoloji	Bandgenişliği (Kbit/s)	Özellikler
1. Nesil Mobil	AMPS/ NMT	Gelişmiş Mobil Telefon Sistemi- (Advanced Mobile Phone System)	9,6	<ul style="list-style-type: none"> Analog ses hizmeti Veri kapasitesi yok
		Nordic Mobil Telefon- (Nordic Mobile Telephony)		
2. / 2.5. Nesil Mobil	GSM	Küresel Mobil İletişim Sistemleri (Global System for Mobile Communication)	9,6 → 14,4	<ul style="list-style-type: none"> Sayısal ses hizmeti Gelişmiş mesaj gönderme hizmeti Evreysel dolaşım Devre anahtarlamalı veri
		Füyüksek Hızda Devre Anahtarlamalı Veri (High-Speed Circuit Switched Data)	9,6 → 57,6	<ul style="list-style-type: none"> Gelişmiş GSM Daha hızlı veri hızı
		Genel Paket Telsiz Hizmeti (General Packet Radio Service)	9,6 → 115	<ul style="list-style-type: none"> Gelişmiş GSM Her zaman bağlantı imkanı Paket anahtarlamalı veri
		GSM Evrimi için Geliştirilmiş Veri Hızı (Enhanced Data Rate for GSM Evolution)	64 → 384	<ul style="list-style-type: none"> Gelişmiş GSM GPRS'den daha hızlı
3.Nesil Mobil	IMT-2000/ UMTS	Uluslararası Mobil İletişim 2000/ International Mobile/Evreysel Mobil İletişim Sistemi (Telecommunications 2000 / Universal Mobile Telecommunications System)	64 → 2,048	<ul style="list-style-type: none"> Her zaman bağlantı imkanı Küresel dolaşım IP-olanağı

Kaynak: Forrester Research

4.5.2. CDMA MC

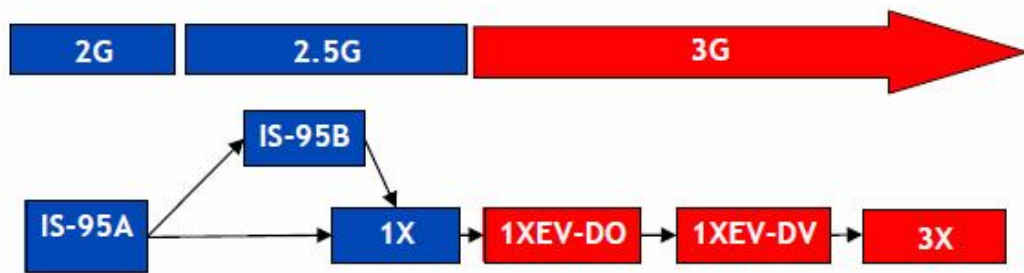
CDMA MC; haberleşme sektöründen temsilciler ve dünya çapında çeşitli ülkelerin standartlaştırma kuruluşları ile birlikte bir çalışma yürüten ITU'nun, 1999 yılında yayımladığı ITU-R M.1457 Tavsiye Kararı ile IMT2000 kapsamına aldığı beş telsiz arayüzünden biridir.

ITU, IMT2000 şebekelerinin diğer gerekliliklerin yanı sıra 2G şebekelere göre gelişmiş sistem kapasitesi ve etkin frekans kullanımı ile hareket halinde 144 Kb/s, durağan halde ise 2 Mb/s veri hızlarının sağlanmasını istemektedir. ITU'nun IMT2000 ile 3G şebekelere ilişkin olarak tanımladığı ve onayladığı teknik gereklilikleri, standartları ve frekans kullanım esaslarını karşılayan bir telsiz arayüzü olması nedeniyle IMT2000 kapsamına alınan CDMA MC, CDMA2000 olarak da bilinmektedir. CDMA2000, hem CDMA MC telsiz arayüzünü hem de bu arayüzü kullanan 3G şebekeyi tanımlamak için kullanılan bir terimdir [48].

CDMA2000; ABD'den TTA, Japonya'dan ARIB ve TTC, Çin'den CCSA ve Kore'den TTA adlı düzenleme kurumlarının katılımıyla oluşturulan 3GPP Ortaklık

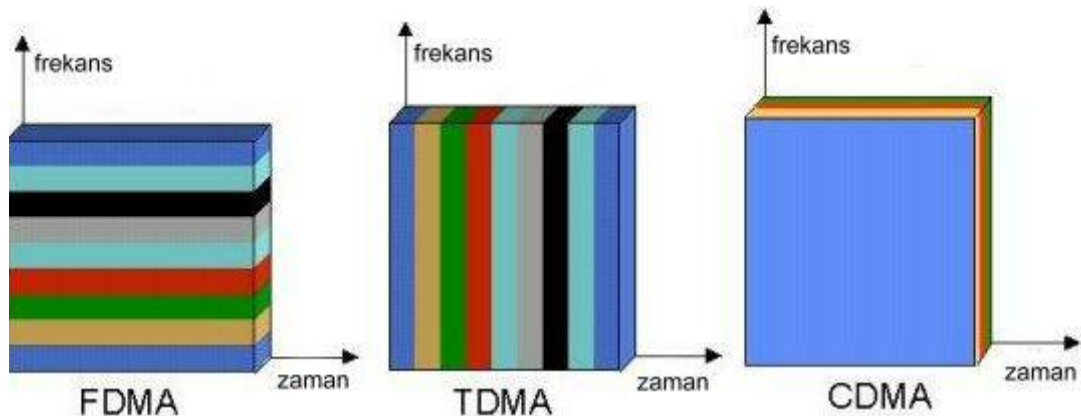
Projesi 2 (Third Generation Partnership Project 2, 3GPP2) tarafından ITU'ya teklif edilen CDMA MC telsiz arayüzünün ve bu telsiz arayüzünü kullanan 3G şebekenin ticari adıdır.

3GPP2 tarafından CDMA2000 şebekesine yönelik olarak belirlenen teknik özelliklere dayalı olarak CDMA2000 şebeke sürümleri geliştirilmektedir. CDMA2000 sürümleri Şekil 4.3'te gösterilmektedir [48].



Şekil 4.3. CDMA sürümleri

Telsiz şebekelerin işletiminde iki ana kaynak kullanılmaktadır, frekans ve zaman. Bu iki sınırlı kaynak kullanılarak çok sayıda aboneye hizmet verilmesi gerekmektedir. Çok sayıda abone çifti arasında gerçekleşen haberleşmenin birbirleriyle girişim yapmaması amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Şekil 4.4'te frekans ve zamanın etkin şekilde kullanılması için geliştirilen çoklu erişim teknikleri gösterilmektedir [52].



Şekil 4.4. Çoklu erişim teknikleri

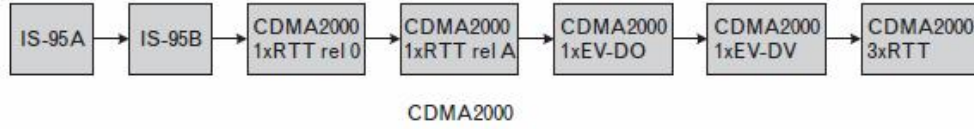
Bu tekniklerden ilki olan Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access, FDMA)'de; frekans bölmesi yapılarak, kullanıcılar arasında gerçekleşen iletişimin toplam süresi boyunca her bir kullanıcı çifti için belirli bir frekans kanalı tahsis edilir. İkinci yöntem olan Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA)'de ise zaman bölmesi yapılır ve her bir kullanıcı çifti için belirli zaman aralıklarında frekans spektrumunun tümü veya büyük bir bölümü tahsis edilir. Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access, CDMA)'de ise bütün aboneler frekans spektrumunun tümünü iletişimin toplam süresi boyunca kullanabilmektedirler.

CDMA2000, bir yayılı spektrum modülasyon tekniği olan Doğrudan Sıralı (Direct Sequence, DS) CDMA' yı kullanmaktadır. DS-CDMA, veri işaretini küçük parçalara bölerek bu veri parçalarını frekans bandı boyunca yayar. Bu amaçla kodlayıcı işaretler kullanılır. Frekans atlama sisteminin alternatifi olan DSS-SS' yi kullanan cihazların güç sarfiyatı ve maliyeti daha fazla olmasına karşın güvenilirlik ve performans değerleri daha yüksektir.

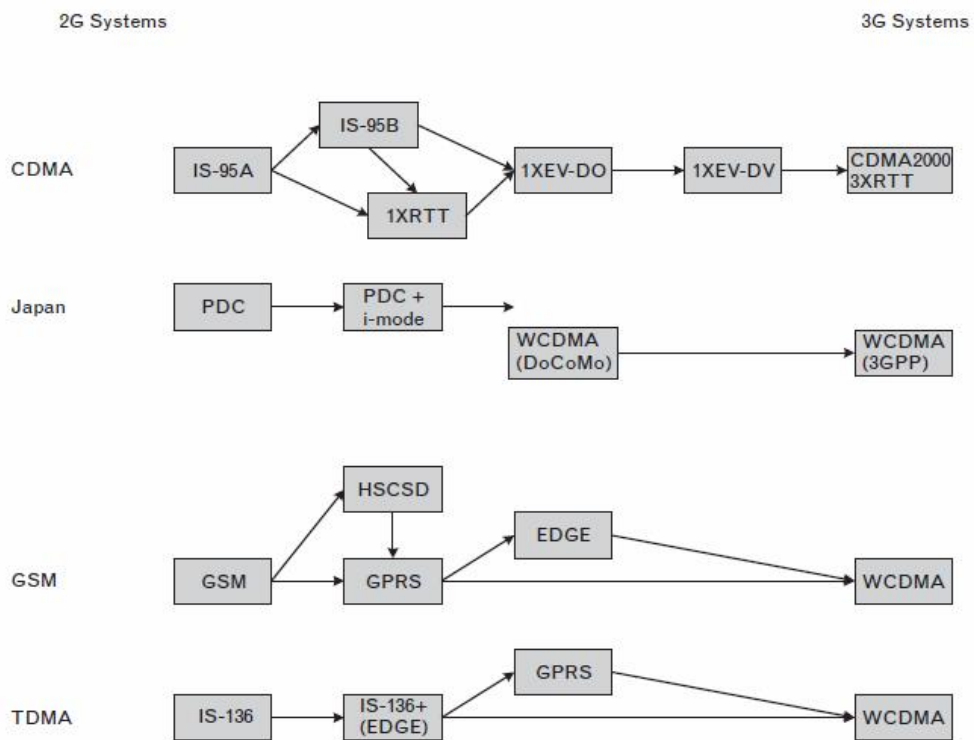
İşletmeciler 2G ve 2,5 G hizmetlerini daha düşük maliyetlerle sunabilmekte, yeni nesil veri-yoğun hizmetler, telsiz internet hizmetleri ve konumlandırma hizmetlerini hizmet yelpazelerine ekleyebilmektedirler. Verilen diğer hizmetler aşağıda sıralanmaktadır [48]:

- Büyük eklentili e-posta iletimi
- Çoklu ortam mesajlaşma
- Sohbet
- Veri tabanı erişimi
- Çoklu ortam ve grafik içerikli internet tarama
- Büyük dosya nakli
- İntranet erişimi
- Ses ve görüntülü klip indirme
- Görüntülü konferans
- Gezinti için harita kullanımı
- Gerçek zamanlı trafik ve hava durumu uyarıları

- Hisse ticareti, e-para gibi m-ticaret uygulamaları



Şekil 4.5. CDMA 2000 gelişim evreleri



Şekil 4.6. 3G gelişim yolları

4.5.3. 3G servisleri

UMTS gibi modern bir telekomünikasyon ağı geniş bir servis çeşitliliği sağlar. UMTS servis konseptleri ve tanımlamalarının çoğu GSM dünyasından kopyalanmıştır. Fakat GSM'de servis parametreleri genelde sabittir, UMTS'de ise gerektiğinde dinamik olarak yeniden düzenlenebilir [42].

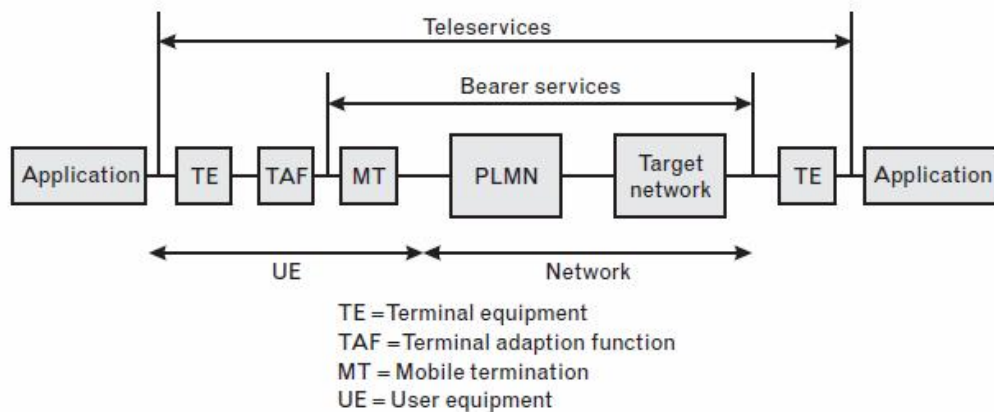
UMTS'nin sağladığı servisler 4 ana sınıfa ayrılabilir:

- Teleservisler
- Taşıyıcı (Bearer) Servisler
- Ek (Supplementary) Servisler
- Servis Kapasiteleri

Teleservisler

Teleservis, standartlaşmış protokoller ile uyumlu mobil kullanıcılar için tamamen sıralı bir kapasite sağlayan telekomünikasyon tipidir. Kullanıcının teleservisdeki son nokta uygulamalarında doğrudan bir sorumluluğu yoktur.

Teleservisler OSI modeli protokol yığınınından tamamen yararlanır ve terminal aygıt fonksiyonlarını da içerir. Teleservisler, alt katmanlar tarafından sunulan taşıyıcı servislerden yararlanır.



Şekil 4.7. Temel telekomünikasyon servisleri

Teleservisler ve taşıyıcı servisler çözülmüş olmalıdır. Taşıyıcı servisler ile teleservisleri birbiriyle eşleştirmemek gerekir, bir bileşenin değişmesi diğerini de değiştirir. Bazı teleservislerin standartlaşmaları gerekir. Böylece diğer ağların sağladığı uyumlu teleservislerle birlikte çalışabilirler. Diğerleri sadece bir ağda kullanılır ve bu yüzden ağlar arası bir standartlaşmaya ihtiyaç duyulmaz [42].

Başlıca teleservisler şunlardır:

- Telefonculuk
- Acil telefonlar
- Kısa mesaj-mobil sonlu/noktadan noktaya
- Kısa mesaj-mobil başlangıçlı/noktadan noktaya
- Hüresel yayın servisi (Cell broadcast service)
- Karşılıklı konuşma ve faksimile grup 3
- Otomatik faksimile grup 3
- Sesli grup arama servisi
- Ses yayın servisi
- İnternet erişimi

Taşıyıcı Servisler

Taşıyıcı servisler, erişim noktaları arasındaki sinyallerin sadece iletimini sağlayabilen temel telekomünikasyon servisleridir. Bu servisler devre anahtarlama veya paket anahtarlama olabilir. Taşıyıcı servisler, OSI modelinin sadece üç alt katmanını ilgilendirir.

Bir taşıyıcı servis, diğer tüm taşıyıcı servislerden farklı olan karakteristikleri ile tanımlanır. Bunlar trafik çeşidi, trafik karakteristikleri ve destekledikleri bit rate gibi tanımlamalardır. UMTS 'yi diğer telekomünikasyon sistemlerinden farklı kılan, uygulama ve ağ arasındaki parametrelerin müzakeresine izin vermesidir.

Ek Servisler

Ek servis, taşıyıcı servisler ve teleservisleri tamamlar ve geliştirir. Bunlar, temel servisler olmadan var olamaz, yani bağımsız (tek başına) bir ek servis diye bir şey yoktur. Bir ek servis genellikle switch üzerinde yerleşiktir.

Bir ek servis, birtakım temel telekomünikasyon servislerine ilave edilebilir. Ayrıca temel bir telekomünikasyon servisi aynı zamanda birkaç ek servisi kullanabilir. Aktif ek servisler arasındaki etkileşimin dikkatli belirlenmesi gerekliliği diğer bir problemdir [42].

Bir ek servis, genel veya ön düzenlemeli olabilir. Genel servis, ön düzenleme olmaksızın servis sağlayıcı olarak tüm aboneler tarafından kullanılır. Ön düzenlemeli bir servis, servis sağlayıcı ile servis için bir abone ücreti gerektirir. Tipik olarak, ek servisler tam bir paket olarak abone olunabilen bir servis paketi gibi pazarlanır.

Servis Kapasiteleri

Daha önce bahsedilen 3 servis sınıfı (taşıyıcı servisler, teleservisler ve ek servisler) standartlaşmış ve işlevselliği kesin olarak belirtilmiştir. Bu demektir ki, hangi operatörün bunları sağladığının önemi yoktur ve aboneler açısından her zaman aynıdır. Bu tabii ki iyi bir özelliktir ancak diğer taraftan, rakip operatörler tarafından sağlanan servisleri ayırt eden bir servis için de zorluk oluşturmaktadır. Bahsedilen standart servis bileşenleriyle kurulan bir telekomünikasyon servisi büyük ihtimalle mevcut diğer servisler gibi olacaktır.

4.5.4. 3G uygulama alanları

Ses

Ses, mobil telekomünikasyondaki en önemli uygulama tipidir ve öyle de olacaktır. Buna rağmen, gittikçe diğer iletişim şekilleri ile birleşerek multimedya iletişimine dönüşür. Hatta, sırf ses servisi, uygulamalar için yeni imkanlar sağlayabilir. Çoklu nokta konferans aramaları yapmak mümkündür ancak geniş kullanımı olmamıştır. E-mail veya SMS gibi metin tabanlı mail sistemleri için sesli mail cazip bir alternatif olmaktadır. Ayrıca, diğer uygulamaların kullanımının artması, ses kullanımını da artırmaktadır.

Mesajlaşma

Mesajlaşma servisleri önemli bir uygulama bölümüdür. SMS mesajlaşmasının başarısı, bu tür servisler için bir pazarın var olduğunu gösterir. SMS mesajları, diğer insanlara not göndermenin kullanışlı bir yoludur. Telefon görüşmeleri gibi insanların işini bölmez. Hatta telefon kapalı olduğundan kişiye ulaşılmıyorsa veya abone ağın çekim alanı dışındaysa bile mesaj er geç ulaşır. Karşıdaki kişiye herhangi bir etkileşim gerektirmez [42].

Temel metin tabanlı SMS 3G’de de kullanılır ancak yeni sistemin daha hızlı veri oranı sayesinde, bu mesajlardaki düz metinlerden daha fazlasını yollamak mümkün olmuştur. Gelişmiş SMS konsepti kavramına dayanan yeni bir konsept geliştirilmiştir. Buna multimedya mesajlaşma servisi (MMS) denilmiştir.

İnternet erişimi

İnternet erişimi, 3G mobil terminaller için neredeyse zaruri bir uygulamadır. On yılı aşkın zamandır internet önemli bir iletişim ortamı olarak gelişmiş ve hızla gelişmeye devam etmektedir.

İnternet erişimini 3G terminale uygulamak oldukça kolaydır. Bir mobil terminal, IP adres numarası olan herhangi bir PC olacaktır.

Konuma dayalı uygulamalar

Konum verisi, kullanıcı için başlı başına yararlı bir bilgidir. Mobil terminal kaybolan bir kişiye bulunduğu konum bilgisini verebilir. Pratikte, sadece koordinatlar fazla yardımcı olmaz, bulunulan pozisyondan geçerli bir konum elde etmek için yerel harita veya yönerge gibi ek bilgilerle birlikte olmalıdır. Kullanıcının kaybolması durumunda operatörün kullanıcıya yerel bir dijital harita sağlaması kolaydır çünkü kullanıcının konumu operatör tarafından bilinir. Mobil terminalin konumu bilinirse, ilanlar, özel öneriler veya trafik bilgileri gibi konuma özgü bilgiler gönderilmesi de mümkündür.

Oyunlar

Oyunlar, 3G’deki diğer bir önemli uygulama alanıdır. Bazı mobil terminallerdeki oyunlar oldukça basittir. Küçük ekranlar ve sınırlı giriş aygıtları uygulamaları çok kısıtlar. Daha büyük ekranlar, daha güçlü işlemciler ve özel 3G oyun terminalleri ile bu sınırlamaların çoğu yok olacaktır. Masaüstü bilgisayarlarla karşılaştırıldığında, mobil terminaller ekran çözünürlüğü, işlemci hızı ve ses kalitesi bakımından her zaman geri kalır [42].

3G ile yapılabilecek uygulamalara bakıldığında hemen hemen tamamının hızın artmasına yönelik uygulamalar oldukları görülmektedir.

Kişisel kullanım için uygulamalar:

- Telefonda TV izleme (Görüntü kalitesi çok yüksek olmasa da)
- Online olarak video çekimi ve gösterimi
- Güvenlik kamerasıyla ev, işyeri vs. izleme
- Video Blog
- Müzik download
- VideoCam
- İşitme engelliler için telefonu kullanma
- Film izlemeye olanak sağlayan mobil gözlüklerin kullanımı
- Taşınabilir bilgisayardan mobil olarak internete bağlanma

Kurumlar için uygulamalar:

- *Mobil konferans.* Konferansa katılan kişiler ister bilgisayarının başında ister dünyanın başka bir yerinde telefonunun başında olsun herkesin birbirini görerek bir konferans gerçekleştirmesi mümkün.
- *Video Yardım masası.* Sık rastlanan problemlerin çözüm talimatlarını içeren video klipler sorunların çözülmesinde sesle iletişime nazaran daha etkili olacaktır.
- *Mobil sunum.* Bir sunumun bilgisayar veya telefon başındaki herkes tarafından izlenebilmesine olanak sağlayan teknolojiler ile toplantıların mobil telefon üzerinde yapılması mümkün.
- *Telemetri uygulamaları.* Uzaktaki insansız bir noktayı izlemek, bir doktorun hastasını uzaktan incelemesi gibi uygulama sahaları.

4.5.5. 3G ile ilgili sorunlar

3G ile ilgili bir takım ufak tefek sorunlar da vardır. Örneğin 3G; hareket halindeki bir araba içinde veri hızları konusunda o kadar başarılı değildir. 3G ile TV izlemek en önemli özelliklerinden biri gibi gösterilse de görüntü kalitesi en azından giriş seviyesinde çok başarılı değildir [41].

3G, her ne kadar bant genişliğini verimli kullanmak ve tıkanmanın önüne geçmek için tasarlanmış olsa da radyo emisyonu için çok geliştirilmemiş algoritmalar kullanmaktadır. Bunun sonucu olarak 3G cihazlar gidilen hız ve ortam koşullarına göre veri transfer hızını değiştirirler.

Buna ek olarak, 3G ile birlikte kullanılan frekans bandı 2100 / 2400 Mhz civarlarına çekilmiştir. 900 Mhz GSM standardıyla karşılaştırıldığında, bu değişiklik kapsama alanının dokuz kata kadar küçülmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla şehirlerde binalar, açık alanlarda ise alanın büyüklüğü yüzünden 3G kapsama alanı dar kalmaktadır. Bu sorunun çözümü için 4G teknolojisi planlanmaktadır. Diğer kablosuz telefon standartları gibi hücrel bir ağ sistemi kullanması ve üçüncü nesilde ortaya çıkan kapsama alanı sorunu başta olmak üzere bazı sorunları çözmesi beklenmektedir. Bağlantı hızı cep telefonlarında 100 Mbps, Wi-Fi networklerde 1Gbps'dir.

3G'nin göz ardı edilen bir özelliği de tüm şebekelerin ve baz istasyonlarınının 10 kat daha yüksek radyasyon ve manyetik alan yayacak şekilde yenilenmiş olmasıdır. Bu açıdan sağlıksız olsa da telefon kullanımı için kulağa götürmek yerine gözden 20-30 cm uzakta izlenmesi teknolojiyi daha sağlıklı hale getirir. Telefonun baş seviyesine yaklaşmasıyla beraber daha tehlikeli olduğu bilinen bir gerçektir. Sorun olarak bahsedilebilecek son konu da pil kullanımı ile ilgilidir. Daha fazla pil tüketen 3G, hem kısa sürede pil tüketir hem de pil ömrünü azaltır [41].

4.6. Dördüncü Nesil (4G)

Mobil telekomünikasyon, son birkaç yıldır muazzam bir şekilde geliştirilmiş bir alandır ve gelişimin ilerleme hızı hiç azalmamaktadır. 1990 yılında, GSM hala gelişmemişti ve yalnız başına işlemsel değildi. Birtakım ulusal 1G mobil telefon ağları mevcuttu fakat sadece birkaç kullanıcısı vardı ve mevcut servisler birkaç pahalı ek servisle sadece konuşma imkanı sağlıyordu. 2G-GSM veya 3G-UMTS'de olduğu gibi 4G'de de yalnız başına markalanmış bir ağ yoktur. Bunun yerine 4G bir ağlar ve birbiriyle iletişim halinde olan çeşitli aygıtlar topluluğudur [42].

Dördüncü nesil ağlar, yüksek kalitede ve güvenli, tamamı IP tabanlı entegre bir sistem oluşturmak için sabit ve kablosuz ağ teknolojilerinin birlikte kullanılması olarak tanımlanabilir [53].

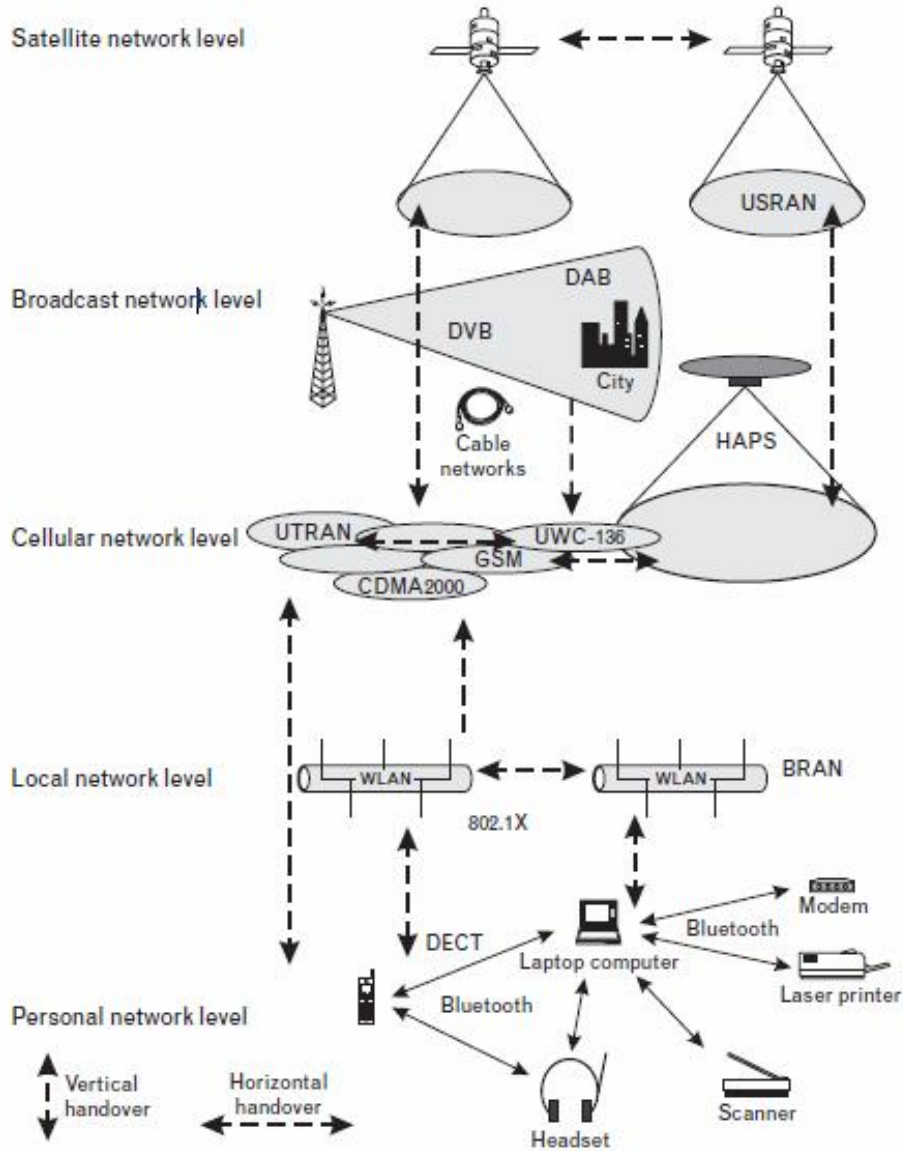
4G tamamıyla IP tabanlı, kablolu veya kablosuz bilgisayar, tüketici elektroniği, iletişim teknolojileri ve iç ve dış ortamlarda sırası ile servis kalitesi ve yüksek güvenliğiyle herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her türlü ağ hizmetini tek bir noktada birleştirerek makul fiyat ve tek faturalandırmayla gerçekleştirecek, 100 Mbit/s ve 1 Gbit/s veri iletim kapasitesini sağlayabilen sistemlerin sistemi ve ağların ağı olmayı hedefleyen bir hizmettir.

4G, hizmet kalitesi ve kablosuz genişband erişimi, çok ortamlı mesajlaşma hizmeti, video sohbet, taşınabilir TV, yüksek çözünürlüklü TV kapsamı, DVB, gibi gelecek olan uygulamaların hız gerekliliklerini oturtmak, ses ve veriler gibi minimal hizmet ve herhangi bir zamanda-herhangi bir yerde gerçekleşen diğer hizmetler için geliştirilmiştir. 4G çalışma grubu, aşağıda yer alan konuları, 4G kablosuz iletişim standardının hedefleri olarak tanımlamış bulunmaktadır [54]:

- Işıksal iletim hızı ve verimli bir sistem,
- Yüksek şebeke kapasitesi, her hücrede daha fazla eşzamanlı kullanıcı,
- Dünyadaki herhangi iki nokta arasındaki, en azından 100 Mbit/s veri hızı.
- Türdeş olmayan ağlar arasında düzgün yayılım,
- Kusursuz bağlantı ve birden fazla ağ arasında küresel dolaşım,
- Gelecek nesil çoklu ortam destekleyicilerinde yüksek hizmet kalitesi (gerçek zamanlı ses, yüksek hızda bilgi, yüksek çözünürlüklü TV-video içeriği, taşınabilir TV, vs.)
- Mevcut kablosuz standartlarla birlikte işlerlik,
- Paket anahtarlama ağı.

Gelecekteki 4G rakip ağlar muhakkak UMTS ve gelişmiş GSM içerecektir fakat ayrıyeten dijital ses yayını (DAB) veya dijital video yayını (DVB) gibi broadcast ağlar, kablosuz LAN (WLAN) ağlar, uydu ağları ve henüz bilmediğimiz farklı tipteki

ağları da içerebilir. 4G teknolojisi, en uygun anlamıyla, bir kullanıcının internet portalından yararlanması için çeşitli çoklu erişim ağları sağlayacaktır [42].



Şekil 4.8. 4G vizyonu

Ağların bazı katmanları olacaktır. En alt seviyede ağ, kullanıcıların doğrudan geçici ağda birbirleriyle iletişim kuran akıllı aygıtlardan ibaret olacaktır. Bir dizüstü bilgisayar veriyi bluetooth bağlantısıyla bir yazıcıya gönderebilir ve başka bir bluetooth bağlantısıyla bir sabit ağ modeminden veri alabilir. Bir uzak kontrol terminali, evdeki merkezi kontrol birimine bir IR bağlantısı ile komut gönderebilir ve

daha sonra kablosuz bağlantılarla ısı ve aydınlatmayı ayarlar. Tüm bu aygıtlar kişiseldir, uygun güvenlik uygulamaları içermelidir ve böylece başka kimse bunları kullanamaz. Veri iletim hızı bazı uygulamalar için yüzlerce Mbps olabilir.

Sonraki seviye WLAN gibi yerel alan ağlarından meydana gelebilir. Bu ağlar genellikle paylaşılır ve diğer insanlar tarafından kullanılabilir. Mobilite hala oldukça yereldir; bir WLAN ağı bir bina veya bir ağı kapsayabilir. WLAN ağlar, havaalanlarında, konferans merkezlerinde ve diğer trafiğin önemli olduğu noktalarda kurulabilir. Veri iletişim hızları oldukça yüksektir, genelde onlarca Mbps, hatta gelecekteki WLAN teknolojilerinde daha fazla olabilir.

Hücresele seviye, GSM/GPRS ve UMTS gibi 2G ve 3G teknolojilerinden veya bu sistemlerin daha gelişmiş şekillerinden meydana gelebilir. Ağ kapsamı çok geniştir ancak maksimum data rate, kapsama alanındaki her yerde aynı değildir ve konuma bağlıdır. İletim hızları trafiğin yoğun olduğu noktalarda birkaç Mbps olabilmektedir fakat baz istasyonundan uzak yerlerde sadece onlarca veya yüzlerce Kbps olmaktadır. Dolaşım evrenseldir.

Ağların en yüksek seviyesi, gerçekten dünya çapında kapsama sağlayan uydu sistemleridir. Veri hızları son hücresele sistemlerin sağladığından daha düşüktür. Buna rağmen, kapsamı evrenseldir, birçok uydu teknolojisi iç mekan kapsamı sağlayamaz (fakat bunlar iç mekan sayfalaması sağlarlar) [42].

Dördüncü nesil (4G) kablosuz haberleşme sistemleri iki temel standart üzerine kurulmuştur. Bunlardan WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access – Mikrodalga Erişimi için Dünya Genelinde Müşterek Çalışma) daha çok Amerika kıtasında standartlaşmış ve dünya çapında ilk başarılı mobil ve sabit uygulamaları başarıyla gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan LTE (Long-Term Evolution) Avrupa kıtasından başlayarak standartlaşmış ve temelde şu anda kullanılan 3G gezgin sistemlerinin gelecek nesil uygulaması olarak tasarlanmıştır [55].

4.6.1. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

WiMAX standardı kablosuz geniş alan ağ bağlantı sorunlarından biri olan son mil (last mile) problemine çözüm olabilecek bir uygulamadır. IEEE 802.16 çalışma

grubu tarafından oluşturulan WiMAX standardı yüksek hız ve düşük maliyet değerleri için genişband kablosuz erişim imkanı tanımaktadır. Kolayca yaygınlaştırılabilecek uygulamaları ile fiber optik altyapının genişletilebilmesi için bir çözüm metodu olarak alınmıştır. WiMAX baz istasyonları yardımıyla geniş kapsama alanlarına yayın yapılabilir. Direkt görüş alanındaki yaklaşık 8km'lik mesafeye 70 Mbps hızında iletim sağlanacaktır.

En hızlı WiFi bağlantısı, optimal koşullar altında 54 Mbps hızına kadar iletim sağlar. WiMAX için bu değer 70 Mbps alınabilir. Bu 70 Mbps'in onlarca iş merkezine ve ev kullanıcılarına dağıldığı düşünülürse son kullanıcının kablo modemin sağladığına yakın bir iletişim hızına sahip olacağı düşünülmelidir. Bu durumda WiMAX' i WiFi' dan üstün kılan iletim hızı değil, kapsama alanının genişliği ve iletim mesafesidir. WiFi teknolojilerinde yaklaşık 30m'lik iletim mesafesi yakalanırken, WiMAX' in 50km uzaktaki alıcılara iletim yapabilmesi tasarlanmaktadır. OFDM teknolojisi üzerine kurulmuş olan WiMAX uygulamaları ile 5MHz ve üzeri bandgenişliklerindeki taşıyıcılar efektif olarak iletilecektir. Tüm bu üstünlüklerine rağmen WiMAX uygulamalarının günümüz WiFi, fiber, DSL vb. haberleşme metodlarını tamamlayıcı ve bu alanlardaki eksikleri gidererek, gerektiği noktalarda ortaklaşa çalışacak yeni nesil bir teknoloji olduğu unutulmamalıdır.

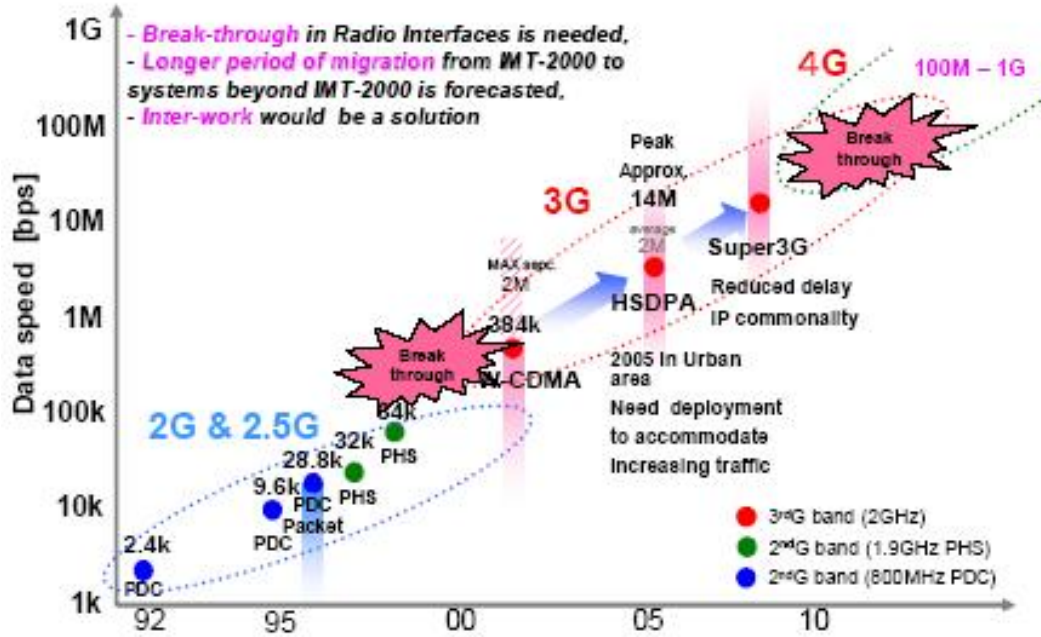
4.6.2. LTE (Long Term Evolution – Uzun Vade Evrimi)

Dünya genelinde artmakta olan genişband internet kullanıcıları sadece ev ve iş yerlerindeki sabit hatlara bağlı kalmak zorunda olmamalıdır. 2014 yılında toplam 3,4 milyar insanın genişband internete sahip olacağı ve bunun %80'inin gezgin sistemler üzerinden internete bağlanacağı tahmin edilmektedir. Bu kullanıcılar büyük çoğunlukla HSPA (High Speed Packet Access – Yüksek Hızlı Paket Erişimi) ve LTE (Long Term Evolution – Uzun Vade Evrimi) ağlarından yararlanacaktır [55].

Günümüzde insanlar, dizüstü bilgisayarlarda bulunan HSPA modemler vasıtasıyla internete girip, e-mail kontrol eder hale gelmiştir. Artık sabit ADSL hatlar üzerinden alınan internet servisi popülerliğini kaybetmektedir. LTE sistemleri ile bu uygulamalar daha da gelişecektir. İnteraktif TV, mobil video uygulamaları, gelişmiş

oyun ve profesyonel servisler gibi hizmetler LTE ağı üzerinden verilebilecektir [55].

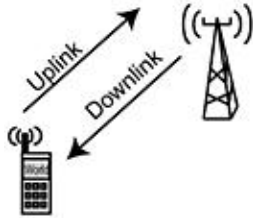
Şekil 4.9’da 2G’den itibaren geliştirilen yeni nesil haberleşme uygulamaları ile artan veri taşıma kapasiteleri gösterilmektedir.



Şekil 4.9. Veri iletim hızlarının gelişimi

LTE ile birlikte temel GSM mimarisi aslında kökten terk ediliyor da denilebilir. Artık tüm iletişim IP temelli bir şekle bürünmektedir. Bu yeni iletişim mimarisi iletilecek her şeyin -ses dahil- data gibi algılanarak iletmesini sağlamaktadır [56].

Mobil teknolojilerde iki tür hızdan bahsedilebilir. Bunlar uplink ve downlink hızlarıdır. Uplink, cep telefonunun baz istasyonuna veri gönderme hızıdır. Downlink ise, istasyonun cep telefonuna veri gönderme hızıdır. Downlink hızı daha büyük öneme sahip olduğundan burada belirtilen hızlar downlink hızlarıdır. Uplink hızları, downlink hızlarına göre yaklaşık 1/3 oranında daha düşük olmaktadır [43].



Şekil 4.10. Uplink ve downlink

Çizelge 4.2. Teorideki ve gerçek hayattaki uplink ve downlink hızları

		Gerçek Hayat		Teorik Olarak	
		Download	Upload	Download	Upload
2.5G	GPRS	32-48Kbps	15Kbps	114Kbps	20Kbps
2.75G	EDGE	175Kbps	30Kbps	384Kbps	60Kbps
	UMTS	226Kbps	30Kbps	384Kbps	64Kbps
	W-CDMA	800Kbps	60Kbps	2Mbps	153Kbps
3G	EV-DO Rev. A	1Mbps	500Kbps	3.1Mbps	1.8Mbps
3.5G	HSPA 3.6	650Kbps	260Kbps	3.6Mbps	348Kbps
	HSPA 7.2	1.4Mbps	700Kbps	7.2Mbps	2Mbps
Pre-4G	WiMAX	3-6Mbps	1Mbps	100Mbps+	56Mbps
	LTE	5-12Mbps	2-5Mbps	100Mbps+	50Mbps
	HSPA+	-	-	56Mbps	22Mbps
	HSPA 14	2Mbps	700Kbps	14Mbps	5.7Mbps
4G	WiMAX 2 (802.16m)	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	60Mbps
	LTE Advanced	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	-

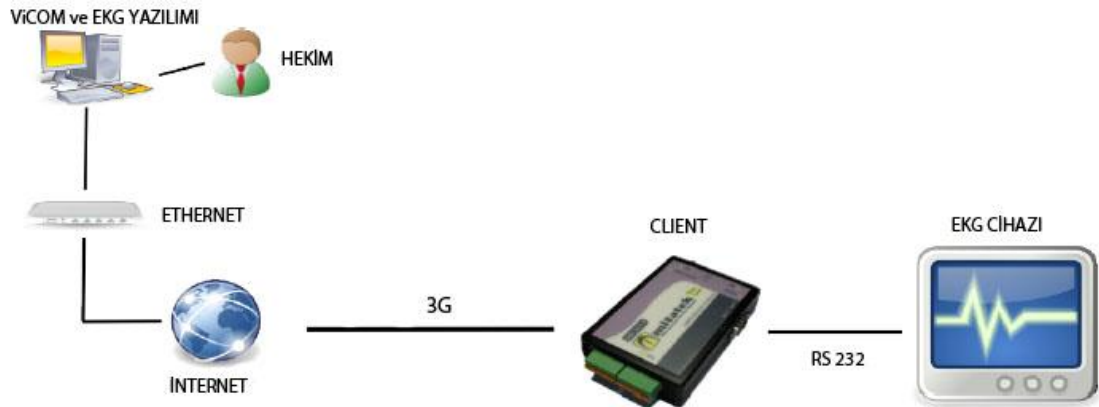
5. ÖNERİLEN SİSTEM

Bu çalışmada 3G ve 4G teknolojilerinin medikal sistemlerde kullanımına yönelik bir öneri sunulmuştur.

5.1. EKG İşaretlerinin Uzak PC ile İzlenmesi

Teletıp ve mobil iletişim alanlarındaki gelişmeler ile hayatı kolaylaştıracak sistemler gün geçtikçe artmaktadır. Uygun bir cihaz vasıtasıyla hastalardan alınan fizyolojik işaretler uzak noktadaki uzman tarafından takip edilebilir. Bunun için bir PC, PDA veya cep telefonu kullanılabilir. Yüksek veri iletişim hızı sayesinde 3G ağların bu alanda kullanılması uygun olacaktır. Çünkü tıbbi sistemlerde zaman kaybının en aza indirilmesi gerekmektedir. Burada önerilen sistemde ise hayati değer taşıyan EKG sinyallerinin uzaktan izlenebilmesini sağlayan bir sistem tanıtılmıştır.

Önerilen sistemde hastadan EKG bilgilerini almak üzere seri porttan haberleşebilen bir EKG cihazı kullanılması öngörülmüştür. Cihazın 3G ağı üzerinden uzaktan kontrolünü yapabilmek için Mitatek GRC200 3G Gateway kullanılarak bu iki cihazın bağlantısı RS232 portu ile sağlanabilir. Hekim tarafında ise EKG verilerini izleyebilmek için bir PC bulunmalı ve uzaktan izlenmesi istenilen cihazın uygulama yazılımının da uzak noktayla haberleşebilir olması için ViCOM Sanal Port yazılımı bu PC'ye kurulmalıdır. Ayrıca EKG bilgilerinin görüntülenmesini sağlayan arayüz yazılımı da yine hekim bilgisayarına kurulmalıdır. Böylece EKG cihazından alınan veriler 3G gateway ile internet ortamına hızlı bir şekilde aktarılır. Uzman doktor ise herhangi bir internet erişim tekniği ile bu verileri sanki cihazı kendi bilgisayarını ile direkt haberleştirmiş gibi elde eder. EKG sinyal yorumlama yazılımı sayesinde de bu verilerin değerlendirmesini yapabilir. Önerilen sistemin işleyişi Şekil 5.1' de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Uzaktan EKG izleme sistemi

5.1.1. EKG cihazı

Kullanılan EKG cihazının seri porttan haberleşebilen bir cihaz olması gerekmektedir. Bu cihaz EKG holteri veya hastabaşı cihazı olabilir. Bu cihazlar görüntüleme yazılımları ile birlikte piyasaya sürülür. Bu yazılımlar sayesinde EKG cihazından alınan çeşitli derivasyonlara ait işaretler EKG çekimi süresince kaydedilir. Her hasta için ayrı bir kayıt yapılır ve bu kayıtlarda hastanın kişisel bilgileri, sağlık bilgileri ve çeşitli zamanlarda çekilen EKG sonuçları bulunur. Bu bilgiler sayesinde hekim hasta hakkında birtakım teşhislerde bulunur.

5.1.2. GRC200 3G gateway

GRC200, telemetri uygulamalarında, transparan bir çalışma mantığı içerisinde çalışan GPRS Gateway olarak tasarlanmıştır. Cihaz, uzaktan veri izlenmesi ve belirli giriş-çıkışların okunması istenilen uygulamalarda rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca, yapılan çalışmalar sonucu ürün 3G altyapısına uyumlu hale getirilmiş olup, artık 3G hızında da çalışma özelliği kazanmıştır.

GRC200

GPRS/EDGE/3G Serial Device Server

*M2M uygulamaları
Uzaktan izleme
Web izleme*



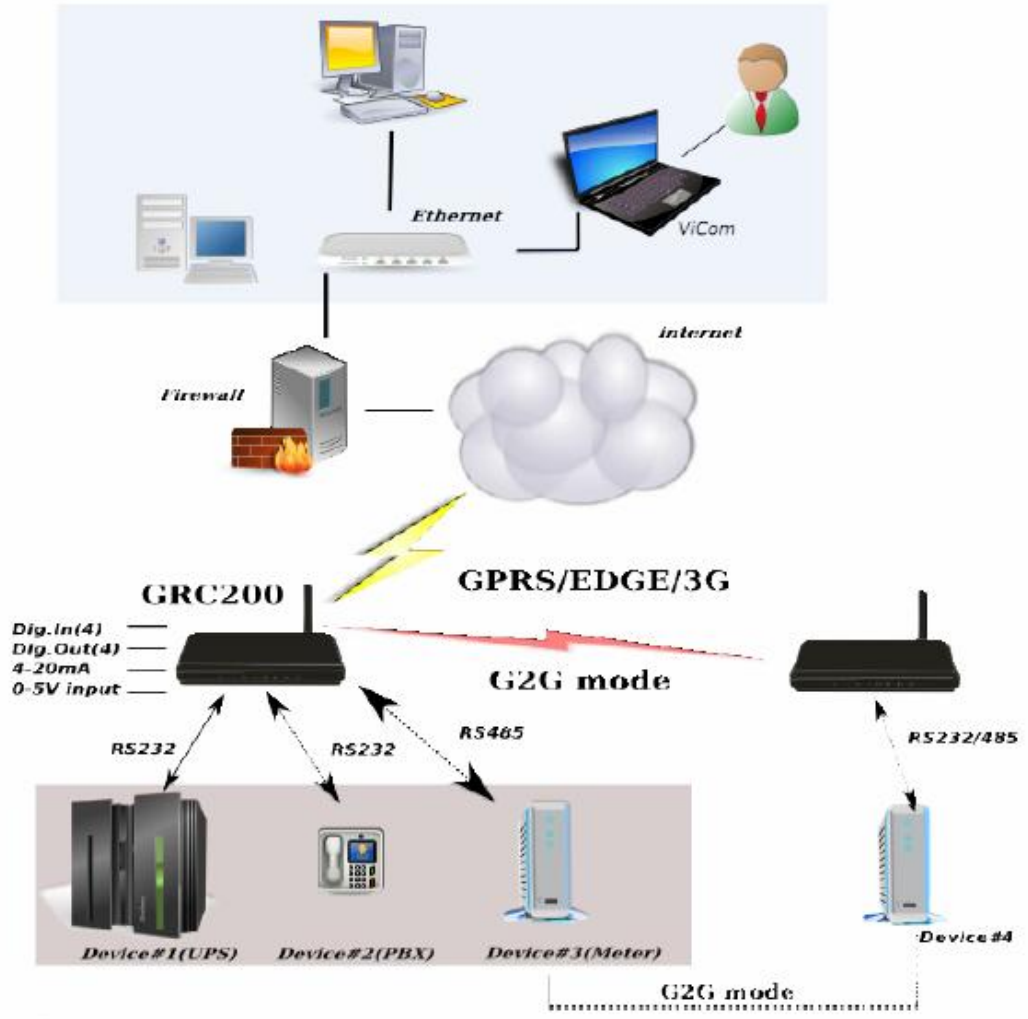
Resim 5.1. GRC200 3G gateway

Bu cihaz seri cihazların GSM ağları üzerinden rahatça izlenebilmesi ve kontrol edilebilmesini sağlar. Transparan veri iletimi sayesinde protokol ihtiyacı yoktur. Sanal COM port programı sayesinde ek bir yazılım yükü gerekmez. Giriş-çıkışları sayesinde cihaz izleme/kontrol uygulamaları yapılabilir.

GPRS/EDGE/3G gateway (GPRS/EDGE/3G RS-232/485 Dönüştürücü) kart ile cihazların tüm parametreleri cihazın yanına gidilmeden, GPRS/EDGE/3G üzerinden kolaylıkla denetlenebilir.

Bu cihazın çalışması, cihaza takılan bir SIM kart ile RS portundan alınan dataların GSM network'ü üzerinden taşınması esasına dayanır. Ürün bu sayede istenen bir cihaza ait bilgilerin mesafe kısıtlaması olmaksızın istenen bir yerden izlenmesi sorununa ekonomik, kablosuz, ve yüksek güvenilirlikli bir çözüm getirir. Gerektiğinde uygulamaya özgü yazılım ve donanım değişiklikleri yapılabilir.

Bu cihaz ile giriş-çıkış kontrolleri de uzaktan komutlar vasıtası ile yapılabilir.



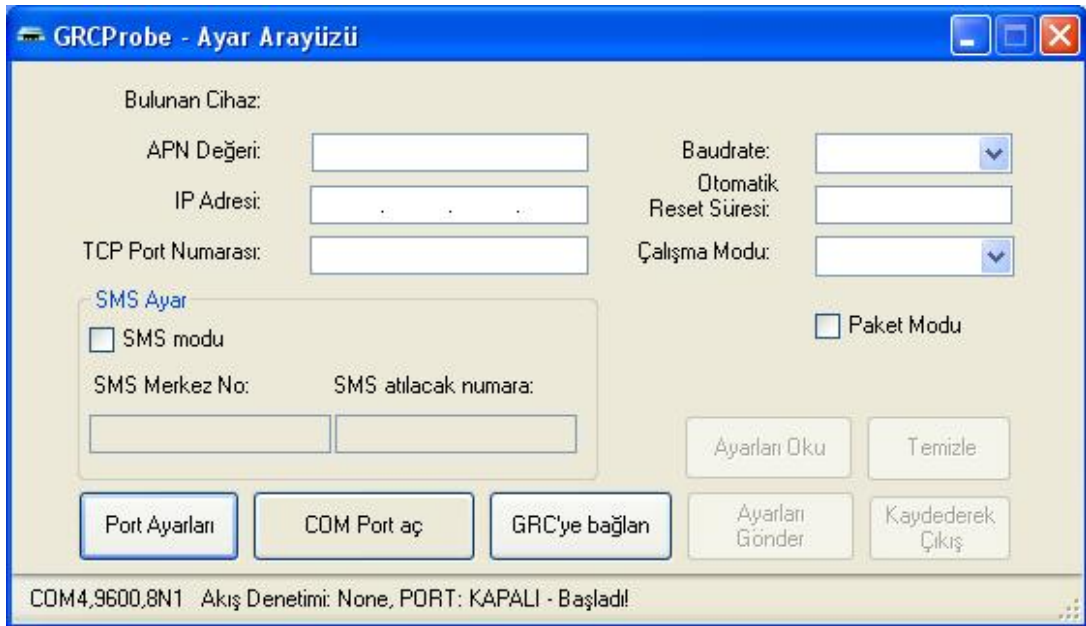
Şekil 5.2. GRC200 uygulama şeması

GRC200 serisi bu cihaz, GSM şebekesinin GPRS/EDGE/3G özelliğini kullanarak seri portundan gönderilen verileri, ister ayarlanan bir IP noktasına, ister başka bir GRCxxx cihazına TCP/IP üzerinden, ister SMS olarak bir cep numarasına aktaran bir cihazdır. Cihazın transparan modda çalışması için TCP/IP server/client (ViCOM Sanal Com port yazılımı) kurulu olan (seri porttan gelen verilerin gönderileceği) bir bilgisayar gereklidir. Kullanılan teknolojiler ve genel teknik özellikler Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Kullanılan teknolojiler ve genel teknik özellikler

Bağlantı şekli	GPRS/EDGE/3G modu	SMS modu	G2G modu
	<i>Client Server</i> Cihazın bir IP'ye bağlanması yanında Server olarak bağlantı da kabul etmesi mümkündür.	Herhangi bir GPRS/EDGE/3G bağlantısı kurulmaz.Sadece SMS alır ve gönderir.	<i>G2G Client</i> <i>G2G Server</i> Cihazın başka bir GRCxxx cihazına direkt TCP bağlantısı kurması için bu mod kullanılır, bağlanacak olan cihaz G2G Client, bağlanılacak olan cihaz G2G Server olmalıdır.
Maksimum paket büyüklüğü	GPRS/EDGE/3G ve G2G modunda:256byte SMS Modunda:160 byte Bir seferde atılabilecek maksimum veri miktarı.		
Seri port default baudrate	9600bps (300-115200bps ayarlanabilir)		
Frekans	GSM Dual Band (900/1800MHz)		
Data Akışı	85.4kbps (GPRS) 236.8kbps (EDGE) 7.2Mbps (3G) Gerçek hız GSM şebekesine göre değişebilmektedir.		
Paket timeout süresi	15ms Seri porttan gelen veriler bir karaktere senkronlanarak gönderilmesi seçilmemişse o zaman datalar gönderilirken bu kadar süre seri porta veri gelmezse maksimum paket büyüklüğünü aşmamış datalar GPRS/EDGE/3G'e gönderilir.		
Ledler	Kırmızı (power ve GSM bağlantı indikatörü) Sarı (GPRS/EDGE/3G'ten gelen veri indikatörü) Yeşil (seri port data alım ve online indikatörü)		

Cihazın sol tarafında bulunan küçük açıklık içinde bulunan ayar tuşuna basılarak, cihaz ayar moduna alınabilir. Ayar moduna girmek ve ayarları yapmak için, aşağıda görülen GRCProbe yazılımı kullanılabilir. Tüm ayarlar rahat bir şekilde bu arayüz vasıtası ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 5.3. GRCProbe ayar uygulaması

Ayarların detayları şu şekildedir:

APN Değeri: RC200 cihazı, veri haberleşmesi için GSM şebekesinin apn (access point node) kullanır. GSM operatörü tarafından verilen apn bilgisi girilmelidir.

Bağlanılacak IP adresi: Cihazın verileri yollayacağı host bilgisayarın(sunucunun) global internet adresi bu adımda girilmelidir.

TCP/IP Port numarası: Verilerin yollanacağı bilgisayarın hangi TCP portlarından veriyi yollayacağı girilmelidir.

Verileri Paket olarak gönder: Seri porttan gelen veriler bu ayar açılırsa, paket bazlı olarak gönderilir.

Baudrate ayar: Seri portun uygun olan baudrate'i buradan ayarlanmaktadır.

Otomatik Reset Süresi: GRCxxx cihazı GPRS/EDGE/3G bağlantısını sürekli kontrol etmekte ve bir hata durumunda çalışmanın eski haline dönmesi için gerekli mekanizmaları çalıştırmaktadır. Bu değer sıfır girilerek bu özellik kapatılır.

Client/Server ayarı: Cihazın bağlantı yapısı buradan seçilebilir. Giriş opsiyonları: Client(client), Server(server), G2G Client(G2G client), G2G Server (G2G server)

Kaydederek Çıkış: Bu tuşa basılmadan değişiklikler kaydolunmaz. Çıkıldıktan sonra cihaz normal çalışmaya başlar.

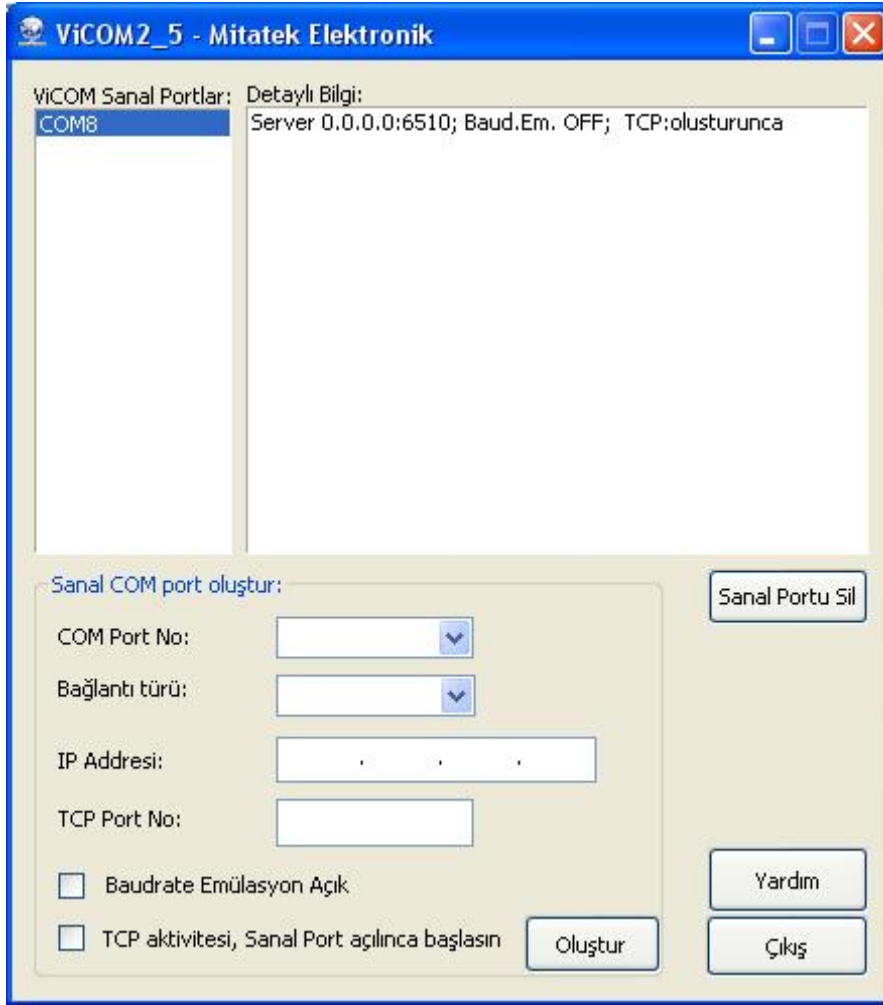
Cihazın ayar değerleri ve giriş çıkışların konumları ve durumları uzaktan da değiştirilebilmekte ya da okunabilmektedir.

Cihaz default olarak transparan modda çalışır. Bu mod, internet üzerindeki herhangi bir bilgisayara bağlantı kurmak için kullanılır. Gerekli ayarlar yapıp, bağlantı kurulduktan sonra cihaz çift yönlü half duplex olarak çalışmaktadır. GRC200 cihazı, seri port ve GSM kısımlarında tamamen transparandır, verilerin içerikleri ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur.

5.1.3. ViCOM sanal port yazılımı

Uzaktan izlenmesi/kontrol edilmesi istenen seri porta sahip olan cihazın PC uygulama yazılımı da seri porttan haberleşir olabilmektedir. Bu durumda, PC uygulaması tarafında yazılımın ethernet üzerinden haberleşir duruma getirilmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak, cihazla birlikte sunulan ViCOM Sanal COM Port yazılımı kullanılabilir.

Aşağıda Şekil 5.4'te görülen konsol arayüzü ile Client/Server bağlantılar oluşturulabilir, Client bağlantı için hangi IP ve port numarasına bağlantı kurulacağını, server için ise hangi portun dinleneceği girilebilir. Bu ayarlar yapıldıktan sonra herhangi bir uygulamayla oluşturulmuş olan COM porta ulaşılacağı gibi, uygulamaya özgü olarak geliştirilecek yazılımla da kullanılabilir.



Şekil 5.4. Konsol arayüzü

ViCOM' da yapılacak ayarlar, GRC2000'ün durumuna göre belirlenmektedir. Bu anlamda, ayar yapısının daha anlaşılır olması için, Çizelge 5.2'te gösterilen örnekler dikkate alınabilir.

İzleme yapılacak bilgisayara ViCOM yüklenebileceği gibi, TCP üzerinden haberleşen uygulamaya özgü yazılım da geliştirilebilir. Bu noktada, GSM sistemlerine en uygun yapı GRC200'ün Client olarak, ViCOM'un da server olarak ayarlanmasıdır.

Çizelge 5.2. ViCOM Ayar örnekleri

GRC200 modu	ViCOM	Açıklama
Client	Server	GRC200'ün Server IP adresi kısmına, ViCOM'un yüklü olduğu bilgisayarın LAN adresi yazılmalıdır (bu bilgisayar internet dışında ise, LAN'ın internet adresi girilip router'da gerekli yönlendirmeler yapılmalıdır). TCP port numaraları da aynı girilmelidir. Yönlendirme de bu port numarası üzerinden yapılmalıdır.
Server	Client	ViCOM'da IP adresi kısmına bağlanacağı ERC'nin IP adresinin yazılmalıdır. TCP port numaraları da aynı olmalıdır. Tavsiye edilen bağlantı şekli budur.
Client	Client	Çalışmaz.
Server	Server	Çalışmaz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada gelişen mobil iletişim teknolojileri ile tıp bilişiminin birlikte kullanılarak hayatı kolaylaştıracak yeni sistemler oluşturulması için örnek sistemler önerilmiştir. Bazı biyolojik işaretlerin mobil teknolojiler yardımıyla uzaktan izlenebildiği ortaya koyulmuş ve özellikle hayati önem taşıyan EKG verilerinin uzaktan takibi üzerinde durulmuştur.

Özellikle kalp krizi riski taşıyan, yatalak veya kırsal kesimde yaşayan hastalar için mobil izleme sistemleri hem hasta hem de hastane için ekonomik bir çözüm sağlayacaktır.

Bu amaçla hastaların üzerinde taşıyabileceği EKG holter cihazları tercih edilmiştir. Bu cihazla hastadan alınan EKG verilerinin uzak noktadaki hekime doğru ve hızlı bir şekilde ulaşması gerekmektedir. Bu yüzden de veri iletişimi için hızlı ve veri kapasitesi yüksek olan 3G ağlar kullanılmıştır. Cihazı 3G ağa bağlamak amacıyla 3G uyumlu bir gateway kullanılmıştır. Uzaktan izleme sistemleri için uygun olan bu gateway sayesinde doktor EKG cihazını sanal port yazılımı üzerinden takip edebilecektir.

Aynı amaçla önerilen bir diğer sistemde ise alınan EKG verilerinin cep telefonuna kolayca aktarılıp internet ortamına upload edilerek daha sonra hekim tarafından web sitesi üzerinden takip edilmesi sağlanmıştır.

Literatürde benzer çalışmalar çeşitli kablosuz teknolojilerle (bluetooth, GPRS vb.) gerçekleştirilmiştir. Ancak 3G teknolojisi ile daha verimli sistemler oluşturulmuştur.

İleriki çalışmalarda aynı sistemlerin 4G teknolojisi ile de yapılabilmesi sağlanabilir. Sadece EKG değil EEG, EMG, ENG, darbe oksimetrisi gibi farklı biyolojik işaretlerin de uzaktan takibi yapılabilir. Böylece hastane ortamları daha rahat hizmet verebilecek, kişilerin yaşam kalitesi artacaktır.

KAYNAKLAR

1. Warren, S., Yao, J., Schmitz, R., Lebak, J., “Reconfigurable point-of-care systems designed with interoperability standards”, *26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, San Francisco, 3270-3273 (2004).
2. Mendoza, P. ve arkadaşları, “Web tabanlı özel işaretleri görüntüleyen ve kaydeden bir teletıp uygulaması”, *26th Annual International Conference*, Texas 2196 – 2199 (2004).
3. Reske, D., Moussavi, Z. “Design of a web based remote heart-monitoring system”, *University of Manitoba Department of Electrical Engineering, Proceeding of the 2nd Joint EMBS/BMES Conference* , Houston ,1847 – 1848 (2002).
4. Kho, Y.Y., Saim, H.B., Soon, C.F., “Hayati biyolojik sinyallerin uzaktan izlenmesi”, *Kolej Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Student Conference* , Malezya , 69 – 71 (2002).
5. Bayhan, Ö., Sogukpınar İ., “Teletıp sistemleri ve uzaktan hasta takip sistemi tasarımı”, Yüksek Lisans, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, Gebze, (2001).
6. İnternet : WIISARD “Wireless Internet Information System for Medical Response in Disasters WIISARD”
<https://wiisard.org> (2002).
7. Kurban R. , “Kablosuz taşınabilir uzaktan sağlık izleme sistemi: mobil sağlık danışmanı”, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 5 – 8 (2006).
8. Choi, J., Kang, W.Y., ve ark., “Development of an online database system for remote monitoring of artificial heart patient”, *Proc of the 4th annual IEEE Conf on Information Technology Applications in Biomedicine*, UK, 59-61 (2003).
9. Lew,C.K. ve Moghavvemi, M., “Remote heart monitoring system based on electrocardiography”, *University of Malaya, Department of Electrical Engineering, Student Conference on Research and Development Proceedings*, Malaysia, (2002).
10. Atapattu, A. ve Mitrani, R.D., “A telemedicine application utilizing data socket to remotely track the heart rate variability of patients in a clinical research environment”, *University of Miami, Information Technology Applications in Biomedicine IEEE EMBS International Conference*, Miami, 71-73 (2000).

11. Guo, Z., Moulder C., Durand L.G., Loew, M., “Development of a virtual instrument for data acquisition and analysis of the phonocardiogram”, *Proceedings of the 20th Annual International Conference of the ZEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Hong Kong, 436 - 439 (1998).
12. Okatan, A., Akpolat, Ç., “Mikrodenetleyici tabanlı uzaktan (GSM,GPS) hasta takip sistemi”, *ASYU-INISTA, Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, İstanbul, 148-151 (2004).
13. Elbistan, M., “Teletıp yazılım uygulaması: elektronik reçete”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2002).
14. Eke, İ. ve ark., “İnternet yayınları ve teletıp alanında bir uygulama”, *Ege Üniversitesi Bilgi ve İletişim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi İnternet Konferansı*, İzmir, (2006).
15. Eşme, E., “Uzaktan kontrol edilebilen bir kalp cihazı tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2006).
16. Soyugenci, T., “Mobil teletıp ve kablosuz uzaktan izleme uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2006).
17. Aktürk, T. B., “Pda tabanlı gerçek zamanlı EKG görüntüleme sistemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon, 19-25 (2009).
18. Şanlı, M., “Mobil hasta takip sistemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, (2009).
19. Yazıcı, Y., Gülçür, H. Ö., “Mobil telefon kullanarak transtelefonik EKG ve sıcaklık ölçümü yapabilen bir cihaz tasarımı”, *Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı*, İstanbul, 253-255 (2005).
20. Erbil, N., “Uzaktan kontrol edilebilen kalp cihazına ait yazılım geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2007).
21. Çakır, S., “Kısa mesafe RF algılayıcı ağ ve GPRS temelli telemetri uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, (2007).
22. Özcan, S., “Bluetooth ile EKG verilerinin iletimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2010).

23. Işık, A. H., Güler, İ., “Teletıpta mobil uygulama çalışması ve mobil iletişim teknolojilerinin analizi”, *Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 3:1-10, (2010).
24. Fidan, U., “Biyolojik işaretlerin kablosuz iletimi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 23-27 (2006).
25. Dilber, B., “Ecg tabanlı acil uzaktan tanı sisteminin tasarımı ve uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü*, İstanbul, (2003).
26. Yurt, N. ve ark., “Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi Eylem Planı”, *T.C. Sağlık Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı*, Ankara, 1-57 (2004).
27. MEGEP Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Tıbbi Bilişim modülü, *T.C. Milli Eğitim Bakanlığı*, (2008).
28. İnternet : Datamed Ltd. Şti “Tıbbi Görüntü Arşivleme ve PACS Sistemleri”
<http://www.datamed.com.tr/telemedicine.html> (2010).
29. İnternet : Çözüm Haber “Sağlık ve Bilişim Dergisi”
<http://www.cozum.info/tr/index.jsp> (2010).
30. İnternet: <http://www.kontrolkalemi.com> “Biyomedikal İşaretler”
<http://www.kontrolkalemi.com/forum/tip-elektronigi-biomedikal/7656-biyomedikal-isaretler.html> (2011).
31. İnternet : <http://www.saglik.im> “Kan Basıncı Nedir”
<http://www.saglik.im/kan-basinci-nedir/> (2011).
32. İnternet : <http://www.bilimselkonular.com> “ENG İşaretlerinin Ölçülmesi”
<http://www.bilimselkonular.com/index.php/ueye-bloglarından/deneyler/1075-sinir-sistemi.html?start=3> (2011).
33. İnternet : Alman Hastanesi “Elektro-Ensefalografi EEG”
<http://www.almanhastanesi.com.tr/makale/makaleler/eeg.htm> (2011).
34. İnternet : <http://www.rehberim.net/forum/> “EEG Nedir ve EEG Çeşitleri”
<http://www.rehberim.net/forum/saglik-213/868780-eeg-nedir-ve-eeg-cesitleri.html> (2011).
35. Gürkan, H., “Biyolojik işaretlerin temel tanım ve zarf fonksiyonları ile modellenmesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2004).
36. İnternet : Alman Hastanesi “Elektromiyografi EMG”
<http://www.almanhastanesi.com.tr/makale/makaleler/emg.htm> (2011).

37. Übeyli, E.D., “Biyomedikal işaretlerin sınıflandırılmasında otomatik teşhis sistemlerinin başarımı”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (3): 461-469 (2007).
38. Erbil, N., “Uzaktan kontrol edilebilen kalp cihazına ait yazılım geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 16-17 (2007).
39. Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., Cayirci, E., “Wireless Sensor Networks”, *A Survey Elsevier Computer Networks*, 38 : 393-422 (2002).
40. Özdemir, Ö., “Mobil iletişim teknolojileri ve üçüncü nesil (3N)”, *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Haber Bülteni*, 1: 10-14 (2009).
41. İnternet : <http://www.ibtech.com.tr/> “Tüm Yönleriyle 3G”
<http://www.ibtech.com.tr/teknoloji-yazilari/3g-teknolojisininingelisimi.html>
(2009).
42. Korhonen, J., “Introduction to 3G Mobile Communications 2nd ed.”, *Artech House Mobile Communications Series*, Norwood, 1-476 (2003).
43. Aksu, M., Subaşı, A., “Üçüncü nesil (3G) gezgin telefonlar için uygulama geliştirme”, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2) : 53 – 61, (2005).
44. Webb, W., “Understanding Cellular Radio 1st ed.”, *Artech House*, Norwood, (1998).
45. Candan, M.M., “Üçüncü nesil mobil haberleşme sistemleri için Türkiye’de uygulanacak frekans bandı, lisans, servisler, uygulamalar ve ülkemizdeki durumu”, Uzmanlık Tezi, *Telekomünikasyon Kurumu*, Ankara, (2002).
46. Kumar, V., Delprat, M., “Enhancements in Second Generation Systems”, The Mobile Communications Handbook 2nd ed., Jerry D . Gibson, *CRC Press*, Dallas-Texas, (1999).
47. İnternet : GSA “Global Mobile Suppliers Association”
<http://www.gsacom.com/index.php4> (2011).
48. Büyükbaş, A., “CDMA ve UMTS: üçüncü nesil mobil haberleşme teknolojilerinin karşılaştırılması”, Uzmanlık Tezi, *Telekomünikasyon Kurumu*, Ankara, (2005).
49. Ak, Ç., “Üçüncü nesil mobil UMTS ağlarında noktadan noktaya hizmet kalitesi ve performans ölçümü”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2010).

50. Eckert, C. ve ark, “Experimental performance evaluation of secure, mobile IP-based, 3G-WLAN handover”, *9th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*, San Diego, (2006).
51. Holma, H., Toskala, A., “WCDMA for UMTS, radio access for third generation mobile communication”, *John Wiley & Sons, Inc.*, NewYork, (2000).
52. Bates, R.J., Gregory, W., “Voice and Data Communications Handbook”, *McGraw-Hill*, New York, (1998).
53. Akkaya, A., “Tamamı ip tabanlı 4.nesil ağlarda uçtan uca servis kalitesi mimarisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2008).
54. İnternet : <http://www.forumalev.net> “3G ve 4G Hakkında Bilgi”
<http://www.forumalev.net/soru-lar-ve-cevap-lar/354562-3g-ve-4g-hakkinda-bilgi-tarihcesi-calisma-prensipleri.html> (2011).
55. Demircioğlu, E., İmeci, Ş. T., “Genişband Gezgin Haberleşmede Yeni Nesil Uygulamalar:3G – 4G” *Akademik Bilişim 2010*, Muğla, (2010).
56. İnternet : <http://teknolojig.net> “4G Hakkında bilmeniz Gerekenler”
<http://www.teknolojig.net/guncel/4g-hakkinda-bilmeniz-gerekenler.html> (2010).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: KANOĞLU, Melike

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 21.03.1985 Samsun

Medeni hali: Bekar

Telefon: 0 544 763 77 18

e-mail : melikesnet@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Bilgisayar Sistemleri Bölümü	2011
Lisans	Gazi Üniversitesi /Bilgisayar Sistemleri Bölümü	2008
Lise	Havza Anadolu Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-2011	Amasya Ticaret Meslek Lisesi	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Grafik ve web tasarımı, kitap okumak, fotoğraf düzenleme