

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTOMATİK SAYAÇ OKUMA SİSTEMLERİNDE GPRS
KULLANIMI**

**Tezi Hazırlayan
Ahmet Turan ÖZDEMİR**

**Tezi Yöneten
Prof. Dr. Kenan DANIŞMAN**

152117

**Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Bu çalışma Tübitak Tideb tarafından desteklenmiştir.

**Temmuz 2004
KAYSERİ**

Bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

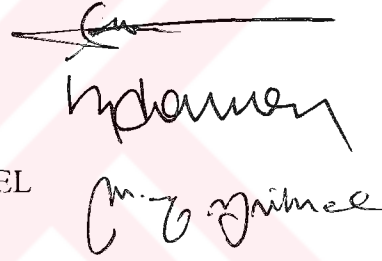
04/08/2004

JÜRİ:

Üye : Doç. Dr. Sadık KARA

Üye : Prof. Dr. Kenan DANIŞMAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Emin YÜKSEL



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ...24-08-2004... tarih ve ...01 0... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

10 KASIM 2004

Prof. Dr. Nispet AKSİDİZ
Enstitü Müdürü
Mühür ve İmza

TEŞEKKÜR

Başta tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, destek olan, bilgi, tecrübe ve mesaisini benim için cömertce harcayan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Kenan Danışman'a teşekkür ederim.

Tezin hazırlanmasında emeği geçen ÖZKAR Enerji AŞ'ye, Ar&Ge bölümündeki çok değerli arkadaşlarıma ve Orhan KAPLAN'a verdikleri destekler için teşekkür ederim.

Varlıkları ile bana şeref veren sevgili aileme, azmi ile bana örnek olan canım anneme, kararlılığı ile bana örnek olan babama ve kardeşlerime teşekkürü hayat boyu ödenemeyecek bir borç bilirim.

OTOMATİK SAYAÇ OKUMA SİSTEMLERİNDE GPRS KULLANIMI

ÖZET

Dünyada enerji servis sağlayıcıları faturalandırılmayan tüketimlerden dolayı milyonlarca dolar zarar etmektedirler. Faturalandırılmayan tüketimler iletim ve dağıtım kayıpları olarak adlandırılırlar. Bu kayıplar yasadışı bağlantılar, insanlı okuma yüzünden oluşan hatalar ve kaçak elektrik kullanımından kaynaklanmaktadır. Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading, AMR) iki yönlü haberleşmeyi mümkün kılan bir ağıın sayaçlar ve kontrol sistemi için tahsisi ile bu problemi aşmak mümkündür. Sayaçlardaki kaçak ve manuplasyonlar, geniş bir alanda etkili bir biçimde uzaktan kontrol sistemi ile izlenerek bu yasadışı kullanımların üstesinden gelinebilir. Bütün kullanıcıların eşzamanlı olarak takip edildiği bir ağ ile faturalandırılmayan tüketimleri izlemek mümkündür.

Bu tez çalışmasında, geniş bir bölgede elektrik tüketimi ve planlamasının izlenebilmesi için GPRS tabanlı bir AMR sistemi önerilmiştir. Bölüm 1’de otomatik sayaç okuma ve çalışmanın amacı tanımlanmıştır. Bölüm 2’de AMR modelleri karşılaştırılmış ve neden GPRS tabanlı bir AMR sistemi oluşturulduğu açıklanmıştır. Bölüm 3’de Türkiye’deki mevcut iletişim teknolojileri incelenmiştir. Dünyada ve Türkiye’de GPRS sistemi ile gerçekleştirilen uygulamalardan örnekler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde GSM GPRS şebekelerinin özellikleri ve sistemi oluşturan birimlerin görevleri izah edilmiştir. Bölüm 4’de GPRS haberleşmesi sırasında kullanılan katmanlar, protokoller ve GPRS veri paketlerinin transferi incelenmiştir. Bu bölümde paket veri protokolü ayrıntılı bir biçimde izah edilmiştir. Bölüm 5’te AMR sistem tasarımının nasıl gerçekleştirildiği, sistemi oluşturan birimler incelenmiştir. Bu bölümde, tez çalışmasında ortaya konulan modelin donanımsal olarak gerçekleştirilmesi verilmiştir. Bölüm 6’da sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Otomatik Sayaç Okuma (AMR), GSM/GPRS, M2M, Elektronik Elektrik Sayacı, COSEM



USE OF GPRS IN AMR SYSTEMS

ABSTRACT

Many utilities lose millions of dollars each year through ‘unaccounted for consumption’, often called transmission and distribution losses and dismissed as a technical problem. These losses come from illegal connections, manual reading limitations, deliberate theft or tamper, leakage and meter inaccuracies. Automatic meter reading (AMR) solves these issues by using a two-way fixed network to provide interactive control over the meter installation. This can detect leakage and tamper, check the efficiency of meters and also overcome the physical problems of reading meters in remote or inaccessible areas. AMR also means utilities can disconnect/reconnect the supply and manage tenancy change without the need for an on-site visit. It also allows detection of any suspicious or unaccountable consumption.

In this study, GPRS based AMR system proposed for following the electricity energy at a wide range. What is automatic meter reading is given in the first chapter. In the second chapter, AMR models are compared and expressed. And also why GPRS based system was used. Communication technologies existing in Turkey is given in the third chapter. Examples of applications using GPRS systems in the world and in Turkey are given. In addition in this chapter GSM GPRS network features and units of the system is explained. At fourth chapter, layers and protocols in GPRS communication are explained and also GPRS data packets transfer is studied in this chapter. In the fifth chapter; how the AMR system established and system units that used in the system are explained. Also in this chapter hardware configuration of the model is explained. In the last chapter; conclusions are discussed.

Keywords: Automatic Meter Reading (AMR), GSM/GPRS, M2M, Electronic Electric Meter, COSEM



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VII
KISALTMALAR	XIII
TABLolar LİSTESİ	XIX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XX

BÖLÜM I

1	GİRİŞ	1
1.1.	Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading, AMR)	6
1.1.1.	Genel Bakış	6
1.1.2.	Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading, AMR) Nedir?	9
1.2.	Çalışmanın Amacı	10

BÖLÜM 2

2.	AMR SİSTEMİ	11
2.1.	AMR Sisteminin Gelişimi	11
2.2.	Mevcut AMR Çözümleri	12
2.2.1.	Türk Telekom AŞ Abone Santrallerinin Uzaktan Okunması	12
2.2.2.	Araç Uygulamaları (Taksiler, Kamyonlar, Otobüsler ve diğerleri)	12
2.2.3.	Diğer Uygulamalar	14
2.3.	Kullanılacak AMR Modelinin Seçilmesi	14
2.3.1.	Mevcut AMR Sistemleri ve Özellikleri	15
2.3.1.1.	PLCC Sistemi	15
2.3.1.2.	RF Modeli	18
2.3.1.3.	Telefon Hattı Haberleşmesi Sistemi	19
2.3.1.4.	GSM Sistemi	19
2.3.2.	Önerilen AMR Sisteminin İncelenmesi	20
2.3.2.1.	AMR Sisteminin Yapısı	20
2.3.2.2.	GPRS'in AMR Sistemindeki Avantajları	21
2.3.2.3.	GPRS'in Veri İletim Hızı Ve İletişim Giderleri	22

2.4.	Elektronik Sayaçlarının AMR Uyumlu Hale Getirilmesi	23
2.5.	AMR Sisteminin Avantajları	24
2.6.	Türkiye'nin AMR Sistemine Olan İhtiyacı	27

BÖLÜM 3

3.	AMR HABERLEŞME ALTYAPISI İÇİN MEVCUT TEKNOLOJİLER	29
3.1.	Türkiye'de Mevcut Teknolojiler	29
3.1.1.	Türkiye'de Telli Teknolojiler	29
3.1.2.	Türkiye'de Telsiz Teknolojiler	31
3.1.2.1.	GSM Devre Bağlaşmalı Veri (Circuit Switched Data, CSD)	33
3.1.2.2.	Yüksek Hızlı Devre Bağlaşmalı Veri HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)	34
3.1.2.3.	GSM Gelişimi İçin Arttırılmış Veri Hızları (EDGE Enhanced Data rates for GSM Evolution)	35
3.1.2.4.	GSM ve GPRS	36
3.1.2.4.1.	GSM	38
3.1.2.4.2.	GPRS Sistemi	40
3.2.	GPRS Sistemine Genel Bakış	41
3.2.1.	GPRS'in Temel Özellikleri	43
3.2.1.1.	GPRS'in Önemli Kullanıcı Özellikleri	47
3.2.1.2.	GPRS'in Önemli Şebeke Özellikleri	48
3.2.1.3.	GPRS'in Dezavantajları	48
3.3.	GPRS Sisteminin Yapısı	49
3.3.1.	Terminal Donanımı (Terminal Equipment, TE)	50
3.3.2.	Gezici Terminal (Mobile Terminal, MT)	50
3.3.3.	Gezici İstasyon (Mobile Station, MS)	50
3.3.4.	Ana İstasyon Sistemi (Base Station System, BSS)	50
3.3.5.	Mobil Bağlaşma Merkezi (Mobile Services Switching Center, MSC)	51
3.3.6.	Mobil Servisler İçin Anahtarlama Merkezi Geçidi (Gateway Mobile Services Switching Center, GMSC)	52
3.3.7.	Abone Yeri Kaydedicisi (Home Location Register, HLR)	52
3.3.8.	Ziyaretçi Konum Kaydedicisi (Visitor Location Register, VLR)	52
3.3.9.	GPRS Servis Noktası Sağlayıcısı (Serving GPRS Support Node, SGSN)	53
3.3.10.	GPRS Destek Noktası Geçit Yolu (Gateway GPRS Serving Node, GGSN)	54
3.3.11.	SGSN VE GGSN Birlikteliği (The Co-Located SGSN And GGSN)	55
3.3.12.	Cihaz Kimlik Bilgisi Kaydedicisi (Equipment Identity Register, EIR)	55

3.3.13.	Kimlik Doğrulama Merkezi (AUthentication Center, AUC)	55
---------	---	----

BÖLÜM 4

4.	GPRS VERİ İLETİŞİMİ	56
4.1.	IMSI Bağlanma, GPRS Bağlanma ve PDP Aktivasyon Prosedürleri	56
4.1.1.	IMSI Bağlanma	56
4.1.2.	GPRS Bağlanma	57
4.1.3.	Birleştirilmiş GPRS/IMSI Bağlanma	58
4.1.4.	GPRS Kopması	59
4.2.	GPRS’de Kullanılan Protokoller	59
4.2.1.	Uygulama Katmanı	60
4.2.2.	TCP/UDP	60
4.2.3.	IP/X.25	62
4.2.4.	SNDCP	63
4.2.5.	LLC	64
4.2.6.	RLC ve MAC	64
4.2.7.	Fiziksel Radyo Arabağdaşımı	65
4.2.8.	BSSGP ve Çerçeve Kaydırma	66
4.2.9.	GSN Arabağlantısı	66
4.3.	İşaretleşme Düzlemi	67
4.4.	GPRS Şebekeleri	68
4.4.1.	GPRS Omurga Şebekeleri	68
4.4.2.	SS7 Şebekesi	69
4.5.	Arabağdaşımlar	70
4.6.	GPRS Veri Paketlerin Yönlendirilmesi Ve Transferi	74
4.6.1	Dizüstü Bilgisayarının GRPS Şebekesine Bağlanması	74
4.6.1.2	Donanım Tanımlama	75
4.6.2	Paketlerin GPRS Şebekesi İçerisindeki Hareketi	80
4.6.2.1	Geçit GPRS Santrali (GPRS Gateway Support Node, GGSN)	81
4.6.3	PDP Bağlamı	83
4.6.3.1.	PDP İçeriklerinin Aktif Hale Getirilmesi	85
4.6.3.2	PDP İçeriğinin Değiştirilmesi	86
4.6.3.3	İçeriklerin Aktif Halden Çıkarılması	86

BÖLÜM 5

5	AMR SİSTEM TASARIMI	90
5.1	AMR Uygulamasında Kullanılan Haberleşme Birimi	90
5.1.1.	SMS	90
5.1.2.	Ses Araması	91
5.1.3.	Veri	92
5.1.4.	Sim Card	92
5.1.5.	Güç Tüketimi	92
5.1.6.	Diğer Özellikleri	93
5.2.	AMR Uygulamasında Sayaç Okuma Protokolü	94
5.2.1.	COSEM Haberleşmesinin Ana Hatları	97
5.2.1.1.	İstemci/Sunucu Tipi Çalışma, Haberleşme Profilleri	97
5.2.1.2.	Bağlantı (Ortaklık) Temelli Çalışma	98
5.2.2.	COSEM’de Birbirine Bağlanabilme Ve Birlikte Çalışabilirlik	99
5.2.3.	Birbirine Bağlanabilirlikten Emin Olmak; Protokol Kimlik Servisi PIS	100
5.2.4.	Bağlantı Temelli Asenkron Veri Alış-Verişi İçin Fiziksel Katman Servisleri Ve İşlemleri	101
5.2.5.	Servis Özellikleri	102
5.3.	AMR Sisteminin Donanımsal Olarak Gerçekleştirilmesi	104
5.3.1.	GPRS Tabanlı AMR Sistemi	104
5.3.2.	Uygulanan Model; SMS Veri Gönderimi	108
5.3.2.1.	İstemci Tarafı Mesaj Gönderimi	108
5.3.2.1.1.	Mesaj Formatının Tanımı	109
5.3.2.2.	Sunucu Tarafı Mesaj Gönderimi	110
5.3.2.2.1.	Sunucu Mesaj Formatı	110
5.3.2.3.	İstemci Tarafının Mesaj Alımı Ve Değerlendirilmesi	111
5.3.3.	Sunucu Tarafının Mesaj Alımı Ve Değerlendirilmesi	114
5.3.4.	İstemci Tarafı Yazılım Arayüzü Ve Fonksiyonları	118

BÖLÜM 6

6	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	120
	KAYNAKLAR	122
	EKLER	126

EK 1 DÜNYA'DAN ELEKTRİK SEKTÖRÜ ÖRNEKLERİ	126
1. DÜNYA'DA UYGULANAN ENERJİ POLİTİKALARI	126
1.1. Arjantin Elektrik Piyasası	126
1.1.1. Spot Piyasa	127
1.1.2. Yük dağıtımı	128
1.1.3. Uzlaştırma	128
1.2. Avustralya Elektrik Piyasası	129
1.2.1. Spot Piyasa	130
1.2.2. Yük Dağıtımı	130
1.2.3. Uzlaştırma	132
1.3. İngiltere Ve Galler'in Yeni Elektrik Ticareti Düzenlemeleri (NETA)	132
1.3.1. Spot Piyasa	133
1.3.2. Yük Dağıtımı	133
1.3.3. Uzlaştırma	134
1.4. İskandinav Elektrik Piyasası	134
1.4.1. Fiziki ve Mali Piyasalar	136
1.4.2. Yük Dağıtımı	137
1.5. Pensilvanya New Jersey Maryland (Pennsylvania New Jersey Maryland, PJM) Piyasası	138
1.5.1. Vadeli ve Spot Piyasalar	139
1.5.2. Fiyatlandırma	139
1.5.3. Yük Dağıtımı	140
EK 2. TÜRKİYE VE KAYSERİ ELEKTRİK PİYASASI	141
1. Türkiye Elektrik Piyasası	141
1.1. Kayseri Ve Civarı Elektrik TAŞ 2003 Faaliyet Raporu	142
1.1.1. Abone Gruplarına Göre Dağılım	142
1.1.2. TEİAŞ'dan Yıllara Göre Alınan Enerji	143
1.1.3. Abonelere Satılan Enerji	144
1.1.4. Kayıp + Kaçak + İbadethane Ve Sokak Aydınlatması	145
1.1.5. Görev Bölgesinde Fiilen Çekilen Güç	146
1.1.6. Görev Bölgesi Kurulu Güç	147
1.1.7. Görev Bölgesi Kişi Başı Tüketimler	147
1.1.8. Üç Zaman Tarifeli Fabrika Tüketimleri	148
1.1.9. Sayaç Otomasyonu	149
1.1.10. Abone İşlemleri	149

1.1.11. Tesis Yatırımları	149
1.1.12. Uzaktan Kontrol, Kumanda Ve İzleme Sistemi	150
1.1.13. Kayseri Ve Civarı Elektrik TAŞ Sayaç Okuma Maliyeti	151
EK 3. AT Komutları	152
 ÖZGEÇMİŞ	 155



KISALTMALAR

2.5G	2.5 Nesil GPRS (2.5 Generation)
3G	Üçüncü Nesil (Thirt Generation)
8-PSK	8-Fazlı Kaydırmalı Anahtarlama (8-Phase Shift Keying)
ACSE	Standart Ortaklık Servis Birimi (Association Control Service Element)
ADSL	Asimetrik Dijital Abone Hattı (Asymmetrical Digital Subscriber Line)
AFCC	Amerikan Federal Ticaret Odası (Amerikan Federal Chamber of Commerce),
AFMS	Telefondan Dışarı Yönlü Ses (Audio From Mobile Station)
ALS	Alternatif Hat Servisleri (Alternative Line Seviles)
AMR	Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading)
AP	Erişim Noktası (Access Point)
APN	Erişim Noktası Adı (Access Point Name)
ARQ	Otomotik Tekrar İsteği (Automatic Repeat reQuest)
AT	Avrupa Topluluğu
ATM	Asenkron Transfer Mod (Asenkron Transfer Mode)
ATMS	Telefona Doğru Ses (Audio To Mobile Station)
AUC	Güvenlik Merkezi (Authentication Center)
BCS	Blok Kontrol Sırası (Block Control Sequence)
BSC	Ana İstasyon Kontrolörü (Base Station Controller)
BSS	Ana İstasyon Sistemi (Base Station System)
BSSAP	Baz İstasyon Sistemi Uygulama Kısmı (Base Station System Application Part)
BSSGP	Baz İstasyonu Sistemi GPRS Protokolü (Base Station System GPRS Protocol)
BTS	Ana Alıcı-Verici İstasyonu (Base Transceiver Station)
CAL	Temel Uygulama Dili (Common Application Language)
CBS	Hücresel Yayın Servisi (Cell Broadcast Services)
CBM	Hücresel Yayın Mesajı (Cell Broadcast Message)
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
CODEC	Kodayıcı-Kod Çözücü (COder-DECoder)

COM	Bilgisayar Seri Port Çıkışı (Computer Output Microfilming)
COSEM	Enerji Ölçümü için Referans Özellikler (Companion Specification for Energy Metering)
CSD	Devre Anahtarlama Veri (Circuit Switched Data)
CS	Devre Anahtarlama (Circuit Switched)
DCE	Veri Devresi Bağlantı Aracı (Data Circuit Terminated Equipment)
DCS	Dijital Haberleşme Sistemi (Digital Communication System)
DHCP	Dinamik Host Konfigurasyon Protokolü (Dynamic Host Configuration Protocol)
DLMS	Cihaz Mesajlaşma Dili Özellikleri (Device Language Message Specification)
DSL	Dijital Abone Hattı (Digital Subscriber Line)
DSP	Dijital İşaret İşleme (Digital Signal Processing)
DTE	Veri Bağlantı Aracı (Data Terminated Equipment)
DTMF	Çift Tonlu Çoklu Frekans (Dual Tone Multi Frequency)
EA	Gömülü Uygulamalar (Embedded Applications)
EDGE	GSM'de Veri Oranını Arttırma Birimi (Enhanced Data rates for GSM Evolution)
EEPROM	Elektriksel Olarak Silinebilen Yalnızca Okunabilir Hafıza (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)
EFC	Geliştirilmiş Tam Kapasite Kod Çözücü (Enhanced Full rate Codec)
EFR	Geliştirilmiş Tam Kapasite (Enhanced Full Rate)
EFT	Elektronik Para Transferi (Electronic Funds Transfer)
EFTPOS	Elektronik Para Transferi Satış Noktası (Electronic Funds Transfer Point of Sale)
EGM	Emniyet Genel Müdürlüğü
E-GPRS	Evrimselmiş-GPRS (Evolution of General Packet Radio Service)
E-GSM	Genişletilmiş-GSM (Extended GSM)
EIR	Cihaz Kimliklendirme Hafızası (Equipment Identity Register)
EMC	Elektro Magnetik Uyumluluk (Electro Magnetic Compatibility)
EPDK	Enerji Piyasası Denetleme Kurulu
ESP	Enerji Sevis Sağlayıcısı (Energy Services Provider)

ETSI	Avrupa Haberleşme Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standart Institue)
EUAS	Elektrik Üretim AŞ
FCC	Federal Haberleşme Komisyonu (Federal Communications Commision)
FR	Tam Kapasite (Full Rate)
FTP	Dosya Nakil Protokolü (File Transfer Protocol)
GGSN	GPRS Destek Noktası Geçit Yolu (Gateway GPRS Support Node)
GMM	GPRS Dolaşım Yönetimi (GPRS Mobility Management)
GMSC	Mobile servisler Anahtarlama Merkezi Geçit Yolu (Gateway Mobile services Switching Center)
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi (General Packet Radio Services)
GPS	Genel Yer Belirleme Sistemi (General Positioning System)
GMSK	Gaussian Minumum Kaydırmalı Anahtarlama (Gaussian Minimum Shift Keying)
GSM	Evrensel Mobile telefon Sistemi (Global System for Mobile telephony)
GSN	GPRS Destek Düzümü (GPRS Support Node)
GTP	GPRS Tünel Protokolü (GPRS Tunnel Protocol)
HLR	Abone Yeri Yazıcısı (Home Location Register)
HPLMN	İkamet Edilen PLMN Operatörü (Home Puplic Land Mobile Network)
HR	Yarım Kapasite (Half Rate)
HSCSD	Yüksek Hızlı Devre Anahtarlama Veri (High Speed Circuit Switched Data)
HSD	Yüksek Hızlı Veri (High Speed Data)
IDE	Entegre Edilmiş Geliştirme Donanımı (Integrated Developer Equipment)
IH	İnternet Servis Kiralayıcı (Internet services Host)
IMSI	Ulusal Mobile Abone Kimliği (International Mobile Subscriber Identity)
IANA	İnternet Atanmış Numaralar Yetkilisi (Internet Assigned Numbers Authority)
IP	İnternet Yordamı (Internet Protocol)
ISDN	Entegre Servis Dijital Ağları (Integrated Services Digital Network)
ISO	Uluslararası Standartlar Ofisi (International Organization for Standardization)
ISP	İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Services Provider)

ITU-T	Uluslararası Haberleşme Birliği – Haberleşme Standartizasyon Kurumu (International Telecommunication Union-Telecommunications Standardisation Sector)
Kbps	Saniyede 1 Kilo Bit (Kilo Bit Per Second)
KİT	Kamu İktisadi Teşekkülleri
KVAh	Kilo Volt Amper Saat (Kilo Volt Amper Hour)
KW hr	Kilo Watt Saat (Kilo Watt Hour)
LA	Konum Alanı (Location Area)
LAN	Konum Alanı Ağı (Local Area Network)
M2M	Makinadan-Makinaya (Machine to Machine)
MAC	Ortam Erişim Kontrolü (Medium Access Control)
MAP	Mobil Uygulama Kısım (Mobile Application Part)
MCU	(Main Control Unit) Ana Kontrol Merkezi
ME	Mobil Donanım (Mobile Equipment)
MHz	Mega Hertz
MMCX	Minyatür Koaksiyel (Micro Minature Coax Mikro)
MMS	Çoklu Medya Servisleri (Multi media Services)
MO	Mobil Temelli (Mobile Originated)
MS	Mobil İstasyon (Mobile Station)
MSC	Mobile Anahtarlama Merkezi (Mobil Switching Center)
MT	Mobil Sonlandırıcı (Mobile Terminated)
MW	Mega Watt
NAT	Şebeke Adres Çeviricisi (Network Address Translation)
NMS	Şebeke Yönetimi Altsistemi (Network Management Subsystem)
NSS	Şebeke ve Bağlaşım Alt Sistemi (Network and Switching Subsystem)
OAM	Erişime Açık Ölçme (Open Access Metering)
OBIS	Nesne Tanımlama Sistemi (OBJECT Identification System)
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co- operation and Development,)
OS	Açık Sistem (Open System)
OSO	Otomatik Sayaç Okuma
ÖYK	Özelleştirme Yüksek Kurulu
PAP	Şifre Kimlik Denetimi Protokolü (Password Authentication Protocol)

PCM	Darbe Kod Modülasyonu (Pulse Code Modulation)
PCS	Kişisel Haberleşme Sistemi (Personal Communication System)
PDP	Paket Veri Protoklü (Packet Data Protocol)
PDU	Protokol Veri Birimi (Protocol Data Unit)
PHDATA	Fiziksel Katmanın Veri Haberleşme Servisi (PHysical DATA)
PIS	Protokol Kimlik Servisi (Protocol Identification Service)
RLC	Radyo Hat Kontrol (Radio Link Control)
RLP	Radyo Bağlantı Protokolü (Radio Link Protocol)
PLCC	Güç Hattı Taşıyıcısı Haberleşmesi (Power Line Carrier Communication)
PLMN	Bölgesel Halk Mobile Ağı (Public Land Mobile Network)
POS	Satış Noktası (Point of Sale)
PS	Paket Anahtarlama (Packet Switching)
PSTN	Paket Anahtarlama Telefon Ağı (Packet Switched Telephone Network)
QoS	Servis Kalitesi (Quality of Service)
RA	Çağrı Yönlendirme Alanı (Routing Area)
RADIUS	Uzak Nokta Dial-In Erişimi Servisi (Remote Access Dial-In User Services)
RF	Radyo Frekansı (Radio Frequency)
RFU	Gelecekte Kullanım İçin Ayırmak (Reserved for Future Use)
RTC	Gerçek Zaman Saati (Real Time Clock)
PTM	Noktadan Çok Noktaya (Point to Multipoint)
PTP	Noktadan Noktaya (Point to Point)
SA	MSC/VLR Servis Alanı (MSC/VLR Services Area)
SDP	Servis Bulma Protokolü (Service Discovery Protocol)
SGSN	GPRS Servis Noktası Sağlayıcı (Serving GPRS Services Node)
SIM	Kullanıcı Tanımlama Modülü (Subscriber Identity Module)
SM	Oturum Yönetimi (Session Management)
SMS	Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)
SNDCP	Altşebeke Bağımlı Bir Noktada Birleştirme Protokolü (SubNetwork Depent Convergence Protocol)
SNR	İşaret/Gürültü Oranını (Signal to Noise Rate)
SS7	İşaretleşme Sistemi No:7 (Signaling System No:7)
TBD	Tanımlanmış (To Be Defined)

TCP	Nakil Kontrol Protokolü (Transport Control Protocol)
TDMA	Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access)
TA	Terminal Uygunlaştırıcısı (Terminal Adaptor)
TE	Uç Gereçler (Terminal Equipment)
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ
TEİAŞ	Elektrik İletim AŞ
TETAŞ	Türkiye Elektrik Ticaret AŞ
TLLI	Geçici Lojik Bağlantı Kimliği (Temporary Logical Link ID)
TS	Zaman Dilimi (Time Slot)
UART	Evrensel Asenkron Alıcı ve Verici (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)
UDP	Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol)
UMTS	Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi (Universal Mobile Telecommunication Systems)
USB	Evrensel Seri Bus (Universal Serial Bus)
USD	Amerikan Doları (United State Dollar)
VLR	Misafir Konum Kaydedici (Visitor Location Register)
VPLMN	Ziyaret Edilen PLMN Operatörü (Visitor PLMN)
VSAT	Çok Küçük Kesişim Terminali (Very Small Aperture Terminal)
xDLMS	Genişletilmiş DLMS Standardı (eXtension to the DLMS Standard)
XDSL	Geliştirilmiş Dijital Abone Hattı (eXtreme Digital Subscriber Line)
WAN	Geniş Alan Ağı (Wide Area Network)
WAP	Kablosuz Uygulamalar Protokolü (Wireless Applications Protocol)
WCDMA	Genişband Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access)
WLAN	Kablosuz Yerel Alan Ağı (Wireless Local Area Network)
WWW	Dünya Çapında Web (World Wide Web)
WLL	Kablosuz Bölgesel Çevrim (Wireless Local Loop)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Dünya Geneline Elektrik Enejisi Birim Fiyatları	4
Tablo 2.1. İllere Göre Araç Dağılımı	13
Tablo 2.2. Türiye’de kayıp kaçak durumu	27
Tablo 3.1. Temel Erişim Teknolojileri	30
Tablo 3.2. Mevcut Veri Hizmetlerindeki Hızların Karşılaştırılması:	30
Tablo 3.3. Telsiz Erişim Teknolojileri.	32
Tablo 3.4. Kitleinsel iletişim sistemlerinin karşılaştırılması	33
Tablo 5.1. Güç Tüketimi	92
Tablo 1. Türkiye’de kayıp kaçak durumu	141
Tablo 2. Abone gruplarına göre dağılım	142
Tablo 3. TEİAŞ’dan alınan toplam enerji (kWh)	143
Tablo 4. TEİAŞ Trafo Merkezlerinden Alınan Enerji (kWh)	143
Tablo 5. Alınan satılan enerji ve kayıpların yıllara göre değişimi	145
Tablo 6. Alınan satılan enerji ve kayıpların yıllara göre yüzde olarak değişimi	146
Tablo 7. Çekilen Maksimum Güç (MW)	146
Tablo 8. Abone gruplarına göre ayrıntılı tüketim verileri	148
Tablo 9. AT komutları	152

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 AMR yapısı	20
Şekil 3.1 GSM ve GPRS	37
Şekil 3.2 GSM' in Tarihsel Gelişimi	40
Şekil 3.3 Bir Zaman Dilimini Kullanan Devre Bağlaşmalı Sistem	44
Şekil 3.4 GPRS Kullanıcılarının Kanal Paylaşımı	45
Şekil 3.5 CS veri ile paket veri arasındaki bağlantı zamanının kıyaslanması	48
Şekil 3.6 GPRS' in Yapısı	49
Şekil 4.1 IMSI Bağlanma	57
Şekil 4.2 GPRS Bağlanma (1) ve PDP Bağlanım (2)	57
Şekil 4.3 GPRS Bağlanma	58
Şekil 4.4 Birleştirilmiş GPRS/IMSI bağlanımı	59
Şekil 4.5 İletim düzlemi protokolleri	60
Şekil 4.6 RLC Bloğu ve Radyo Bloğu	65
Şekil 4.7 İşaretleşme düzlemi protokolleri	67
Şekil 4.8 PLMN'ler içi ve PLMN'ler arası Omurga Şebekeleri	69
Şekil 4.9 Mevcut GSM Yapısıyla Bağlantılı Olarak GPRS Sistemi	70
Şekil 4.10 GPRS Şebekesinde Arabağdaşım	71
Şekil 4.11 Dizüstü bilgisayardan harici şebekelere ulaşmak	74
Şekil 4.12 Adım 1-4	76
Şekil 4.13 Adım 5-8	77
Şekil 4.14 Adım 8-12	78
Şekil 4.15 Adım 12-16	80
Şekil 4.16 Sonlandırma Adımı	80
Şekil 4.17 Harici şebekeler ile GPRS arasındaki haberleşme	82
Şekil 4.18 Gezgin Durumda Harici Ağlara Erişim	84
Şekil 4.19 PDP içeriğinin aktif hale Getirilmesi	85
Şekil 4.20 PDP İçeriğinin Değiştirilmesi	86
Şekil 4.21 MS Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması	87
Şekil 4.22 Şebeke Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması	87

Şekil 4.23 SGSN Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması	88
Şekil 4.24 GGSN Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması	88
Şekil 5.1.GR 47 Modülü fiziksel görünümü	93
Şekil 5.2 COSEM üç adımlı modelleme	95
Şekil 5.3 COSEM' de İstemci-Sunucu ilişkisi	97
Şekil 5.4 Haberleşme protokolleri aracılığıyla mesaj alış-verişi	98
Şekil 5.5 Bağlantı temelli (Connection Oriented, CO) bünyesinde komple haberleşme süreci	99
Şekil 5.6 COSEM modelinin genel ağlar için gösterimi	101
Şekil 5.7 Fiziksel Katmanın yerleşimi	102
Şekil 5.8 COSEM 3-katman bağlantı temelli profilde Protokol Katman Servisleri	103
Şekil 5.9 Kurumsal bir AMR ağı	104
Şekil 5.10 İstemci mesaj formatı	109
Şekil 5.11 Sunucu mesaj formatı	110
Şekil 5.12 İstemci tarafından mesajın okunması ve değerlendirilmesi	112
Şekil 5.13 Sunucu tarafından mesajın okunması ve değerlendirilmesi	116
Şekil 5.14 ÖZKAR Enerji OSO arayüzü okuma sayfası	118
Şekil 5.15 ÖZKAR Enerji abone bilgi sayfası	119
Şekil 1 Avustralya Ulusal Elektrik Piyasasında (NEM) bir gün.	129
Şekil 2 Avustralya Elektrik Piyasasında Üretim Programlaması.	131
Şekil 3 Nord Pool Ticaret Piyasası	135
Şekil 4 Yıllara göre abonelere satılan enerji (kWhr)	144

BÖLÜM I

GİRİŞ

2010 yılına kadar, telekom trafiğinin % 70'den daha fazlası ses dışı trafik niteliğinde olacaktır. Çok yakın bir gelecekte, insan-makina ve makina-makina arasındaki iletişim, insanlar arasındaki iletişimden daha fazla olacaktır.

Keiji Tachikawa NIT DoCoMo Başkanı.

Enerji günümüzün en önemli ihtiyaçlarının başında gelir. Enerji kaynaklarının verimli kullanılması, toplumun ihtiyaç duyduğu enerjinin temini, kalitesi ve sürekliliği çok önemlidir. Bu gün dünyanın gelişmiş toplumları enerji reformlarını yapmış ve belirledikleri stratejiler dahilinde enerji gereksinimlerini en verimli şekilde karşılamaktadırlar. Bu amaçla enerji hareketlerini takip eden uzaktan kontrol sistemlerinin devreye alınması, alternatif enerji kaynaklarının artırılması, rüzgar ve güneş enerjisinin kullanımının teşviki, nükleer enerjide alternatif yakıtlar (toryum gibi) kullanımını sağlamak amaçlı Ar&Ge çalışmaları yapılmaktadır. Bununla birlikte yeni enerji kaynakların kullanımı ile enerji açıklarını gidermek çözüm değildir. Alternatif her türlü kaynak farklı maliyetler ile üretilir. Bu maliyetlerin piyasaya yansması ve üreticilerin alacakları birim fiyatların belirlenmesinde bir çok sorunla karşılaşılacaktır. Ayrıca rekabet gücü olmayan küçük üreticilerin korunması enerjide maliyetleri artırıcı bir unsurdur. Görüldüğü gibi irili ufaklı bütün üreticileri ve nihai tüketicileri çoklu faktörlere göre sürekli olarak takip etmek gerekir. Bu da, uzaktan kontrol sistemlerinin kullanımını zaruri hale getirir. Ucuz enerjinin teminine giden yolda en önemli uygulama, mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılması ve etkili bir şebeke

analizi ile kayıp ve kaçakların en aza indirilmesidir. Çünkü enerji kayıp ve kaçakları önlenmediği sürece enerji ile ilgili problemler devam edecek ve yine bu kayıplar tüketicilere fatura edilip, kaynakların verimsiz kullanımı önlenemeyecektir.

Son yıllarda, dünyada enerji dağıtım işleri özel şirketlere devredilmektedir. Türkiye’de de 30 Mayıs 2003 tarihinde Özelleştirme Yüksek Kurulunun (ÖYK) aldığı kararla Türkiye’deki elektrik üretim tesisleri ve dağıtım bölgelerinin özelleştirme kapsamına alınımı basına açıklanmıştır [1]. Türkiye genelinde sadece bir bölgede (Kayseri) elektrik dağıtım işi özel sektöre yapılmaktadır, 10. Görev Bölgesi (Kayseri) Elektrik Dağıtım Şebekesindeki kayıp + kaçak + bedelsiz enerji oranı % 11,86’lar civarındadır. Şirket bu değeri gerekli planlamayı yaparak % 9,02’ye çekmeyi hedeflemiştir [2]. Kayseri’de kayıp-kaçak oranı uluslararası seviyelerdedir. Devlet tarafından işletilen diğer dağıtım bölgelerinde ise % 22 – 23’lerden başlayarak % 50’leri aşan kayıp-kaçak oranları sözkonusudur.

Elektrik dağıtım sisteminde kayıp-kaçak, kabaca, dağıtım sistemine verilen enerji ile nihai müşterilere fatura edilen enerji arasındaki fark olarak tanımlanabilir. Türkiye’de ortalama yıllık kayıp-kaçak oranı Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) verilerine göre % 21, gelişmiş ülkelerde ise % 7-10 aralığındadır. Faturalanan miktarın yaklaşık % 5’i genel aydınlatma (sokaklar, parklar, bahçeler, vs.) için kullanılmaktadır. Halka doğrudan fatura edilebilen enerji miktarı ise % 74’ler civarındadır. Kayıp-kaçak enerjinin maliyeti ile birlikte, TEDAŞ’ın dağıtım ve işletme giderleri de dikkate alındığında, maliyetler oldukça yüksek boyutlara çıkmaktadır. Diğer taraftan, kayıp-kaçak oranları Türkiye genelinde oldukça büyük değişkenlik göstermektedir. Örneğin, İzmir, Konya gibi illerde bu oran % 10’un altında iken, Güney Doğu illerinde % 70’lere kadar yükselmektedir. Bir başka deyişle, dağıtım kayıp-kaçaklarının yüksek olduğu iller, bu oranların düşük olduğu illerdeki tüketiciler tarafından sübvansede edilmektedir [3].

Nihai elektrik fiyatlarının yüksek olmasında, yüksek dağıtım kayıp-kaçakları ve yüksek işletme maliyetleri tek neden değildir. Yap-İşlet, Yap-İşlet-Devret, İşletme-Hakkı-Devri şirketlerinden ve mobil santrallerden pahalı elektrik alımı, doğalgaz fiyatlarının yüksek oluşu, yüksek vergi ve fon kesintileri diğer nedenlerdir. Nihai tüketicilere fatura edilen elektrik enerjisinin fiyatı kabaca belirtilecek olursa:

Fiyat= Enerji Üretim Maliyeti + Üretim Kar Marjı + Enerji İletim Maliyeti + İletim Kar Marjı + Dağıtım Kayıp-Kaçak Maliyeti + Dağıtım İşletme Gideri + Dağıtım Kar Marjı + Perakende Satış Hizmet Giderleri + Perakende Satış Kar Marjı + Vergiler + Fonlar + Pay Kesintileri.

Kar marjı kalemleri, sistemde üretimin Elektrik Üretim AŞ (EUAS), iletimin Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ), toptan ticaret Türkiye Elektrik Ticaretin AŞ (TETAŞ) ve dağıtımın TEDAŞ Kamu İktisadi Teşekkülleri (KİT) eliyle yürütülmesi nedeniyle makul seviyelerdedir. Ancak, verimsiz kamu işletmeciliği ve pahalı enerji sözleşmeleri nedeniyle yüksek maliyet kalemleri söz konusudur. Şu ana kadar, gerek elektriğin kalitesinin yetersiz olması ve gerekse TEDAŞ (veya TETAŞ) fiyatlarının aşırı yüksek olması, tüketicileri otoprodüktör ve otoprodüktör grubu gibi uygulamalara yöneltmiştir. Yani, kendi elektrik ihtiyaçlarını karşılamak isteyenler, kendi santrallerini kurmaya başlamışlardır. Ancak, herkesin böyle bir imkanı yoktur. Tablo-1.1’de 1994 ile 2002 yılları arasında bazı ülkelerdeki elektrik fiyatlarından örnekler görülmektedir [4].

Tablo 1.1. Dünya Geneline Elektrik Enejisi Birim Fiyatları

Ülke	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Avusturya	0.072	0.081	0.081	0.081	0.078	0.057	0.038	yok	yok
Belçika	0.067	0.077	0.073	0.062	0.061	0.056	0.048	yok	yok
Brezilya	0.076	0.057	0.054	0.051	0.057	yok	yok	yok	yok
Çin	0.025	0.028	0.032	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Tayvan	0.076	0.076	0.073	0.069	0.058	0.058	0.061	0.056	Yok
Finlandiya	0.050	0.060	0.062	0.052	0.050	0.046	0.039	0.038	0.043
Fransa	0.053	0.060	0.057	0.049	0.047	0.044	0.036	yok	yok
Almanya	0.089	0.100	0.086	0.072	0.067	0.057	0.041	0.044	yok
Yunanistan	0.055	0.062	0.059	0.054	0.050	0.050	0.042	0.043	0.046
Macaristan	0.046	0.045	0.048	0.054	0.056	0.055	0.049	0.051	0.060
Hindistan	0.070	0.068	0.073	0.089	0.082	0.081	0.080	yok	yok
İrlanda	0.061	0.065	0.066	0.063	0.059	0.057	0.049	0.060	0.075
İtalya	0.091	0.093	0.101	0.094	0.095	0.086	0.089	yok	yok
Japonya	0.172	0.185	0.157	0.146	0.128	0.143	yok	yok	yok
Kazakistan	yok	yok	0.021	0.023	0.030	0.018	0.013	0.014	yok
Güney Kore	0.069	0.074	0.074	0.070	0.048	0.056	0.062	0.057	yok
Meksika	0.042	0.027	0.033	0.041	0.038	0.042	0.051	0.053	yok
Hollanda	0.065	0.075	0.072	0.063	0.062	0.061	0.057	0.059	yok
Yeni Zelanda	0.036	0.038	0.044	0.040	0.035	0.030	0.030	0.028	0.033
Polonya	0.035	0.040	0.040	0.036	0.037	0.037	0.037	0.045	0.049
Portekiz	0.112	0.118	0.108	0.094	0.090	0.078	0.067	0.066	0.068
Rusya	0.022	0.031	0.044	0.047	0.028	0.012	0.011	yok	yok
Slovakya	0.045	0.049	0.049	0.049	0.049	0.041	0.042	0.043	yok
Güney Afrika	0.025	0.029	0.023	0.023	0.020	0.017	0.017	0.013	yok
İspanya	0.078	0.076	0.074	0.061	0.057	0.049	0.043	0.041	yok
İsveç	0.036	0.039	0.045	0.034	yok	yok	yok	yok	yok
İsviçre	0.106	0.125	0.120	0.102	0.101	0.090	0.069	0.069	0.073
Tayland	0.066	0.066	0.071	0.059	0.052	0.054	0.057	yok	yok
Türkiye	0.077	0.076	0.086	0.077	0.075	0.079	0.080	0.079	0.094
İngiltere	0.067	0.068	0.065	0.065	0.065	0.064	0.055	0.048	yok
Amerika	0.048	0.047	0.046	0.045	0.045	0.044	0.046	0.050	0.048

yok = veriler mevcut değil

Amerikan Doları (United State Dolar, USD)

Tablo-1.1’de Türkiye için verilen rakamlar incelendiğinde 1994 yılında birim fiyatı 0,077 USD/KWhr olan elektrik 2002 yılında 0,094 USD/KWhr olmuştur. Bu artışın sebebi: kayıp-kaçakların önlenememesi, enerji kaynaklarının verimsiz kullanımı, elektrik enerji açıklarını karşılamak amacıyla yapılan pahalı anlaşmalar ve tüketimin az olduğu durumlarda devlete ait hidroelektrik ve termik santrallerin düşük verimlere alınarak sözleşmeler gereği satın alınmış sabit enerjinin halka arzıdır. Bu etkenlerin hepsi de bir enerji yönetim otomasyonu olmamasından kaynaklanmaktadır. Gelişmiş ülkeler enerjiyi daha ucuz temin ettikleri için Türk sanayisinin dünyadaki rekabet gücü de olumsuz yönde etkilemektedir. Tablo-1.1. iyice analiz edilecek olursa, Türkiye’nin kararlı ve sağlam atılımlar yaparak ülke genelinde komple bir enerji kontrol sistemi oluşturması gereği anlaşılabacaktır.

Türkiye’deki mevcut yapı ve Enerji Piyasası Denetleme Kurulu’nun (EPDK) aldığı kararlar sonucu, piyasadaki otoprodüktör sayısının artması, enerji maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır. Elektrikte üretim maliyetleri santralin kapasitesi arttıkça düşer. Bugün ünite (yani bir turboalternatör grubu) bazında maliyet minimizasyonu sağlamak istenirse, termik santrallerin bir ünitesinin 1000 MW’ın üzerinde olması gerekir. Santral kapasitesinin ise yakıt cinsine de bağlı olarak birkaç bin MW’a ulaşması normaldir. Ülkemizde çok sayıda 150-300 MW kapasitesinde üniteler mevcuttur. TEAŞ santrallerinde ortalama enerji maliyeti bugün aşağı yukarı 3-4 cent/KWhr dolayındadır, hidroelektrik santrallerde ise maliyet 1 cent/KWhr altındadır [3] .

İçinde bulunduğumuz durum itibarı ile en etkili çözüm kaçakların önlenmesi olarak görülmektedir, Türkiye’de kaçaklar incelenecek olursa bunların yapısı ve dağılımı genel bir benzerlik arzeder. Kaçak olarak elektrik kullanmak için, akım trafolarının ayarları ile oynamak veya kaçak hat çekmekten daha farklı yöntemler de vardır. Güney Doğudaki yüksek kaçak oranı toplam kaçağın küçük bir bölümüne tekabül eder. Hırsızlığın büyüğünü büyük sanayi kuruluşlarımız yapmaktadır. Bu kaçağı bir çok kişi bilir ama pek müdahale edilemez. İnsan kaynaklı yönetim ve kontrol sistemlerde bu gibi suistimaller yaşanır. Uzaktan sayaç okuma sistemlerinin en önemli özelliği bu tür kaçakları yakalayabilmesidir. Kaçak kontrol sistemi bölgesel kontrollerle yapılır. Uzaktan okuma sistemi yüksek akım kabiliyetli sayaçlar ile (bu tür sayaçlar akım trafolu, Class 0.5 veya Class 1 yüksek hassasiyetli, çok yüksek akımları ileten özel

sayaçlardır) şebekleri gruplar halinde besler. İlgili dağıtıcı sayaç, belli aralıklarla ilgili gruptaki sayaçların aktif endeks bilgilerini ister. Elde ettiği toplamı verdiği enerji ile kıyaslar ve belli bir oranın üzerinde bir fark oluyorsa bu bilgiyi merkeze ihbar eder. Belli bir oran koyulmasının sebebi, sistemdeki sayaçların ölçüm hassasiyetinden kaynaklanacak ölçüm farklarını gözetmektir. Sayaçların kalibrasyonlarının kontrolü açısından da, sistem son derece etkili bir kontrol sağlar. Grupların kontrolü ile kaçak bölgelerine ulaşmak, kaçak kullanımını önleyecek bir eylemdir. Bu sayede kaçak kullanıcıların tespiti kolaylıkla yapılır. Sayaçlar aynı zamanda üzerlerinde yapılacak oynamalarıda, anında kontrol merkezine ihbar eder. Sistemdeki her sayaç merkez ile doğrudan yada grup dağıtıcı sayaçlar üzerinden haberleşebilir. Eğer sayaçlar elektrik kesme-açma işlemini destekler donanıma sahipse, sorunlu bölgeler ve borcunu ödemeyen abonelerin kesme veya açma işlemleri de kontrol merkezi tarafından gerçekleştirilebilir. Açma-kapama için tahsis edilecek ekip giderleri ve kesme işlemlerinde yaşanan sorunlar böylelikle ortadan kaldırılmış olur.

Ayrıca yangın, doğal afetler gibi kriz durumlarında istenen bölgelerde grup sayaçları veya abone sayaçları kontrol edilebilir. Bütün bir bölgede yapılan genel elektrik kesintileri yerine daha küçük bölgelerde kesintiler yapılması da sistemin avantajları olarak verilebilir.

1.1. Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading, AMR)

1.1.1. Genel Bakış

Son 50 yıl içerisinde insanlık, ihtiyaçlar ve toplumsal istekler noktasında büyük çaplı bir değişime şahit oldu. Enerjinin toplumun yaşam tarzı içerisinde artık bir ihtiyaç haline gelmesi ve politik reformların toplumun sorunlarına gösterdiği ilginin artması ile enerjinin sağlanması da bu değişimden nasibini aldı. Böylelikle enerji ölçüm ve haberleşme sektörü, teknik ve ekonomik olarak varlığını sürdürebilir bir hale gelmiştir. Gelişen teknolojiye paralel olarak, tüketim hizmetlerinin (Elektrik, Su ve Gaz) ücretlendirilmesine referans teşkil eden sayaçların yapısal ve fonksiyonel değişimleri söz konusudur. Bununla birlikte ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların karşılanmasına olanak

tanıyan altyapılar da bu gelişim sürecine katılmıştır. Elektronik alanındaki köklü gelişmeler: (EEPROM'un bulunması, hızlı ve yüksek bit sayısına sahip işlemci ve analog-sayısal çeviricilerin üretilmesi gibi) sayaçların elektromekanik yapısının tamamen elektronik bir yapıya dönüştürmesine neden olmuştur. Her ne kadar su ve gaz sayaçlarında ölçüm üniteleri mekanik olsa da, ölçümün değerlendirme birimleri elektrondur. Bu değişimler aynı zamanda kullanımın değerlendirilmesi ile ilgili pek çok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Teknolojide yenilik olarak bahsedilen şey, abone ile ilgili olan bütün verilerin kolayca toplanıp değerlendirilebilmesidir. Haberleşme sistemi enerjinin dağıtımının daha verimli, daha doğru ve güvenli bir şekilde kontrol edilebilmesini sağlar. Aynı haberleşme sistemi abonenin ticari verilerini taşımak için de kullanılabilir. Henüz bu şekilde abonenin tüm ticari verilerinin taşındığı bir sistem olmasada gelecekte merkezi bir faturalandırma birimi kurularak kişinin tüm ticari işlemlerini bu sistem üzerinden yöneterek, bir çok farklı uygulama ile beraber kullanılabilir.

Elektronik alanındaki gelişmelere ilave olarak çağın ihtiyaçları, sayaçların elektronik bir yapıya kavuşması ile tam anlamıyla olmasa da, bir çözüme kavuşmaktadır. Bu ihtiyaçlardan en önemlisi teknik olmayan kayıpların azaltılmasıdır. Kayıpların azaltılması ile birlikte çok tarifeli sayaçların özendirilmesi, puant dönemi yükün azaltılacağı ve böylelikle puant santrallerinin devreye alınmamasıyla tasarruf sağlanacağı bilinmektedir. Ülkemizde ölçülen en yüksek puant 17.799 MW olup, bu değerin % 7 düşürülebilmesi halinde yaklaşık 1246 puant santralinin yapımına gerek kalmayacak, KW'ı 1200 USD sayıldığında yaklaşık 1,5 Milyar USD'lık yatırım ertelenebilecektir [5].

Gelişmiş ülkelerde, elektrik dağıtım ve satış sektöründe yaşanmakta olan yeniden yapılanma sürecinde ortaya çıkan rekabet koşulları, bu ülkelerdeki dağıtım ve satış şirketlerine teknik olmayan kayıpları çok daha yakından izleme ve bu tür kayıpları en aza indirme zorunluluğu getirmiştir.

Kalkınmakta olan ülkelerde ise önemli boyutlardaki yetersiz üretim kapasitesi, iletim ve dağıtım şebekelerinde dünya standartlarının üzerinde oluşan teknik kayıplar ve bunlara ilave olarak teknik olmayan kayıplar da büyük gelir kaybına neden olmaktadır. Bu

lkelerde de, elektrik dağıtım ve satış sektöründe başlayan yeniden yapılanma süreci kapsamında, teknik olmayan kayıpları en aza indirme çalışmaları öncelik kazanmıştır. Alınacak önlemlerle, bir şekilde tüketiciye yüklenmekte olan teknik olmayan kayıplar azaltılacak ve elektrik birim fiyatlarının artış hızı düşürülebilecektir.

Kullanıcı tarafında ise daha ucuz enerji sağlamak, kayıpları en aza indirmek, çok tarifeli enerji kullanımı, yaklaşım ve yuvarlama yerine hassas tüketim verisi üzerinden ödeme, kolay ödeme, otomatik enerji yönetimi ve ilave servisler (ev bankacılığı, internet servisleri, detaylı tüketim bilgisi) gibi hizmetleri sunmaktadır.

AMR Enerji lm için Referans zellikler (Companion Specification for Energy Metering, COSEM) ile genel yapısı tanımlanmış bir haberleşme sistemidir. Bu sistem ile dünyanın her yerindeki aboneler, üreticiler ve dağıtıcılar birleştirilerek verimli ve etkili bir enerji yönetim sistemi kurulabilir. Bu yolla genel enerji kontrol ve faturalama merkezleri oluşturulabilir.

Türkiye'nin toplam enerji tüketiminde % 40 gibi bir paya sahip olan elektrik enerjisinin tüketimi, hem mevsimler hem de gün içerisinde, farklı zaman dilimlerinde farklı değerlerde gerçekleşmektedir. Elektrik retim tesisi yatırımları, 17:00 – 22:00 saatleri arasındaki en yüksek tüketim değerine sahip zaman dilimine göre planlanmaktadır. Bu saatlerde tesisler tam kapasite, diğer saatlerde ise yarım kapasite ile çalışmaktadır. Eğer bu tüketimin bir kısmı, bu saatlerin dışındaki zamanlara kaydırılabilirse, elektrik konusunda gerçekleştirmesi gereken yatırımlar azalacak ve çok büyük miktarlarda tasarruf sağlayabilecektir [6].

Bu amaçla, farklı saatlerde farklı (indirimli) enerji bedeli uygulanarak elektrik tüketiminin gün içine yayılması teşvik edilmektedir. Gönüllü kullanımın yanı sıra, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 8.12.2001 tarih ve 25254 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği gereği, 8 Aralık 2001 tarihinden itibaren tüm yeni abonelerde elektronik sayaç kullanımı zorunlu kılınmıştır [7]. Gün içerisinde farklı zaman dilimlerindeki tüketimleri kaydedebilen elektronik sayaçlar, çoklu tarife uygulamasını mümkün kılmaktadır. Farklı zaman dilimlerinde kaydedilen tüketimler, her tüketim dilimi için uygulanan tarife bedeli ile çarpılarak aboneye fatura

edilmektedir. Mevcut uygulama ile bir takım iyileştirmeler sağlanmış olsa da köklü bir çözüm sunamamıştır. Fabrika tüketimleri gece saatlerine çekilmek istense de bir çok fabrika üretimde verimlilik, fazla mesai ücretleri veya sipariş gibi sebeplerden dolayı çoklu tarife sistemine geçmek istememişlerdir. Gerçek çözümler sunmak için güncel, gerçek verilere ihtiyaç vardır. İstatistikler veya bir önceki aya ait tüketimler her zaman doğru sonuçlar üretilmesini garanti edemez. Enerji planlamasının verimli olarak yapılabilmesi için AMR bir zorunluluktur.

1.1.2. Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading, AMR) Nedir?

Otomatik sayaç okuma (Automatic Meter Reading, AMR) temel anlamda makinalar arası bir haberleşmedir. Bu sisteme Makinadan-Makinaya (Machine to Machine, M2M) haberleşme denir. AMR, uzaktaki kontrol biriminin sistemi yönetmesini sağlar. Veriler çok hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanıp değerlendirilir. Bu değerlendirme sonucunda kontrol mekanizması işletilir. Sistem, insan hataları ve gecikmelerini önlediği gibi, güvenlik ve gizlilik konusunda insan kaynaklı açıkları kapatır. AMR, M2M uygulamalarından sadece biridir. Üreticiler, dağıtıcılar, bankalar ve son kullanıcıya kadar ulaşan bu ağ, gerçek zamanlı veri işleme ve kontrol sisteminin önemli bir örneğidir. Veri güvenliği, hız, doğruluk ve süreklilik özelliklerini daimi olarak sağlamak zorundadır.

Elektrik, gaz ve su ücretlendirilmesi ve kontrolü için kullanılabilen AMR, müşterilere ait tüketim ve kullanıcı bilgilerinin hepsinin uzaktan kontrol edilmesidir. Enerji dağıtıcı firmalar, enerji üreticileri, tüketiciler, faturalandırma işlemleri, enerji yönetimi ve daha detaylı sistem analizleri için AMR bir geçit noktasıdır [8].

AMR sistemi sayaç okumada veri güvenilirliğini ve hassasiyetini artırır. Çoklu tarife seçenekleri ile daha ucuz enerji kullanımını sağlar ve okuma isteğine anında cevap verir. Sayaç dışarıdan gelecek oynamalara karşı otomatik olarak merkeze bilgi gönderir, ayrıntılı faturalandırma ve hızlı okumanın yanında, yeni servisler ile sistem geliştirilebilir. Kaynakların yönetimi ve kontrolünü sistem kayıplarını inceleyerek, demand değerlerini takip ederek yapabilir. AMR bir bölgeden, genele kadar bulunduğu

coğrafyayı o anın şartlarına göre değerlendirip kontrol edebilir. Enerjinin üretim ve kullanımı arasında, olması gereken dengenin kurulmasını sağlar. Bütün tüketim değerlerini ayrıntılı bir biçimde toplar ve bunları sistem içerisinde değerlendirir.

AMR sistemi maliyetlerin azalmasını ve sistem verimliliğini arttıran bir yapıdır. AMR sisteminin oluşması ile birlikte sayaç ekranları önemsiz bir hale gelmiştir. Çünkü verilerin sayaç memurları tarafından okunması ve değerlendirilmesi olmayacaktır. Sistem bütünüyle bir ölçme ve faturalandırma ağı haline gelmiştir. Günümüzdeki mevcut okumada, okuma periyodu içerisinde meydana gelen tüketimler artık bir problem olmaktan çıkacaktır. Böylece bir haftayı bulan okuma ve faturalandırma süreci ortadan kaldırılmış olur. Ayrıca eski sisteminde bulunmayan özel bilgilendirmeler de kullanılarak, bu verilerin dağıtım hatlarının kontrolünde kullanılması mümkündür.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye'deki enerji kaynaklarının verimli olarak kullanılması, toplumun daha ucuz enerji kullanması, kayıp ve kaçakların etkili bir biçimde takip edilip önlenmesi, enerji iletim ve dağıtım hatlarının sürekli analiz edilmesi amaçlarıyla enerji sayaçlarının uzaktan okunup değerlendirmesini sağlamaktır. Bu amaçla tüketici hareketlerini inceleyerek enerji üretimini koordine etmek, faturalama ve hassas ölçüm yapmak için, veri iletişim hızı yüksek bir haberleşme sistemi olan Genel Paket Radyo Sistemi (General Packet Radio Systems, GPRS) kullanılacaktır.

BÖLÜM 2

AMR SİSTEMİ

2.1. AMR Sisteminin Gelişimi

İlk AMR uygulamalarına, klasik analog elektrik sayaçlarına yerleştirilen bir kod çözücü ve AMR modülü ile gerçekleştirilen Radyo Frekansı (RF) uygulaması örnek gösterilebilir. Bu uygulamada operatör, sayaçların takılı olduğu bölgeyi yürüyerek yada bir araçla dolaşarak, kullandığı RF modülü vasıtası ile bölgedeki sayaçlardan tüketim bilgilerini alıp, bu bilgileri bir bilgisayara aktarır. Bu bilgiler bir modem, telefon hattı yada direk bağlantı yoluyla merkezi faturalandırma birimine gönderilerek işlem tamamlanır. Sistemin okumayı tamamlaması bir gün içinde olmakta ve gözle okuma sistemene göre çok büyük bir hızla gerçekleşmektedir. Bu tür sistemler kolaylık ve hız açısından bir dönüm noktası teşkil etmelerine rağmen, modern AMR sistemlerinin sağladığı faydaları sağlayamamaktadır [9]. Modern AMR sistemleri, sayaçların bir haberleşme sistemi ile direk olarak faturalandırma merkezine bağlandığı sabit bir ağ yapısındadır. Bu yapı sayaçların belli bir zaman periyodunda, aylık, haftalık, günlük, saatlik veya anlık okuma yapılabilmesini sağlamaktadır.

Günümüzde AMR sisteminin gelişimi ile sayaç verileri internet alanlarında yayınlanıp [10] bilgisayar veritabanlarında saklanmaya başlanmıştır. Bu sayede posta ve kırtasiye masrafı olmadan isteyen kullanıcı, ilgili web sitesinden faturasına ulaşabilmektedir. Yine dağıtım için son derece önemli olan iletim hatlarındaki kayıplar ve anlık demand bilgileri de sistem sayesinde rahatlıkla elde edilebilmektedir. AMR sistemi, enerjinin kontrollü olarak üretilmesi ve dağıtılması gereğinden ortaya çıkmıştır.

2.2. Mevcut AMR Çözümleri

AMR sisteminlerinde belli başlı üç haberleşme modeli kullanılır. Bunlar: güç hattı taşıyıcı haberleşmesi (Power Line Carrier Communication, PLCC), yerel telefon ağı ve kablosuz haberleşme teknikleridir.

2.2.1. Türk Telekom AŞ Abone Santrallerinin Uzaktan Okunması

Türkiye’de mevcut AMR sistemlerine örnek olarak Türk Telekom AŞ’nin kırsal santrallerine erişim için kullandığı metod verilebilir. Santraller, merkezler, mahalleler, ilçeler, beldeler, mezralar, köyler ve kırsallar olarak sıralanabilir. Son yıllarda merkez ve civarında, abone sayılarının fazla olması, çok fazla konuşma ve veri trafiği olması, kaliteli ve kesintisiz bir iletişim ihtiyacı olması sebepleriyle bu bölgelerdeki santraller yenilenmiştir. Fakat kırsalda abone sayısının az olması, genelde sadece konuşma verisi taşınması ve bu santrallerin işletme, bakım giderlerinin, gelirden daha fazla olması bu santrallere yatırım yapılmasını engellemiştir. Kırsal santrallerden aylık abone bilgisini almak için bir ekip tahsis edilir, ekibin maliyeti ilgili santralin gelirinden fazladır. Ekip maliyetlerini ortadan kaldırmak amacı ile kırsallara uzaktan kontrol için modemler bağlanmıştır. Bu sistem ile ilgili santralden abone bilgisi daha hızlı, daha hatasız, hem de hiçbir işletme maliyeti olmadan alınabilmektedir. Bu sistem ile aynı zamanda abone hat açma ve kapama maliyetleri de ortadan kaldırılır.

2.2.2. Araç Uygulamaları (Taksiler, Kamyonlar, Otobüsler ve diğerleri)

Araç uygulamalarında Elektronik Para Transferi Satış Noktası (Electronic Funds Transfer Point of Sale, EFTPOS) uygulamaları ciddi bir potansiyel niteliğindedir. Sistem henüz sınırlı deneme ve uygulamalarda kullanılmaktadır. Mesela taksilerdeki kullanım, GPRS teknolojisinin etkin ve yaygın olarak kullanılabileceği bir ortam oluşturmaktadır. Türkiye’deki mevcut araç potansiyeli Tablo-2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. İllere göre araç dağılımı.

İl	İstanbul	Ankara	Antalya	Konya	Diğer	Toplam
# Taksi	18,000	10,000	8,000	5,500	70,000	111,500

Bu konuda bir diğer alan ise kamyon ve tırların uzaktan izlenmesi ve takip uygulamalarıdır. Özellikle, Avrupa'daki en büyük kamyon filosunun Türkiye'ye ait olduğu gözönüne alındığında, uydu üzerinden yapılan sınırlı uygulamaların daha da ekonomikleştirilerek yaygınlaştırılabileceği düşünülmektedir. Emniyet Genel Müdürlüğü'nün telsiz ve mobil uygulamalara yönelik ilgisi ve araştırmaları uzunca bir süredir devam etmektedir.

Kimlik bilgileri ve benzeri kısa bilgi sorgulamaları türündeki uygulamalar ile ilgilenen EGM'nin, dünyada hızla yaygınlaşan konum bilgileri türündeki uygulamalara ilgi duyması beklenmektedir. Bu amaçla donatılacak araç sayısı 5.000 civarındadır [11].

Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Türkiye'nin ilk mobil e-devlet uygulaması niteliği taşıyan, GPRS ve GPS teknolojisi kullanılması ile gerçekleştirilen trafik ekiplerinin Tablet PC'ler vasıtasıyla araç ve şahıs sorgulamaları yapabilmelerine imkan tanıyan en kapsamlı e-devlet projesini tamamlanmıştır. Turkcell'in GPRS altyapısı kullanılarak Siemens Business Services (SBS) Türkiye tarafından gerçekleştirilen Trafik Bilgi Sistemi Projesi 10 Haziran 2003 tarihinde uygulamaya konulmuştur [12]. Trafik Bilgi Sistemi ile:

- Cezaların denetim yapılan otoyolda, çevrimiçi olarak işlenmesi,
- Sürücü belgesi, araç tescil, şahıs ve ceza puanı veritabanlarının anında ve olay yerinde sorgulanabilmesi,
- Ekiplerin çalışmakta oldukları bölgenin, merkezdeki Türkiye haritası üzerinden izlenebilmesi,
- Kaza bilgilerinin, bölgesinin koordinatları ile işlenmesi,
- İstatistik sistemi sayesinde çok kısa sürede kaza istatistikleri oluşturulabilmesi ve hatta internetten kamuya yayınlanması gibi işlemlerin tek bir merkezden yönetimi ile araçlar ve sürücülerin çok daha etkin olarak denetlenmesi amaçlanmaktadır.

2.2.3. Diğer Uygulamalar

- Australian Capital Territory Department of Urban Services 2002,
- Konica Australia,
- Singapore Police Force,
- Spain On-Line Parking,
- VIP Parking in Croatia,
- GPRS Based Bus Protect in New Zealand,
- Real Time Picture of Road Rally in New Zealand,
- Sporting Edge London,
- Virtual Pet United Kingdom,

ve daha bir çok uygulama GPRS sistemi kullanılarak dünyanın bir çok yerinde gerçekleştirilmektedir [13].

2.3. Kullanılacak AMR Modelinin Seçilmesi

Ticari ve verimlilik avantajlarına rağmen AMR, büyük bir alt yapı maliyeti, teknik bilgi ve çaba gerektirmektedir. Sistemin uyumlu, hatasız, uzun ömürlü ve gelişen teknolojilere ayak uydurabilecek şekilde tasarlanması gerekir. Sistem bileşenlerinin sayısı fazla olduğu için bu bileşenlerin de birbirleri ile uyumlu çalışması çok önemlidir. AMR sistemi içerisinde, değişik birçok teknik ile oluşturulmuş ağların da birleştirilmesi gerekir. Bölgenin coğrafi durumu kullanılacak AMR tekniğini belirler. Şehir ve kırsaldaki abonelerin bilgilerine ulaşım farklı tekniklerle yapılmaktadır. Halihazırda kullanılan AMR sistemleri, oluşturulan yeni ağda izlenebilmelidir. Bu problemlerin üstesinden gelmek, ciddi yatırım maliyetleri gerektirir. Mevcut donanımın daha verimli ve hızlı olarak kullanılmasından dolayı GPRS veri iletişimini daha ucuz hale getirmiştir. İleride 3. nesil teknolojiler ile veri alış verişi hızının daha da artacağı ve haberleşmenin daha da ekonomik bir hale geleceği tahmin edilmektedir.

AMR sistemi üç temel kritere göre seçilmelidir. Bunlar: Enerji Sevis Sağlayıcısı (Energy Seviles Provider, ESP) servis coğrafyası, kurulum ve işletme maliyetleri ve gelecek ihtiyaçlarıdır. Bunlardan en önemli etken servis coğrafyasıdır. Çünkü bütün coğrafyaya uygun bir haberleşme tekniği bulmak mümkün değildir. Örneğin kablosuz sabit ağlar, şehir merkezleri için çok uygundur, fakat merkezden uzaklaştıkça bu haberleşme sisteminde sorunlar yaşanabilir. Uzak mesafelerde telefon şebekesi iyi bir çözüm olabilir. Eğer telefon şebekesi olmayan bölgeler varsa bu bölgeler için de PLCC iyi bir çözümdür.

AMR sisteminde veri güvenliği çok önemlidir. Bu yüzden kullanılan teknik son derece önemlidir. Bugün kullanılan teknolojiler içerisinde GPRS uygulamaları güvenlik açısından gayet kullanışlıdır. İleride AMR sistemine ilave edilmiş ek servislerinde devreye alınacağı düşünülürse, kişisel veya kurumsal bilgilerinde aynı haberleşme kanalında gezinmesi, şirket ve şahıslar için son derece önemli güvenlik gereksinimleri ortaya çıkacaktır. Ekonomik boyutundan dolayı bilgi en değerli nesnedir. Bilgi doğru, verimli ve güvenli şekilde kullanıldığı sürece değerlidir.

2.3.1. Mevcut AMR Sistemleri ve Özellikleri

AMR toplum çevrelerinin işbirliği ile hayata geçirilecek bir projedir ve ciddi maliyetler gerektirir. Bu maliyetleri minimuma indirmek için en önemli etken hangi AMR modelinin kullanılacağıdır. AMR, haberleşmeyi mümkün kılan bütün sistemler üzerinden yapılabilir. Mevcut AMR sistemleri PLCC, RF, Telefon Hatları, GSM ve GPRS ile gerçekleştirilebilmektedir.

2.3.1.1. PLCC Sistemi

PLCC sistemi, enerji iletim hataları üzerinden, modüle edilmiş bilginin yüksek frekanslarda taşınması prensibine dayanır. Düşük frekanslı iletim hatlarında taşınan bu yüksek frekanslı veri, krampötörlerden santrallere ulaştırılır. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da bir çok yerde uygulanmış bir modeldir. İlk bakışta mevcut iletim hatlarını kullanarak haberleştiği için, PLCC sisteminin kullanılması gayet mantıklı gelmektedir.

Çünkü bu hatlar mevcut bütün abonelere kadar ulaşmaktadır. Böylece mevcut iletim hatlarından bir haberleşme kanalı meydana getirilmiş olur. PLCC sistemi kullanışlı bir çözüm olmasına rağmen, sahada yaşanan sıkıntılar ve maliyetler bu sistemi avantajlı olmaktan çıkarmıştır.

Üretim merkezlerinde üretilen elektrik enerjisini dağıtım merkezlerine ve sonrasında kullanıcılara güvenli bir şekilde ulaştırmak için enerji iletim hatları ve elektrik dağıtım hatları kullanılır. Enerji iletiminde güvenlik ve sürekliliği sağlamak için, haberleşme frekansları 20-200 kHz arasında olan iletişim sistemleri kullanılır. Bu sistemlere Enerji İletim Hattı Taşıyıcı Haberleşme (PLCC ya da Kuranportör) sistemleri denir. Bu cihazlar “Taşıyıcı” adını, her türlü bilgi ve ses işaretini RF’li işaret üzerine bindirerek ilgili yerlere taşıdıklarından alırlar [14]. Bir takım dezavantajları yanında, enerji hatlarının her eve ulaşması ve yeni bir iletişim altyapısı gerektirmemesi, bu ortamda iletişim sağlanması konusunu uzun yıllar boyunca araştırmacıların ilgi odağı haline getirmiştir. Enerji iletim hatları düzgün altyapısıyla, ev-bina sınırlarını aşmış evdeki prizlere kadar ulaşan geniş bir yelpazedir [15].

Enerji iletim hatlarında iletim ortamını, sinyal zayıflaması ve gürültü etkenleri karakterize eder. Enerji iletim hatları üzerindeki belli başlı gürültüler: darbe gürültüsü (Impulse Noise), arka plan gürültüsü (Background Noise), darbandlı gürültü (Narrowband Noise) ve harmonik gürültüsüdür (Harmonic Noise). İletişim kalitesini en çok etkileyen faktörler sırasıyla arka plan gürültüsü ve darbe gürültüsü olarak kabul edilmektedir [16].

Literatürde bu gürültülerin modellenmesinde değişik yaklaşımlar kullanılmıştır. A sınıfı gürültü, David Middleton tarafından ölçümlere dayalı olarak ortaya koyulan ve “vuru+gaussian gürültü” için kullanılan bir modeldir [17]. A sınıfı gürültü, enerji iletim hatlarında gözlenen darbeli gürültü için kullanılabilir. Enerji iletim hatlarında gözlemlenen ve hat performansını etkileyen gürültüler Gaussian arka-plan gürültüsü (Gaussian) ve vuru gürültüsüdür. Dolayısıyla A sınıfı gürültü bu iki gürültünün bileşimini içermektedir. Bu yaklaşımın yanı sıra darbe gürültüsünün modellenmesi için ayrıca vuru gürültüsü (Shot Noise) kullanılabilir.

Darbe gürültüsü genlikten ve darbeler arası süreden etkilenir. Genel olarak bu büyüklükler modülasyon ve kodlama tekniklerine duyarlıdır [18].

PLCC sistemi, havai iletim hatlarında çok büyük haberleşme problemleri yaşar. Havada maruz kaldıkları elektromanyetik alanlardan dolayı bilgide gürültünün bozucu etkisi görülür. Havai hatlar, yeraltı elektrik dağıtım şebekeleri kurularak bu gürültüden izole edilebilir. Çünkü yeraltı iletim hatları hem daha az elektromanyetik alana maruz kalır, hem de galvanizli kablolar kullanılır. PLCC sistemi gürültüsüz beyaz kanallara ihtiyaç duyulmasına rağmen, ülkemiz iletim hatlarının gürültülü olması, bu sistemi dezavantajlı duruma sokar. Enerji hatlarındaki gürültünün bir diğer sebebi de çarpık şehirleşme ve plansız-projesiz elektrik iç tesisatlarıdır.

İtalya'da tüm ülkeyi kapsayan çok büyük bir PLCC sistemi oluşum aşamasındadır [19]. İtalya ve diğer Avrupa ülkeleri temiz enerji hatlarına sahip oldukları gibi, bu ülkelerde şebekeye gürültü vermeyen cihazların (TS-EN 61036 gereği Radiated Emission) kullanımı zorunludur. Ülkemizde ise şebekeyi kirleten bir çok cihaz halihazırda kullanılmaktadır.

PLCC sistemi her bir trafo merkezi çıkışında ve her bir dağıtım bölgesinde bir santral gerektirir. Yani telefon şebekesinin kontrolü için tahsis edilmiş sistemlerin bir benzerinin oluşturulması gerekir. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı sistemin ilk kurulum bedelinin yüksek olması, işletme ve bakım maliyetlerinin büyük olmasıdır. Avantajlarını aşan dezavantajları yüzünden Türkiye şartlarına uygun bir yöntem değildir. Bu sistem ev içi uygulamalar: anten, internet, dış kapı diyafon ve görüntü gibi bilginin mevcut elektrik şebekesi üzerinden taşınması amacıyla kullanılabilir. Ses ve görüntü gibi gürültüden daha az etkilenen medya uygulamaları bu kanallar üzerinden yayınlanabilir. Fakat veri güvenliği söz konusu olduğunda sistem problemlidir.

2.3.1.2. RF Modeli

RF, ilk AMR uygulamalarında kullanılan bir modeldir. Aboneleri gezen sayaç okuma memurları, daha sonraları ise araç uygulamaları şeklinde kullanılmaya başlandı. RF kullanılan modüller yoluyla yapılan tasarımlarda, özellikle gürültüden etkilenme ve kararlılığın korunamaması şeklinde problemlerle karşılaşilmektedir. Tek bir noktadan tüm sayaçlara ulaşım için bir merkez kurulması durumunda veri trafiğinin taşınabileceği bir şebeke oluşturulması problemleri olmakla birlikte, gezici araçlar kullanılarak tasarlanan sistemler kullanıldığında On-Line kontrol isteğinden uzaklaşılması söz konusu olmaktadır. Gezici araçlar ile sadece okumanın yapıldığı sistemler için uygun bir modeldir [20]. RF, günümüz kablosuz veri haberleşmelerinin temelini oluşturmuştur. Son yıllarda dünya genelinde giderek yaygınlaşan AMR uygulamaları, Dr. Howard Scott tarafından detaylı olarak incelenmiş ve "Scott Report" adı altında yayınlanmıştır [21]. 2002 yılında yayınlanan bu rapora göre:

- Dünya genelinde AMR özelliğine sahip 45,8 milyon sayaç kullanılmaktadır.
- Toplam 5,458 adet AMR projesi hayata geçirilmiştir.
- 45,8 milyon sayacın %77'si RF teknoloji tabanlı AMR metodunu tercih etmiştir.
- Mevcut AMR özelliği olan sayaçların büyük çoğunluğu (% 92,7) Kuzey Amerika'da bulunmakta olup, AMR uygulamaları Uzak Doğu ülkelerinde de hızla yaygınlaşmaktadır.

Bu rapordan da anlaşılacağı üzere günümüzde en fazla kullanılan AMR tekniği RF'dir. Fakat teknolojinin gelişimi ve kablosuz haberleşmede IP tabanlı çözümlerin oluşması, daha fazla okuma yapma gerekliliği, RF çözümleri yerine GPRS çözümlerine geçmeyi gerektirmiştir. RF sistemde belli bir mesafeden ölçüm yapılabilir. Mesafe problemlerini aşmak daha fazla okuma istasyonu tahsisi ile mümkündür. Bu da ciddi bir maliyet çıkarır.

2.3.1.3. Telefon Hattı Haberleşmesi Sistemi

Telefon hatları üzerinden haberleşen sistemlerde, her bir sayaca veya sayaç grubuna bağlı bulunan bir telefon hattına ihtiyaç duyulmaktadır. Telefon hattı sayaç haberleşmesi, bazı PLCC ve RF uygulamalarında da ara geçit elemanı olarak kullanılmıştır. Telefon hattı haberleşmesi mevcut telefon şebekesinin sayaçlar tarafından kullanılması anlamına gelir. Bu ise telefon santrallerinin kapasitelerinin arttırmasını gerektirir.

Bu sistemlerde veri güvenliği çok yüksektir. Bunun yanında bilginin bir telefon hattı vasıtası ile taşınması veri iletişimini müdahalelere karşı savunmasız hale getirir. Sayaçlar her bölgede yer alan merkezlere kablolar ile taşındığından, kötü niyetli kişiler tarafından kabloları zarar verilerek sistemin çalışması engellenmekte ve bu tür müdahaleler sistemin tercih edilebilirliğini kötü yönde etkilemektedir.

2.3.1.4. GSM Sistemi

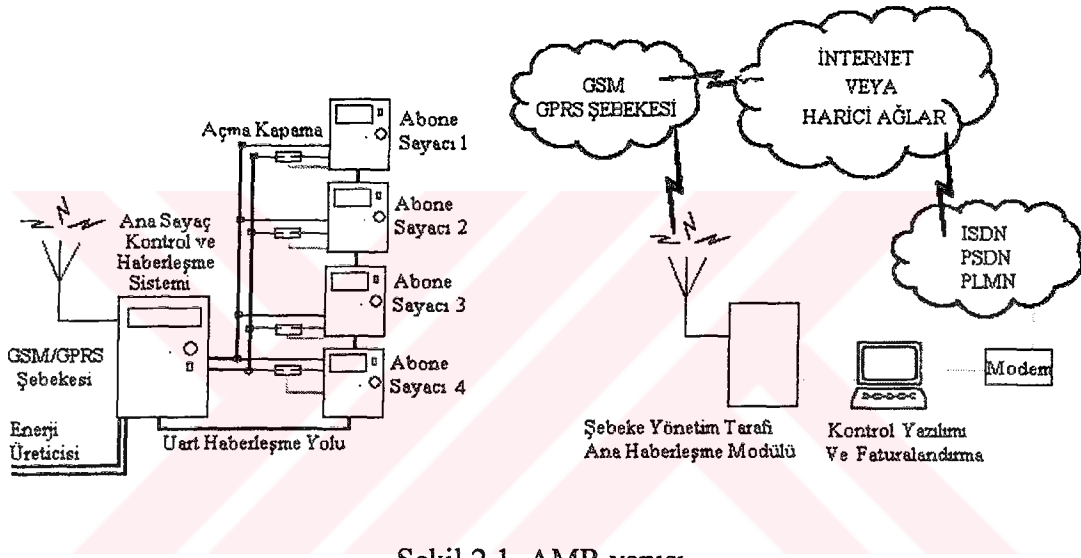
GSM, telefon hattı sayaç haberleşmesine benzer bir sistemdir ve günümüz GPRS veri iletişiminin temellerini oluşturmuştur. Bu sistemin kablolu telefon hattı haberleşmeciliğine tercih edilmesinin sebebi, her abone için ekstra bir fiziki hat ve abonelik için sabit kanal tahsisi gerektirmemesidir. GSM aboneleri mevcut trafik akışına göre GSM şebekesinden kanal tahsisi yaparlar. Şebekenin o anki durumu ve kullanıcı sayısı ile ilişkili olarak kanallar kullanılır. Böylece ekstra bir santral kurulumu yerine kanalların kontrolü ile trafiğin az olduğu zaman dilimlerinde okuma gerçekleştirilebilir. Ayrıca hat önceliği de şebeke tarafından kontrol edilebildiği için hatlarda tıkanma meydana gelmeden okuma işlemi sorunsuz bir şekilde yapılabilir. GSM sisteminin yapısı gereği GPRS'e göre bazı dezavantajları vardır, bunlar: GSM sisteminde okuma yapmak için kanala bağlanma ve kopma sürelerinin uzun olması, veri ücretlendirmesinin GPRS'den pahalı olması (GSM 1Kbyte 4.800TL, GPRS de bu 1.200TL'dir (Aria)) ve veri aktarım hızının GPRS'e göre düşük olması (GSM 9.6 kbps, GPRS 150 kbps) GPRS radyo kanallarını GSM'e göre daha verimli kullandığından, GPRS sayaç okumada tercih edilir.

2.3.2. Önerilen AMR Sisteminin İncelenmesi

2.3.2.1. AMR Sisteminin Yapısı

Bir AMR sistemi Şekil-2.1.'den de görüleceği gibi üç temel bloktan oluşur [9]:

- Elektronik sayaç,
- İletişim altyapısı,
- Ana kontrol merkezi.



Şekil 2.1. AMR yapısı

Şekil-2.1.'de görüldüğü gibi sistem GSM/GPRS şebekesi ile mümkün olan bütün haberleşme kanallarından izlenebilir, abone bilgileri internete taşınabilir. Kullanılan GSM/GPRS modülleri TCP/IP protokolünü desteklemektedir. Şebeke yönetim tarafı haberleşme ünitesi, gerek kurumsal bir ağ ile gerekse internet yoluyla abone bilgilerine ulaşabilir. Abone tarafında ise, ister bu çalışmada ortaya konulacak olan gruplar halinde, isterse her bir abone bağımsız olarak haberleşme yapabilir.

Bu üç yapının birbiri ile uyumlu olarak çalışabilecek şekilde seçilmesi büyük önem taşır. Bu noktada cihaz üreticileri ve tedarikçilerini seçerken dikkatli olmak gerekir. Çünkü işler bir sistemi ayakta tutmak, geniş bir servis ağı ve anında müdahale gerektirir. Sistemin birlikte işlerliği çok önemlidir, çünkü sistemdeki her hangibir cihaz ile haberleşilirken bu cihazın hangi firma tarafından üretildiği önemli değildir. Ana

kontrol merkezi (Main Control Unit, MCU), AMR sistemi içerisindeki bir sayacı okurken Temel Uygulama Dilini (Common Application Language, CAL) kullanır [22].

Birlikte işlerlik prensibi ile çalışan sistemlere açık sistem (Open System) adı verilir. Üretici firmalar açık sistem standartlarına “birlikte işlerlik” adını verirler. Örneğin sayaç üretici firmalar, ürettikleri sayaçların, aynı sistem içerisinde farklı sayaçlar ile birlikte problemsiz bir şekilde haberleşmesini sağlarlar. Bu gerekliliğe Erişime Açık Ölçme (Open Access Metering) adı verilir [22].

Erişime açık ölçüm standardı, kullanıcının Enerji Servis Sağlayıcısını (Energy Service Provider, ESP) değiştirdiğinde, sayacını değiştirmesine gerek kalmadan mevcut AMR sistemi içerisinde halen işlerliğini kaybetmeden, sorunsuz bir şekilde hizmet almasını sağlar. Bunu mümkün kılmanın yolu erişime açık ölçüm standardı ile mümkündür. Eski enerji servis sağlayıcısı, bu abonenin ölçümünü halen yapar ama kullanıcının sayacı sadece yeni ESP ile bağlantı kurar. Sistem bir ölçme Geniş Alan Ağı oluşturur (Wide Area Network, WAN). Sistem Uluslararası Standartlar Ofisi (International Organization for Standardization, ISO) Open System Interconnect standardı referans alınarak tasarlanır [22].

2.3.2.2. GPRS'in AMR Sistemindeki Avantajları

Günümüz Türkiye'si göz önüne alınacak olursa şehir merkezleri ve civarı tümüyle, kırsal bölgelerin de neredeyse tamamı GSM operatörleri tarafından kapsama alanına alınmıştır. Ayrıca Türkiye'de GSM operatörlerinin tamamı GPRS sistemini desteklemektedir. Hem kapsama alanındaki bu geniş coğrafya, hem aktarılan veri üzerinden ücretlendirme, hem de veri güvenliği açısından komple bir çözüm niteliği taşıyan GPRS, tek başına bir AMR sistemini oluşturabilecek haberleşme altyapısına sahiptir. Ayrıca GPRS haberleşme sistemi diğer avantajları yüzünden de bu gün en etkili AMR çözümü olarak görülmektedir. Bu avantajlar:

- GPRS aktarılan veri miktarı üzerinden faturalandırılır, sayaçlardan aktarılan veri sayaç başına 200byte civarındadır. Bu da çok ucuz bir okuma maliyeti sağlamak açısından önemlidir.

- Belli bir zamanda yapılan ölçüm, paket data transferi ile bir tıkanma olmadan sorunsuz olarak yapılabilir. Paketlerin güvenliği TCP protokolü ile garanti altına alınmıştır.
- Şehrin çirkin görünümü ve kablo karmaşası gibi faktörler, GPRS kablosuz haberleşme sistemi ile aşılr.
- İşletme giderleri açısından kablosuz bir veri şebekesi kurmak daha mantıklıdır. Böyle bir şebekenin işletme ve bakım maliyetleri düşük olduğu gibi kolaydır da.
- En önemli tercih seplerinden biri de ilk yatırım ve sistem kurulum maliyetinin olmayışıdır. Mevcut GSM operatörleri ile yapılan anlaşmalarla bu kablosuz şebekelerden erişim hizmeti almak mümkündür.
- Ayrıca Türkiye’de meydana gelen depremlerden edinilen tecrübeler sonucunda, mevcut kablolu haberleşme sistemlerinin nasıl iflas ettiği görülmüştür. Deprem sonrası iletişim hizmetleri GSM operatörleri tarafından sağlanmıştır. GPRS sistemi bu açıdan da ileride ev, ofis uygulamaları ve afet yönetimi için de kullanılabilecek bir altyapıyı sunabilmektedir. Avrupa Topluluğu’nun kablosuz, ses dışı veri iletişim hizmetlerini kullanımı ile Türkiye’nin kablosuz ses dışı veri iletişim hizmetlerini kullanım oranları incelendiğinde Türkiye’nin bu konuda çok geri olduğu görülmektedir.

2.3.2.3. GPRS’in Veri İletim Hızı Ve İletişim Giderleri

GSM tabanlı bir sisteminde aynı anda 120 kanaldan 8 zaman dilimi için yapılan okumada $120 \times 8 = 960$ abone bilgisine saniyeler mertebesinde ulaşılabilir, GPRS sisteminde hattın o anki trafiği göz önüne alınmazsa teoride $150\text{kbps} / 9,6\text{kbps} = 16$ kat daha hızlı veri alış verişi ile $16 \times 960 = 15.360$ abonenin bilgisine ulaşılabilir. Bunun anlamı gerçek zamanlı anlık enerji tüketiminin faturalandırılmasıdır. Böylece uzun süren okuma periyodu, tamamen ortadan kaldırılmış olur.

Ayrıca sayaç okuma memurları ile yapılan okumadaki maliyetler düşünülecek olursa, bir sayacın okuma maliyeti Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ için 127.564 TL/Ay [23]. Bu maliyetin içerisine kırtasiye masrafları dahil edilmemiştir. GPRS sistemi ile yapılan bir okuma hesaplanacak olursa, bir sayacın ortalama 200byte’lık bir veri alışverişi

yaptığını düşünölsün. Aria için 1Kbyte veri 1.200 TL'dir yani bir sayacın okunma bedeli artık $1\text{Kbyte}/200\text{byte}=5$ yani $1.200\text{TL}/5=240\text{TL}$ 'dir. Bu farkın anlamı $127.560\text{TL}/240\text{TL}=531,5$ kat daha ucuz okumadır. Ayrıca GSM/GPRS operatörlerinin kurumsal abonelik hizmetleri ile bu maliyetler daha da düşük değörlere çekilebilir 50 Mbyte ve üstündeki veri trafiğı için Turkcell, kurumsal abonelerinden 1 kbyte veri için 200 TL almaktadır. Bu durumunda abone başı okuma maliyeti Turkcell için $1 \text{ abone } 200\text{TL}/5 = 40 \text{ TL}$ olmaktadır. Bu da Kayseri Cıvarı Elektrik TAŞ şirketinin, hali hazırda kullandığı okuma yöntemi için ödediğı bedelle, ayda $127.560\text{TL}/40\text{TL}=3.189$ kez ölçüm yapabilmesi anlamına gelir. Burada yapılan hesaplamalar mevcut sistemdeki gibi bir dönemde tek bir okuma yapılması durumunda geçerlidir.

Bununla birlikte okuma ve tahsilat süresini kısaltması durumunda elde edilecek gelir de kabaca hesaplanacak olursa; 2003 yılında Kayseri Cıvarı Elektrik TAŞ 1.487.617.026 kW enerji satmıştır. Bu ise aylık ortalama 123.968.085 kW enerji anlamına gelir. 2003 yılında elde edile net satış geliri 167.459.596.545.765 TL aylık ortalaması ise 13.954.966.378.813 TL'dir. 14 Trilyon TL'nin her ay 8 gün erken alındığı kabul edilecek olursa. 10.07.2003 tarihinde 500 Milyar 1 Trilyon arası 7 günlük repo oranı Ziraat Bankası için 32'dir. Bu değerin 14 trilyon için 35 olacağı düşünölsün, aylık yaklaşık 75.000.000.000 TL gelir elde edilecektir. Repo oranları müşteri banka arasındaki anlaşmalara bağılı olarak yapıldığından, 35 olarak kabul edilen repo değeri daha yüksek değörlere çekilebilir.

2.4. Elektronik Sayaçlarının AMR Uyumlu Hale Getirilmesi

Bilindiğı gibi mevcut elektrik sayaçları, tüketim bilgilerini ölçmek ve saklamak amacı ile üretilmekte. Mevcut sayaçlar, mekanik ve elektronik sayaçlardır ve bu sayaçların hiç biri AMR için hazırlanmamıştır. AMR sistemi mevcut mekanik ve elektronik sayaçlarda değışiklikler gerektirir. Mekanik sayaçlarda yapılacak değışiklikler yerine yeni bir sayaç almak daha mantıklıdır, çünkü bu sayaçların ölçüm sistemlerini sayısal bir forma sokmak nerdeyse bir sayaç maliyeti daha gerektirir. Ayrıca bu çözüm her marka mekanik sayaç için ayrı tasarım anlamına gelir. Çok tarifeli elektrik sisteminin gelmesi ile, mevcut sayaçların bir kısmı çok tarifeli elektronik sayaçlar ile değıştirilmiştir. Mevcut çok tarifeli elektrik sayaçları AMR sistemine geçişte kullanılabilir. Bu

sayaçlardan alınan veri, birim dışında başka bir sistem tarafından değerlendirilip kaydedilebilir. Fakat bu değişiklik de ciddi bir maliyet gerektirecektir. Çünkü bir sayaçtan alınan verinin dışarıda başka bir modülde değerlendirilmesi, dış modül için Gerçek Zaman Saati (Real Time Clock, RTC) birimi, hafıza birimi, işlemci birimi, yapılacak oynamaları algılaması için bir kontrol birimi, güç kaynağı birimi, elektrik kesildiğinde çalışmasını sürdürebilmesi için harici pil birimi, bir muhafaza kasa ve kalıp masrafı gerektirir. Eklenen bu yeni harici birim elektrik tüketimini de arttıracaktır. Mevcut elektrik sayaçları şebekeden bir miktar enerji tüketirler, bu tüketim yeni eklenen birim ile artırılmış olacaktır. Bu gibi sebeplerden dolayı AMR için üretilmiş sayaçlar tercih edilmelidir.

Özellikle elektronik elektrik sayaçları ölçüm teknolojisi yönüyle birkaç çeşit olmasına karşın uygulama yönüyle çok çeşitlidir. Bunlardan en yaygın olanları:

- Akıllı Kartlı Sayaçlar
- Tuşlu (Keypad)'li Sayaçlar,
- Optik Vericili Sayaçlar,
- Alçak Gerilim Hattı (PLCC) Üzerinden Haberleşen Sayaçlar,
- Email Sayaçlar,
- Telefon Hatlı Sayaçlar,
- GSM Hattı Üzerinden Haberleşen Sayaçlar,
- Radyo Dalgaları ile Haberleşen Sayaçlar,
- Bilgisayar Arayüzlü (RS232 gibi) Sayaçlar.

2.5. AMR Sisteminin Avantajları

Abone ihtiyaçlarının karşılanması ve enerji yönetiminin doğru olarak yapılabilmesi için haberleşme kanalındaki verilerin doğru olarak işlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. AMR sistemi son kullanıcı, üreticiler ve dağıtıcılar arasında bir köprüdür. Sistem gerçek zamanlı uygulamalar, ile daha işler hale getirilir. Bu ağ aynı zamanda yük ve tüketim tahminlerinin yapılması, kaçakların kontrol altına alınması ve hepsinden önemlisi, üreticiler ile elektrik dağıtım şirketleri arasındaki antlaşmaların yapılması noktasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bir AMR sisteminin başlıca özellikleri [9]:

- Tüketimlerin okunması kWh, kVAh,
- Hızlı okuma,
- Sayaç üzerinde oynama yapıldığında ihbar,
- Çok tarifeli kullanım,
- Demand raporu kW, kVA,
- Yük tanımlaması / aralıklarla okuma,
- Uzaktan bağlanma ve kopma,
- Tüketim izleme,

olarak sıralanabilir.

AMR'ın faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- AMR sistemi Türkiye'deki devlet enerji kaynakları olan hidroelektrik ve termik santrallerden üretilen ucuz enerjinin, tam kapasite kullanımını sağlar. Bunu enerjinin arz ve talep dengesini kurmak yoluyla sağlar. Türkiye bilindiği üzere belli antlaşmalar dahilinde enerji satın almaktadır. Tahmini enerji açıklarına göre yapılan bu satın almalar, şu anki enerji açıklarının üzerinde olduğu için devlete ait ucuz enerji kaynakları, şebekede ihtiyaç fazlası enerji olduğu için boşa alınmaktadır. Bu da enerji kaynaklarının verimsiz kullanılmasına sebep olmaktadır. AMR sistemi satın almalarda etkin bir rol oynayacak ve Türkiye'de rekabetçi bir enerji pazarı oluşturarak son kullanıcılara daha ucuz enerji sağlayacaktır.
- Çok tarifeli sistemi kullanarak, anlık demand miktarlarını düşürür böylece daha ucuz enerji kullanımını sağlar.
- AMR sistemi okuma maliyetlerini de düşürür.
- Normalde 8 gün süren sayaç okuma zamanını (Kayseri Civarı Elektrik AŞ, 232.222 abonesinin verilerini toplamak için 31 okuma memuru kullanır ve 8 günde bu abonelerinin verilerini faturalandırır) saatler mertebesine düşürerek faturalandırır. Bu da 8 günlük erken tahsilat ve gerçek zamanlı tüketim verisi elde etmek anlamına gelir. Dağıtım şirketleri için 8 gün erken dönen para önemli bir kazanç niteliği taşır.

- Hassas ölçüm verileri ile işletme verimini en üst seviyelere çıkarır.
- Kayıp ve kaçağı azaltarak sistem performansını artırır bu da kullanıcıya ucuz enerji olarak geri döner.
- AMR sistemi müşteri memnuniyetini sağlar. Müşteri davranışlarını inceleyerek, ihtiyaçları karşılayacak en uygun çözümleri üretebilir.
- Sayaçlara yapılabilecek yasa dışı müdahaleleri en aza indirger.
- Sağlıklı veri tabanlarının oluşturulabilmesiyle, tüketimin periyodik bir şekilde bireysel ve tümcel olarak izlenebilmesi ve ileriye dönük planların sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi.
- Sayaç okuma ve faturalandırma işlemlerinde hataların ortadan kaldırılması ile zaman ve personel tasarrufu sağlanması.
- Yasa dışı kullanımların en aza indirgenmesiyle gelir artırımı.
- Kredili veya ön ödemeli satışlarla, nakit akışının düzenlenmesi.

Kullanıcı tarafından görülen faydaları:

- Enerjinin az tüketildiği zaman periyotlarında ucuz enerji kullanabilme.
- Yüksek servis kalitesi.
- Ayrıntılı fatura (yuvarlatmalar, bir önceki aylardan devir ya da bir sonraki aylara devir olamaz).
- Değişik ödeme seçenekleri.
- İlave servislerden faydalanma ev güvenlik sistemleri, otomatik yük kontrolü, internet ve haberleşme sistemleri.
- Tüketim bilincinin oluşması.
- Abone grubuna bağlı olarak, değişik oranlarda elektrik faturaları.

AMR, enerji sektörünü tümüyle birbirine bağlayan bir ağıdır. Bu sistem sayesinde sektörde rekabet tahsis edilir. Rekabet hizmet kalitesini ve verimliliği arttırdığı gibi maliyetleri de düşürür. Sayaç okuma maliyetlerinin düşürülmesi, hatalı okumaların ortadan kaldırılması, kaçağın ve kayıpların daha ciddi olarak takip edilmesi, enerji iletim hatlarının kontrolünün kolaylaşması, enerjinin verimli olarak üretimi ve tahsisi, ucuz enerjinin temini, kaynakların verimli olarak kullanımı ve en önemlisi ise uzun okuma sürelerinin ortadan kaldırılması ile gerçek tüketimler üzerinden anlık

hesaplamaların yapılması sonucu arzın karşılık tutarının gerçek zamanlı olarak faturalandırması AMR'in sunduğu avantajlardır.

2.6. Türkiye'nin AMR Sistemine Olan İhtiyacı

Türkiye'de çok yüksek miktarlarda kayıp kaçak vardır. Bu zararın ne kadar olduğu Tablo-2.2'de verilmiştir. AMR sistemi kaçak ve kayıpların önlenmesi açısından son derece önemlidir. Ek-1'de çeşitli ülkelerin elektrik piyasaları incelenmiştir. Ek-2'de ise Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ'nin 2003 yılı faaliyet raporu özet olarak sunulmuştur. Bu kaynaklar incelendiğinde gerek kayıp kaçakla mücadelede, gerekse etkili bir enerji planlaması yapmakta AMR sisteminin ne kadar gerekli olduğu anlaşılabacaktır.

TEDAŞ ve bağlı ortaklarının 31.12.2003 yılı bilanço rakamları Tablo-2.2de verilmiştir:

Tablo 2.2 Türkiye'de kayıp kaçak durumu 2003

ALINAN ENERJİ KWH	SATILAN ENERJİ KWH	ŞEBEKE KAYBI & KAÇAK KWH	AYDINLATMA İBADETHANE	BEDELSİZ DAHİL KAYIP KWH
102.383.226.436	81.973.206.689	20.410.019.747	2.478.198.376	22.980.565.273

Türkiye genelinde kayıp kaçak elektrik %19,94, bedelsiz dahil kayıp kaçak ise %22,45 oranındadır.

EPDK kaçak enerji kullanımı ile mücadele amacıyla Dağıtım ve Tarifeler Yönetmeliklerinde verimlilik faktörü gibi parametrelere yer vermiş, sayaçlarda kaçak elektrik kullanımını engellemeye yönelik özelliklerin olmasını şart koşmuştur. TEDAŞ bünyesinde ise gezici ekipler rutin, ihbara dayalı ve yük eğrisi değişimlerinin gözlenmesi yöntemleri ile denetimler gerçekleştirmektedir. İlerisi için kurulması öngörülen AMR sistemlerinin, kaçakla mücadele çalışmalarında da yararlı bir etki sağlayacağı düşünülmektedir [24].

BÖLÜM 3

AMR HABERLEŞME ALTYAPISI İÇİN MEVCUT TEKNOLOJİLER

Bugün gelişmiş ülkelerde, geniş bant erişimi ya da yerel ağın kullanıcıların paylaşımına açılması, hemen hemen her ev ve küçük işletme ortamına en hızlı ve kesintisiz internet, veri, ses ve video hizmeti götürmek ulusal politika haline gelmiştir. Toplumun tüm kesimlerini içine alacak biçimde, erişim olanaklarını zenginleştirmek, kolaylaştırmak ve ucuzlatmak amacına yönelik ülkelerle diğerleri arasındaki sayısal uçurum da giderek açılmaktadır. Geniş bant teknolojileri kullanılarak sunulan çoklu ortam iletişim hizmetleri konusunda Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) raporlarına bakıldığında Türkiye çok gerilerde kalmıştır [25].

Geniş bant tanımı, iki şekilde yapılmaktadır. Son kullanıcıya ulaşan altyapının belli bir hizmeti vermeye kapasitesinin ve teknolojisinin uygun olması. Örneğin, çift yönlü etkileşimli video hizmeti gibi. Diğer geniş bant tanımlanması ise, doğrudan belli bir hız eşiğine bağlanmadır. Bu konuda, Amerikan Federal Chamber of Commerce, tüketici ve hizmet veren tarafında akan trafiğin 200 kbps'ı geçen tüm hızları geniş bant hizmeti sayılacağını belirtmiştir. Teknolojinin hızla geliştiği sektörde, verilen bu ölçütler önümüzdeki çok kısa bir zaman diliminde değişecektir.

Geniş bant erişimi:

Sabit kablolu,

- XDSL,
- Kablo TV,

Sabit kablosuz,

- Uydu.
- CDMA450,
- WLL Kablosuz Abone Erişimi,
- 802.11 WLAN Kablosuz Yerel Alan Ağları,

teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilmektedir [26].

3.1. Türkiye’de Mevcut Teknolojiler

Türkiye’deki mevcut haberleşme teknolojileri telli ve telsiz teknolojiler olarak iki grup altında incelenmiştir.

3.1.1. Türkiye’de Telli Teknolojiler

Parasal açıdan en uygun olan dial-up, Turpak, ADSL veya kiralık devre türü hizmetler Türk Telekom tarafından verilmektedir. Türk Telekom dışındaki sağlayıcıların sunduğu, VSAT, Kablo TV türü erişim hizmetleri sınırlı alanlarda sunulan ve pahalı hizmetlerdir. Tablo-3.1’de Türkiye’deki temel erişim teknolojileri bulunmaktadır.

Tablo-3.1’de görüleceği üzere, ekonomik açıdan makul sayılabilecek tüm hizmetler, genelde telli hizmetler olup halihazırda Türk Telekom tarafından sunulmaktadır. Bunlar, yere bağımlı, sınırlı bantgenişliğine sahip, zamana göre ücretlendirilen ve süreklilik ve kalite açısından da sorunlu hizmetlerdir.

Tablo 3.1. Temel Erişim Teknolojileri

DIAL-UP	KİRALIK DEVRE
– Sadece Türk Telekom tarafından sağlanıyor – İnternet Erişiminde Temel Erişim Yöntemi – Zamana Bağlı Ücretlendirme – Teorik Limit En Fazla 56 Kbps – Pratikte Daha Düşük	– Sadece Türk Telekom tarafından sağlanıyor – Sınırlı Kullanım (özellikle Kurumsal Uygulamalara Yönelik) – Kişisel Kullanımlar için Pratik Görünmüyor – Pahalı Bir Seçenek – Sabit Konumda Kullanım
KABLO TV	ADSL
– TTAŞ Adına Özel Sektör Tarafından Sunulmakta – Yerleşim Bağımlı Hizmet – Belli Kentlerde Sınırlı Hizmet – Yüksek Kullanım Ücretleri – İşletme Lisansları Tartışılıyor	– Sınırlı Hizmet (Büyük şehirler) – Pahalı Terminal Cihazları – Yüksek Kullanım Ücretleri – Hizmet Kalitesi Uygulama Hızına Bağımlı

Değişik ortamların sağlayacakları hızlara yönelik karşılaştırma ise Tablô-3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Mevcut Veri Hizmetlerindeki Hızların Karşılaştırılması:

Tip	Gönderme	Alma
GPRS	115 kbps	28-64 kbps
GSM CSD	9.6-14 kbps	9.6-14 kbps
HSCSD	28 kbps	28 kbps
Dial-Up	56 kbps	56 kbps
ISDN Standart	64 kbps	64 kbps
ADSL	256 kbps	512 kbps
Genişbant	2 Mbps	2 Mbps

3.1.2. Türkiye’de Telsiz Teknolojiler

Telli hizmetleri sorunlu doğasının yanısıra, telsiz hizmetlerin kullanıcılara gerek ofis içinde gerekse ofis dışında hareketli ve gezgin biçimde yararlanma olanağı sunarak giderek yaygınlaşması, kişileri ve şirketleri bu seçenek üzerinde ciddi olarak düşünmeye zorlamaktadır. Bugün egemen olan eğilim, şirket kaynaklarına genel kaynakların kullanımı ile ulaşmak ve LAN yeteneklerini benzeri kalite ile uzaktan da kullanabilmektir. Değişik kullanıcı beklentilerini karşılayacak değişik teknolojiler sözkonusudur. Bu teknolojilerin telsiz ve mobil olanları giderek rağbet görmeye başlamaktadır. Fiyat, etkinlik ve kapsama gibi etmenlerdeki farklılık nedeniyle, bazı uygulamalara çok uygun iken, bazı uygulamalar için aynı nitelikleri sergilememektedir.

Genel olarak kullanılan teknolojiler:

- Devre Bağlımalı Mobil Veri (GSM),
- Genel Paket Radyo Hizmetleri (GPRS),
- Uydu/VSAT/DirectPC,
- Wireless LAN (WLAN yada Wi-Fi).

Tablo-3.3’ de telsiz erişim teknolojileri ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.3. Telsiz Erişim Teknolojileri.

UYDU/VSAT/DIRECTPC
• VSAT Hizmetleri • TTAş Tarife Politikalarından Kaynaklanan Ciddi Sorunlar • Pahalı Terminal Cihazı • Çok Yüksek Kullanım Ücretleri • Genellikle Tek Yönlü Uygulamalar • Geri Dönüşte Dial-Up Kullanımı
WLAN
• Sınırlı ve/ya Lokal Uygulamalar • Havaalanları, Büyük Caddeler ve Oteller gibi Sınırlı Alanlar • Dolaşım Teknikleri üzerinde Çalışmalar Sürüyor • Görünümünde – Kolay Kurulum – Ucuz Kullanıcı/Şebeke Teçhizatı – Yerel Uygulamalar İçin Düşük İşletim Maliyetleri • Belirsiz Kullanıcı Tarifeleri
GPRS
• "Always On" Herzaman Hatta • Kısa İşlemler için Çok Uygun Ortam • Yığın Transferler için Sıkıntı Yaratabilir

Hücresele (mobil) teknolojilerin ise, mevcut olanları ve gelecekte olması beklenenleri vardır.

Tablo-3.4’de kitlesel mobil erişim teknolojileri ve özellikleri detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 3.4. Kitlesel iletişim sistemlerinin karşılaştırılması [27]

	Hücresel Sistem			
	GSM	GPRS	EDGE	UMTS
Spektrum bantı	900/1800 MHz	900/1800 MHz	900/1800 MHz	2000/2500MHz
Düzenleme	Lisanslı	Lisanslı	Lisanslı	Lisanslı
Azami İletişim Kapasitesi	14.4 kbit/s	115.2 kbit/s	384 kbit/s	144~2.000 kbit/s
Tipik İletişim Kapasitesi	14.4 kbit/s	30 kbit/s	50~80 kbit/s	30~300 kbit/s
İletim modu	Devre	Paket	Paket	Devre/Paket
Temel Uygulama	Ses	Veri	Veri	Ses ve Veri
Mobilite Desteği	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşükten Yüksekçe
Kapsama	Geniş	Geniş	Geniş	Yerelden GenişAlana
Yaygınlaştırma Maliyeti	Yüksek	Aşamalı	Aşamalı	Yüksek

3.1.2.1. GSM Devre Bağlaşmalı Veri (Circuit Switched Data, CSD)

Bir Evrensel Mobil Telefon Sistemi (Global System for Mobile Communication, GSM) devre bağlaşmalı veri (Circuit Switched Data, CSD) çağırması, veri değiş tokuşu süresince gerçek zamanda birbirine bağlı olan gönderen ve alan birimler arasında, uçtan uca doğrudan bağlantıyı kapsar. Veri iletimi olmasa dahi bağlantı süresince kullanıcıya bir zaman dilimi ayrılır ve 9.6 kbps sabit kapasite sunulur. Bazı mobil şebeke operatörleri şebekelerini, 14.4 kbps CSD hızlarını destekleyecek şekilde yenilemişlerdir. Yüksek kalite radyo ortamları için kullanılan ekstra kodlamadan faydalanan bu uygulamaya Yüksek Hızlı Veri (High Speed Data, HSD) denir.

GSM CSD çağırımları, birkaç saniyeyi başlatım sırasında, bundan daha fazlasını modem uygunluğunun sağlanmasında ve belirli bir zaman da sisteme giriş ve kullanıcı yetkilendirmesinde harcar. Tüm bu kurulum süreci, veri iletiminin başlamasından öncedir. Müteakip CSD çağırımları da aynı süreci gerektirir. GPRS söz konusu

olduğunda başlatım, sisteme giriş ve yetkilendirmeye halen ihtiyaç vardır. Ancak müteakip çağırmanın kurulum süreci, kullanıcıyı sürekli bağlı ve hatta tutan sanal bir devre varolduğu için tekrarlanmaz. GPRS sadece çağırma kurulumunu azaltmakla kalmayıp birçok durumda iletim hızını da artırır [28].

3.1.2.2. Yüksek Hızlı Devre Bağlaşmalı Veri HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)

Temel olarak GSM CSD bir kullanıcıyı, bir zaman dilimi üzerinde tek bir kanal kullanarak destekler. Yüksek Hızlı Devre Bağlaşmalı Veri (High Speed Circuit Switched Data, HSCSD) kullanıcıya, çoklu zaman dilimlerine eş zamanlı erişim sağlayan çeşitli kanalları bir araya getirerek bu sistemi genişletir. Pratik olarak sistem 4 kanalla sınırlandırılmıştır. Bu; 9.6x4 kbps potansiyel kapasite teşkil eder. Son durum yerleşik hat modem bağlantılarının iletim hızına denktir.

HSCSD, veri iletilmesi de zaman dilimlerinin tahsis edildiği devre bağlaşmalı bir uygulamadır. Bu sebeple band genişliğini harcar ve GSM şebekesinin ses servisi kapasitesini azaltır. Tüm trafik içerisinde veri önemli bir bölüm teşkil ettiğinden, HSCSD'yı destekleyen şebekeler GPRS için müsait kapasiteyi düşürecektir. Bunun anlamı HSCSD'nın daha yüksek iletim hızları ile daha çok radyo olanağı kullanımının getirdiği maliyet arasında doğrudan ilişki vardır. Bu maliyetler ve şebekenin geliştirilmesinin getireceği harcamalar yüzünden, bazı mobil şebeke operatörleri HSCSD'yı şebekelerine eklemişlerdir. Son kullanıcılar için de HSCSD pahalıdır ve müsait zaman dilimlerinin sayısı değişken olmasına rağmen servis için ödenecek ücret sabittir.

GPRS ile karşılaştırıldığında; HSCSD'nın bazı avantaj ve dezavantajları vardır. GPRS standardında paketlerin kaybolmasına karşı paketlerin yeniden iletimi sözkonusudur. Ancak bu işlem vakit kaybına sebep olur. Akan medya uygulamaları (video uygulamaları gibi) için HSCSD, GPRS'e tercih edilebilir. HSCSD gibi çok dilimli ortamlar için teknik bir zorluk, mobil kullanıcı hareket halinde olup bir hücreden diğer bir hücrenin alanına geçiş yaptığında ortaya çıkar. Yeni girilen hücre bir önceki ile aynı

sayıda müsait zaman dilimi sağlamayabilir. Örnek olarak video servisi alan kullanıcı için; yeni girilen hücrenin kapasitesi az olduğunda görüntü kalitesinde bozulmalar meydana gelir [28].

3.1.2.3. GSM Gelişimi İçin Arttırılmış Veri Hızları (EDGE Enhanced Data rates for GSM Evolution)

GSM Gelişimi İçin Arttırılmış Veri Hızları (Enhanced Data rate for GSM Evolution, EDGE); orta hızlı mobil data hizmetleri vermek isteyen ve Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi (Universal Mobile Telecommunication System, UMTS) lisansı elde edememiş işletmeciler tarafından kullanılan ve GPRS kavramı içinde yer alan alternatif bir teknolojidir. GSM ve Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) için arttırılmış veri hızları (EDGE); GSM ve TDMA hava ara bağlaşımının, zaman dilimi başına 59 kbps veri hızını mümkün kılacak şekilde geliştirilmiş uygulamasıdır. Bu uygulama, geliştirilmiş link kontrol mekanizmaları ve daha yüksek seviye modülasyon kullanılarak gerçekleştirilir. GPRS’de olduğu gibi bit hızları radyo şartlarına bağlıdır. Gerçekte, seçilen alanlarda 48 kbps veri hızlarına ulaşmak mümkündür. Son kullanıcılara sunulacak hız mümkün kodlama tekniğine (MSC1 ... MSC9) ve EDGE terminallerinin kapasitesine bağlıdır.

EDGE başarımlı ve etkin kullanımı arttırmak yoluyla bir çok kullanıcıya aynı radyo kaynağını kullanarak gelişmiş hizmetler verme olanağını sunar. EDGE; GSM modülasyon ve kodlama şemalarını yeniden belirler ve Gaussian minimum kaydırmalı anahtarlama (Gaussian Minimum Shift Keying, GMSK) 8-fazlı kaydırmalı anahtarlama (8-Phase Shift Keying, 8-PSK) geçişi sağlar. EDGE, paket anahtarlama tabanlı bir teknoloji olan Evrimleşmiş-GPRS’i (Evolution of General Packet Radio Service, E-GPRS) kullanır ve teorik olarak her zaman dilimi (Time Slot, TS) için kapasiteyi 59,4 kbit/s’a çıkarır. GSM, GMSK adı verilen geleneksel modülasyon tekniğini kullanırken EDGE, GMSK ile beraber 8-PSK olarak isimlendirilen tekniği kullanır. EDGE’nin tanıtılması yapısal açıdan bakıldığında kolay görünse de, tamamen yeni bir modülasyon tekniği ve geliştirilmiş link kontrol mekanizmaları kullandığından, mobil şebeke operatörleri için HSCSD ve GPRS’in geliştirilmesi daha pahalı

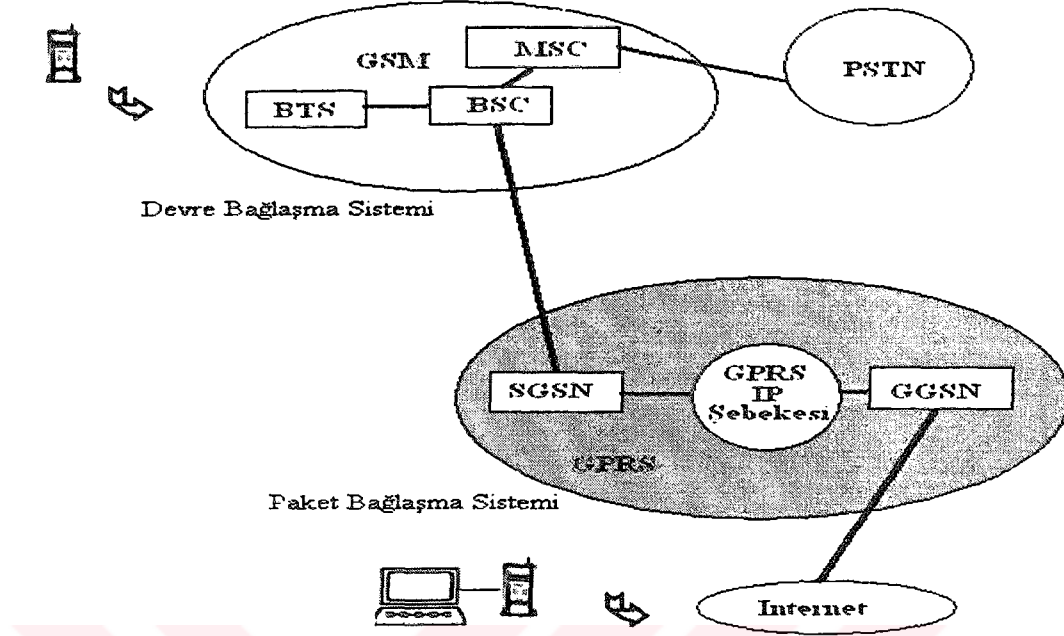
olamaktadır. Her baz istasyonu EDGE anten birimine ihtiyaç duyduğundan şebekenin radyo kısmında donanım geliştirilmesi de gerekmektedir.

GSM ile karşılaştırıldığında aynı bant genişliğini kullanarak üç katı fazla bir veri hızı sağlamaktadır. Hem GSM, hem de GPRS için kullanılabilen EDGE, uç kullanıcıya GSM için TS başına 28,8 kbit/s ve GPRS için de 48 kbit/s'lik veri hızları sağlar. GPRS'de olduğu gibi. TS'lar birleştirilerek bir kullanıcı için 384 kbit/s'lik veri hızlarına erişmek mümkündür.

GSM'e nazaran EDGE teknolojisi daha iyi görünmesine rağmen EDGE, maksimum hızlara ulaşmak için yüksek kaliteli radyo koşullarına ihtiyaç duyar. EDGE, bu yüksek hızları ancak kullanıcı baz istasyona 100 metre kadar yakınsa sağlayabilir, dolayısıyla kapsama, adacıklar şeklinde yayılarak yapılandırılır. GSM operatörleri EDGE için hücre yapısına ek altyapıya ihtiyaç duyduğundan EDGE'e geçiş pek cazip görülmemektedir [11].

3.1.2.4. GSM ve GPRS

GPRS, GSM veri servislerini geliştirerek Mobil İstasyondan (Mobile Station, MS) Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network, LAN) ve internet gibi TCP/IP şebekelerine paket bağlaşması yoluyla erişim imkanı sağlar. Şekil-3.1.'de GSM/GPRS teknolojileri temel bloklar halinde verilmiştir.



Şekil 3.1. GSM ve GPRS

Şekil-3.1.'de görüldüğü gibi GPRS'de MS'in mobil şebeke ile internet servis sağlayıcısı arasında IP protokolü kurması dışında, bütün hizmetler GSM tarafından da gerçekleştirilebilir. GSM, müşterilerine IP erişimi dışındaki bütün hizmetleri sağlayabilir. GPRS, GSM şebekesi üzerinden verilerin gönderilmesine ve alınmasına olanak sağlayan (sesdışı) bir hizmettir. GPRS mevcut GSM şebekesi üzerine eklenen yeni birimler ile meydana gelir. Devre bağlaşımlı haberleşmeler GSM içerisindeki Mobil Anahtarlama Merkezi (Mobile Switching Centre, MSC) tarafından sağlanırken paket bağlaşımlı haberleşmeler GPRS Hizmet Santrali (Serving GPRS Support Node, SGSN) ve Geçit GPRS Santrali (Gateway GPRS Support Node, GGSN) tarafından sağlanır.

GSM ve GPRS servisleri arasında bazı ortaklaşmalarlar vardır. Örneğin fiziksel katmanda hava kaynaklarının yeniden kullanılması (yayının ortak kullanılması) ve temel haberleşme işaretlerinin ortak kullanılması durumu vardır. Bir anda aynı taşıyıcı işaret zamana göre parçalara ayrılarak, GSM ve GPRS'in kullanımı için hazırlanabilir. Kaynakların en verimli şekilde kullanılması GSM ve GPRS kanalları arasında dinamik paylaşma yöntemi ile mümkündür [29].

3.1.2.4.1. GSM

İlk kez 1947’de Bell Laboratuvarındaki mühendislerinin bulduğu mobil radyo frekanslarının etkin olarak kullanılması esasına dayanan sistem, bugünkü mobil telefon sisteminin altyapısını oluşturmuş ve iletişimi coğrafi birimleri birbirine bağlayan sabit bağlantıların dışına çıkarmayı başarmıştır. Daha sonra sözkonusu sistemin dijital teknolojiye adaptasyonu ile beraber GSM sistemi kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

1992 yılında Almanya ve Fransa’da hizmete sunulan Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi (Global System for Mobile, GSM) ilk sayısal hücresel sistemdir. 1978 yılındaki World Radiocommunication Conference’da alınan karar ile GSM için, 25’er MHz. genişliğinde iki farklı frekans bandı ayrılmıştır (890-915 MHz. ve 935- 960 Mhz.). Daha sonra 1800 Mhz için 75’er MHz.’lik iki bant daha GSM’e ayrılmıştır. (1710-1785 MHz. ve 1805-1880 MHz.).

ABD’de ise, FCC Federal Communications Commision, 60’ar MHz genişliğinde (1850-1910 Mhz. ve 1930-1990 MHz.) iki bandı GSM şebekelerine ayırmıştır. Genişletilmiş-GSM E-GSM (Extended GSM 900) için mevcut GSM frekans bant genişliğine ek olarak iki adet 10 MHz.’lik bölge ayrılmıştır [30].

GSM şebekesi dört çeşit servis hizmeti vermektedir. Bunlar;

- Ses servisi,
- Kısa mesaj servisi (SMS),
- Faks servisi ve
- Veri servisi.

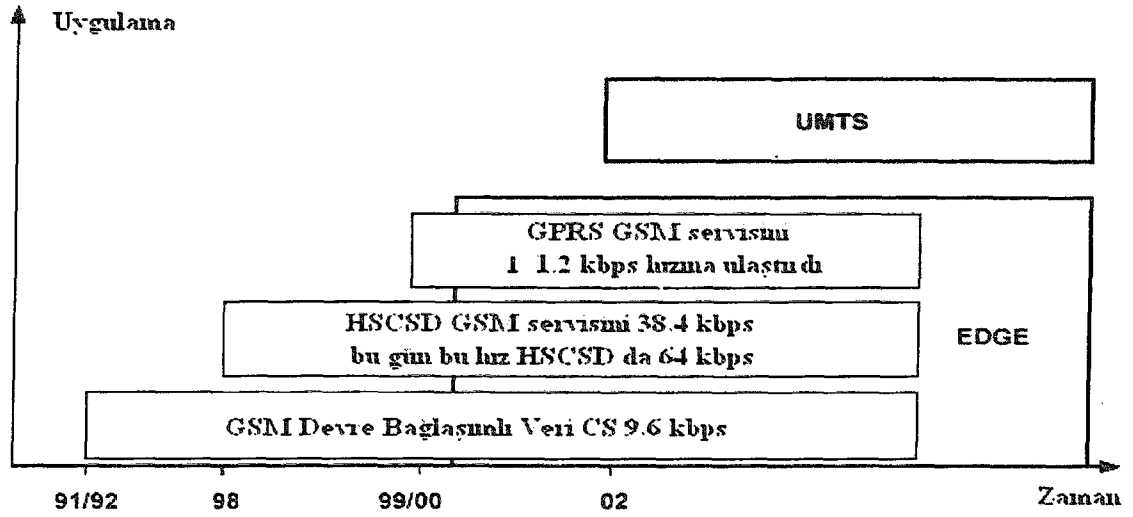
GSM veri servisi Devre Bağlaşmaya (Circuit Switched, CS) dayanır. Gönderme ve alma yönünde tüm kanallar tüm çağırma süresi boyunca bir aboneye tahsis edilir ve abone bağlantı süresine göre ödeme yapar. Bağlantı kurma süresi 20-25 sn’dir [31].

GSM şebekesi 3 ana kısımdan oluşur; Baz İstasyon Sistemi (Base Station Subsystem, BSS), Şebeke ve Bağlaşım Altsistemi (Network and Switching Subsytem, NSS) ve şebeke yönetimi altsistemi (Network Management Subsystem, NMS). BSS radyo linkleri üzerinden MS ile haberleşmeyi sağlar. BTS bir baz istasyonudur. Radyo

kanallarının kontrolü ve MS'e doğru işaretleşmenin kurulmasını BSC sağlar. Hareket halindeki bir MS in bağlantısı kesilmeden bir sonraki hücreye ya da bölgeye aktarılması işlemine aktarma (Handover) denir ve bu işlemi BSC yapar.

NSS bölümünün en önemli parçası MSC'dir. MS ile sabit ve mobil şebekeler arasındaki konuşmaların tüm işaretleşmesi MSC tarafından yapılır. Yurtiçi yada yurt dışındaki bir GSM operatörüne ait abonenin, başka bir GSM operatörüne ait şebekede konuşabilmesine (Roaming) gezinim denir ve MSC tarafından yapılır. Genellikle MSC ile kompakt olarak üretilen Ziyaretçi Yeri Kaydedicisi (Visitor Location Register, VLR) modülü, MSC'nin kontrolü altındaki bölgede aktif olan abone bilgilerini, geçici olarak yani abone telefonunu kapatana veya kapsama alanı dışına çıkana kadar hafızasında tutar. Abonelik Yeri Kaydedicisi (Home Location Register, HLR), sürekli abone bilgilerinin tutulduğu bir veri tabanıdır. İlave NSS elemanları Yetkilendirme Merkezleri (Authentication Center, AuC) ve Cihaz Tanıtıcı Kaydedicisidir (Equipment Identification Register, EIR). AuC abone şebeke ile ilk bağlantıyı kurarken bilgilerin doğruluğunu kontrol eder. EIR konum güncelleme aşamasından önce, kayıp ve çalıntı cihaz kontrolü için cihaz seri numarasını kontrol eder. Şebeke Yönetim Sistemi (Network Management System, NMS) şebekenin gözlenmesi, uzaktan kontrol ve performans değerlendirmesi gibi fonksiyonları yerine getirir [32].

Dijital kablosuz haberleşme başladığından beri, kapasiteyi arttırmak, kapsama alanlarını genişletmek kaliteyi yükseltmek ve daha yüksek bilgi iletişim hızlarına ulaşmak için standartlar sürekli geliştirilmiştir. GSM sistemi üzerinde bir dizi değişimler yapıldı ve halen devam eden yeni yaklaşımlar üzerine standartlar değiştirilmektedir. Şekil-3.2.'de ilk standart yenileme olan HSCSD tekniği gösterilmektedir. İkinci gelişim GPRS, yani paket-anahtarlamalı haberleşme sistemidir. Bu sistem sayesinde daha geniş bir kapsama alanı oluşturulmuş ve gezgin erişim (full mobility) sağlanmıştır. EDGE, GSM uygulamalarında daha yüksek hızlarda haberleşmeyi mümkün kılmak için geliştirilmiş modülasyon tekniklerini kullanmaktadır. GSM sisteminin tarihsel gelişimi Şekil-3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. GSM'in Tarihsel Gelişimi

3.1.2.4.2. GPRS Sistemi

GPRS sisteminin standartları, Avrupa Haberleşme Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) tarafından 1995 yılında başlanmış ve 1998 yılında tamamlanmıştır. GPRS, büyük bir bağlantı kanalını kullanıcılar arasında paylaştırarak hattın kapasitesini çok büyük oranda artırır. Böylece kullanıcılar yüksek veri hızlarına ulaşabilirler. Avrupa ETSI 2. Nesil GSM ile çok başarılı olmuş ve 9.6 kbps. veri aktarım hızı ile bütün devre bağlanmalı sistemleri bu teknolojiye kaydırmıştır. Bu teknoloji sayesinde mevcut sistemler artık kablosuz ve dolaşıma açık hale gelmişlerdir [33].

GPRS ile ilk kez IP, bir GSM şebekesinin omurgasıyla gerçekten bütünleşmiştir. GPRS'in kurulması bir dizi yeni uygulamayı mümkün kılmaktadır. Bu yeni uygulamalar gerçekleştirildikçe şebekede gereken IP hizmetlerinin türü de değişecektir. Bilindiği gibi GSM, GPRS sisteminin temelini teşkil eder. GSM Çoklu Medya Servisleri (Multi media Services, MMS), Video Konferans, İnternet-İntranet erişimi, Telemetri uygulamaları, (Automated Meter Reading, AMR), akıllı evler, akıllı arabalar, filo takip ve yönetim sistemleri gibi bir çok uygulamayı da desteklemektedir. Ayrıca GSM sistemine yapılan yeni eklemeler ve geliştirilmiş özellikleri ile ortaya konmuş olan 3. Nesil (Third Generation, 3G) uygulamaları da bu özelliklere ilave olarak, daha

yüksek veri hızları ile haberleşen sistemleri artık uygulama noktasında hizmete sunmuştur. Bu gelişimin temelinde ise GSM sisteminde paket veri transferini mümkün kılan GPRS yatmaktadır [34].

3.2. GPRS Sistemine Genel Bakış

GPRS sistemi GSM sistemine ilave bir servistir. Bu servis sayesinde paket veri kullanarak, son kullanıcıya internet erişimi sağlamak ve LAN oluşturabilmek gibi avantajlar sağlar.

GPRS veri transferi IP temellidir. GSM sistemi, devre bağlaşmalı radyo erişimi kullanırken GPRS sistemi paket bağlaşmalı radyo erişimini kullanır. GSM standartlarına göre hava ortamında GSM telefon haberleşmesi için devre bağlaşma tekniğini kullanırken, GPRS paket bağlaşma tekniğini kullanır. GPRS şebekesi GSM şebekesine benzer özellikler gösterir ve GSM sisteminin gereksinimlerini taşır. GPRS sistemi GSM ağı içerisinde tanımlanır ve veri alışverişi GSM şebekesi tarafından kontrol edilir. GSM şebekesi, paket veri alış-verişinin, devre bağlaşmalı haberleşme üzerinde girişime sebep olmasını önler.

GPRS aynı radyo kanalını bir çok MS arasında paylaşır. Hiç bir radyo kanalı bir MS'e tahsis edilmez. Her hangi bir MS tarafından GPRS ağına paket veri gönderildiğinde, bu veri iletileceği adrese mümkün olan ilk kanaldan gönderilir. Daha önce de bahsedildiği gibi bir MS eşzamanlı olarak sekiz ayrı radyo zaman bölmesi kullanılabilir.

Büyük boyutlu bir veri aktarımı yapılırken, veri paketlere bölünür. Paketlerin büyüklükleri paket kodlayıcısı tarafından ayarlanır. Her paket eşit büyüklükte üretilir, başlık, başlangıç ve bitiş metinleri vardır. Bu paketler alıcı tarafa ulaştıktan sonra paketler çözülüp birleştirilerek orjinal veri elde edilir. Bütün veri paketleri bir ön bellekte depolanır. Veri aktarımı esnasında MS'lerden gelen değişik paket veriler değişik kanalları kullanabilirler.

GPRS sistemi içerisindeki bir MS, yalnızca paket bağlaşımlı haberleşme için ya da hem paket bağlaşımlı hem de devre bağlaşımlı haberleşme için kullanılabilir. Ağa gönderilmiş veri paketleri bir MS tarafından işlenebildiği gibi, veriler değerlendirilebilmek için hazır durumda (stand-by) bulunabilirler. Zaten devre bağlaşımlı veya paket bağlaşımlı haberleşme içerisinde bulunan MS'ler, ya o anda haberleşme işlemini yerine getiriyor ya da paket bağlaşımlı haberleşme veya devre bağlaşımlı haberleşme için hazır durumda bekliyorlardır.

GPRS bilgisayar ağı intranet veya internet arasında bir geçit ağıdır. GPRS'li bir telefon yada kart, bir mobil abonenin, kendi bilgisayarını ile daimi bir geçit ağına ulaşmasını sağlar. Kullanıcı GPRS ile teorik olarak 115.2 kbps kadarlık bir veri transferi sağlayabilir. Teorik maksimum erişim hızı 171.2 kbps'dir. Kullanıcının veri transfer hızı bir bağlantıda mümkün olan zaman dilimi sayısı ile sınırlıdır (maksimum 8), Bütün MS ler aynı iletişim kanalını ve kod şemasını kullanırlar. Şu anda bit oranları 8, 12, 14, 16 kbit/s olan dört farklı kod şeması önerilmektedir. İlk iki oran için oluşturulmuş birçok yapı mevcuttur. GPRS paket bağlaşımlı haberleşme sistemini kullanarak veri alışveriş yapmaktadır [35].

Sabit bilgi akışı olan bir ağ oluşturmak için, GSM kullanmak daha iyi bir çözümdür. Gürültülü bir bağlantı üzerinden uzun süre, yüksek hızlarda veri alış-verişi gerçekleştirilecek ise, bu durumda GPRS çözümü daha avantajlıdır. GPRS'de kullanıcıların herbiri arasında fiziksel bir bağlantı gerçekleştirmek mümkün değildir. Prensipde her bir veri yolu ağdaki bütün kullanıcılar arasında dönüşümlü olarak kullanılır.

GSM servisinin hız sınırı (9.6kbps) ve kısa mesaj servisinin mesaj uzunluğu sınırı (160 karakter) sebebiyle GSM şebekelerinde mümkün olmayan yeni uygulamalar GPRS tarafından desteklenmektedir. GPRS, web geziniminden sohbete kadar bütün internet uygulamalarının mobil şebeke üzerinde kullanımını mümkün kılmaktadır [36,37].

GPRS şebekeleri üzerindeki uygulamalar yatay ve dikey uygulamalar olmak üzere iki gruba ayrılır:

- Yatay uygulamalar: Kablosuz Uygulama Protokolü (Wireless Application Protocol, WAP), elektronik posta, WEB taraması gibi mobil internet servisleri ve mobil internet erişimini kapsar. Şirketlerin şirket içi haberleşmeleri yoğun olarak intranete bağlı olduğundan, mobil şebeke operatörleri için, şirket çalışanlarına intranet servisini ulaştırmak büyük bir fırsattır.
- Dikey uygulamalar; bireysel son kullanıcılar için değil, kullanıcı gruplar ve şirketler için tasarlanmıştır. Bu uygulamaların bir kısmı günümüzde özel radyo şebekelerinde mevcuttur. GPRS kullanılarak gerçekleştirilecek dikey uygulamalardan bazıları OSO Otomatik Sayaç Okuma (Automated Meter Reading, AMR), Makinadan Makinaya (Machine to Machine, M2M) ve telemetridir (yol trafiği ölçümleri).

3.2.1. GPRS'in Temel Özellikleri

GPRS için kullanılan her zaman hatta özelliği olarak adlandırılan bir kavram vardır. Bu özellik kullanılarak, devre bağlaşımlı teknikteki veri alışverişi için her defasında yenilenen kurulum işlemi ortadan kaldırılmaktadır. Kullanıcı istediği zaman bilgi alışverişi yapmak için kurulum prosedürlerine zaman harcamadan, hızlı ve sabit bir bağlantı elde edebilir. GPRS'de bir kez bağlantı kurulduktan sonra bu bağlantı ortadan kaldırılana değin, sürekli veri iletişimi sağlanabilir. Daha önce de belirtildiği gibi ücretlendirme bağlantı süresi üzerinden değil, gerçekleştirilen veri alışverişinin büyüklüğü üzerinden yapılmaktadır. GPRS' in temel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Paket bağlaşımlı bir şebekedir,
- TDMA tekniğini kullanır,
- Kullanıcıya birden çok zaman dilimi tahsis edilir,
Bir kullanıcıya en fazla 8 zaman dilimi tahsis edilerek hız artırılır,
- GMSK modülasyonu kullanılır,
- Dört çeşit kodlama planı kullanılabilir (CS1, CS2, CS3 ve CS4)

CS4 herbir zaman dilimi için 21.4 kbps hızında veri alışverişi sağlar en yüksek hıza ulaşılan yapıdır, güvenlik en düşük seviyededir.

- Teorik en yüksek veri hızı 117.2 kbps,

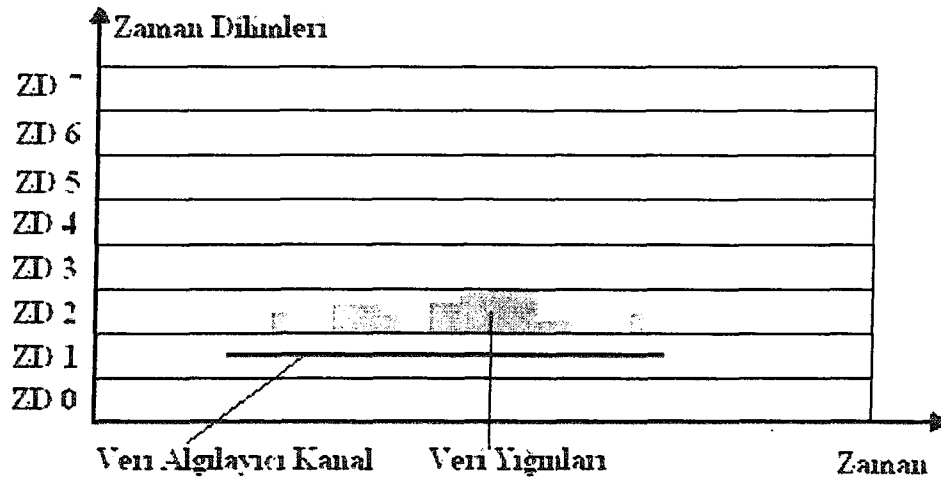
$21.4\text{kbps} * 8 \text{ zaman dilimi} = 117.2 \text{ kbps}$ (teorik hız),

$21.4\text{kbps} * 3 \text{ zaman dilimi} = 40.2 \text{ kbps}$ (pratikde).

- Radyo kaynaklarının verimli kullanımı.

GPRS radyo kanallarında GSM'de kullanılan Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) tekniğini kullanır. Fakat GPRS erişimi için belli bir zaman dilimi tahsis edilir, bu sayı genelde 3 zaman dilimi olarak ayrılır. Yine de bulunan yerin sosyal yapısı, şebeke kullanım alışkanlıkları, aktif şebeke kullanım oranları gibi şebekenin bölgeye hitap ettiği şekle göre, tahsis edilen zaman dilimleri değişebilir. GPRS kendine ait zaman dilimlerini kullanır ve devre bağlaşımlı sistemin zaman dilimleri kullanmadığı durumlarda GPRS bu zaman dilimlerini de kullanabilir. Bununla birlikte herhangi bir bağlantıda bu zaman dilimleri üzerindeki öncelikli kullanım devre bağlaşımlı sisteme aittir.

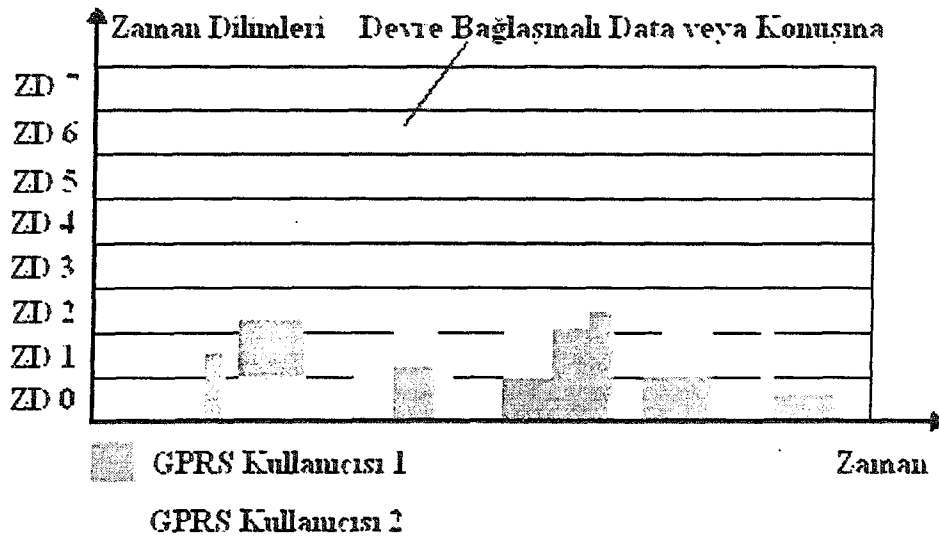
Şekil-3.3. bir radyo kanalının 2. Zaman Dilimi (ZD 2) kullanıcı ve transfer edilen veri ilişkisini göstermektedir. Kullanıcı veri gönderirken yada alırken aynı ücreti öder. Bir zaman dilimi bir ses çağrısı için gereken band kapasitesine sahiptir ve bir ana istasyonda birbirine eşit sadece 8 zaman dilimi mevcuttur. Devre bağlaşımlı veri alış verişi yapılabilmesi için verinin büyüklüğünden bağımsız en az bir zaman dilimine ihtiyaç vardır [38].



Şekil 3.3. Bir Zaman Dilimini Kullanan Devre Bağlaşımlı Sistem

Benzer şekilde operatörde, kullanıcıların hat kapasitelerini arttıramaz çünkü sistemdeki hiç kimse kanal kapasitesini değiştiremez ya da hattı çoğullayamaz. Bir kullanıcı eğer hatta değil ise veri almak ya da yollamak için bir bağlantı oluşturmak zorundadır. Eğer kullanıcı WAP ile hava durumunu öğrenmek isterse, bir bağlantı kurmalı ve işini bitirdikten sonra da bağlantıyı kaldırmalıdır. Kişi beş dakika sonra başka bir yerdeki hava durumunu öğrenmek isterse yeniden bağlantı oluşturmak zorundadır. Bağlantı kurmak 20-40 saniye sürer fakat özel routerlar kullanılarak 5-10 saniye içinde hattan kopabilir. Sonuç olarak devre bağlaşmalı ağlar veri uygulamaları için uygun değildir. Verinin güvenliği (gürültüye ve kayıplara karşı) korunamadığı gibi bu tür uygulamalarda transfer edilen verinin boyutu çok büyüktür.

Paket veri uygulamaları bir ağda bu tür problemleri çözmekle kalmaz aynı zamanda radyo kanallarını kullanıcılar arasında paylaştırarak, kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu yolla kullanıcının veri transferi yapmadığı durumlarda ağda kalması sağlanır. Paket veri ile kullanıcılar kendi aralarında toplam kapasiteyi paylaşırlar. Şekil-3.4'de böyle bir örnek gösterilmiştir. Burada iki adet GPRS paket veri kullanıcısı ilk iki zaman dilimini paylaşmaktadır. İki'den fazla olan kullanıcılarda iki zaman dilimini aynı şekilde paylaşacaklardır. Şekilde 5 devre bağlaşmalı kanal, bir periyot boyunca gösterilmiştir. Üçten yediye kadar gösterilmiş zaman dilimleri GPRS için kullanılmamıştır.



Şekil 3.4. GPRS Kullanıcılarının Kanal Paylaşımı

Aynı zamanda bu özellik ile kullanıcının ağı girmeden önce, operatör tarafından bir veri yolu oluşturması gerekmemektedir. Devre bağlaşmalı ağda, kullanılmayan hat kapasitesi % 40 olduğu halde, devre bağlaşmalı ağın tamamen dolu olduğu mesajı gelir ve geri kalan bazı kullanıcıların çağrıları yasaklanabilir. Bu durumun sebebi, bir bağlantı esnasında kullanılan kanaldaki boşlukların başka kullanıcılar tarafından kullanılamamasıdır. Bu durum için şöyle bir örnek verilebilir. Devre bağlaşmalı ağ büyük kayalarla dolu bir kutu gibidir, kayaların şekilsiliğinden dolayı bu kutu hiçbir zaman tamamen dolmaz. Taşlarla dolu aynı kutu üzerine kum doldurulursa veya aynı kutu sadece kumla doldurulursa bu kutunun tamamen dolması sağlanır. GPRS ile, kullanıcıların hat kapasitesini paylaşması maksimuma çıkarılır [38].

GPRS, MS'lerin İnternet Sunucularına (İnternet Hosting, IH) erişmelerini veya ortaklaşa bir LAN oluşturmalarını sağlar. LAN ile GPRS sisteminin çalışması birbirine oldukça benzemekte; bir LAN içerisindeki bilgisayarların hepsinin kendisine ait bir kimlik numarası vardır, bu numaralar bir adres tanımlama bilgisi olarak kullanılır. LAN içerisindeki her kullanıcı bu ağı girerken bu kimlik numarasını ve giriş isteğini gönderir. Ağdaki her kullanıcı, erişmek istediği birimin kimlik numarasını ağı gönderir. Bu kimlik numarasının sahibi eğer ağda ise ağda olduğuna dair istemciye bilgi gönderir. Böylece iki birim arasında bir haberleşme kurulur. LAN içerisinde bilgi alış verişi de paketler halinde yapılır. Bu yönleri ile GPRS sistemine benzer özellikler gösterir.

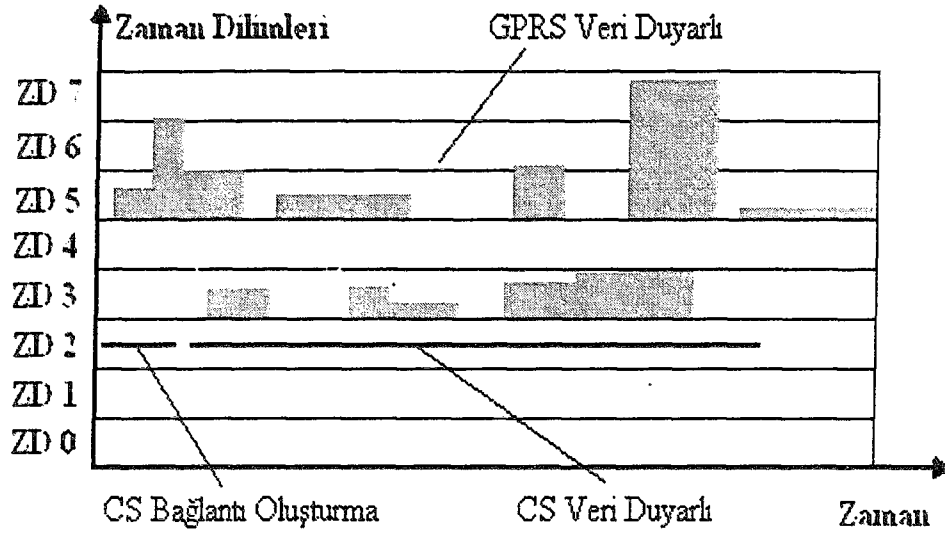
GPRS haberleşme ağını oluştururken, kısıtlı olan radyo kanallarını etkili bir biçimde kullanır. Esnek bir haberleşme sistemidir (Sürekli ses datası aktarımı gibi...). Hızlı kurulum ve erişim. GSM ağında etkili bir şekilde veri paketi alışverişi. IP protokolü kullanarak, veri paket ağı kullanan dış ağlara bağlanabilme kabiliyeti.

3.2.1.1. GPRS'in Önemli Kullanıcı Özellikleri

GPRS tarafından sağlanan bazı önemli özellikler aşağıda sıralanmıştır;

- Hız
Teorik olarak maksimum 171.2 Kbps
GSM Şebekelerinde Sunulan Devre Bağlaşmalı Veri hizmetlerinden yaklaşık 10 kat daha yüksek hız
SMS ve devre bağlaşmalı veri hizmetlerine göre daha ekonomiktir.
- Hazır ve Hızlı Kullanım (Immediacy)
"Always on" Herzaman Hatta Özelliği
Kredi Kartı onaylanması gibi zaman-kritik işlemler için çok kullanışlıdır.
30 saniyeyi geçen ek bekleme süreleri kullanıcı tarafından kabul edilemez bir durumdur.

GPRS kullanıcının her zaman hatta olmasını sağlar ve kullanıcının dakika başına ücret ödenme yükümlülüğünü ortadan kaldırır. 3G sistemlerde de bu özellik bulunur. Bu sayede bilgiye erişimde, WAP gibi bir sunucu üzerinden veya devre bağlaşma mantığı üzerine kurulu bir uygulama yolu üzerinden yapılan erişimlerde yaşanan problemler olmayacak, daha kolay erişim sağlanacaktır. Geleneksel devre bağlaşmalı ağlar kullanıcıyı dial-up bağlantı kurmaya zorlar. GPRS'de ise bu bağlantı kullanıcılar için her zaman vardır. Bu fark bir PC deki dial-up modem bağlantısı ile geniş bantlı sürekli bir bağlantı arasındaki farkla özdeşdir. Bağlantı hızı gözönüne alırsa en büyük farklılık genişbantlı bir bağlantıda, her bir bağlantı için bir bağlanım prosedürü kullanılmamasıdır. Ağ sürekli erişilebilir durumdadır. Şekil-3.5.'de bu yapı gösterilmiştir. Burada GPRS paket bağlaşmalı kullanıcı ve devre bağlaşmalı kullanıcının aynı zaman süresinde yaptıkları bağlantı ve veri miktarları gösterilmektedir. GPRS kullanıcısı veri iletişimini hemen gerçekleştirirken, devre bağlaşmalı kullanıcının bir bağlantı kurma süresince beklemesi gerekmektedir. Şekil-3.5'de görüldüğü gibi GPRS uygulamalarında net bir başlangıç ve bitiş yoktur çünkü kullanıcı her zaman hattadır.



Şekil 3.5. CS veri ile paket veri arasındaki bağlantı zamanının kıyaslanması

3.2.1.2. GPRS'in Önemli Şebeke Özellikleri

Bu özellikler:

- Paket Bağlaşmalı Veri Hizmetleri,
- Verimli Frekans Bandı Kullanımı,
- GPRS, GSM şebekelerinin yoğun zamanlardaki kapasite kullanımını rahatlatır. Çünkü; Sanal bağlantı ile radyo kaynaklarının daha verimli kullanımını sağlar.
- Devre bağlaşmalı veri kanallarını kullanan trafik yükünü alır ve SMS merkezi ve siyalleşme kanallarındaki trafik yükünü hafifletir.
- İnternet tabanlı servislere yönelik TDMA ve GSM desteği

Her hizmet ve teknolojiye olduğu gibi GPRS'in de avantajlarının yanısıra elbette dezavantajları da vardır.

3.2.1.3. GPRS'in Dezavantajları

GPRS teknolojisi, bugünün ses-dışı mobil iletişimde, frekans bandının etkin kullanımı, kapasite ve işlevsellik açılarından ciddi iyileştirmeler gündeme

3.3.1. Terminal Donanımı (Terminal Equipment, TE)

TE son kullanıcı tarafındaki bilgisayar terminalidir. Son kullanıcının veri paketlerini alıp göndermesi için kullanılır. Örneğin TE bir laptop bilgisayar olabilir. GPRS sistemi TE ile internet servis sağlayıcısı arasında IP bağlantısı veya GPRS sistemine bağlı bir LAN oluşturmayı sağlar. TE, GPRS ile iletişime geçmek için MT'yi modem olarak kullanır.

3.3.2. Gezici Terminal (Mobile Terminal, MT)

MT bir TE ve hava ortamından bir BTS ile iletişim kurar. Bir MT'nin GPRS sistemi ile bağlantı kurabilmesi için, MT'nin GPRS fonksiyonlarını sağlayan bir yazılım ile yüklü olması gerekir. MT GSM sisteminin bir abone olarak kullanır. MT SGSN'e doğru bir bağlantı yolu kurar. Radyo kanallarının seçilimi MT ile SGSN arasında oluşturulur. TE üzerindeki IP bağlantısı sürekli ve MT ağdan kopana kadar bu IP TE üzerindedir.

3.3.3. Gezici İstasyon (Mobile Station, MS)

MS bir MT ve TE'nin birleşiminden oluşur. MS, MT ve TE'nin kabiliyetlerinden oluşmuş bir yapıdır. Gerçekte MT ve TE bu sistemin bileşenleridir.

3.3.4. Ana İstasyon Sistemi (Base Station System, BSS)

Ana İstasyon Sistemi (BSS), bir ana istasyon kontrolörü (Base Station Controller, BSC) ve bir Ana Alıcı-verici İstasyondan (Base Transceiver Station, BTS) oluşur.

BTS, BSC servis alanı içerisindeki MS'lerin, hava ortamını kullanarak BSC'ler üzerinden bilgi alışverişini sağlayan bir radyo ekipmanıdır. Bir BSC bir grup BTS'yi kontrol eder. BTS içerisinde GPRS özel yazılımı mutlaka kurulu olmalıdır.

BSC bütün radyo fonksiyonlarını sağlar. BSC bir denetleyici olarak kurulup bütün devre bağlaşmalı ve paket bağlaşmalı çağrılara kapatılabilir. BSC çağrı düzenleme bilgisi ve çağrı yönetimi arasında geçiş yapmayı sağlayan, yüksek kapasiteli bir

anahtardır. BSC, GPRS ile birlikte çalıştırılırken mutlaka GPRS donanım ve yazılımı ile desteklenmelidir. Bir veya bir kaç BSC bir MSC tarafından hizmete sokulur. Eğer BSC sayısı çok fazla ise bunlar bir SGSN tarafından hizmete alınır.

BTS, MS kaynaklı devre bağlaşmalı çağrıları, paket veri haberleşmesinden ayırır. Önce BSC CS çağrılarını MSC/VLR ye yönlendirir ve PS veri SGSN'e arzu edilen uyumu sağlamak için BSC ile standart GSM protokolü kullanılır.

3.3.5. Mobil Bağlaşma Merkezi (Mobile Services Switching Center, MSC)

MSC SGSN'in GSM paket veri trafiğini anahtarladığı gibi devre bağlaşmalı sisteminin de telefon anahtarlama fonksiyonlarını yerine getirir. Halk Telefon Şebekesi (Public Switched Telephone Network, PSTN), Dijital Ağlar (Integrated Services Digital Network, ISDN), Mobile Halk Şebekesi (Public Land Mobile Network, PLMN), Public Data Network ve bazı özel ağlar gibi telefonlar arasındaki çağrı ve data yönetimini kontrol eder.

SGSN Çağrı Yönlendirme Alanı (Routing Area, RA), MSC ise Konum Alanının (Location Area, LA) bir alt birimidir. Bir MSC konum alanı bir grup BSS hücrelerinin birleşiminden oluşur. Sistem LA'ları aktif durumdaki kullanıcıları tanımlamak için kullanılır. Bir LA bir MS'in konum bilgilerini sisteme aktarır.

Bir MSC/VLR Servis Alanı (Services Area, SA) çok sayıda Yerel Alanın (Local Area, LA) birleşiminden oluşur. SA bir MSC tarafından kapsanmıştır ve ağın bir parçasını oluşturur. Ağ içerisinde bir SGSN'e karşılık bir çok MSC olabilir. Bir MSC bir çok SGSN'e bağlanabilir. Bu konfigürasyon ağdaki trafik durumuna göre şekillendirilir.

3.3.6. Mobil Servisler İçin Anahtarlama Merkezi Geçidi (Gateway Mobile Services Switching Center, GMSC)

GMSC geçit yolu GSM devre bağlaşmalı ağ ile PSTN arasındaki devre bağlaşmalı çağrıları anahtarlar. Komple bir telefon ağıdır. Sisteme kayıtlı mobil kullanıcının MSC'ye gelen çağrılarının yönlendirilmesi işlemine yerine getirir. MSC/VLR içerisinde entegre bir yapıdır. GMSC'nin yapısı GPRS sisteminde kullanılabilmek için değiştirilmemiştir.

3.3.7. Abone Yeri Kaydedicisi (Home Location Register, HLR)

HLR, GSM/GPRS operatörlerinden abonelik alan bütün kullanıcıların abonelik bilgilerinin tutulduğu bir veri tabanıdır. HLR CS ve PS haberleşmeleri için veri saklar. HLR içerisinde, ilave servisler, güvenlik parametreleri, Erişim Noktası Adı (Access Point Name, APN), internet servis sağlayıcı aboneliği ve bir MS için tahsis edilmiş sabit IP adresi gibi veriler bulunur. Aynı zamanda bir HLR içerisinde MS'in bulunduğu konum bilgisi de saklıdır. GPRS sistemi içerisinde HLR ile ve SGSN arasında veri alişverişi gerçekleştirilir.

HLR'den SGSN'e giden bilgiler abone için operatör tarafından kurulur. Operatör, abonenin bilgilerini değiştirdiğinde veya abone gezinim için yeni bir SGSN ihtiyacı duyduğunda veri transferi tamamlanır. Bir nceki SGSN ağrı yönetimi hakkında bilgilendirilir. SGSN'den HLR'ye transfer edilen veriler, MS'in hareketlerinden oluşan konum güzergah bilgileridir. Bir mobil kullanıcının gezinimini sağlaması için PLMN, SGSN sunucusundan farklı bir HLR içerisinde bulunabilir.

3.3.8. Ziyaretçi Konum Kaydedicisi (Visitor Location Register, VLR)

VLR veri tabanında bütün MS'lerin MSC konum alanı içerisindeki anlık gerçek konumları veya SGSN dolaşım alanı bilgileri bulunur. SGSN paket bağlaşmalı haberleşme için VLR'nin özelliklerini de içerir. Aynı şekilde devre bağlaşmalı haberleşmede de VLR mevcuttur. VLR, MSC veya SGN için abonelerin bilgilerini

saklar, MSC ve SGSN aboneler için servis hizmeti sağlar. Bir MS yeni bir MSC konum alanına veya SGSN servis alanına girdiğinde, MSC veya SGSN'e ait VLR. HLR'den bu MS'e ait bilgileri talep eder ve kaydeder. Böylelikle bu MS, yeni bir çağrı yapacağı zaman, gerekli olan bilgiler veri tabanından çağrılarak en kısa zamanda bu çağrı için kurulum gerçekleştirilir.

GPRS PS ve GSM CS mobil haberleşme uygulamalarının her ikisinde de sırası ile SGSN ve MSC bir MS şebekeye girdiğinde HLR'den bu kullanıcıya ait bilgileri alırlar. Bu durum hem GPRS için hem de Uluslararası Mobil Abone Kimliği/Devre Bağlaşmalı (International Mobile Subscriber Identity / Circuit Switched, IMSI/CS) için geçerlidir. GPRS devre bağlaşmalı verileri alıp işleyebilir. GPRS devre bağlaşmalı bir veri geldiği zaman, bu durumda MSC/VLR'den bir paging isteği yapılır (paging işlemi abonenin kullandığı cihazdan bilgi isteği yapılmasıdır).

VLR, GPRS servis noktası SGSN programı ile yüklüdür. VLR'de SGSN'in kullandığı veriler bulunur. HLR. MS'lerin güvenlik prosedürleri için GPRS sisteminde, CS devre anahtarlama sistemi MSC/VLR'nin yerine kullanılır. SGSN güvenlik sistemini HLR'den alır.

3.3.9. GPRS Servis Noktası Sağlayıcısı (Serving GPRS Support Node, SGSN)

SGSN, GSM içerisinde yeni bir bileşendir ve GSM ağını GPRS olarak kullanmak için kullanılan en önemli parçadır. SGSN, SGSN servis alanı içerisindeki bir MS tarafından adreslenmiş veya bu MS'e adreslenmiş olan gelen veya çıkan IP paketlerini iletir. SGSN, SGSN servis alanında paket güzergahını ve iletimini sağlar. SGSN, SGSN coğrafi servis alanı içerisinde fiziksel olarak bağlı durumdaki bütün GPRS abonelerine hizmet sunar. Bir GPRS abonesi, fiziksel konumuna bağlı olarak ağıdaki herhangi bir SGSN tarafından hizmet alabilir. Trafik güzergahı SGSN'den BSC'ye doğrudur bu güzergah BTS'den MS'e iletir.

SGSN'in sağladığı diğer hizmetler:

- Şifreleme ve güvenlik,
- Oturum (konferans görüşme) yönetimi,
- Mobility (MS'lerin hareketini takip eder) yönetimi,
- MS'e ulaşmak için gerekli olan yolun mantıksal kurulumu,
- HLR, MSC, BSC, GGSN ve diğer düğümlerle bağlantı kurabilir,
- Ücretlendirme verilerinin dökümünü çıkarabilir.

SGSN her bir MS'in radyo ağını kullanımı ile ilgili ücretlendirme verilerini toplar. SGSN ve GGSN, GPRS ağ kaynaklarının kullanımı ile ilgili ücretlendirme verilerini toplar.

3.3.10. GPRS Destek Noktası Geçit Yolu (Gateway GPRS Serving Node, GGSN)

Tıpkı SGSN gibi GGSN de GSM ağını GPRS olarak kullanmak için gereken en önemli bileşenlerden biridir ve GSM ağı için yeni bir bileşendir. GGSN;

- Arayüz IP paket ağı oluşturulması yönündedir. GGSN, Harici İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Services Provider, ISP), yol verici (router), Uzak Nokta Dial-In Erişimi Servisi (Remote Access Dial-In User Services, RADIUS) gibi erişim fonksiyonlarını barındırdığından dolayı, güvenlik amaçlı kullanımı vardır. Harici IP ağlarına örnek olarak, GGSN bir router gibi GPRS ağını kullanarak bütün abonelere IP adresi tahsis eder. Böylelikle GGSN, harici bir ağ ile routing (dolaşım) bilgilerini paylaşır.
- GPRS oturum yönetimi ve harici bir ağ ile haberleşme yolu kurar.
- Aboneler ile abonelere en yakın SGSN arasındaki ilişiyi kurar.
- Ücretlendirme verilerinin dökümü, GGSN, her bir MS'in harici veri ağlarını kullanması ile ilgili ücretlendirme bilgilerini depo eder. GGSN ve SGSN, GPRS kaynaklarının kullanımı ile ilgili ücretlendirme bilgilerini toplarlar.

3.3.11. SGSN VE GGSN Birlikteliği (The Co-Located SGSN And GGSN)

SGSN ve GGSN, bir GPRS Servis Noktası (GPRS Services Node, GSN) için gösterilebilecek en temel yapılardır. SGSN ve GGSN fonksiyonlarına bağlı olarak aynı fiziksel düğüm içerisinde veya farklı fiziksel düğümlerde oluşturulabilirler. SGSN ve GGSN, GPRS ağ protokolü omurgasıdır (IP'lendirme ve çağrı yönetimi) ve IP routerlar ile bir birlerine bağlanabilirler.

SGSN ve GGSN, farklı PLMN'ler içerisinde konumlandırılabilirler. PLMN'ler güvenlik ve girişim gibi sebeplerden dolayı birbirlerine sınırlı geçityolları ile bağlanabilirler. Sınırlandırılmış geçit yolları GGSN'in bir parçasıdır.

3.3.12. Cihaz Kimlik Bilgisi Kaydedicisi (Equipment Identity Register, EIR)

EIR, çalınmış, yetkisiz veya kusurlu MS'lerden gelen çağrıları önlemek için, mobil cihazların kimlik bilgilerinin tutulduğu bir veri tabanıdır.

3.3.13. Kimlik Doğrulama Merkezi (AUthentication Center, AUC)

Kimlik Doğrulama Güvenlik Merkezi (AUthentication Center, AUC), GSM sistemindeki güvenlik ve şifreleme için kullanılan ana birimdir. Güvenlik GSM ve GPRS sistemleri için aynıdır. GPRS sisteminde güvenlik sadece şifrelemede farklıdır. Bu fark AUC'nin değiştirilmesini veya yenilenmesini gerektirmez.

BÖLÜM 4

GPRS VERİ İLETİŞİMİ

Bu bölümde GPRS bağlanma ve çözülme, Paket Veri Protoklü (Packet Data Protocol, PDP) aktivasyon ve deaktivasyonu ve geliştirme prosedürü durumlarında meydana gelen trafik incelenecektir.

Trafik durumları bu kısımda aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- GPRS bağlanma/çözülme,
- PDP aktivasyon/deaktivasyon,
- Geliştirme prosedürü.

4.1. IMSI Bağlanma, GPRS Bağlanma ve PDP Aktivasyon Prosedürleri

4.1.1. IMSI Bağlanma

Bir GSM MS birimi, çağrı alma veya gönderme işlemi yapmak yerine IMSI bağlanma prosedürünü yerine getirme ihtiyacını duyar. Uluslararası Mobil Abone Kimliği (International Mobil Subscriber Identity, IMSI) bağlanma Şekil-4.1.'de gösterilmiştir. IMSI bağlanımı MS ile GSM ağı arasında bir bağlantı kurar.

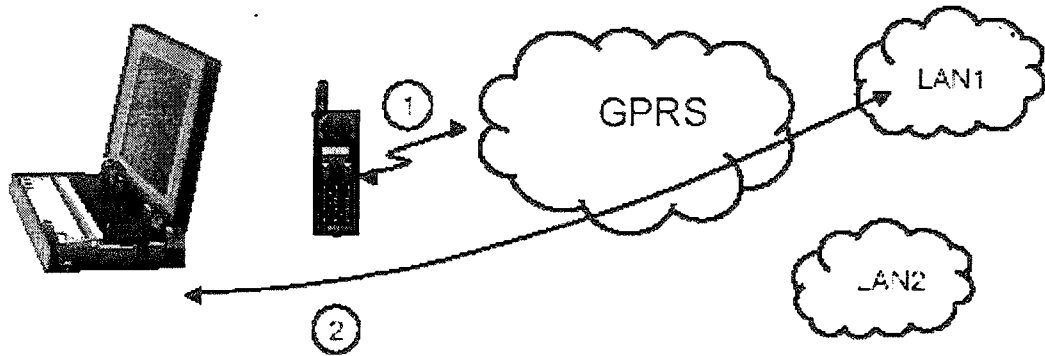


Şekil 4.1. IMSI Bağlanma

Herhangi bir sabit ağ içerisindeki kullanıcı, kullandığı ağı belirtmeye ihtiyaç duymaz. Çünkü bütün şebekeler aynı numaralandırma planını (E 164) kullanır. MS Telefon Numarası (MS International Mobil Subscriber Identity .MSiSDN), şehir ve ülke ağları için aynı durum geçerlidir.

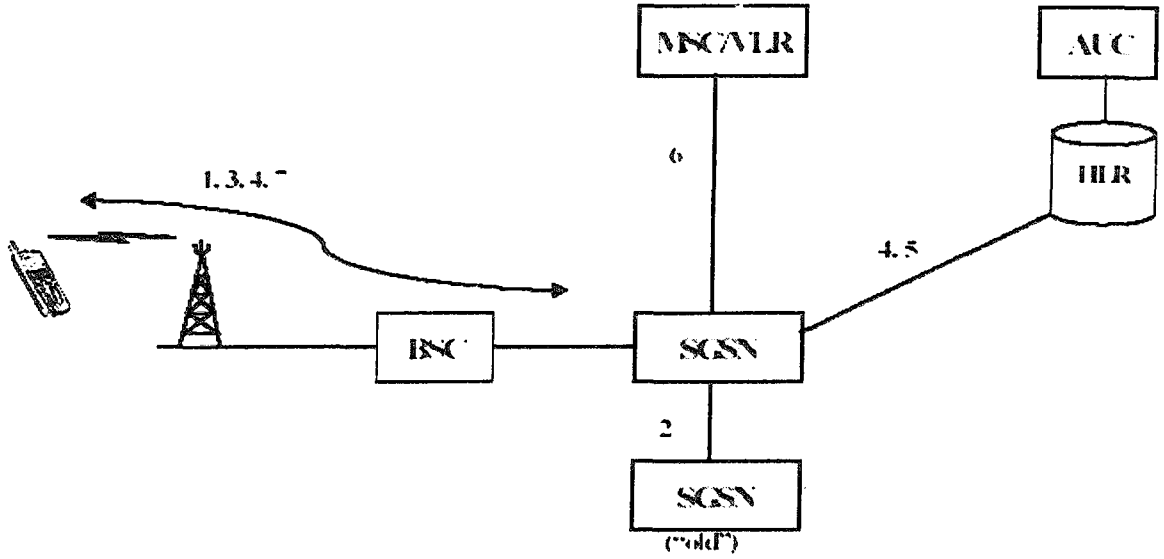
4.1.2. GPRS Bağlanma

Veri gönderme veya almadan önce son kullanıcı iki adımdan oluşan prosedürü yerine getirmek ister. 1. adım GPRS bağlanma Şekil-4.2.(1) ve 2. adım PDP aktivasyonu Şekil-4.2.(2)



Şekil 4.2. GPRS Bağlanma (1) ve PDP Bağlanım (2)

GPRS bağlanmada MS ve SGSN arasında lojik bir bağ oluşturulur. GPRS bağlanım prosedürü Şekil-4.3.'de gösterilmektedir. Her bir adım aşağıda açıklanmıştır.

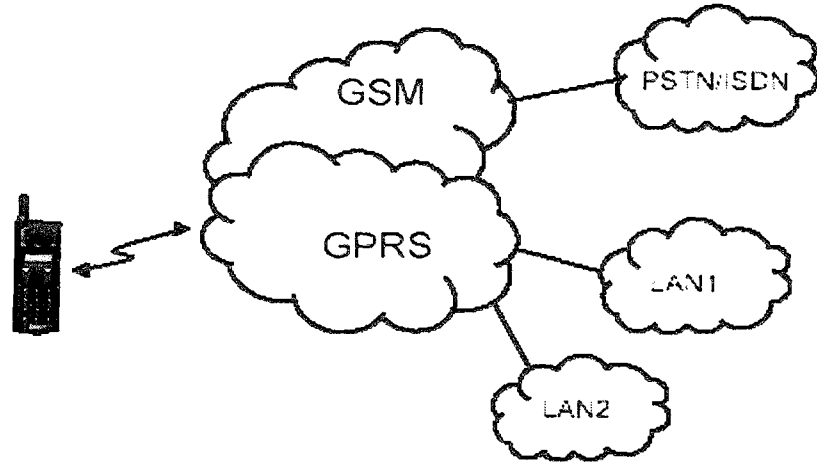


Şekil 4.3. GPRS Bağlanma

- 1) MS SGSN'e mesaj gönderir "bağlanma isteği",
- 2) Eğer MS SGSN tarafından bilinmiyor ise eski SGSN'e IMSI sorulur,
- 3) Eğer MS eski SGSN tarafından da bilinmiyor ise yeni SGSN'e bir hata mesajı gönderilir ve yeni SGSN MS'den IMSI numarasını ister,
- 4) SGSN MS'i doğrular,
- 5) Eğer yeni bir SGSN servis alanı içerisine girilmiş ise HLR güncellenir,
- 6) Eğer yeni bir LA bölgesel alana girildi ise MSC/VLR güncellenir,
- 7) SGSN MS'e yeni Geçici Lojik Bağlantı ID (Temporary Logical Link ID, TLLI) bilgisini verir.

4.1.3. Birleştirilmiş GPRS/IMSI Bağlanma

Birleştirilmiş bir GPRS/IMSI bağlanımında iki prosedür de aynı anda işletilir. Bu işlem Şekil-4.4.'de resmedilmiştir.



Şekil 4.4. Birleştirilmiş GPRS/IMS bağlantısı

4.1.4. GPRS Kopması

Bir MS GPRS ağından MS veya ağ tarafından çıkarılır. Kopma prosedürü MS, BSS, SGSN ve GGSN arasında haberleşme gerektirir.

4.1.5. PDP Aktivasyonu ve Deaktivasyonu

Şekil-4.2.'de resmedildiği gibi GPRS bağlantısı gerçekleştirildikten sonra MS GPRS verisi alıp göndermek yerine PDP aktivasyon prosedürünü işletir.

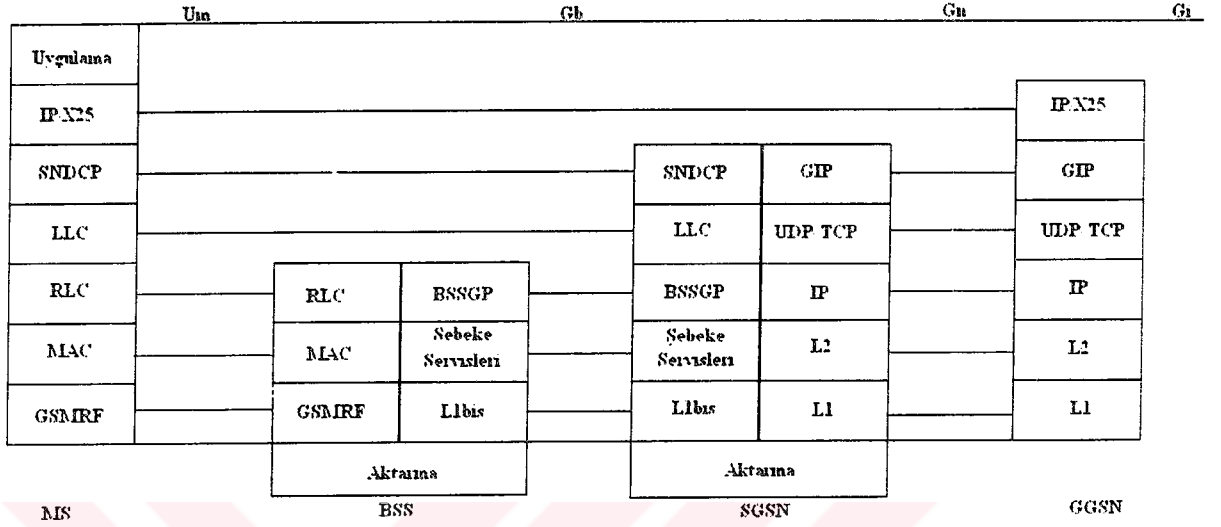
4.2. GPRS'de Kullanılan Protokoller

Kullanıcı verisinin mevcut GSM ve GPRS şebekesi üzerinden iletimi iki farklı protokol düzlemi kullanılarak gerçekleştirilir. Bunlar,

- İletim düzlemi protokolü ve
- İşaretleşme düzlemi protokolüdür.

İletim düzleminde kullanılan protokollerin fonksiyonlarını kontrol ve destek için kullanılan işaretleşme bilgilerinin taşınmasını sağlar. İletim düzlemi protokolleri, kullanıcı verisinin, mobil istasyondan harici şebekelere IP datagramları şeklinde iletilmesini sağlar. İşaretleşme düzlemi protokolleri içerisinde GSM de kullanılan birçok

protokol de yer alır. İletim düzlemi porsedürleri Şekil-4.5’de iletim düzlemi protokolleri veilmiştir.



Şekil 4.5. İletim düzlemi protokolleri

4.2.1. Uygulama Katmanı

Uygulama katmanı birincil olarak, çeşitli kullanıcı uygulamalarını desteklemek için gerekli lojiği içerir. Elektronik posta ve WEB taraması gibi her uygulama tipi için, kullanıcı verisinin sunumunu ve uygulama oturumlarını yöneten değişik protokollere ihtiyaç vardır. Genellikle bu protokoller yazılıma özgüdür ve GPRS yapısıyla bir bağlantısı yoktur.

4.2.2. TCP/UDP

İletim düzlemi, uca bağlantıda kullanıcı verisinin alışverişi için, uygulamaların özelliğinden bağımsız mekanizmalar içerir. İki farklı iletim protokolü vardır. İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol, TCP) ve Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol, UDP) [39].

- TCP, iki host arasında verinin düzenli güvenli akışını temin eder. Bu doğrulanmamış paketlerin yeniden iletimi ve hem gelen hem de giden verinin hafızalanması için, kayan pencere sisteminin kullanılmasıyla mümkün olur. Alıcı ucun paketleri kabul ettiğinden emin olmak için beklenen doğrulamaların üstüne bir zaman aşımı konur. Bu tip ayarlanabilir zaman aşımı mekanizmaları Otomatik Tekrar İsteği (Automatic Repeat reQuest, ARQ) olarak adlandırılır. Uygulamalar tarafından verinin güvenli iletimi tercih edileceğinden, TCP en yaygın kullanılan iletim protokolüdür.
- Öte yandan UDP, uygulama katmanına basit bir servis sağlar. Bir hostdan diğerine datagram adı verilen veri paketleri gönderir. Datagramların diğer uca ulaşma garantisi yoktur ve hata tespiti durumunda datagramların yeniden iletimi söz konusu değildir. UDP'nin karakteristikleri genelde gerçel zamanlı akan medyada (ses ve video) avantaj sağlar.

GPRS telsiz ortamında, TCP ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir nokta vardır; radyo arabağdaşımının doğası gereği, müşteri-hizmet verici uygulaması, uçtan uca bağlantıda değişken ve yüksek gecikmeye maruz kalır. Mesela mobil kullanıcı bir tünelden geçiyorsa ani radyo gölgelemesi yüzünden TCP bağlantısı dakikalarca kesilebilir. Geçici radyo gölgelemesi yüzünden devam eden GPRS bağlantıları kesilirse, bu GPRS sisteminde kullanıcı açısından negatif bir özellik olacaktır. Bu yüzden telsiz kullanım için tasarlanann uygulamalar, iletimde önemli gecikmeleri göz önünde bulunduracak mekanizmalar içermelidir [39].

Uçtan uca bağlantı için değişken band genişliği göz önüne alındığında, TCP protokolünün başka bir özelliğine dikkat edilmelidir. Bir paket gönderilir ve doğrulama dönmezse, paketlerin kaybolduğu düşünülerek TCP yeniden iletim yapar (ARQ mekanizması). TCP, hat performansını ve ortalama cevap süresini takip eder; ancak hızlı değişimlere anında uyum sağlayamayabilir. Bu, TCP'nin, gerçekte paket radyo arabağdaşımı üzerinden geciktiği halde paket kaybolmuş gibi davranmasına yol açar. Çoğu zaman uçtan uca bağlantıda gecikme, değişen radyo koşullarına bağlı olarak Radyo Link Kontrol (Radio Link Control, RLC) alt katmandaki yeniden iletimlerden dolayı ortaya çıkar. Farz edilen tıkanıklığı rahatlatmak amacıyla ARQ işlemi otomatik

olarak, TCP'yi yavaş başlangıç durumuna zorlar. Bu durum, başarılı paket iletimleri üzerinde yavaş başlangıç algoritmasını tetikleyen bir algoritma içerir. Ancak bu tıkanıklığın paket kaybı için gerçek neden olmadığı durumlarda, son kullanıcıya sunulan tüm kapasitede gereksiz bir düşüş olur. Bu kaçınılmaz kapasite sınırlamasına tek çözüm, RLC katmanı üzerindeki yeniden iletimlerin ortalama hızını hesaplamak ve ayarlamaktır. Böylece uçtan uca verim artırılır. Sonuçlar GPRS'in TCP zaman aşımına uğramadan önce, çeşitli RLC-yeniden iletimlerine izin veren yeterince hızlı RLC ARQ mekanizmaları sağladığını göstermiştir. RLC ARQ planı, TCP'nin birçok durumunda paket kaybından çok, paket gecikmeleri gözlemlendiğinden emin olmak için tasarlanmıştır. Gecikmeler, TCP zaman aşımaları çok nadir olacak şekilde bağlanmıştır ve bu sebeple pratikte TCP, telsiz link üzerinde paket hatalarını tam olarak fark etmeyecektir [28].

4.2.3. IP/X.25

Taşıma katmanı, şebeke seviyesinde iki tip PDP ile taşınabilir. Bunlar internet Protokolü (Internet Protocol, IP) veya X.25 protokolüdür. Bu zamana kadar hiçbir şebeke üreticisi GPRS şebekeleri için X.25 şebeke protokolüne dayanan ürünlerden bahsetmemiştir. Bu da veri şebekelerinde internet gibi yönlendirme servisleri sağlayan IP'nin, GPRS için baskın şebeke protokolü olduğunu göstermektedir.

IP kullanıcı adresleri, GGSN tarafından veya GGSN yoluyla tahsis edilir ama adres havuzu GGSN'de yer almaz. Gerçekde IP adreslerini tutan, ISP veya LAN gibi harici bir şebekedir. Her harici şebekenin, GGSN'de şebeke ulaşımının sağlanması ve IP adreslerinin atanması fonksiyonlarını içeren, kendine ait tek bir erişim noktası vardır. IP adres ataması, RADIUS veya Dinamik Host Konfigurasyon Protokolü (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) ile gerçekleştirilir.

Adres havuzu genel IP adresleri ve özel IP adresleri olmak üzere iki tip IP adresi içerir. Genel IP adresleri küresel olarak tektir ve internet adres alanını hazırlarlar. Gerçekde internet sadece genel IP adreslerini yönlendirebilir. Operatörler ve harici şebekeler, genel IP adresler için İnternet Atanmış Numaralar Yetkilisine (Internet Assigned Numbers Authority, IANA) başvururlar.

Özel IP adresleri genel adres alanında ayrılmış, özel bir adres grubudur. Herhangi bir özel şebeke kayıt veya koordinasyon olmadan kullanılabilirler. Bu adresleri kullanan hostlara internetten ulaşılamaz. Harici cihazlarla haberleşme gerektiğinde Şebeke Adres Çeviricisi (Network Address Translation, NAT) olarak bilinen bir mekanizma özel IP adreslerini, genel IP adreslerine çevirir.

GPRS hem dinamik hem statik IP adreslemeyi destekler:

- Dinamik IP adres tahsisi: Operatör ISP veya ortak şebekenin, ilgili havuzdan IP adreslerini kullanmasını sağlar, bu adreslerin yeniden kullanımını mümkün kılar. Bu kullanım her abonelik için bir IP adres olması koşulunu kaldırır ve her durumda adreslerin toplam sayısını önemli ölçüde azaltır.
- Statik IP adresi: Şebekenin abonelerine sağladığı özel bir hizmettir. Bu tür kullanıcılara kurumsal aboneler denir ve internete her erişim için şebeke tarafından farklı bir IP tahsis edilmez ve kendi sabit IP'lerini kullanırlar. Bu tür kullanıcılar bu kullanım için belli bir ücret öderler. Bu sayede dış ağlara her eriştiklerinde, nasıl sabit IP'ler ile irtibata geçebiliyorsa, dışarıdan da sürekli erişilebilir olurlar. Tabiki bu şekilde kullanım sınırlı IP tahsisinden dolayı, IP adreslerinin verimsiz kullanımına sebep olur. Fakat bazı uygulamalar ve kurumsal hizmetler için bu tür bir aboneliğe ihtiyaç duyulur.

4.2.4. SNDCP

Altşebeke Bağımlı Bir Noktada Birleştirme Protokolü (SubNetwork Depent Convergence Protocol, SNDCP), şebeke seviyesi karakteristiklerini, daha altta yer alan radyo katmanları üzerine gönderir. Bu, IP ve X.25'in SNDCP katmanının en üstüne taşınmasını sağlar.

SNDCP, bölümlenmeyle, başlık sıkıştırmasıyla ve veri sıkıştırmasıyla ilgilenir. Veri sıkıştırma teknikleri (mesela Van Jacobson ve V.42bis) verinin tipine bağlı olarak kullanıcıya yansıyan veri hızını önemli ölçüde iyileştirir. Örnek olarak verinin kaynağı metinden oluşuyorsa (WAP, elektronik posta, kelime işleme gibi...) orjinal ölçüsünün

%25'ine sıkıştırılır. Öte yandan resimler (GIF, JPEG gibi...) veri sıkıştırmasını çok az gerektirecek veya hiç gerektirmeyecek şekilde uygulama seviyesine sıkıştırılır [28].

V.42bis terminal ve şebekelerde en sık uygulanacak veri sıkıştırma tekniğidir. Bu teknikten yararlanmak için V.42bis, hem terminalde hem şebekede son kullanıcı ve operatör tarafından etkin hale getirilmelidir. V.42bis bir veri sıkıştırma protokolüdür, 34kbps veri alış verişini destekler. Bu sıkıştırmanın en büyük dezavantajı, uç noktada gerekli ekstra adımlardır. Mesela gönderen taraf veriyi sıkıştırmalı, alıcı da veriyi açmalıdır. Bu sınırlı işlemci yeteneğine ve sınırlı hafızaya sahip mobil terminaller için problemler olabilir. SNDCP katmanı, V.42bis sıkıştırmasının radyo arabağdaşımına etkisini kısıtlayarak sadece MS ile SGSN arasında bulunan link üzerinde veriyi sıkıştırır.

4.2.5. LLC

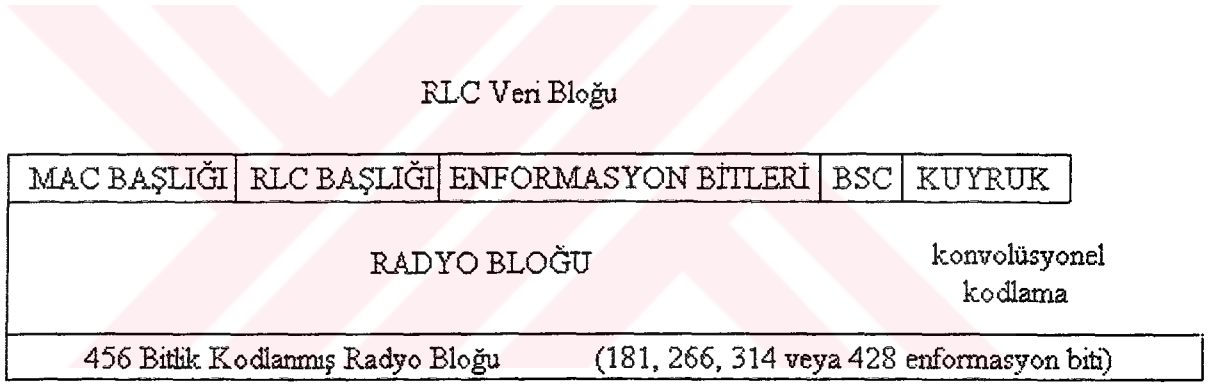
Lojik Link Kontrol Katmanı (Logical Link Control, LLC), yüksek güvenilirlikli, şifrelenmiş lojikel link sağlar. LLC, GPRS dahili şebekesinde, minimum değişiklik gerektiren alternatif radyo çözümlerinin (EDGE) tanıtılmasını sağlamak için alttaki radyo arabağdaşım protokollerinden bağımsız olmalıdır. LLC, MS ve SGSN arasında bir Geçici Lojik Link Tanımlayıcı (Temporary Logical Link Identifier, TLLI) tarafından belirlenen bir lojik link kurar. İsteğe bağlı olarak, bir hata sınaması toplamı sağlanarak, LLC katmanında güvenilir bir bağlantı kurulabilir. Bu durumda, bir hata yeniden iletimi tetikleyecektir ve SGSN, paketler MS tarafından doğrulanıncaya kadar paketleri hafızalayacaktır. Paketlerin hafızalanması, düğümün de buna göre boyutlandırılmasını gerektirecektir.

4.2.6. RLC ve MAC

Radyo Link Kontrol (Radio Link Control, RLC) ve Ortam Erişim Kontrolü (Medium Access Control, MAC) aynı alt katmanın parçaları olarak düşünülmektedir. RLC, LLC veri paketlerinin RLC veri bloklarına bölünmesiyle ilgilenir. Şekil-4.6'da gösterildiği gibi radyo bloğu oluşturmak için RLC veri bloğuna bir MAC başlığı ve bir blok kontrol

sırası (Block Control Sequence, BCS) eklenir. Sırasıyla, birkaç ek kuyruk bitiyle radyo bloğuna konvolüsyonel kodlama uygulanarak 456 bitlik sabit uzunluklu kodlanmış radyo bloğu oluşturulur. Bu standart iletim ünitesindeki enformasyon bitlerinin miktarı; fiziksel radyo arabağdaşımının her durumda kullandığı kodlama planına bağlı olarak değişir (CS-1'den CS-E'e kadar; 181'den 428 bite kadar). MS veya BTS tarafından hatalı alınan RLC blokları seçici bir ARQ-protokolü tarafından yeniden iletilir.

Aynı alt katman üzerinde MAC ortam erişim kontrol fonksiyonu, radyo kanalı için erişim işaretleşme (istek ve kabul) prosedürlerini ve bölümlenmiş çerçevelerin GSM kanalı üzerinde aktarılmasını kontrol eder. Başka bir deyişle, tüm veri trafiğini ve kontrol işaretleşmesini fiziksel radyo arabağdaşımı üzerinde dağıtır. Şekil-4.6'da RLC bloğu verilmiştir.



Şekil 4.6. RLC Bloğu ve Radyo Bloğu

4.2.7. Fiziksel Radyo Arabağdaşımı

Fiziksel radyo arabağdaşımı, sıra, kanal kodlaması, hücre yeniden seçim prosedürleri ve güç düzenlemesi durumlarında, GPRS için prosedürleri içerir. Varolan GSM fonksiyonu fiziksel dalga şekillerinin modülasyon ve demodülasyonu; olası fiziksel ortam iletim hatalarının tespit ve düzeltilmesiyle uğraşır. Bu katmanlar aynı zamanda girişim ve frekans değişimiyle İşaret/Gürültü Oranını (Signal to Noise Rate, SNR) iyileştirerek frekans değişimi ve işaret modülasyonu ile da ilgilenir.

4.2.8. BSSGP ve Çerçeve Kaydırma

BSC ve SGSN arasındaki güvenilir arabağdaşım sayesinde, Baz İstasyonu Sistemi GPRS Protokolü (Base Station System GPRS Protocol, BSSGP) veri paketlerini ve yönlendirme bilgisini iletir. Arabağdaşımı açık yapmak için Çerçeve Kaydırma (Frame Relay, FR) ile standartlaştırılmıştır. Çerçeve kaydırmalı haberleşme standardı yüksek veri hızlarını mümkün kılar.

4.2.9. GSN Arabağlantısı

GPRS Tünel Protokolü (GPRS Tunnel Protocol, GTP), GSN'ler arasında Paket Veri Birimlerini (Packet Data Unit, PDU) yönlendirme bilgisi ekleyerek, GPRS omurga şebekesi yoluyla iletir. GTP başlığı, Noktadan Noktaya (Point to Point, PTP) için tünel uç nokta belirleyici ve Olası Noktadan Çok Noktaya (Point to Multipoint, PTM) paketleri için grup belirletici içerir. Çoklu alıcılara sahip bir taşıyıcı servis olarak PTM, GSN'in ara bağlantıları üzerinde band genişliğinin korunmasını mümkün kılar.

TCP/UDP ve IP/X.25 GTP'nin altında taşıma ve şebeke katmanı protokolleri olarak kullanılır. Güvenli bağlantılar için X.25 üzerinde TCP koşar. IP şebekeleri için de UDP kullanılır. Ethernet, Birleştirilmiş Servisler Sayısal Şebekesi (Integrated Services.Digital Network, ISDN) ve Asenkron Transfer Modu (Asenkron Transfer Mode, ATM) tabanlı protokoller, operatörlerin şebeke yapısına bağlı olarak IP'nin altında kullanılabilir.

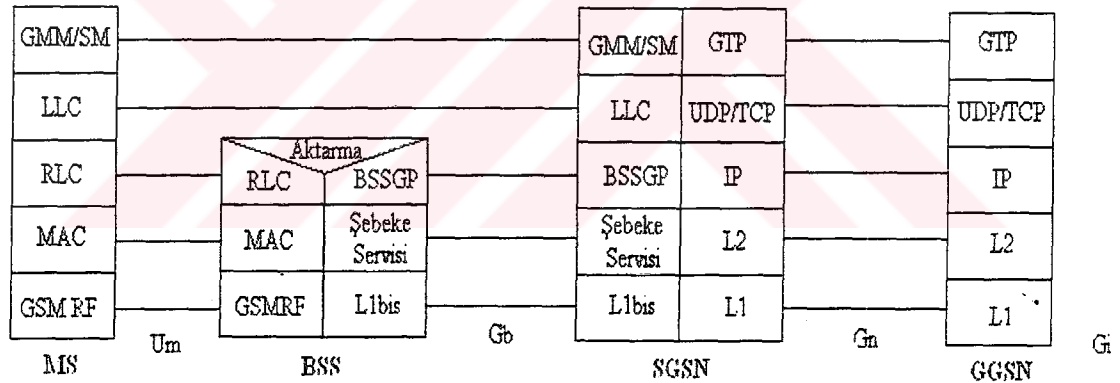
Dahili GPRS şebekesinin IP katmanı, son kullanıcıyı belirleyen IP katmanı ile karıştırılmamalıdır. Bunlar iletim düzleminin iki ayrı alanıdır. GPRS omurgasındaki SGSN ve GGSN düğümlerinin sayısının az olması, her mobil şebeke operatörü tarafından ihtiyaç duyulan. düğüm adreslerinin sayısını sınırlar. Bu sebeple düğüm adreslerinin eksikliği GPRS sisteminin potansiyel kapasite sınırlaması olarak düşünülemez [28].

4.3. İşaretleşme Düzlemi

GPRS sisteminin işaretleşme düzlemi, iletim düzleminin fonksiyonlarını kontrol eden ve destekleyen protokollerden oluşur. İşaretleşme düzleminin fonksiyonları şu şekilde özetlenebilir:

- GPRS şebekesine bağlanma ve ayrılma gibi GPRS şebeke erişim bağlantılarının kontrolü PDP paket veri protokolü adresinin aktif hale getirilmesi gibi kurulmuş bir şebeke erişim bağlantısının özelliklerinin kontrolü,
- Kullanıcı hareketliliğini desteklemek için, bir şebeke bağlantısının yönlendirme yolunun kontrolü,
- Şebeke kaynaklarının tahsisinin kontrolü.

İşaretleşme düzlemi protokolleri Şekil-4.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. İşaretleşme düzlemi protokolleri

GPRS Dolaşım Yönetimi (GPRS Mobility Management, GMM) MS ile SGSN arasında olur. Oturum Yönetimi (Session Management, SM) GPRS'e bağlanmış abone ile harici şebekeler arasındaki bağlantı kurma ve kesme işlemlerini oturum yönetimi halleder. Bu, PDP bağlanımının aktive edilmesi ve işlem dışı bırakılmasıdır.

SGSN ve GGSN arasındaki işaretleşme, veri trafiği için protokol yığınına benzer olarak UDP/TCP üzerinde GPRS Tünel Protokolü (GPRS Tunneling Protocol, GTP) tarafından taşınır. SGSN ve HLR arasındaki işaretleşmeden Mobil Uygulama Kısım (Mobile

Application Part, MAP) sorumluyken, SGSN ve MSC/VLR arasında Baz İstasyonu Alt Sistemi Uygulama Kısım (Base Station System Application Part, BSSAP) kullanılır.

MS ve SGSN arasındaki işaretleşme, GPRS Mobilite Yönetimi ve Oturum Yönetimi (GPRS Mobility Management and Session Management, GMM/SM) içinde, LLC katmanının en üstünde taşınır. Bu protokol, GPRS bağlanma, GPRS ayrılma, PDP içeriğinin aktif hale getirilmesi, PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması, yönlendirme alanının güncellenmesi ve yerleşim alanının güncellenmesi gibi mobilite yönetimi fonksiyonlarını destekler.

4.4. GPRS Şebekeleri

GPRS sistemindeki şebekeler ya dahili (GPRS omurga şebekesi ve SS7 şebekesi) ya da haricidir (İnternet ve İntranet). Genellikle dahili şebekelerin kapasitesi servis verilen şebeke elemanlarından gelen işaretleşmenin ve kullanıcı verisinin miktarına göre boyutlandırılır. Örnek olarak, GPRS omurgası hiçbir zaman GPRS şebekesinin kapasitesini sınırlayan bir faktör olmamalıdır.

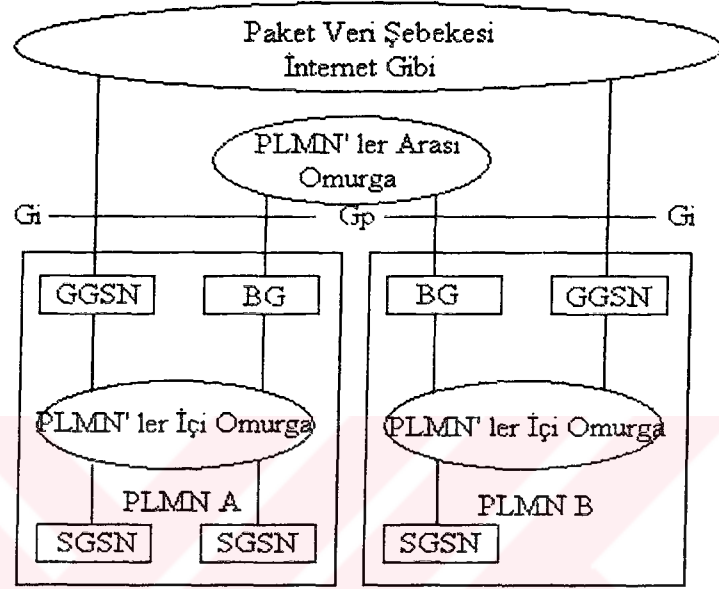
4.4.1. GPRS Omurga Şebekeleri

Şekil-4.8.'de gösterildiği gibi PLMN'ler içi (İntra-PLMN) ve PLMN'ler arası (İnter-PLMN) olarak isimlendirilen iki çeşit GPRS omurga şebekesi vardır [40].

PLMN'ler içi omurga şebekesi, aynı PLMN'deki GSN'leri birbirine bağlayan IP şebekesidir. Her bir PLMN'ler içi şebeke, GPRS verisi ve GPRS işaretleşmesi için özel bir IP şebekesidir.

PLMN'ler arası omurga şebekesi, aynı operatöre ait değişik ülkelerdeki GSN'leri veya rakip operatörlere ait PLMN'ler içi omurga şebekelerini birbirine bağlayan IP şebekesidir. İki PLMN'ler içi omurga şebekelerini birbirine bağlayan IP şebekesidir. İki PLMN'ler içi omurga şebekesi, Sınır Geçiş Kapıları (Border Gateway, BG) ve PLMN'ler arası omurga şebekesini kullanan Gp arabağdaşımı yoluyla birbirine

bağlanır. PLMN'ler arası omurga şebekesi, BG güvenlik fonksiyonunu içeren bir dolaşım anlaşmasıyla seçilir. Şekil-4.8'de PLMN'ler içi ve PLMN'ler arası omurga şebekesi verilmiştir.



Şekil 4.8. PLMN'ler içi ve PLMN'ler arası Omurga Şebekeleri

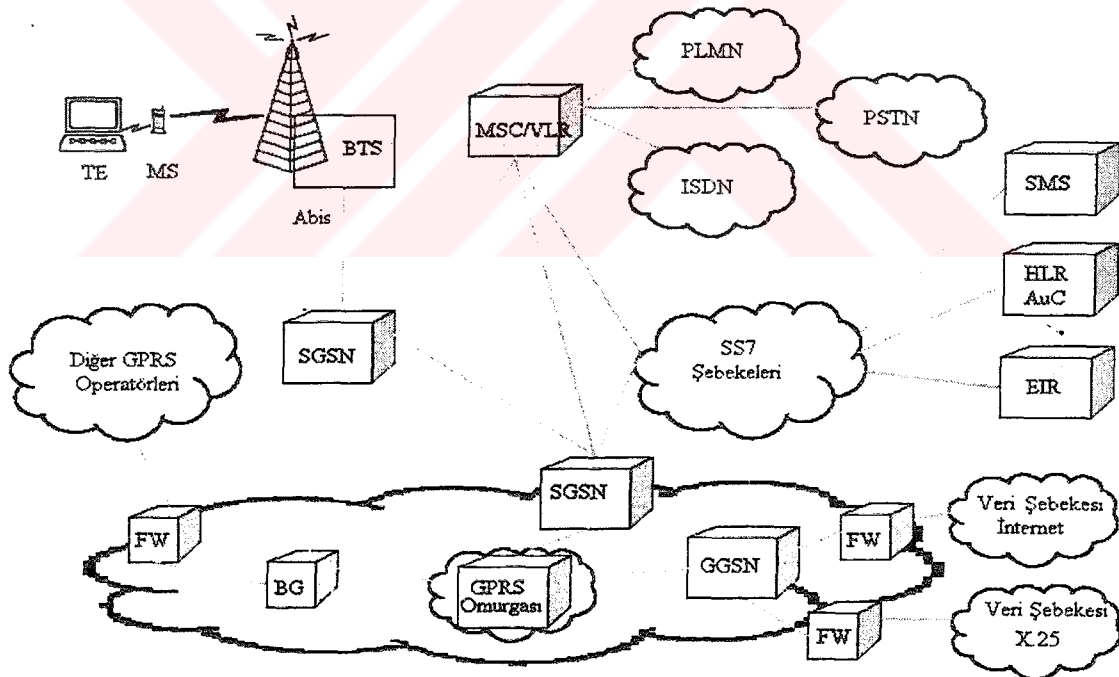
4.4.2. SS7 Şebekesi

GSM'in işaretleşme destek şebekesi, İşaretleşme Sistemi No:7 (Signaling System No:7, SS7) protokollerine dayanır ve bu yüzden SS7 şebekesi olarak isimlendirilir. Bu şebeke, EIR, HLR/AuC, MSC/VLR, SMS-MSC'ler, SGSN ve GGSN'i kapsayan Şebeke ve Bağlaşma Altsistemi (Network and Switching Subsystem, NSS) içinde, temel olarak işaretleşme aktarımı fonksiyonu gösterir. SS7, aynı zamanda değişik GSM şebekelerindeki NSS elemanları arasındaki etkileşimi de mümkün kılar ve MSC'yi, BSC, PLMN ve PSTN gibi elemanlara bağlama gibi diğer işaretleşme çeşitleri için de kullanılır.

4.5. Arabağdaşimler

Bilindiği üzere GPRS mevcut GSM şebekesi üzerine kurulmuş bir sistemdir. GPRS kullanımı için şebeke operatörleri, GSM altyapısını, üç yeni GPRS elemanı tanıtarak ve mevcut GSM düğümlerinin bir kaçını güncelleyerek geliştirmek durumundadır. Üzerinde yazılım güncellemesi yapılan GSM şebekesi elemanları ise, mobil servisler bağlaşım merkezi MSC, ziyaretçi konum kaydedicisi VLR gibi mevcut GSM düğümleri, ikamet konum kaydedicisi veri tabanı HLR, baz istasyonu BTS ve son olarak baz istasyonu denetleyici BSC'dir.

GPRS sistemi üzerindeki bütün elemanlar Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Bu şekil şebeke elemanlarının fonksiyonlarını ve birbirleri ile etkileşimini açıklamada temel referansdır [35].



Şekil 4.9. Mevcut GSM Yapısıyla Bağlantılı Olarak GPRS Sistemi

GPRS erişimi arabağdaşlarını Şekil 4.10’da verilmiştir. Her GPRS Kamu Mobil Telefon Şebekesi (Public Land Local Network, PLMN) iki erişim noktasına sahiptir:

Um, mobil istasyonun erişimi için kullanılır ve R referans noktası mesajların kabulü için

120 radyo zaman dilimi taşıyabilir (her TRX başına 8 radyo zaman dilimi vardır).

Kapasite açısından 16 kbps'lık her Abis devresi, 9.6 kbps'da GSM CS ve GSM CSD, 14.4 kbps HSD, GPRS CS-1 (15.6 kbps) veya CS-4 (21.4 kbps) için toplam veri hızı 16 kbps'ı aşar. Eğer CS-3 ve CS-4 GPRS şebekesinde yer alacaksa radyo arabağdaşımından Abis devresinde doğrudan aktarım, radyo zaman dilimi başına (32 kbps) 2 Abis devresi gerektirecek şekilde bölünmelidir.

Bu gelişme operatörler için çok mantıklı değildir. Abis arabağdaşımı CS-3 veya CS-4'ü destekleyecek şekilde geliştirilirse bu, kapasite açısından çok verimsiz olacaktır. Çünkü CS-4 sadece optimal şartlarda fonksiyon gösterir ve CS-3'de ortalama koşullara ihtiyaç duyar. Çoğu durumda kodlama planı olarak CS-1 CS-2 kullanılır. Bu da 32 kbps tahsis edilerek CS-4 trafiği için boyutlandırılan toplam Abis kapasitesinin, optimal olmayan bir şekilde kullanımına yol açar. EDGE ile beraber Abis devresi başına 64kbps'lık kapasite geliştirilmesine ihtiyaç olacaktır. Eğer mobil şebeke operatörü EDGE'yi kullanıyor ise, CS-3 ve CS-4 için Abis'in geliştirilmesi kısa zaman çerçevesinde verimli olacaktır. Tüm GPRS terminalleri ETSI tavsiyelerine göre CS-3 ve CS-4 uyumlu olmasına rağmen, karmaşıklık ve operatör bağlantılı konular yüzünden hiç bir büyük üretici CS-3 ve CS-4'ü BSS'lerine katılamamaktadır.

GPRS sisteminde kullanılan arabağdaşımalar:

Gb: A arabağdaşımının GPRS için eşdeğeridir. Baz istasyonu ile SGSN arasındaki işaretleşmedir. Bu arabağdaşım çerçeve kaydırmalıdır.

Gc: GGSN ve HLR arasındaki arabağdaşımdır. Bu arabağdaşım sayesinde GGSN, MS'in o andaki konum detaylarını alır.

Gd: SMS trafiğinin GPRS üzerinde dağılımını sağlayan, SGSN ve SMS-GMSC arasındaki arabağdaşımdır. Mobil Uygulama Kısmı (Mobile Application Part, MAP) arabağdaşımıdır.

Gf: Mevcut MSC/VLR ve EIR arabağdaşımına benzer olarak, SGSN ve EIR cihaz kimlik kaydedicisi arasındaki arabağdaşımdır.

Gi: GGSN ve GPRS olmayan diğer paket şebekeleri arasındaki harici arabağdaşıdır.

Gn: SGSN ve GGSN arasında IP tabanlı arabağdaşıdır.

Gp: GPRS PLMN'leri arasındaki arabağdaşıdır. Gn arabağdaşımının fonksiyonunu sağlar ancak PLMN'ler arasındaki haberleşme için gerekli güvenlik fonksiyonu mevcuttur. Bu güvenlik fonksiyonu operatörler arasındaki anlaşmaya bağlıdır.

Gr: MSC-HLR arabağdaşımına fonksiyon olarak benzeyen, SGSN ve HLR arasındaki bağdaşıdır. MAP arabağdaşıdır.

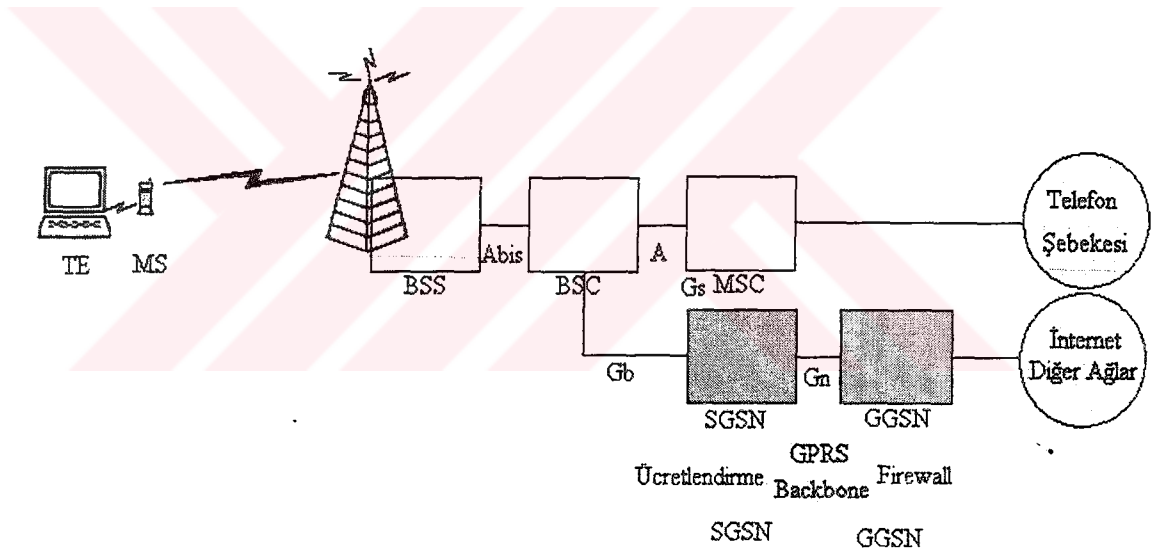
Gs: MSC/VLR ile SGSN arasında bir birliğin kurulmasını mümkün kılan, MSC ve SGSN arasındaki arabağdaşıdır. Bu birlik her iki servis tipini de destekleyen MS için, GPRS ve CS servislerinin eşzamanlı çalışması için gereklidir. Baz İstasyon Sistemi Uygulama Kısım (Base Station Subsystem Application Part, BSSAP) arabağdaşıdır ve gerçekleştirilmesi isteğe bağlıdır.

4.6. GPRS Veri Paketlerin Yönlendirilmesi Ve Transferi

Bu kısımda PDP bağlamı aktif edilerek TCP/IP yapısındaki uygulamalar ile dizüstü bilgisayarından harici şebekelere erişim açıklanmıştır.

4.6.1 Dizüstü Bilgisayarının GRPS Şebekesine Bağlanması

Bir dizüstü bilgisayar ile GPRS şebekesine bağlanma Şekil-4.11' de gösterilmiştir. Bu işlemsel bloklar ayrıntılı olarak bu bölümde izah edilmiştir.



Şekil 4.11. Dizüstü bilgisayardan harici şebekelere ulaşmak

4.6.1.1 Ayarlar

GPRS mobil telefonu ile dizüstü bilgisayarın veya bir PC'nin seri portu veya USB portu arasına bir kablo bağlantısı yapılır. Bu bağlantı için bilgisayarda özel bir yazılıma gerek yoktur. RS232 ile bilgisayarın portuna bağlanan MS, bilgisayara bir donanım olarak tanıtılır. Bulunan bu yeni donanım, bilgisayarın internet ağına ulaşması için kullanılacak

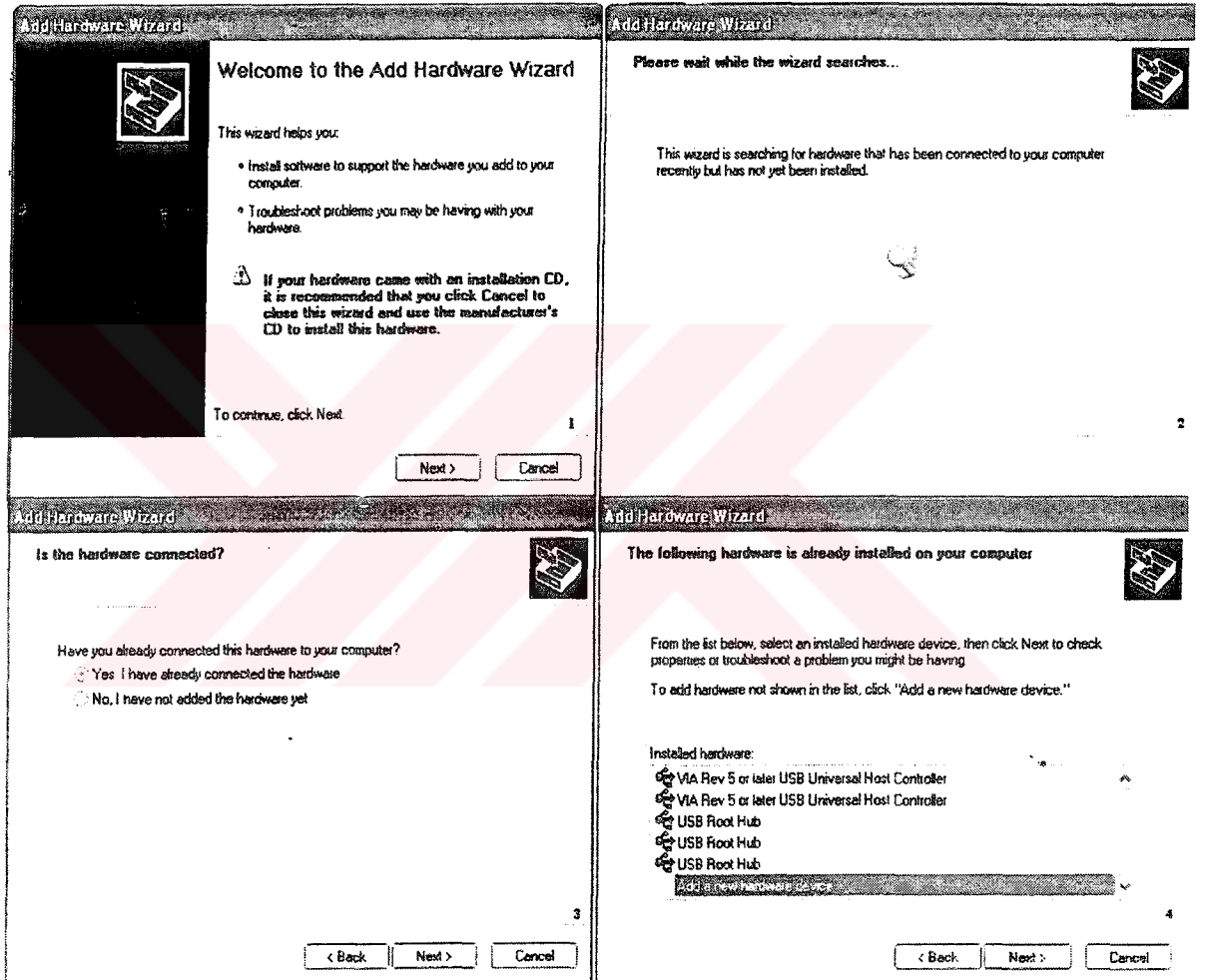
bir modem olarak tanımlanır. Bu modem sayesinde hava, iletim hattını kullanan GPRS cihazı, bu yolla internet gibi hizmetlere erişim sağlayacaktır. TCP/IP protokolünü kullanarak dış şebekeler ile veri iletişimi sağlanmasını mümkün kılar. Bu işlemlerin yapılması için kullanılan operatörün şebeke bilgilerinin bilgisayara girilmesi gerekir. Bu ayarlamalar yapılarak, mobil telefon bir ağ geçidi olarak kullanılır.

Dizüstü bilgisayara Terminal Cihazı (Terminal Equipment, TE), MS ile birleşimine ise Terminal Uygunlaştırıcısı (Terminal Adaptor, TA) denir. TA, mobil telefonun içerisine entegre edilmiş bir yazılımdır. Bu yazılım mobil cihazın bilgisayarın ilgili iletişim kuramı ile birlikte çalışmasını sağlar. TE ile TA arasındaki arabirim seri kablo, USB kablo, Bluetooth veya infra-red olabilir. TE arabirim üzerinden Noktadan Noktaya Protokolü (Point-to-point Protocol, PPP) kullanılmaktadır. TE ile arabirim üzerinde, GPRS sisteminden kaynaklanan herhangi bir değişiklik yoktur. Arabirimi ile ilgili mevcut standartlar GPRS’de de kullanılmaya devam edilecektir.

4.6.1.2 Donanım Tanımlama

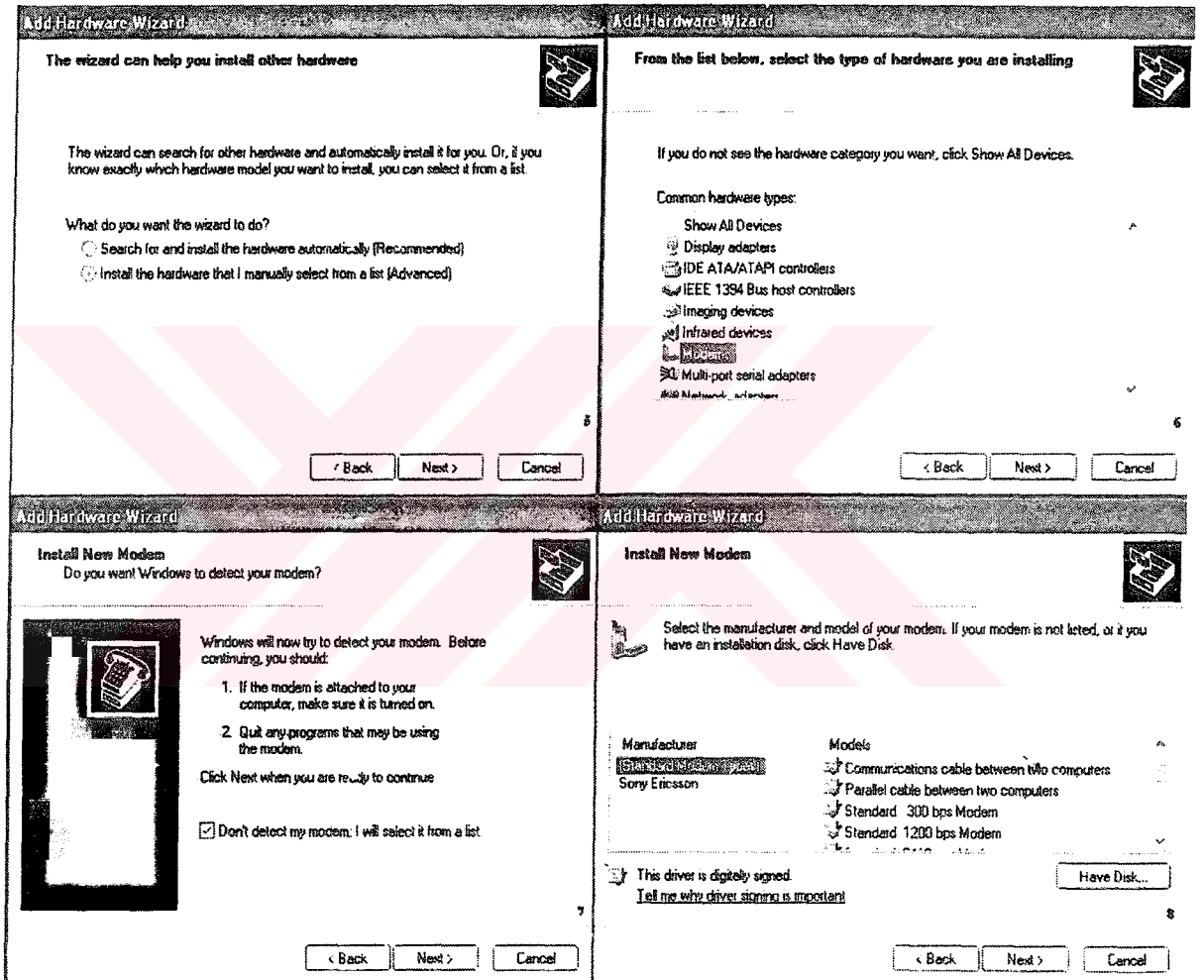
Sony firmasının GR 47 Geliştirme Kiti bir modem olarak bilgisayara tanıtılabilir. Bu cihaz bir MS’in sahip olduğu bütün özelliklere sahiptir. Modül GSM 900 ve 1800’i desteklemekte ve GPRS yolu ile internet erişimi sağlayabilmektedir [41].

Modülün RS232 port bağlantısını, seri bir kablo ile bilgisayarın COM portlarından birine bağlayıp denetim masasından yeni donanım ekleme sihirbazı çalıştırılır. İlgili adımlar Şekiller-4.12,13,14,15 ve 16’da gösterilmiştir.

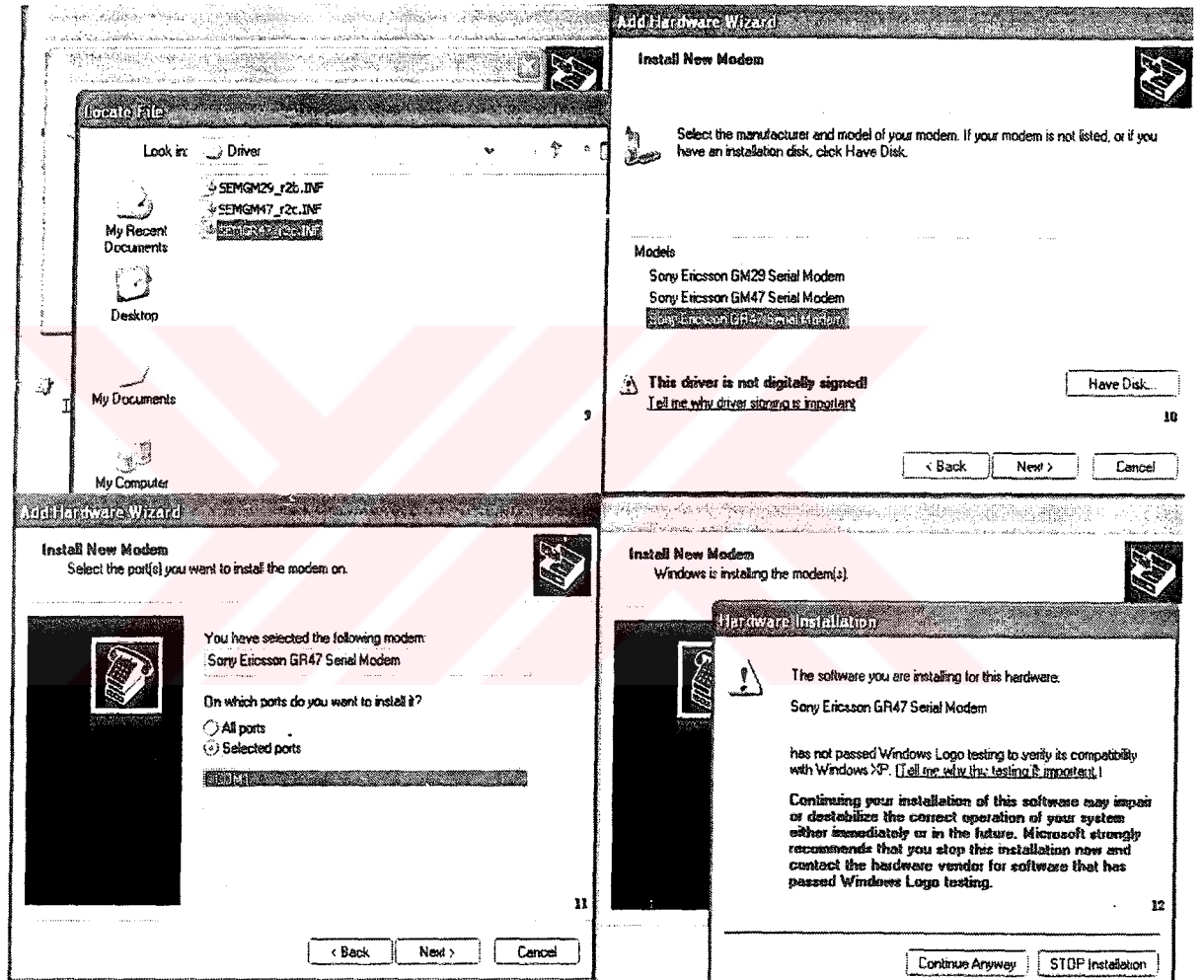


Şekil 4.12. Adım 1-4

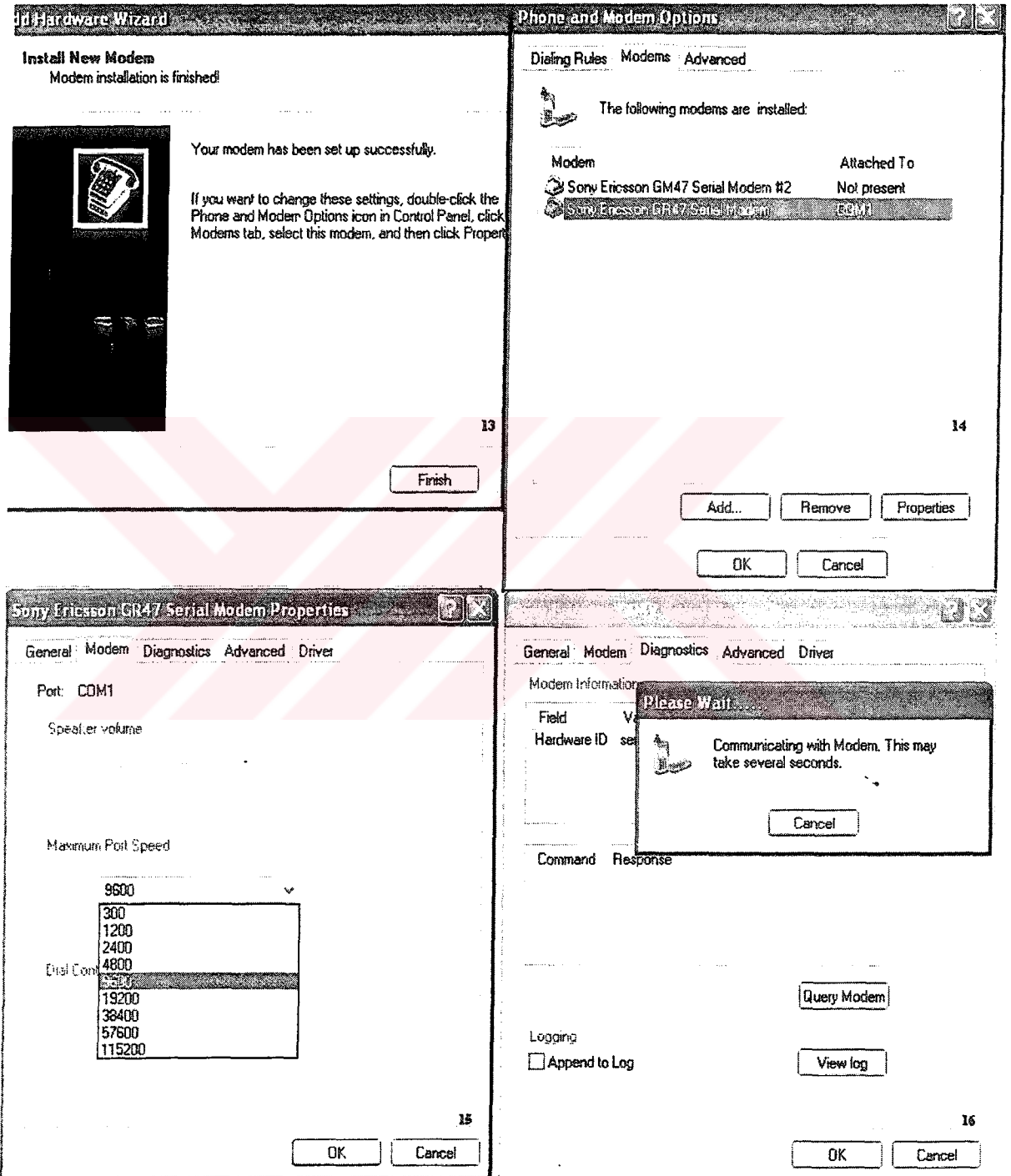
İleri butonu ile bilgisayar tarafından donanımın algılanması işlemine başlanır.



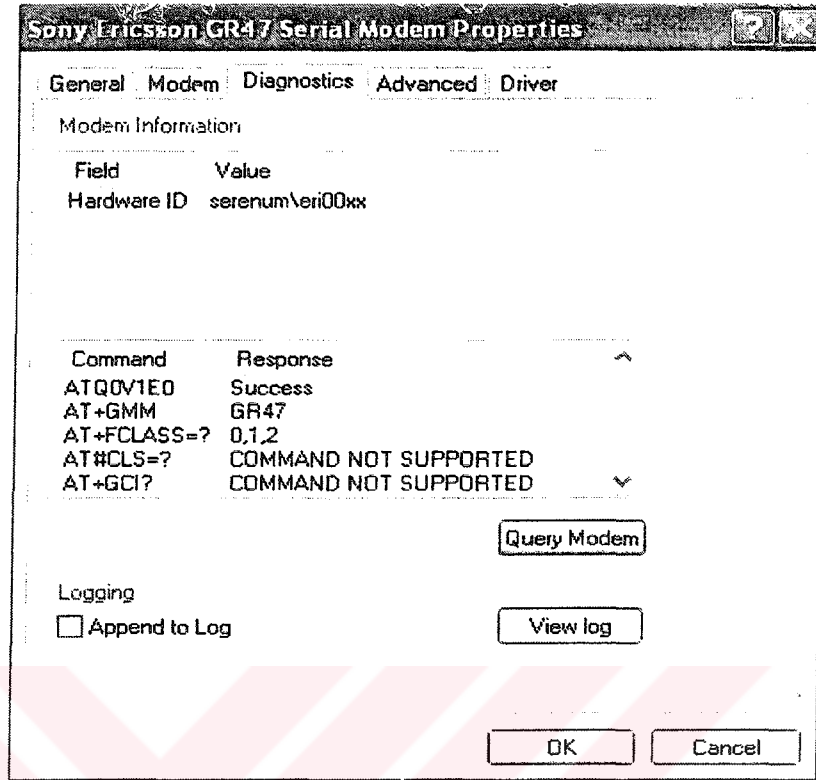
Şekil 4.13. Adım 5-8



Şekil 4.14. Adım 8-12



Şekil 4.15. Adım 12-16



Şekil 4.16. Sonlandırma Adımı

4.6.2 Paketlerin GPRS Şebekesi İçerisindeki Hareketi

Bilgisayardan GPRS şebekesine bağlanarak PDP bağlamı aktif edilmelidir. Dizüstü bilgisayardan aşağıda belirtilen komut seri arabirim üzerinden MS'e gönderilir. Bu komut, PDP bağlamını tanımlar ve bu daha sonra aktif edilebilir.

AT+CGDCONT=1,IP,,,1,1

Dizüstü bilgisayardan MS'e gönderilen bu ilk komut Erişim Noktası Adımı (Access Point Name, APN) veya bağlantının IP adresini içermez. PDP bağlamının aktif edilmesinde bir sonraki adım dizüstü bilgisayardan arama komutu göndermektir.

ATD * 99 ** PPP * 1 #

Bu komutla, daha önce tanımlanan PDP bağlamı #1, GPRS servisi, şebeke seçimli erişim noktası ve Noktadan Noktaya Protoklü (Point-to-protocol, PPP) tarif edilir. PDP bağlamını tanımlamak için başka metodlar da vardır, ancak "AT D*99*" komutu tüm arama yazılımları ile çalışır. Dikkat edilirse bağlantı profilinde ISP tarafının telefon numarası olarak "99**PPP*1#" algılanır. Arama komutunu alan MS, bilgisayara olumlu yanıtı gönderir.

CONNECT, bu yanıtın üzerine bilgisayar PDP'yi aktive eder. PPP, IP paketlerinin seri bağlantı üzerinden iletilmesi için kullanılır. Bunun dışında, abonenin yetkilendirilmesi ve şebeke protokol parametrelerinin haberleşmesi içinde PPP kullanılır. Bilgisayar IP parametrelerinin haberleşmesini başlatırken MS'de şebeke ile işaretleşir ve eğer GPRS bağlantısı aktif değilse GPRS'e erişim işlemini gerçekleştirir. Bu işlemi PDP bağlamının aktive edilmesi takip eder. Bir GPRS abonesi IP yetkisine sahipse ve abone bilgileri içerisinde erişim noktası ayarlanmışsa birkaç saniye içerisinde SGSN tarafından devreye alınır. Standart abonelere PDP bağlamı için sabit bir IP tayin edilmez, bunun yerine şebeke tarafından tahsis edilen bir IP adresi MS'e gönderilir. MS'de bu IP adresini PPP ile bilgisayara gönderir ve bilgisayar da IP parametrelerinin haberleşmesini başlatır. Bütün bu işlemlerin sonunda bilgisayarın ekranında bağlantının gerçekleştirildiğine dair bir onay mesajı görülür.

İnternet dünyasına erişim sağlamak amacı ile bilgisayardan MS aracıyla GPRS şebekesine paketler gönderilir. Bu paketlerin harici şebekelere ulaşması için izlediği yol incelenirse GGSN görülecektir.

4.6.2.1 Geçit GPRS Santrali (GPRS Gateway Support Node, GGSN)

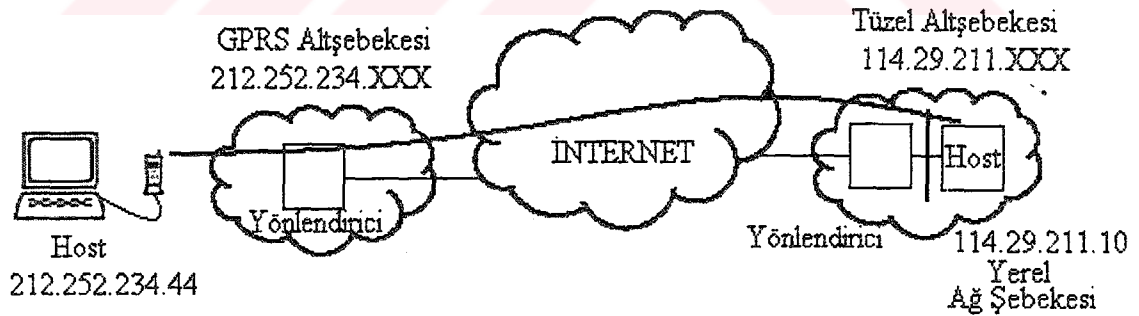
Geçit GPRS santrali isminden de anlaşılacağı üzere GPRS şebekesi ile harici şebekeler arasında bir geçit vazifesi görür.

GGSN'nin görevleri:

- GPRS Destek Düğümleri (GPRS Support Node, GSN) arasındaki oturum yönetimi işlemlerine katılmak,

- Aktif edilmiş PDP bağlamı bilgilerini tutmak,
- Yabancı protokollere, adres ve kontrol bilgilerini ekleyerek, oluşturulan zarfı GSN'ler arasında transfer etmeye "tünelleme" denir. Harici şebekelerden gelen paketleri tünelleme yöntemi ile doğru SGSN'e iletmek,
- Gezgin terminalden gelen paketleri doğru harici şebekelere yönlendirmek,
- Trafik istatistiklerini ve ücretlendirme bilgilerini tutmak,
- Gezgin abonelere IP adresleri tahsis etmek. Bu işlemi kendisi yapabileceği gibi Dinamic Host Kontrol Protokolü (Dynamic Host Control Protocol, DHCP) veya Uzak Nokta Dial-In Erişimi Servisi (Remote Authentication Dial In User Service, RADIUS) sunucuları yardımıyla da yapabilir.

GGSN daha fazla IP ve yönlendirme bilgisi kullanmasına rağmen SGSN'e kıyasla daha az karmaşıktır. Bu sebeple birçok GPRS cihaz üreticisi GGSN yazılımı olarak IP router kullanılmaktadır. BSS ve NSS'e doğru olan arabirimlerin çokluğu nedeniyle SGSN çok daha fazla protokol ekipmanlarına sahiptir. Şekil-4.17'de görüldüğü gibi harici şebekeden bakıldığında GGSN, IP şebekelerini birbirine bağlayan basit bir router olarak görev yapar.



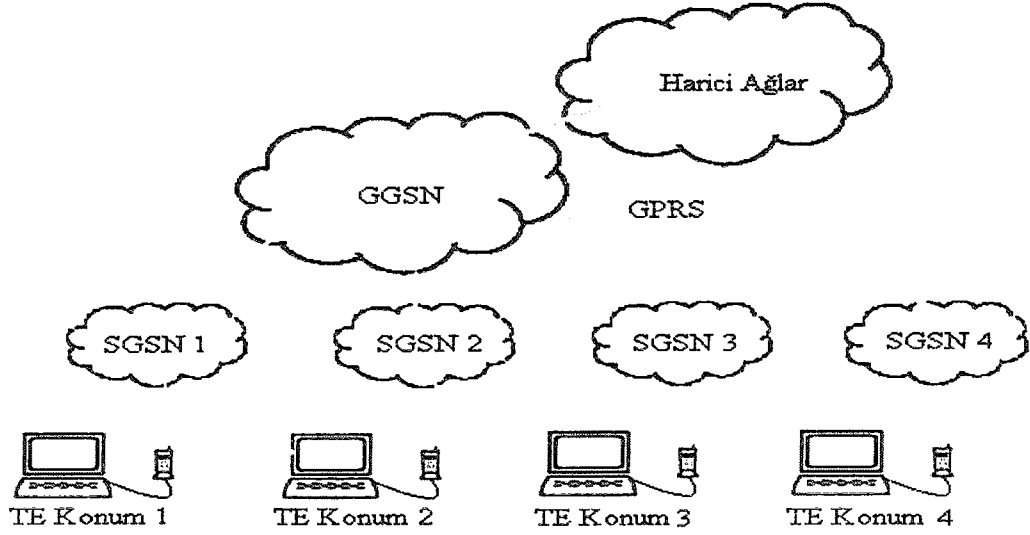
Şekil 4.17. Harici şebekeler ile GPRS arasındaki haberleşme

GGSN'e harici bir şebekeden paket geldiğinde, GGSN ilk önce paketin gideceği IP adresinin bir MS'e ait olup olmadığını kontrol eder. Eğer bu adresde bir MS bulursa, paketi tünelleme yönetimi ile GPRS şebekesi üzerinden ilgili SGSN'e gönderir. Diğer yandan gelen paketin gideceği adres geçerli bir adres değilse paket atılır. Mobilden gelen paketler doğru harici şebekelere GGSN tarafından gönderilir.

4.6.3 PDP Bağlamı

Bu bölüme kadar verinin GGSN üzerinden internete ulaştığı izah edilmiştir. Fakat bunun gerçekleşebilmesi için önceden PDP bağlamının gerçekleşmiş olması gerekir. Yalnızca GPRS'e erişim sağlamış olmak, internet gibi veri şebekelerine erişim imkanı vermez. Bunun için PDP bağlamının aktif olması gerekmektedir. PDP bağlamı, bir şebeke seviye bilgisidir ve değişik IP adreslerinin MS'e bağlanmasını ve adreslerin kullanıldıktan sonra MS'den kesilmesini sağlar [42].

MS, PDP bağlamı fonksiyonlarını ancak hazır durumdayken kullanabilir. Sonuç olarak IP adresi alan MS, PDP bağlanımını aktif edince artık veri gönderme ve alma işlemine başlayabilir. Harici şebekelerde bu yeni PDP adresini kullanarak MS'e veri gönderebilirler. PDP bağlamı aktif olduğu süre boyunca IP sabit kalır. Bunun anlamı, internetten MS'e gelen paketler GPRS şebekesine hep aynı noktadan giriş yaparlar. Bu nokta GGSN'dir ve internet tarafından bakıldığında GPRS şebekesi ile ilgili olarak görülen tek noktadır. GPRS şebekesi içerisinde hareket edilse dahi, GPRS şebekesinden çıkış noktası PDP bağlamı aktif olduğu sürece hep aynı kalır. Şebeke içerisinde hareket halinde iken MS'i kontrol eden SGSN değişebilir ancak GGSN ve çıkış noktası, bağlantı kesilene kadar aynı kalır. Şekil-4.18'de görüldüğü gibi MS, üç farklı SGSN tarafından kontrol edilen hücreler arasında hareket etmektedir. SGSN'ler değişmekte ancak GGSN ve harici şebekelere giriş noktası olan Erişim Noktası (Access Point, AP) değişmemektedir.



Şekil 4.18. Gezgin Durumda Harici Ağlara Erişim

MS'e adres tahsis edilmesinin yanında PDP bağlamının önemli bir parçası da APN'dir. GPRS şebekesine giren ve şebekeden çıkan paketlerin yönlendirilmesi işleminde hangi GGSN'nin sorumlu olacağı APN ile belirlenir.

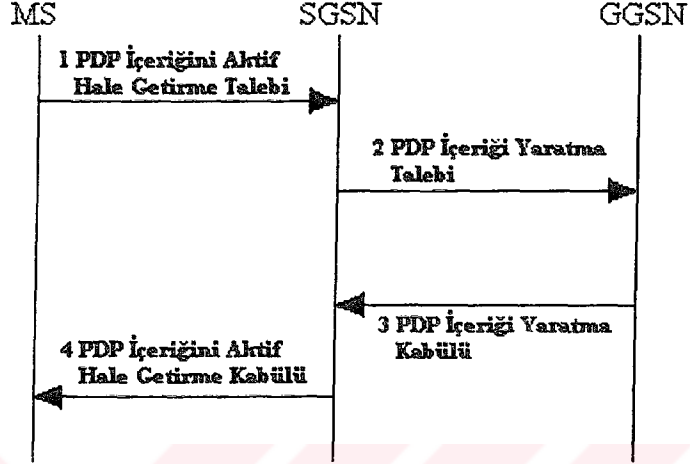
GGSN içerisinde APN, bir parametre seti ile tanımlanmıştır. Bu parametre seti harici şebekelerin tanımlanması, adresleme ve yetkilendirme gibi bilgiler içerir. GPRS'e erişim sağlamış bir mobil istediği an PDP bağlamını aktive edebilir. PDP bağlamının işlem dışı bırakılması genellikle MS tarafından yapılmasına rağmen, abonenin yeterli kontürünün kalmaması gibi nedenden dolayı SGSN tarafından da yapılabilir.

Bir GPRS aboneliği, bir veya birden fazla PDP adresi içerir. Her bir PDP adresi, MS, SGSN ve GGSN'de PDP içeriği ile tanımlıdır. Bu tanımlama içerisinde aboneliğin QoS servis kalitesi de tanımlıdır. PDP içeriklerinin aktif hale getirilmesi ve aktif halden çıkarılması prosedürleri oturum yönetimi servisini oluşturur. PDP adresleme statik veya dinamik olabilir. Hangi tip adreslemenin kullanılacağını kararını İkamet Edilen PLMN Operatörü (Home Public Land Mobile Network, HPLMN) verir.

Statik adresleme durumunda HPLMN operatörü MS'e kalıcı olarak bir PDP adresi tahsis eder. Dinamik adresleme durumunda ise: HPLMN veya Ziyaret Edilen PLMN Operatörü (Visitor PLMN, VPLMN) MS'e PDP içerik aktif hale getirildiğinde, bir PDP adresi tahsis eder.

4.6.3.1. PDP İçeriklerinin Aktif Hale Getirilmesi

PDP içeriğinin aktif hale getirilmesi işlemi, Şekil-4.19'da verilmiştir. Şekildende görüldüğü gibi işlem MS tarafında başlatılır.



Şekil 4.19. PDP içeriğinin aktif hale getirilmesi

İşlem adımları aşağıda sırası ile tanımlanmıştır,

1 PDP içeriğini aktif hale getirme talebi ile MS, SGSN'e PDP adresini aktif hale getirmek istediğini bildirir. Bu talepte yer alan parametreler aşağıdaki gibidir:

- PDP tipi,
- PDP adresi (isteğe bağlı olarak) MS'in belirli bir abonelik için atanmış statik PDP adresi varsa bu adresin talebinde bulunulur. Kurumsal aboneler statik IP sahibidir ve PDP bağlanımında hep bu IP adresini kullanabilir. Normal aboneler ise GPRS şebekesi ile dış ağlara erişim yaparken, her PDP bağlamında farklı bir IP alırlar,
- QoS parametresi (isteğe bağlı),
- Erişim noktası ismi (isteğe bağlı) eğer MS'in dinamik PDP adresi ihtiyacı varsa, ilgili APN talebin içeriğinde belirtilir.

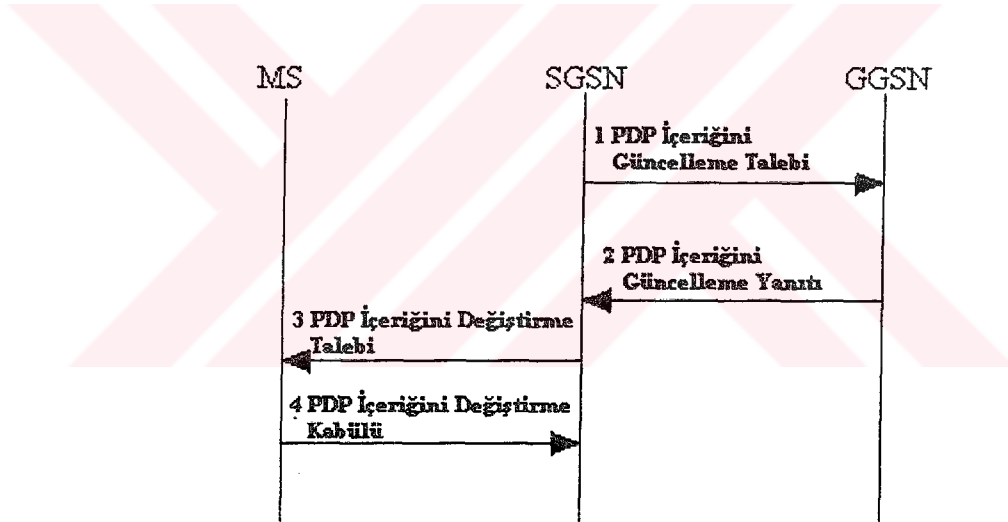
2 PDP içeriği yaratma talebi ile SGSN, MS'in talebini GGSN'e yönlendirir.

3 GGSN, artan veya kabul edilen PDP adresi, PDP içeriği yaratma yanıtı ile bildirilir. İlgili abonelik ile ilişkili olan QoS profili HLR'den alınır ve MS tarafında talep edilen QoS ile karşılaştırılır.

4 SGSN, üzerinde anlaşılan QoS profilini de kapsayan PDP içeriğini aktif hale getirme kabulünü MS'e yönlendirir.

4.6.3.2 PDP İçeriğinin Değiştirilmesi

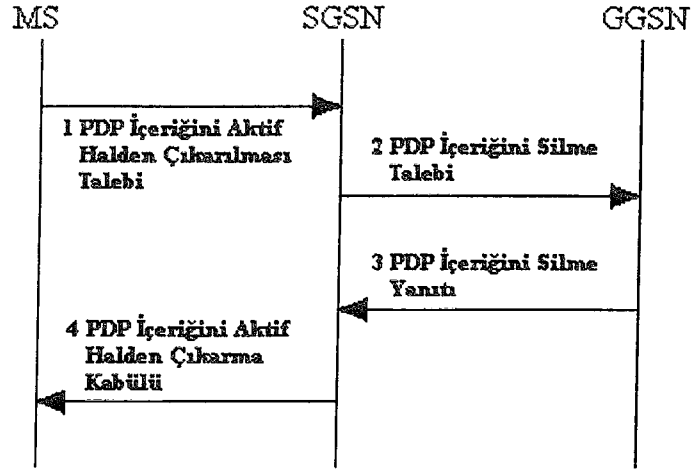
PDP içeriği, şebeke MS'e sunmayı planladığı QoS gereksinimlerini karşılayamadığında MS'in QoS'ini yükseltmek istediğinde değiştirilir. QoS'i sadece şebeke değiştirebilir. MS'in başlattığı QoS'in yeniden belirlenmesi işlemi, GPRS standardından daha sonraki fazlarda (standartlarda) yer almaktadır. PDP içeriğinin değiştirilmesi prosedürü Şekil-4.20'de verilmiştir.



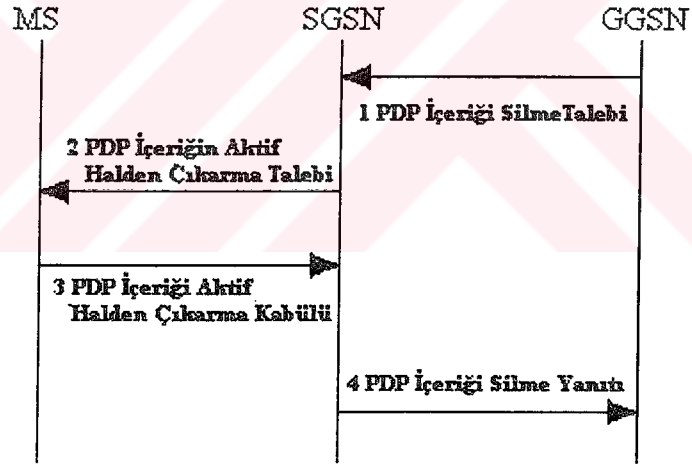
Şekil 4.20. PDP İçeriğinin Değiştirilmesi

4.6.3.3 İçeriklerin Aktif Halden Çıkarılması

PDP içeriği, kullanıcının PDP içeriğe ihtiyacı kalmadığı durumda MS tarafından veya şebeke tıkanıklığı, abonenin faturasını ödememesi gibi durumlarda şebeke tarafından aktif halden çıkarılabilir. İçerik, aktif halden çıkarıldıktan sonra artık veri iletimi mümkün olmaz. MS tarafından PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması prosedürü Şekil-4.21'de, şebeke tarafından PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması prosedürü ise Şekil-4.22'de gösterilmiştir.

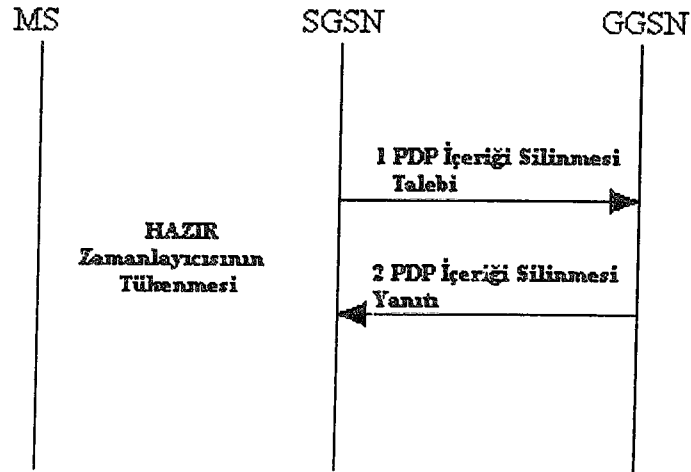


Şekil 4.21. MS Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması



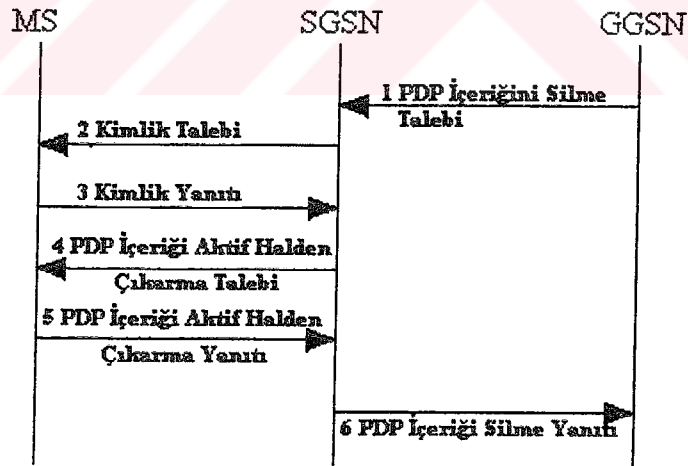
Şekil 4.22. Şebeke Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması

PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması, hazır zamanlayıcısı tükendiğinde kendiliğinden gerçekleşir veya SGSN, dinamik PDP içeriğinin aktif halden çıkarılmasına sebep olan nedenlerden ötürü statik PDP içeriği aktif halden çıkarabilir. SGSN tarafından PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması prosedürü Şekil 4.23’de gösterilmiştir.



Şekil 4.23. SGSN Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması

GGSN, servisin uygun kullanılmadığını tespit ederse içeriği aktif halden çıkarabilir. GGSN tarafından PDP içeriğinin aktif halden çıkarılması prosedürü Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24. GGSN Tarafından PDP İçeriğinin Aktif Halden Çıkarılması

4.6.4 Servis Kalitesi (Quality of Service, QoS)

Telsiz şebekeler üzerinde koşan uygulamalar, radyo arabağlaşımının değişen koşullarından farklı şekilde etkilenirler. Örnek olarak WEB taraması gecikmelere karşı duyarlıyken, elektronik posta gecikmelere daha az duyarlı olup, güvenilirlik için sıkı

gereksinmelere ihtiyaç duyar. Servis kalitesinin amacı, bu değişik uygulama tiplerini, kapasite ve servis idaresi açısından ayırmaktır [43].



BÖLÜM 5

AMR SİSTEM TASARIMI

5.1 AMR Uygulamasında Kullanılan Haberleşme Birimi

Tez çalışmasında haberleşme donanımı olarak Sony Ericsson'un GPRS Geliştirme Kiti kullanılmıştır. Bu kit, GR47 modülü ve bu modülü kullanmak amacı ile tasarlanmış bir geliştirme bordundan oluşur. Bu borda bağlı I/O portları donanım arayüzünü meydana getirir. Bu geliştirme bordunun temelini GR47 modülü oluşturur. Bu modül kendi içerisinde işlemci, hafıza birimleri, sürücüler ve diğer çevresel birimler ile haberleşmeyi mümkün kılan kodlayıcı-kod çözücü (COder-DECoder, CODEC) ve Dijital İşaret İşleme (Digital Signal Processing, DSP) yongasına sahiptir. GR47, GSM Engine olarak da adlandırılır ve GSM/GPRS erişimi bu modülle sağlanır.

GR47 modülü ETSI GSM standart phase 2+ ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği-Telekomünikasyon Standartlaştırma Kurumu (International Telecommunication Union-Telecommunication standardization bureau, ITU-T) standartları gereğince bir Haberleşme Servisi (Telecom Service, TS) olarak çalışır. Modülün bütün özellikleri seri arayüzden gönderilen AT komutları ile kontrol edilir. Dual band tipinde bir MS olan GR47 Geliştirme Kitinin özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

5.1.1. SMS

Bu modül aşağıdaki SMS servislerini destekler:

- Gezgin Temelli (Mobile Oriented, MO) Paket Veri Birimi (Packet Data Unit, PDU) ve karakter modundaki bütün SMS formatlarını gönderme.

- Gezgin Sonlandırıcı (Mobile Terminated, MT) PDU ve karakter modundaki bütün SMS formatlarını alma.
- Kullanıcıların hepsine GSM içerisinde bulundukları hücreden ya da özel birtakım hücreden mesaj gönderilmesi, hücre konum bilgisi buna bir örnek teşkil eder.
- SMS durum raporu.

7 bit kodlamada SMS uzunluğu 160 karakter ile sınırlıdır. Eğer 8 bit kodlama kullanılırsa bu durumda SMS buyutu 140 karakter olur. Modül birbirine bağlı 6 adet SMS'i gönderebilir.

5.1.2. Ses Araması

GR47 modülü kendine doğru, dışarı doğru ve acil sesli çağrıları sağlayabilmektedir. Bunlara ilave olarak çağrı bekletme ve çağrı reddetme özellikleri de mevcuttur.

Modülde normal analog giriş çıkış hatları mevcuttur, analog ses giriş-çıkış hatları ve eğer şebekede dahili dijital ses erişim noktası mevcut ise dijital ses arayüzü de kullanılabilir. Ayrıca GR47 modülü bir eko önleyicisi ve gürültü gidericiye sahiptir, bu sayede kaliteli bir ses desteği sağlar.

5.1.3. Veri

Bu modül aşağıdaki veri protokollerini destekler:

- GPRS genel paket radyo servisi. Bu modüller eşzamanlı olarak GPRS ve GSM'i destekleyen B Sınıfı terminallerdir. GR47 4+1 GPRS cihazıdır, bu cihaz her çerçevenin 1 zaman diliminde gönderme, 4 zaman diliminde ise alma yapar.
- Devre Bağlı Veri (Circuit Switched Data, CSD), GR47 modülü 9.6kbps'de devre anahtarlama verisi yolu kurabilir.
- Yüksek Hızlı Devre Bağlı Veri (High Speed Circuit Switched Data, HSCSD). Her bir çerçevenin 2 zaman diliminde gönderme 1 dilimde ise alma yapar. (2+1)

5.1.4. Sim Card

Modül üzerinde harici bir sim kart yeri yoktur, 3V-5V'da çalışabilen bir SIM kart okuyucu 60 pinli konektör vasıtası ile modüle bağlanır.

5.1.5. Güç Tüketimi

Çalışma durumunda verilen pik değerleri maksimum veri alışı verişi yapıldığı durum için ölçülmüştür. Tablo-6.1'de tüketim miktarları verilmiştir.

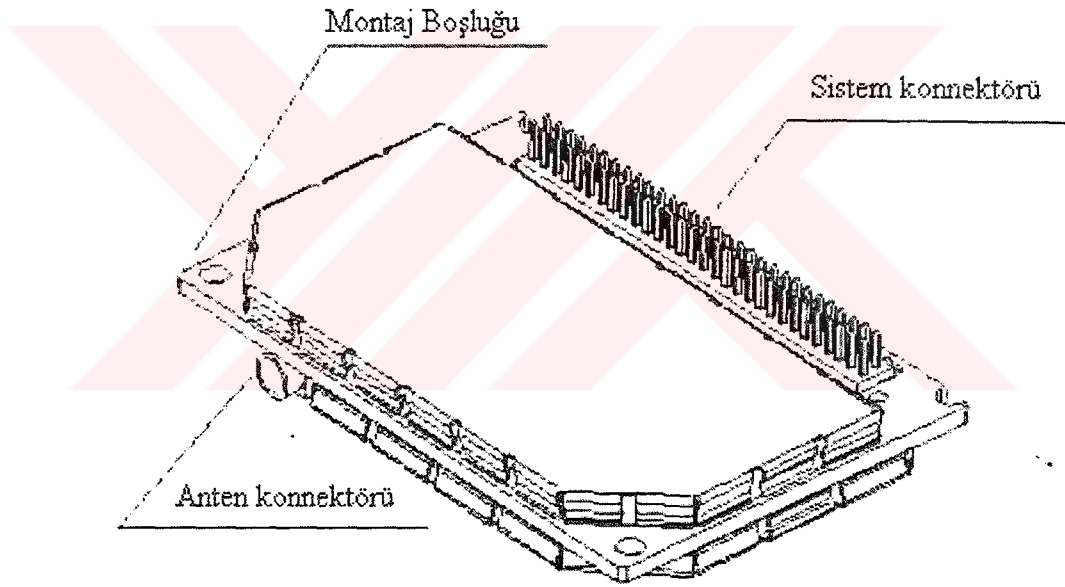
Tablo 5.1. Güç Tüketimi

	Bekleme Durumunda	Çalışma Durumunda
GSM 850&900 MHz	<5 mA	275 mA (2A Pik)
GSM 1800&1900 MHz	<5 mA	250 mA (1.75A Pik)

5.1.6. Diğer Özellikleri

- 07.10 çoğullama (çoğullama bir iletim kanalından iki yönlü veri iletişimini zaman bölme yöntemi ile sağlar),
- GPS işlerliği,
- SIM araçları uygulama desteği,
- Gömülü uygulamalar,
- Modülde dahili TCP/IP yığını.

GR47 modülünün fiziksel görünümü Şekil-5.1’de verilmiştir:



Şekil 5.1. GR47 modülü fiziksel görünümü

5.2. AMR Uygulamasında Sayaç Okuma Protokolü

Günümüzde sayaç artık tümleşik ölçüm ve faturalandırma sisteminin bir parçası olmuştur. Geçmişte bir sayacın ticari değeri, sayacın veri saklama ve işlem kabiliyeti ile değerlendirilirken, günümüzde sistem entegrasyonu ve birlikte işlerlidir.

Enerji Ölçümünün Klavuz Özellikleri (Companion Specification for Energy Metering, COSEM) sayaca farklı bir bakış açısı getirerek, sayacı enerji ölçüm ve son kullanıcı faturalandırma sisteminin bir parçası olarak tanımlar. Bu ticari potansiyelin bir parçası olan sayaç, artık ürün ve kullanıcı arasındaki ticaretin ortasında yer alır. Bu değişimin temelinde COSEM oluşturur. Sayaç iş çevreleri tarafından görülen davranışlarına göre tanımlanır. Davranışların biçimsel özellikleri nesne modelleme tekniklerine bağlıdır.

GPRS ile gerçekleştirilen AMR uygulamasında, GPRS haberleşme sistemi, AMR haberleşmesinin haberleşme kanalı olarak kullanılır. GPRS bağlantısı yapıldıktan sonra tıpkı bir ağ gibi bütün sayaçlara merkez tarafından veya bölgesel sunucular tarafından erişilebilir. Burada GPRS bir ethernet gibidir, yani gelen ve giden verilerin alınması ve gönderilmesi işini yapar. GPRS verilerin taşındığı fiziki ortamdır. Bu fiziki ortam mevcut haberleşme sistemleri içerisinde güvenlik ve hız açısından en uygun olan sistemdir. GPRS'in AMR sistemindeki yeri bu şekilde izah edilebilir.

Bir haberleşme kanalı, bu kanalın ucundaki birimlerin birbiri ile haberleşebilmesi için gerekli altyapıdır. Bu altyapı iletim kanalı olarak kullanılır. Bu kanaldan taşınan verilerin karşılıklı olarak yorumlanması için, tarafların kullandığı ortak bir dil olmak zorundadır. COSEM bir haberleşme modelidir ve DZG, Enermet, Schlumberger, Actaris ve Siemens/Landis&Gyr gibi sayaç üreticileri tarafından kullanılan bir modeldir. IEC_TC_13WG614 ve CEN_TC_294W62 standartlarının temelini teşkil eder. 2002'de IEC_62056-62 Arayüz Şartları (Interface Clausses) ve IEC_62056-61 Nesne Tanımlama Sistemi (Object Identification System, OBIS) uluslararası standartlarda yer almıştır [44].

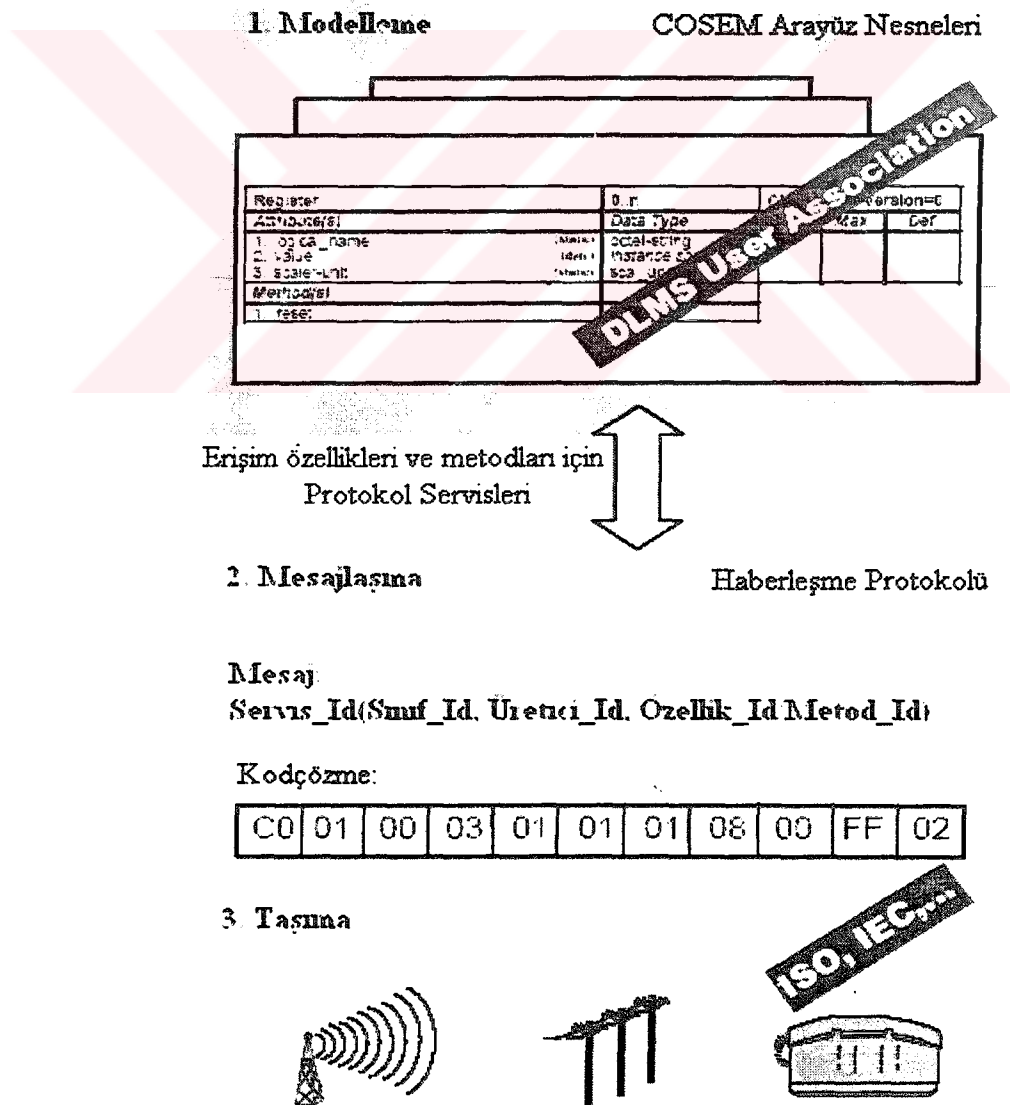
COSEM sayaçların arayüzü ve verinin dışarı taşınmasının nasıl olacağı hakkında tavsiyelerde bulunur. Cihaz Mesajlaşma Dili Özellikleri (Device Language Message Specification, DLMS) COSEM'i de kapsayan cihazlar arası bir haberleşme protokolüdür. COSEM uygulamalarında sunucu sayaç, istemci ise kontrol merkezi olarak ifade edilir. COSEM üç adım halinde özetlenebilir:

Adım 1: Sayaç modeli ve kimliği (Veri Modeli).

Adım 2: Protokol Veri Birimi (Protocol Data Unit, PDU) model haritası,

Adım 3: Haberleşme kanalının verileri (bit veya byte) aktarımı.

Bu adımlar Şekil-5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. COSEM üç adımlı modelleme

Veri modeli ölçüm cihazlarının tümleşik özelliklerini tanımlamak için genel blok yapıları kullanır. Bu arayüz sayacın varolan özellikleri ile ilgili genel bir veri sağlayıcısıdır. Model iç uygulamadaki sorunları içermez. İç uygulamadan kasıt, sayacın gömülü programıdır. Haberleşme protokolü verinin nasıl erişim sağladığı ve değiş tokuş edildiğini tanımlar.

Sayaçların özellikleri COSEM nesneleri olarak tanımlanır. Belirtildiği gibi OBIS kodları COSEM nesneleridir.

- Uygulama katmanında mesaj servisleri yoluyla COSEM nesnelerinin özelliklerine ulaşılabilir.
- Protokolün en alt katmanında bilginin taşınması yer alır.

COSEM içeriği, ölçüm arayüzü sınıfı kütüphanelerini farklı kullanıcıların ve üreticilerin çok geniş bir yelpazede birlikte çalışma problemi vermeden çalışmalarını sağlayacak şekilde standartlaştırır.

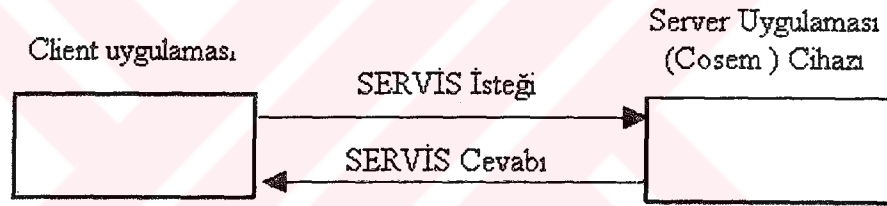
Rekabetçi bir enerji piyasası, kullanılan elektrik enerjisinin çok sık olarak takip edilmesini gerektirir. Teknolojinin gelişimi sayesinde çok kabiliyetli teçhizatları oluşturmak mümkündür.

Ücretlendirme, demand, müşteri ve dağıtım kontrol merkezlerinden alınacak bilgilerin analiz edilebilmesi için, bütün verilerin tek olması gerekir. Yani haberleşme kanalında bir verinin ikizi üretilemez, kanaldaki verilerin hepsi özel ve tek olmak zorundadırlar. Üretici veriyi ister manual ister otomatik üretsın, ister bölgesel kontrol ister uzaktan sistem kontrolü ile veri takibi yapsın, eşsiz ve kendine has veriler üretmek zorundadır.

5.2.1. COSEM Haberleşmesinin Ana Hatları

5.2.1.1.İstemci/Sunucu Tipi Çalışma, Haberleşme Profilleri

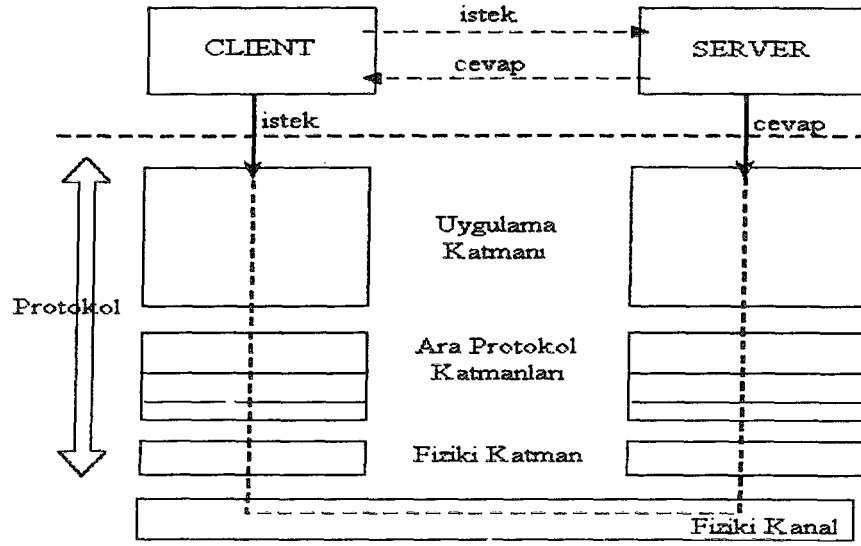
COSEM arayüz sınıflarını kullanarak elektrik sayaçları ile haberleşme, İstemci/Sunucu (Client/Server) modeli üzerine kurulmuştur. Bu çerçevede haberleşme sürekli istemci/sunucu arasında gerçekleşmektedir. Başka bir deyişle sunucu uygulama işlemi, uzaktaki servislere istemci uygulama cevabı sağlamaktadır. Bu servisler Şekil-5.3'de görüldüğü gibi istemci ve sunucu uygulama işlemi arasındaki (sunucu isteği/ sunucu cevabı) mesaj alış-verişi ile gerçekleşir.



Şekil 5.3. COSEM’de İstemci-Sunucu ilişkisi

Genel olarak istemci ve sunucu uygulama işlemleri ayrı cihazlar üzerine yerleştirilmiştir. Mesaj alış verişi Şekil-5.4’de verildiği gibi haberleşme protokollerinin yardımıyla gerçekleştirilir.

Genel olarak haberleşme protokolleri katmanlar halinde oluşturulmuştur. İstemci ve Sunucu COSEM uygulamaları, en üst protokol katmanı servislerini kullanır. Bu yüzden uygulama katmanı özel COSEM öğelerini bulunduran katmandır. Bu, Genişletilmiş DLMS (eXtension to the DLMS Standard, xDLMS_ASE) olarak adlandırılır. Tüm COSEM arayüz öğeleri xDLMS_ASE tarafından sağlanan XDLMS uygulama protokolleri ile ilişkilidir. COSEM uygulama katmanı büyük çeşitlilik arz eden alt protokol katmanlarının üzerine yerleştirilebilir.

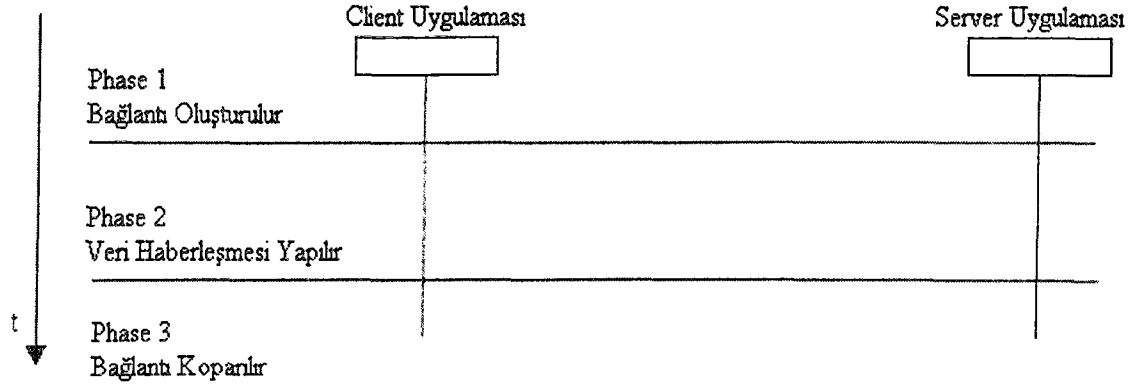


Şekil 5.4. Haberleşme protokolleri aracılığıyla mesaj alış-verişi

Tam bir protokol yığını uygulama katmanı, bir fiziksel katman ve iki uç katman arasındaki bütün protokol katmanlarını içerir.

5.2.1.2.Bağlantı (Ortaklık) Temelli Çalışma

xDMLS uygulama protokolü bağlantı temelli bir protokoldür. Bunun anlamı, İstemci ve Sunucu Uygulama işlemi xDLMS_ASE servislerini sadece bu uygulamâ işlemleri birleştirildiğinde kullanabilir. Bu uygulama süreci Şekil-5.5’de görüldüğü gibi üç evreden oluşur:



Şekil 5.5. Bağlantı temelli (Connection Oriented, CO) bünyesinde komple haberleşme süreci

COSEM bünyesinde uygulama ortaklık kurulumu Standart Ortaklık Servis Birimi'nin (Association Control Service Element, ACSE) ortaklık istek/cevap servisi kullanılarak tamamlanır. Diğer taraftan basit tek yönlü haberleşme cihazları ve tek noktadan çok noktaya yayın yapan özel ve genel haberleşme uygulamalarına ve daha önce kurulmuş olan uygulama ortaklıkları izin verir. Tüm haberleşme süreci sadece veri haberleşmesi içereceğinden bu ortaklıklar için ACSE servislerini kullanmaya gerek yoktur.

5.2.2. COSEM'de Birbirine Bağlanabilme Ve Birlikte Çalışabilirlik

COSEM bünyesinde birbirine bağlanabilirlik ve birlikte çalışabilirlik Sunucu ve İstemci arasında uygulama işleminde tanımlanmıştır. Bir istemci ve bir sunucu veri transferi için birbirine bağlanabilir ve birlikte çalışabilir olmalıdır.

Birlikte çalışabilirlik bir uygulama seviyesi kavramıdır. Eğer bir istemci ve bir sunucu uygulama seviyesi bölümü, uygulama ortaklığı kurulumunda ortaklık istek/ belirteç/ cevap/ doğrulama gibi standart ACSE servislerini kullanıyorsa birlikte çalışabilir.

Bu terimlerde anlatılmak istenen; uygulama ortaklık kurulumu için standart ACSE servislerinin kullanarak COSEM'de birlikte çalışabilirliğin sağlanmasıdır.

Diğer taraftan birbirine bağlanabilirlik protokol seviyesi kavramıdır. Mesaj alış-verişinin sağlanabilmesi için İstemci ve Sunucu uygulama işlemi birbirine bağlanabilir ve birbirine bağlanmış olmalıdır.

Eğer iki uygulama işlemi aynı haberleşme profilini kullanıyorsa birbirine bağlanabilir. İki uygulama işlemi bir uygulama ortaklığı oluşturmadan önce birbirine bağlanmış olmalıdır. Eğer her iki taraftaki bağlanmış olması gereken, her bir protokol katmanı birbirine bağlanmış ise iki uygulama işlemi birbirine bağlanmıştır. Bu yüzden birbirine bağlanabilirliği sağlamak için İstemci ve Sunucu uygulama işlemleri birbirine bağlanabilir ve istenen; bağlantıyı kurabilir olmalıdır. Bu terimlerde anlatılmak istenen; COSEM’de birbirine bağlanabilirlik her iki taraftaki protokol katmanlarının bağlantı kurabilme yeteneğine sahip olmasıdır.

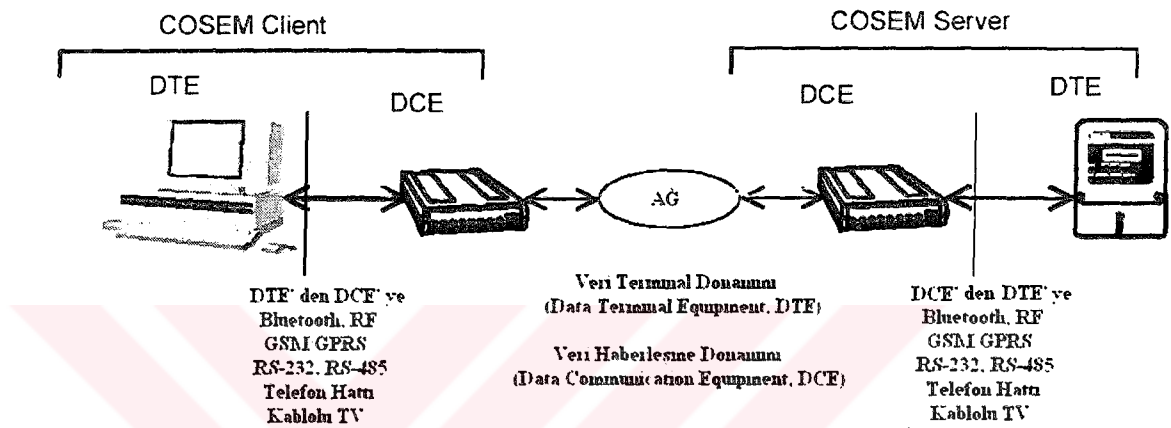
COSEM’de istemci ve sunucu arasında uygulama ortaklığının kurulumu daima istemci tarafından başlatılır. Bu yüzden bazı durumlarda istemci uygulama işleminin, bilinmeyen bir sunucu cihazı tarafından kullanılan bir protokol yığını hakkında bilgisi olmayabilir. Örnek olarak sunucunun başlattığı fiziksel bağlantı kurulumu gibi. Bu gibi durumlarda istemci, sunucu tarafından tamamlanan protokol yığını hakkındaki bilgileri edinmek zorundadır. COSEM iskeleti bu amaç için Protokol Kimlik Servisi (Protocol Identification Service, PIS) olarak adlandırılan özel bir uygulama seviyesi servisi sağlar.

5.2.3. Birbirine Bağlanabilirlikten Emin Olmak; Protokol Kimlik Servisi PIS

PIS, opsiyonel bir uygulama seviyesi servisidir. Bu servis, bir fiziksel bağlantı kurulduktan sonra sunucuda tamamlanan protokol yığını hakkındaki bilgilerin, istemci tarafından alınabilmesini sağlar. PIS doğrudan fiziksel katmanın veri haberleşme servislerini (PHysical DATA, PHDATA) kullanır.

5.2.4. Bağlantı Temelli Asenkron Veri Alış-Verişi İçin Fiziksel Katman Servisleri Ve İşlemleri

Şekil-5.6'da geniş alanlı ağlarda genel veri alış-verişi görülmektedir. Harici bir bakış açısına göre fiziki katman, Şekil-5.7'de görüldüğü gibi veri sonlandırma birimi ile veri haberleşme birimi arasında bir arayüz oluşturur.



Şekil 5.6. COSEM modelinin genel ağlar için gösterimi

Fiziksel bağlantı açısından, tüm haberleşme sistemleri arayıcı sistem ve aranan sistem olarak adlandırılan iki donanıma ihtiyaç duyar. Arayıcı sistem, uzaktaki aranan grup ile haberleşmeyi başlatan birimdir. Aranan grup tanımlaması haberleşme boyunca sabit kalmaktadır. Haberleşme birkaç işlem ile bozulabilir. Herbir işlem vericiden alıcıya bir iletim ile temsil edilir. İşlem önceliği arayan ve aranan sistemin verici veya alıcı olmasına bağlı olarak değişir.

Veri hattı bakış açısına göre merkez istasyon master olarak davranır, alış-verişi başlatır ve veri akışını kontrol eder. Veri gönderilip cevap alınan sunucu, birime cevap veren birim ise isemcidir. Uygulama bakış açısına göre, servis isteğinde bulunan merkez istasyon, normal olarak istemcidir. Servis isteklerini taşıyan, bilgi alıp gönderen birim ise sunucudur.

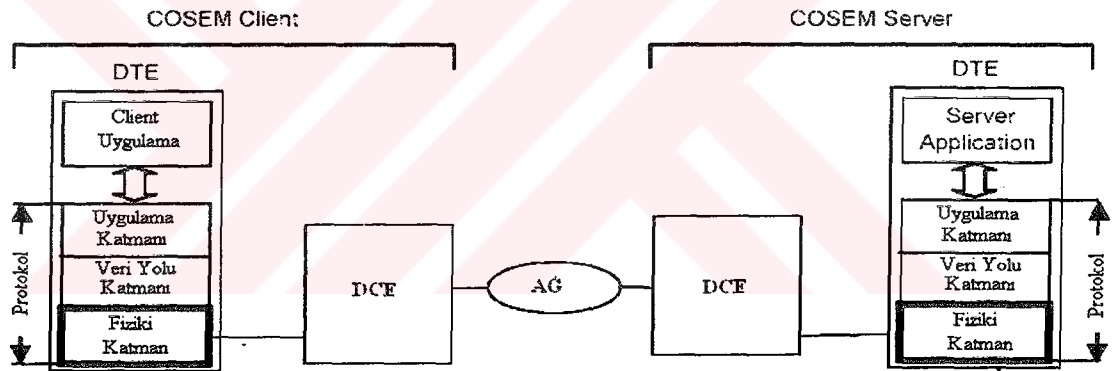
En sık rastlanan durum Arayan İstemci ve Aranan Sunucu durumudur. Fakat Arayan Sunucu ve Aranan İstemci üzerine kurulmuş haberleşme sistemi de mümkündür. Yerel

data alış-verişi için uygun bağlantı kullanılarak iki DTE direk olarak birbirine bağlanabilir.

Geniş medya ağlarının kullanımını sağlamak için bu tür bir eşlik belirtmesi, fiziksel katman sinyallerini ve bunların özelliklerini tanımlamamaktadır. Bu nedenle aşağıdaki kabuller yapılmalıdır.

- Haberleşme noktadan noktaya veya noktadan çok noktadır,
- Hem yarı-ikiyönlü hem de iki yönlü bağlantı mümkündür,
- 1 başlangıç biti, 8 veri biti ve 1 stop bitinden oluşan asenkron veri iletimi.

Bu açıklamalar her katmandan üst katmanlara olan protokol katmanı özelliklerini tanımlamaktadır.



Şekil 5.7. Fiziksel Katmanın yerleşimi

5.2.5. Servis Özellikleri

Servis Listesi:

ITU-T X.211 fiziksel medya üzerinden fiziksel katmanın özelliklerine erişebilmeyi tanımlamaktadır. Bu yeteneklere aşağıdaki servisler aracılığı ile erişilebilir.

Bağlantı Kurulumu/Çözünümü ile ilgili servisler:

PH-CONNECT.isteği / PH-CONNECT. işareti / PH-CONNECT.doğrulama
PH-ABORT. isteği / PH-ABORT. doğrulama / PH-ABORT. İşareti

Veri Haberleşme Servisleri:

PH-DATA.isteği / PH-DATA.işareti

Katman Yönetim Servisleri:

Yukardaki servislere ek olarak bazı fiziksel katman servisleri mümkündür. Bu servisler, uygulama işleminin parçası olan katman yönetim işlemi için tahsis edilir.

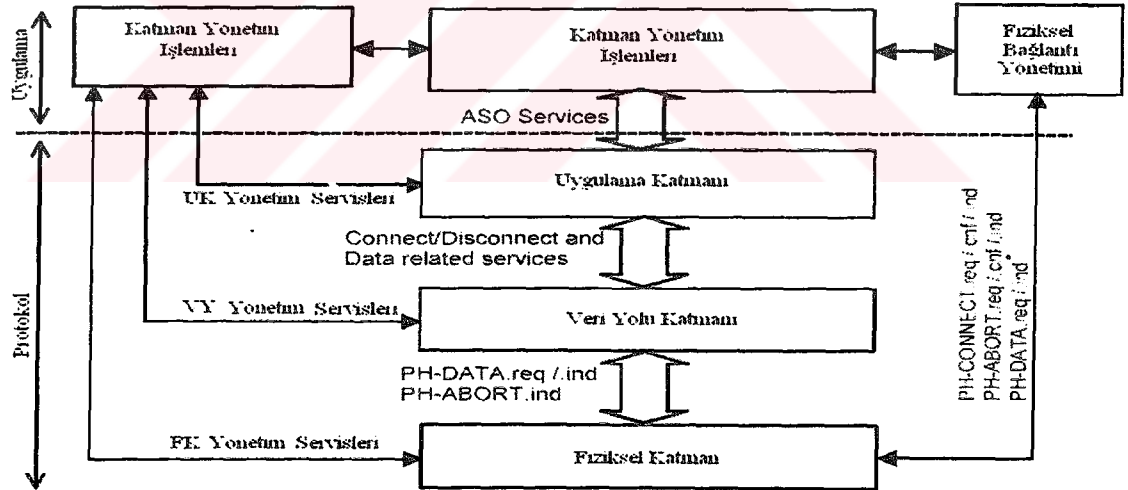
PH-INITIALISE.isteği / PH-INITIALISE.doğrulama

PH-GET_VALUE.isteği / PH-GET_VALUE.doğrulama

PH-SET_VALUE.isteği / PH-SET_VALUE.doğrulama

PH-LM_EVENT.işareti

Fiziksel Katman Servislerinin Kullanımı, Şekil-5.8 farklı servis kullanıcılarının fiziksel servisleri kullanımını göstermektedir.



Şekil 5.8. COSEM 3-katman bağlantı temelli profile protokol katman servisleri

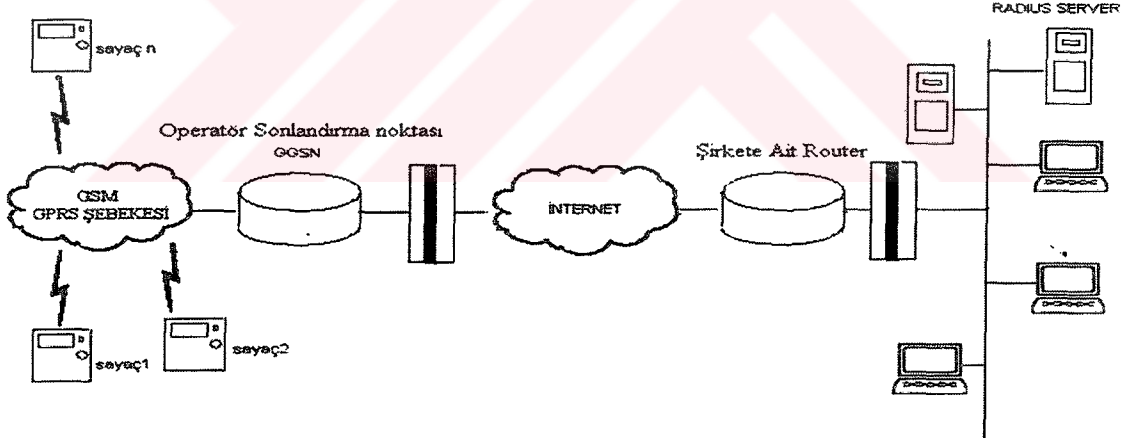
Şekil-5.8'de görüldüğü gibi bağlantının kurulumu/koparılması servisleri veri bağlantı katmanı tarafından değil, fiziksel bağlantı yönetimi uygulama İşlemi tarafından sağlanmakta ve kullanılmaktadır.

5.3. AMR Sisteminin Donanımsal Olarak Gerçekleştirilmesi

Bu bölüm Türkiye'deki mevcut yerleşim özellikleri, abone yapısı, COSEM önerileri ve Sony Ericsson üretici firma teknik kaynakları referans alınarak hazırlanmıştır.

5.3.1. GPRS Tabanlı AMR Sistemi

Bu model, verilerin GPRS'in her zaman hatta özelliği kullanılarak sayaçların GPRS ile okunması üzerine kurulmuştur. Bu modelde sayaçlar bir kurumsal ağ ile birleştirilmiş sistemin öğeleri olarak yer almaktadır. Kurumsal ağlar şebeke operatörleri ve şirketler arasındaki anlaşmalar ile kurulur. İlgili şirketler kullanılacak hizmete göre bu ağı kullanırlar. AMR sistemi için data hattı aboneliğine dayalı veri hizmeti kullanılır. Aktarılan veri üzerinden şirketler, şebeke operatörlerine ücret öderler. Kurumsal bir ağ şirket içerisindeki bir RADIUS sunucu tarafından kontrol edilir. Böyle bir yapı Şekil-5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.9. Kurumsal bir AMR ağı

RADIUS sunucusu ağ içerisindeki her bir kullanıcının yetkilendirilmesinden sorumludur. Bu birim kullanıcıların birbirleri ve merkez arasındaki haberleşmeyi kontrol eder. Böyle bir sunucunun kurulumu 3.000 \$ civarındadır. Bu modelde sayaçların hepsi bir ağ içerisinde ve bu ağdaki her sayaç sabit bir IP numarasına sahiptir. GSM/GPRS şebekesine her bağlanımda sabit (statik) IP numaraları kullanırlar.

Normal aboneler ise şebekeye her çıkışta yeni bir IP numarası alırlar, fakat bağlantı süresince bu IP numarası sabit kalır.

COSEM standardında anlatıldığı gibi herbir sayaç birer sunucu, MCU tarafı ise bir istemci olarak görev yapar ve istemci tarafından bir okuma isteği yapıldığında ilgili sayaçlar bu isteğe cevap üretirler. Bu haberleşme modeli ile çalışan bir sistem karşılıklı olarak aynı dili kullanan İSTEMCİ/SUNUCU modeli kullanılarak gerçekleştirilebilir.

Haberleşmenin sağlanabilmesi için herbir sayacın GPRS şebekesinde olması gerekir. Bu yüzden sayaçların GPRS şebekesinden kopmaları algılayıp, yeniden bağlanma özelliklerine sahip olmaları gerekir. Sayaçlar GPRS erişimi, haberleşme ve kontrol için bir donanıma ihtiyaç duyarlar. Bu donanım hattan bilgi iletişimini sağlayacak özellikte bir kontrol kartıdır. Donanım, GR47 geliştirme kitindeki GPRS modülünün 60 pinli bağlantısı ile irtibatlandırılıp modülün kontrolü yapar. Bu amaçla kontrol kartında soket programlama yapılır. İnternet WEB sayfalarının yayınlanması için sunucuların 80 nolu portu kullanılır. E-mail uygulamaları için mail sunucuları 25 nolu portu kullanırlar. FTP uygulamalarında 20 nolu port kullanılır. AMR uygulaması için bu portlardan biri kullanılacağı gibi, boş portlardan biri de (2000 nolu port gibi) kullanılabilir.

Bir GPRS bağlantısının oluşturulması ve http portundan veri alış verişi için gerçekleştirilmesi için aşağıdaki adımların sıra ile uygulanması gerekir. Bu adımlar bir GPRS bağlantısının nasıl gerçekleştirildiğini tanımlamaktadır.

- 1) Öncelikle yapılacak uygulama için bir PDP bağlamı tanımlanmalıdır. Bu tanımlamada kullanıcı Erişim Noktası Adı (Access Point Name, APN) girilir. Turkcell standart aboneleri için APN "internet" tir. Kurumsal aboneler özel APN'lere sahiptir. 1 PDP bağlamını tanımlar bu değer 0 olduğunda PDP özelliği pasif edilir.

AT+CGDCONT=1,"IP" komutu yollanır,

- 2) APN ile, ilgili sunucuya bağlanmak için, kullanıcı adı, şifre bilgileri,
AT*ENAD=index, name, userid, passwd, (1), bearer, pap_chap, lock_state
index: bir hesap tanımı yapılırken bu tanıma mutlaka bir "index" başlığı eklenir,

name: her bir internet hesabı bir “name” e sahiptir,

userid: internet bağlantısı oluşturulurken bu bilgi kontrol edilir,

passwd: internet bağlantısı oluşturulurken bu bilgi kontrol edilir,

“userid” ve “passwd” parametreleri girilmez ise sistem dinamik olarak bu bilgileri atar. Standart kullanıcılarda Turkcell için “userid” ve “passwd” gerekmemektedir.

bearer: bu tanımlama yapılacak bağlantı türünü ifade eder,

0: Devre Anahtarlama Bağlantısı

1: Paket Veri Servisi

2: Bluetooth

3: SMS

pap_chap: kullanılacak kimlik denetimi modelini belirler,

0: Normal, sadece Şifre Kimlik Denetimi Protokolü (Password Authentication Protocol, PAP)

1: Güvenli, sadece Kimlik Sorma El Sıkışma Kimlik Denetimi Protokolü (Challenge Handshake Authentication Protocol, CHAP)

2: Yok, hiçbir kimlik sorgulama protokolü uygulanmaz

lock_state: bu değer 1’dir, AT komutları ile değiştirilemez.

AT*ENAD=1,"GPRS","",1,0,0,1

- 3) PDP için bir IP numarası edinilmesi ve IP numarasının aktif edilmesi gerekir. Bu, modülü Erişim Noktası Adına (Access Point Name, APN) bağlayacaktır, modüle bir IP adres tahsis edilmiş olması gerekir. Bu durumda bağlantı kurulabilir yada bağlantı kesilebilir .

IP’yi aktif etmek için:

AT+E2IPA=activate, cid

activate: IP numarasının durumunu belirtir,

0: IP numarasını pasif hale getir,

1: IP numarasını aktif hale getir,

cid: AT+CGDCONT ile tanımlanan PDP bağlamının numarası girilmelidir,

AT+E2IPA=1,1

IP aktif edildikten sonra modülün IP durumu okunabilir:

AT*E2IPI=0

*E2IPI:10.123.12.234

- 4) Bağlantının tipini (TCP veya UDP) belirlemek için, IP bağlantısı oluşturulmalı, uzak IP adresi ve uzak port belirlenmelidir. TCP oturumu için istemci ile aktif bağlantı kurulacaktır. UDP oturumu için ise, IP bağlantı isteği, sonraki verinin nereye gönderileceğini belirler. Başarılı bir IP bağlantı isteğinden sonra, modül soketle haberleşmeye hazır olarak veri modunda olacaktır.

Eğer bir internet sunucusu ile işlem yapılacak ve bu sunucunun IP numarası bilinmiyor ise AT*E2IPRH IP sorgulaması yapılarak ilgili sunucunun IP numarası temin edilebilir:

AT*E2IPRH="www.oz-kar.net"

*E2IPRH:212.174.30.52

Bu IP numarasına sahip sunucu veya istemci ile yapılacak bağlantı modeli ve kullanılacak port tanımlanır:

AT*E2IPO=IPType,IPAddr,IPPort

IPType: bu ilgili IP ile kullanılacak protokol tipini belirler,

0: UDP,

1: TCP,

IPAddr: buraya ilgili sunucunun veya istemcinin IP numarası nnn.nnn.nnn.nnn şeklinde 0-9 sayı formatında girilir. Bağlantı kurulacak sunucu veya istemci bir IP numarasına sahip olmalıdır.

IPPort: ilgili sunucu veya istemcinin haberleşme için kullanacağı portun adresi belirtilir. Bu port 0-64.000 arasında herhangi bir port olabilir. Http portu 80, smtp portu 25, ftp portu 20'dir. Savaş haberleşmesi için bu portlardan biri kullanılacağı gibi genel amaçlı boş olan portlardan biri de bu iş için kullanılabilir. Örneğin 2000 nolu port soket programlama yapılarak ilgili haberleşme için kullanılabilir.

Bu komut M2M IP bağlantısı isteği komutudur.

AT*E2IPO=1,"212.174.30.52",80

Yukarıdaki komut ile www.oz-kar.net adresli, 212.174.30.52 IP numaralı cihazın http portu ile bağlantı kurulması sağlanır. Uzak noktadaki cihazın IP numarası kullanılarak herhangi bir portu ile iletişim kurulabilir.

5.3.2. Uygulanan Model; SMS Veri Gönderimi

SMS ile sayaç bilgisi istemci/sunucu iletişimi, COSEM önerileri ile hazırlanmıştır. Point-to-Point haberleşmede olması gerektiği üzere bir taraf sunucu diğer taraf ise istemcidir. Bu uygulamada sayaç sunucu, merkezi kontrol birimi bilgisayarı istemcidir. İstemci durumundaki merkez bilgisayar, okuma isteminde bulunur ve sayaca bağlı bulunan GPRS modülü aracılığıyla sayaç tarafından bu istek cevaplanır ve sayaç üzerindeki bilgi istemciye (merkez bilgisayara) gönderilir. Burada istemci bilgisayar, COSEM protokolüne uygun bir akış şekliyle bilgi gönderir. Sunucu da aynı şekilde COSEM protokolüne uygun bilgi gönderimi yapar

Sistem üç kısımdan oluşur:

- 1) Sayaç modeli ve kimliği (Veri Modeli),
- 2) Protokol veri birimi (Protocol Data Unit, PDU) model haritası,
- 3) Haberleşme kanalının verileri (bit veya byte) aktarımı.

5.3.2.1.İstemci Tarafı Mesaj Gönderimi

İstemci okuma isteği yapar ve ilgili sunucular bu okuma isteğine bir cevap üretirler. İstemci yani merkezi kontrol birimi iki tür mesaj gönderir. Bunlardan biri okuma isteği mesajı diğeri de sistem kontrol mesajıdır. İstemci işlem, firma ID'si, sayaç seri no,"boş", aktif-reaktif güç, abone türü, "boş", kredi miktarı, kontaktör durumu bilgi dizisini oluşturur. Bu mesaj formatı Şekil-5.10'da verilmiştir.

İŞLEM	FİRMA ID	S. SERİ	BOŞ	AKTİF/RE	A. TÜRÜ	BOŞ	KREDİ	KONTAK
-------	----------	---------	-----	----------	---------	-----	-------	--------

Şekil 5.10. İstemci mesaj formatı

5.3.2.1.1. Mesaj Formatının Tanımı

İşlem, mesajın amacını belirtir, okuma veya kontrol işlemlerinden hangisinin gerçekleştirileceğini belirler. Merkezi kontrol sistemi istenilen sayaca erişip istenilen işlemi yapabilir. Mesaj yapısından da görüldüğü gibi direk abone erişimi yapılabilmektedir.

Firma ID'si FLAG kuruluşu (FLAG Association Limited) tarafından verilen bir kimlik bilgisidir. Üretici Kimlik Karakterleri (Registered Manufacturers Identification Characters) olarak tanımlanan bu isim, dünyada AMR sistemine geçişte her üreticinin özel ve tek bir kimlik edinmesini sağlar.

Sayaç seri no, bu numara üretici tarafından ürünlerine verilen numaradır ve üretilen her ürün için özel ve tektir. AMR sistemi içerisinde üretici ID bilgisi ile sayaç seri no bilgisi sistemdeki her bir kimliğin tek ve özel olmasını sağlar.

Boş; bu bölge sunucu kısmının kullanması için tahsis edilmiştir. İstemci mesajın bu bölümünü boş olarak gönderir.

Aktif-reaktif güç,

Abone türü, ön ödemeli, standart ve özel abone olarak sınıflara ayrılır. Merkez tarafından abonelerin aboneliklerinin değiştirilmesi için kullanılabilir. Sistemdeki herhangi bir abone istediği zaman abonelik türünü değiştirebilir.

Boş, bu bölge sunucu kısmının kullanması için tahsis edilmiştir. İstemci mesajın bu bölümünü boş olarak gönderir.

Kredi miktarı, ön ödemeli aboneler için kullanılan bir veridir, merkezden yüklenecek kredi miktarıdır. Bu yapı sayesinde ön ödemeli abonelerin smart kart veya touch memory kontrollü sayaçları alma zorunluluğu ortadan kalkar.

Kontaktör konumu, borcunu ödemeyen abonelerin elektriklerinin kesilmesi veya elektriği kesilmiş bir abonenin elektriğinin açılması işlemi için kullanılır. Aynı zamanda afet durumlarında istenilen bölgedeki sayaç veya sayaçların elektriklerinin kesilmesi için kullanılabilir.

5.3.2.2.Sunucu Tarafı Mesaj Gönderimi

Sunucu ihbar, üretici firma ID'si, sayaç seri no, sayaç sınıfı, aktif-reaktif güç, abone türü, tüketim, kredi miktarı ve kontaktör konumu bilgileri gönderilir. Bu mesaj sunucu olarak tanımlanan sayaçlar tarafından gönderilir. Mesaj modeli sunucu ve istemci tarafında tektir. İletişim sisteminin her iki ucundaki (istemci ve sunucu) cihazlar kedilerine ait mesaj formatını karşılıklı olarak gönderirler. Bu mesaj formatı Şekil-5.11'de verilmiştir.

İHBAR	FİRMA ID	S. SERİ	S. SINIF	AKTİF/RE	A. TÜRÜ	TÜKETİM	KREDİ	KONTAK
-------	----------	---------	----------	----------	---------	---------	-------	--------

Şekil 5.11. Sunucu mesaj formatı

5.3.2.2.1. Sunucu Mesaj Formatı

İhbar, gönderilen mesajın ne amaçla hazırlandığını ifade eder. Bu mesaj kaçak, manuplasyon veya okuma isteğinin cevabı olabilir. İhbar başlığı ile mesajın amacı açıklanır.

Firma ID'si herbir sayaç üreticisinin firma ID numarasını sisteme gönderir.

Sayaç seri no, her bir sayaç seri numarasını sisteme gönderir.

Sayaç sınıfı ölçüm hassasiyetinin bir ölçüsüdür. Sayacın kalibrasyonunu belirtir.

Aktif-reaktif güç, harcanan enerjinin türünü ifade eder. Sistem kontrolü yapılırken aktif

reaktif güç değerleri ile işlem görülür. Harcanan enerjinin türü önemli bir veridir. Sayaçlar aktif, reaktif ve kombi (aktif-reaktif) olarak üç gruba ayrılır. Bu sayaçlar haberleşme kanalına tüketim bilgilerinin türünü de gönderirler.

Abone türü, ön ödemeli, standart abone ve özel abone olarak sınıflara ayrılır. Her bir sayaç abonelik bilgisini merkeze gönderebildiği gibi merkez tarafından da abonelik türü değiştirilebilir. Abonelik verisi faturalandırma sisteminin önemli bir bileşenidir.

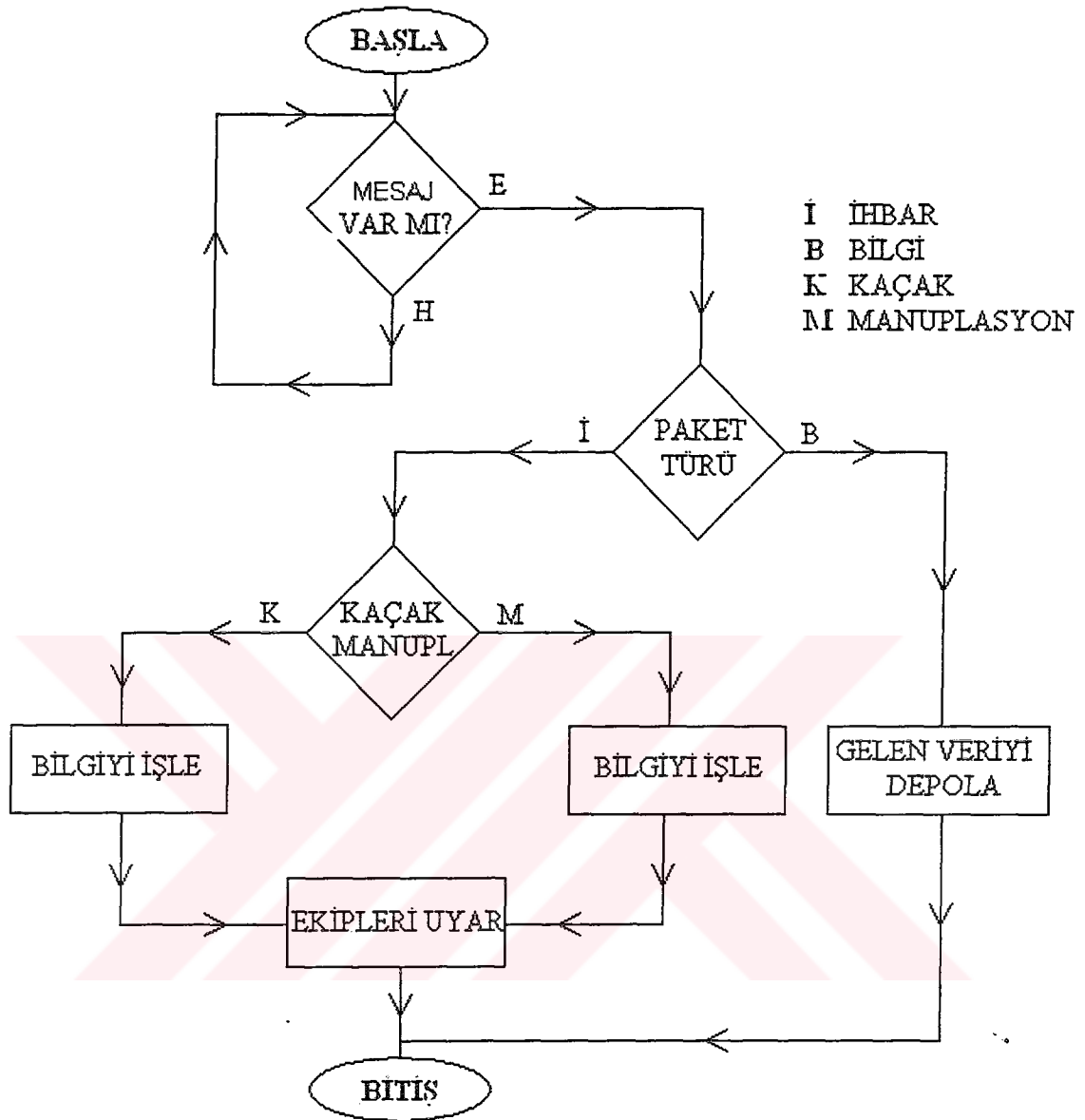
Tüketim bilgisi, herbir abonenin anlık okuma esnasındaki toplam tüketim bilgisidir. Sistemde harcanan gücü ifade eder. Kayıp kaçak kontrolünde en önemli veridir.

Kredi miktarı, ön ödemeli aboneler için kullanılan bir veridir, sistem standart aboneler için bu veriyi değerlendirmez.

Kontaktör konumu, sayaç enerjisinin aktif veya kesilmiş olduğunu belirtir. Ödenmeyen tüketim bedelleri veya sayaç ile yapılan yasadışı oynamalar ilgili sayacın elektriğinin merkez veya sayaç tarafından kesilmesine sebep olabilir. Herbir sayacın okuma esnasındaki kontaktör konum bilgisi, bu yolla merkezi kontrol birimine gönderilir.

5.3.2.3. İstemci Tarafının Mesaj Alımı Ve Değerlendirilmesi

İstemci tarafı yani merkezi kontrol birimi, sunucu tarafından gönderilen SMS'deki paket dizisini çözer ve uygun veritabanı bloğuna işler. İstemci tarafında yapılan işlemlerin akış diyagramı Şekil-5.12'de bir adım için verilmiştir.



Şekil 5.12. İstemci tarafından mesajın okunması ve değerlendirilmesi

İstemci tarafı herhangi bir okuma veya kaçak/manuplasyon durumunda bir mesaj alır ve bu mesajda Şekil 5.12'deki gibi işler. Veriler eş zamanlı gönderilip alınır, mesaj serisi sistem verileri olarak açılıp işlenir, aynı zamanda mesaj kökünde bulunan tarih, saat ve gönderen numara bilgileri de kayıtlara geçilir. İstemci birimi GSM/GPRS modülündeki mesaj kutusunu sürekli kontrol eder, mesajları kontrol ederken her bir okuma bölgesindeki sayacın IMSI numarasını sistem veri-tabanından sorgular. Yetkisiz IMSI'lerden bilgi almaz. Bu bir güvenlik önlemidir. Sistem herbir sayacı yetkilendirir. Veri-tabanında kayıtlı olmayan bir numaradan herhangi bir bilgi geldiğinde bu bilgi

değerlendirilmez. Sistem veri tabanı her yeni abonelikte güncellenir. Bu kayıt birimi bütün abonelerin en temel güvenlik verisidir. IMSI numaraları bütün dünyada tek ve özeldir. Bu numaralar abonenin bağlı bulunduğu operatör tarafından verilir. Bir GSM IMSI numarasının taklit edilmesi mümkün değildir. GSM/GPRS sistemi içerisindeki bütün kullanıcıların veri güvenliği ETSI standartları ile teminat altına alınmıştır. IMSI numaralarının aboneler ile eşleştirilmesi ve ilgili kütükten taranması yoluyla sistemde yaşanacak güvenlik problemi tamamen ortadan kaldırılmıştır.

GSM/GPRS modülünün mesaj kutusu sürekli taranır, gelen mesaj eğer IMSI sorgulamasından geçti ise bu mesajın üretici firma ID'si ve sayaç seri numarası bilgileri alınır ve ilgili IMSI kodu ile eşlenmiş olup olunmadığı kontrol edilir. Eğer bu sorgu da olumlu yanıtlanırsa, veri tabanından gelen mesajın ait olduğu abone veya abone grubu bilgi sayfasına geçilir. Bu sayfa abone veya abone grubunun geçmişe dönük bilgilerinin bulunduğu sayfadır.

Abone bilgi sayfasında ilgili mesajın türüne bakılır. Eğer bu mesaj bir okuma cevabı, yani bilgi mesajı ise sistem veri tabanı güncellenir. Abonenin tüketim bilgisi abone bilgi sayfasına işlenir ve geçmişe dönük durumu ile birlikte değerlendirilerek abonenin borcu hesaplanır ve faturası düzenlenir. İlgili abonenin adres bilgileri, banka kayıtları, geçmişe dönük borçları, ödemeleri, açma kapama istekleri, yasadışı oynamaları, kaçak durumu, açma kapama sayısı ve tarihleri burada tutulur. Aynı zamanda bu sayfa ilgili aboneye ait ödeme tarih cetvelinin de tutulduğu yerdir. Eğer ilgili abone borcunu ödemiş ise istemci sunucuya, ilgili abonenin elektriğinin kesilmesi bilgisini gönderir. Eğer ilgili abonenin elektriği daha önceden kesilmiş ve abone ilgili problemi giderip elektriğinin açılması isteğinde bulunmuş ise bu durumda sunucuya (sayaca) elektriğinin açılması bilgisi gönderilir. Abone bilgi sayfası bölgesel afetler ve olağanüstü durumlarda da sayaçlara direk müdahaleyi mümkün kılar.

Eğer gelen mesaj türü bir ihbar ise bu durumda ihbarın türü okunur ve abone bilgi sayfasına bu ihbarın türü ve saati kaydedilir. Gelen ihbar değerlendirilir ve ilgili ekipler bilgilendirilerek olay bölgesine anında müdahale edilir. Kaçaklar ve sayaçlara yapılan yasadışı oynamalar bu yolla etkili bir şekilde giderilebilir.

Abone bilgi sayfası IMSI, üretici ID numarası ve sayaç seri numarasının veri tabanı kayıtları ile işlenip doğrulanması sonucunda ulaşılan yerdir. Bu üçlü güvenlik bilgisi her bir sunucunun GSM/GPRS modülünün, IMEI numarası ile de desteklenebilir. IMSI numarası gibi IMEI numarası da dünyada tek ve özeldir. Abone bilgi sayfasına kayıt geçme işlemi bu zincir tamamlanarak yapılabilir, bu yüksek seviyeli bir güvenliktir. Çünkü IMSI numarası sunucu tarafından değil şebeke operatörü tarafından üretilir. Bu sayede yanlış bilgi alınması ortadan kalkar. Eğer bu sorgulamadan geçememiş, fakat doğru sunucudan çıkmış bir mesaj varsa, bu bilginin korunması amacı ile abone bilgi sayfasına okuma ve yanıt alma kontrolü de eklenmiştir. SMS bilgisinde herhangi bir veri kaybı veya bozulması yaşanmaz. Buna rağmen bu durumun gerçekleştiği veya abone bilgi sayfası veri tabanında bir eşleşme problemi yaşandığı varsayılarak, abone bilgi sayfası okuma ve yanıt alma kontrolü incelenecek olursa: istemci ilgili sunucuya bir işlemi gerçekleştirmesi için mesaj gönderdiğinde, ilgili sunucudan isteğin cevabını bekler, eğer 10 dakika içerisinde bu cevabı alamaz ise isteği yeniler ve 10 dakika daha bekler. Eğer bu 10 dakika sonunda yine cevap alınmadı ise bu durumda sunucunun kontrolü için ilgili ekipler uyarılır. Bu yolla sistem bakım ve işlerliği de otomatik olarak kontrol edilmiş olur.

5.3.3. Sunucu Tarafının Mesaj Alımı Ve Değerlendirilmesi

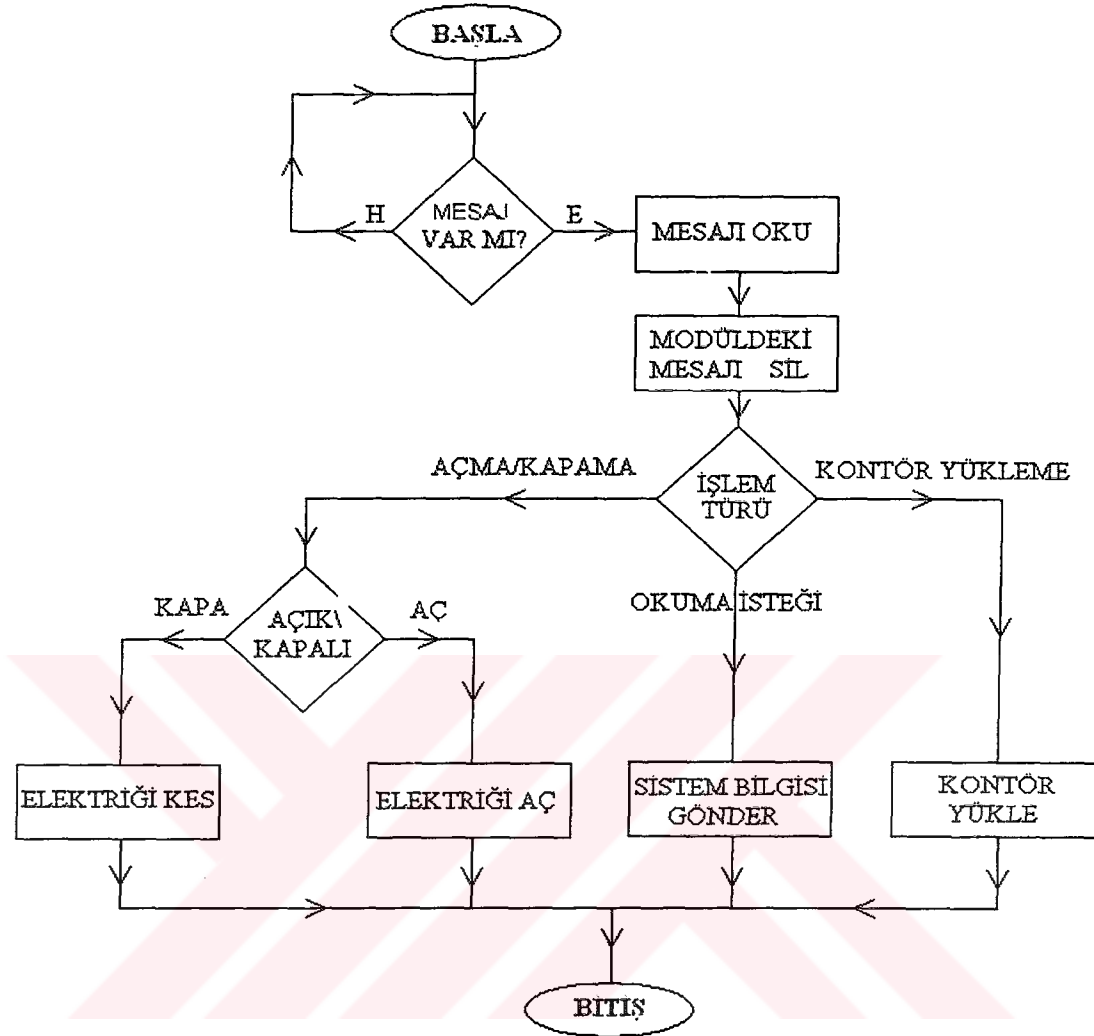
Tez çalışmasında sistem modelini oluşturan donanım, bir adet istemci ve 4 sayaç ile 1 ana sayaçtan oluşan, toplam 5 sayacı kontrol eden bir kontrol kartından oluşur. Çalışmada sunucu tarafında ÖZKAR Enerji firmasının M101 model tek fazlı aktif elektronik elektrik sayaçları kullanılmıştır. Bu sayaçlar ile GSM/GPRS kitini haberleştirmek amacı ile bir kontrol kartı tasarlanmıştır. Bu kontrol kartındaki işlemci, sayaçların Evrensel Asenkron Alıcı ve Verici (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter, UART) haberleşme kanalı ile irtibatlanmıştır. Bu kanal kontrol kartı ile sayaçlar arasındaki haberleşme için kullanılmıştır. Kontrol kartının GSM/GPRS modülü ile haberleşmesi için RS-232 kullanılmıştır. Kontrol kartındaki işlemcinin UART haberleşme kanalı 115.200 bps hızına kurulur, bu çıkış bir max-232 ile GSM/GPRS kitinin seri haberleşme portuna bağlanır. Kontrol kartının sayaçlar ile haberleşmesi

bluetooth, RF, PLCC, telefon hattı, UART veya uygun başka bir teknik ile sağlanabilir. Tez çalışmasında bu arabağlaşım, UART haberleşme kanalı ile yapılmıştır.

Ayrıca AMR uyumlu sayaçlar olarak bilinen, sayma ledi çıkışları klemens bloğuna elektriksel olarak yalıtılmış bir şekilde bağlanan sayaçlar da vardır. ÖZKAR Enerji firmasının 3 fazlı aktif elektronik elektrik sayacı T300 V-2.2 ve tek fazlı aktif ön ödemeli smart kartlı elektronik elektrik sayacı SMK100 modelleri AMR uyumludur. Bu sayaçlar 1000 imp/kW sayaçlardır. Her 1 W elektrik tüketimi için sayaçtaki led 1 kez yanar. Led ile senkron olarak, bu işaret klemens bloğuna aktarılır. Klemens bloğundaki izleme uçları elektriksel olarak yalıtılmıştır. Klemens bloğundaki iki adet uç, tüketim ledi her yandığında, eş zamanlı olarak kısa devre gösterir. Bu uçlar bir kontrol kartı kullanılarak izlenir ve kontrol kartı ilgili sayacın tüketim bilgisini sürekli takip eder.

Sunucu tarafı bir sayaç grubundan oluşabildiği gibi, her sayaç müstakil bir sunucu olabilir. Bir uzaktan okuma sistemi tasarlanırken sayaçların durumuna göre farklı yapılar kullanılır. Müstakil mesken aboneleri ile apartman mesken abonelerinin sayaçlarının okunması, farklı teknikler ile gerçekleştirilir. Müstakil mesken abone sayaçlarının herbiri müstakil sunuculardır. Apartman mesken abone sayaçları bir sayaç panosunda yer alırlar. Bu sayaçlar birbirlerine oldukça yakındır, hepsinin ayrı ayrı sunucu olarak kullanılması maliyetleri artırır. Bu yüzden yakın sayaçlar gruplandırılarak bir GSM/GPRS sunucusuna bağlanır. Bu bağlantı daha öncede anlatıldığı gibi bir çok teknik ile yapılabilir.

Sunucu tarafı istemciden gelen mesajları, mesaj paketini açarak kontrol eder. Gelen mesaj sunucu tarafındaki GSM/GPRS modülü tarafından alınır ve bu bilgi sayaç tarafındaki kontrol kartları vasıtası ile okunur. Gelen mesajın IMSI numarası kontrol edilir. Sistemde bir veya birden çok istemci olabilir. Bu istemcilerin IMSI numaraları sunucu tarafından bilinir. Gelen mesajın IMSI numarası eğer sunucu tarafında kayıtlı değilse, bu mesaj sunucu tarafından dikkate alınmaz. İstemci ve sunucu mesaj modeli aynı formdadır. IMSI sorgusundan geçen bir mesajın değerlendirilmesi Şekil-5.13'de bir adım için verilmiştir.



Şekil 5.13. Sunucu tarafından mesajın okunması ve değerlendirilmesi

Sunucu tarafı kontrol kartı GSM/GPRS modülünün mesaj kutusunu sürekli olarak kontrol eder. Mesaj kutusuna gelen SMS paketi alınır ve mesaj modülden silinir. Alınan mesajlar kontrol kartının hafızasında tutulur. Modüle gelen SMS paketi kontrol kartı tarafından yorumlanır.

İstemci tarafından gönderilen SMS'in işlem türü belirlenir. Eğer gelen mesaj okuma isteği ise kontrol kartı UART yolu ile bağlı bulunduğu sayaçlardan anlık verileri toplar ve bu verileri birleştirerek SMS olarak istemciye gönderir. İstemciye gönderilen mesaj türü, bilgilendirme mesajı şeklinde düzenlenir. Bu mesaj ilgili sayaç üretici ID'leri, sayaç seri numaraları, tüketim bilgisi ve sayaca ait diğer özellikleri içeren veri paketidir.

Eğer gelen mesaj bir Açma/kapama isteği ise bu durumda ilgili isteğin yapıldığı sayaç için işlem yapılır. Açma kapama işlemi kontrol kartı tarafından yapılır. Açma kapama yapılacak sayacın girişindeki kontaklar, kontrol kartı tarafından açılıp kapatılırlar. ÖZKAR Enerji SMK100 modeli elektrik sayacı dahili açma kapama sistemine sahiptir. Dahili açma kapama sistemi olan sayaçlarda bu işlem ilgili sayaç tarafından yapılır. Sayacın elektriği kesildiği durumda, sayacın elektronik devresini besleyen elektrik bağlantısı kesilmez, sadece akım trafosuna veya shunt girişine verilen faz hattı kesilir. Böylece ilgili abonenin elektriği kesilse bile sayacın elektronik devresinin şehir elektrik şebekesi tarafından beslenmesi sağlanır. Bu sayede müstakil sunucuların GSM/GPRS devrelerinin ve sayaç devresinin, sistem pil enerjisini kullanması önlenir. Sistem pil ömrü böylece uzatılabilir.

Eğer gelen mesaj kredi yükleme isteği ise bu durumda kontrol kartı, kredi yüklenecek olan sayaca kredi bilgisini gönderir ve eğer sayacın elektriği kesilmiş durumda ise ilgili kontaktörü aktif hale getirir.

Kontrol kartı gelen mesajların yorumlanması ve mesaj oluşturup gönderilmesinden sorumlu olduğu gibi sayaçlardan alınan bilgiler doğrultusunda başka işlemler de yapar. Bu işlemler elektrik dağıtım şirketlerinin isteklerine göre düzenlenir. İsteğe bağlı olarak sayaçların herhangi birinde manuplasyon gerçekleştiğinde, elektrik dağıtım şirketine beyan edilen demand değeri aşıldığında veya elektrik dağıtım şirketi ile yapılan herhangi bir anlaşmanın yasakladığı bir durum gerçekleştiğinde ilgili sayacın enerjisi otomatik olarak kesilip istemci bilgilendirilebilir. Bu gibi uygulamalar da taleplere göre şekillendirilebilirler.

Kontrol kartı sunucu kısmına gelen her türlü mesajın algılanması ve değerlendirilmesi işinden sorumludur. Sürekli olarak bağlı bulunduğu grubu izler ve olağandışı durumlarda istemciyi (merkezi kontrol birimini) bilgilendirir.

5.3.4. İstemci Tarafı Yazılım Arayüzü Ve Fonksiyonları

ÖZKAR Enerji OSO sistemi Delphi ile hazırlanmış, nesne tabanlı bir program örneğidir. Bilgisayar seri portu ile GSM/GPRS modülünün kontrol edilmesini sağlar. Şekil-5.14'deki arayüz sayfası manual olarak bir sayaçtan okumanın yapıldığı sayfadır. Bu arayüzde istenen GPRS modülüne bağlı sayaçtan gelen bilgi SMS olarak okunur. aynı katman hiyerarşisi kullanılarak SMS ile sayaca veri gönderilir. Sayaçtan gelen tüm veriler gelen veri gösterge panelinde gösterilir. Alıcı modül bilgisayarın hangi portuna bağlı ise o port device sekmesinden seçilir. Boudrate ile portun haberleşme hızı seçilir. Mesaj oku tusuna basıldığında Tel No'da belirtilen sunucuya okuma isteği yapılır; sayaca ilişkin SMS verisi okunur ve memo alanında gösterilir. Mesaj okuma ve almaya ilişkin AT komutları tek tek manuel olarak da girilebilir.

Şekil 5.14. ÖZKAR Enerji OSO arayüzü okuma sayfası

Abone bilgi sayfası arayüzü ile istenilen semtin bilgisi görülebilir. Semtte ikamet eden abone bilgilerine ulaşmak için ilgili abone seçilebilir. Her semte ait abone grupları abone sekmesinde gösterilir. Semte ait toplam abone sayısı, toplam tüketilen enerji miktarı, ücretsiz enerji kullanan merkezlerin sayısı, enerji analiz sekmesinde gösterilir. Bu arayüz Şekil-5.15’de verilmiştir.

ÖZKAR ENERJİ OSO SİSTEMİ

[KAPAT](#)

BİLGİ KONTROL

SERİ_NO
0325487621E

SERİ_NO
0325487621E

ÖNCEKİ ENDEKS
00000000978.000 Kwh

TOPLAM ENDEKS
00000001028.000 Kwh

FARK ENDEKS
60.000 Kwh

ABONE TÜRÜ
KONTÖRLÜ

ÜRETİCİ_FİRMA
ÖZK
SINIFI
0.5
GÜÇ
AKTİF
MODELİ
MONO
KONTÖR
34.456

SEMT
DANİSMET MAH.

ABONE
2233434821E
5623688839E
1200432838D
4568788991F
5448763541D
2317878132Y
2225781621E
1212325623F
2343278685G
4565657893D
2343879455F
2316784355F
8434853432F
2135676674K
2477796665N

ADI
ORHAN

BABA_ADI

FİZA

TC_KİMLİK_NO
31254578934

SOYADI
KAPLAN

ADRES
DANİSMET GAZİ MAH.
HAYRET SOK.
NO9

ENERJİ ANALİZ

SEMT TOPLAM TÜKENEN ENERJİ
12128.111 Kwh

ABONE_SAYISI
2342

ÜCRETSİZ ENERJİ KURUM SAYISI
15

ANA ŞALTER MERKEZİ
ARASMARKET yanı

Şekil 5.15. ÖZKAR Enerji abone bilgi sayfası

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

ÖZKAR Enerji Otomatik Sayaç Okuma Sistemi, Türkiye’de enerji sektörünün yaşadığı genel problemler göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Sistem enerji kayıp kaçaklarını önlemek, etkili bir enerji yönetim ve izleme sistemi kurmak amacı ile tasarlanmıştır. Sistem COSEM sunucu/istemci modeli referans alınarak oluşturulmuştur. Merkezi kontrol birimi, istenildiğinde her bir abonenin anlık bilgilerine ulaşabilir. Sistemdeki sunucular şebekedeki olağandışı durumları merkeze ihbar ederler. AMR sistemi şebekelerdeki yasadışı elektrik kullanımını önlemekte en etkili yöntemdir.

AMR sistemlerinde kullanılan haberleşme kanalı da çok önemlidir. Kullanılacak haberleşme yöntemi abone dağılımı, abonelik coğrafi bölgeleri ve abone davranışlarına göre değişebilir. Bütün bir elektrik sistemini izleyen bir haberleşme sistemi kurmak için GPRS sistemi en iyi yöntemdir. PLCC, RF ve telefon hattı AMR yöntemleri sistem gereksinimleri yüzünden bütün bir sisteme hakim bir model olamamaktadırlar. Gerek hız, gerek sistem gereksinimleri, gerek güvenlik, gerekse işletme giderleri bakımından GPRS en avantajlı haberleşme sistemidir. Günümüzde Türkiye’deki GSM operatörlerinin hepsi GPRS desteği vermektedir. Türkiye dünyada telekomünikasyon imkanlarının en iyi olduğu ülkelerden biridir. Türkiye’de çok geniş bir bölgede GPRS erişimi vardır. Bu erişim hizmeti kullanılarak yurt çapında bir enerji izleme ve kontrol sistemi kurmak mümkündür. Türkiye’deki kayıp ve kaçaklar önlenerek çok büyük bir enerji kazanımı sağlanabilir. Enerji açığının giderilmesi için harcanacak yatırımların en aza indirilmesi ve rekabetçi bir pazar oluşturularak enerji birim fiyatlarının düşürülmesi için AMR sistemi gereklidir.

GPRS'in iletişim avantajları yanında sistem kurulum maliyetleri bakımından da büyük avantajları vardır. GPRS tabanlı bir AMR sistemi, haberleşme alt yapısı için harcanacak kurulum maliyetlerini ortadan kaldırır. Halihazırda aktif durumdaki operatörlerden erişim hizmet bedeli karşılığında mevcut haberleşme kanalını kullanmak mümkündür. Kurumsal abonelikler için uygulanan ekonomik veri iletişim bedelleri sistemin bir diğer avantajıdır. GPRS sistemi veri güvenliği konusunda da ilgili sistemlerden daha iyidir. GPRS operatörleri abonelerinin veri güvenliğini zaten teminat altına almışlardır.

AMR sistemi gün geçtikçe daha yaygın bir şekilde, dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır. Türkiye'de ZORLU Enerji ve AK Elektrik gibi birkaç üretici de abonelerini AMR sistemi ile izlemektedir. AMR sistemi ne kadar geniş bir alanda kullanılırsa o kadar verimli sonuçlar alınır. Takip edilen abone sayısı ne kadar fazla ise sistemin etkinlik bölgesi de o kadar büyük olacaktır.

Sonuç olarak Türkiye'de rekabetçi bir enerji piyasasının oluşması, kayıp kaçakların önlenmesi, enerji kaynaklarının verimli olarak kullanılması, abone hareketlerinin anlık olarak takip edilebilmesi, enerji servis sağlayıcılarının aboneler ile ilgili işlemleri daha hızlı ve hatasız bir şekilde yapması, abonelerin ise daha kaliteli ve ucuz enerji alması için tüm abonelik bölgesini kapsayan, hızlı güvenilir ve etkili bir şebeke izleme sisteminin kurulmasını gerektirmektedir. Böyle bir uygulama GPRS tabanlı AMR sistemi ile mümkündür.

Ayrıca pek yazılıp çizilmeyen, fakat abone tarafında büyük problemlere sebep olan sayaç okuma memurlarının keyfiyeti de böyle bir uygulama ile ortadan kaldırılacaktır. Büyük şehirlerde okuma işini alan taşeron firmalar, okumada insan kaynaklı akla gelecek her türlü keyfiyet sergilemişlerdir. Abonelerin kapılarına kadar ulaşan sayaç memurlarının vasıfları ne olmalıdır, müşteri (abone) ile iletişimi nasıl olmalıdır gibi sorular da böyle bir uygulama ile ortadan kaldırılmaktadır. Elektrik sayaçlarının bir çoğu dışarıda olmasına karşın, mesken içi elektrik sayaçları halen bazı bölgelerde var. Gaz ve su gibi enerji kaynaklarının da bu sistemle kontrol edilebileceği unutulmamalıdır. Bir çok bölgede iklim koşulları sebebiyle su ve gaz sayaçları mesken içerisinde kalmak zorundadır, mesken içindeki sayaçların okunması işini kablosuz ve güvenli bir haberleşme sistemi olan GPRS ile yapmak için bu çalışma önerilmiştir.

KAYNAKLAR

1. T.C. Başbakanlık Özelleştirme İdaresi Başkanlığı basın açıklaması, 30 Temmuz 2003, http://www.oib.gov.tr/duyuru/2003-07-30_enerji_danismanlik.htm, 2003.
2. Kayseri Civarı Elektrik TAŞ 2003 Faaliyet Raporu, KAYSERİ, 2003
3. Akmaç, M., Türkiye’de Elektrik Üretimi ve Özelleştirme, http://sistem.ie.metu.edu.tr/elektrikte_ozellestirme_a.htm, 2004.
4. National Energy Information Center, Electricity Prices for Industry, <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprti.html>, USA, 2004.
5. Nadar, A., Elektronik Sayaç Uygulamaları ve Sorunları, EMO Dergisi Sayı: 410, <http://dergi.emo.org.tr/>, 2001.
6. Nadar, A., Elektronik Sayaç Uygulamaları ve Sorunları, EMO Dergisi, Sayı: 411, <http://dergi.emo.org.tr/>, 2001.
7. TEDAŞ, Mevzuat, <http://www.tedas.gov.tr/yonetmelik.html>, 2004.
8. Holland, K., Marketing the Automatic Choice, Asian Power, <http://www.asian-power.com/>, 2000.
9. Neilson, R., The Sum and Substance: An overview of AMR Solutions, Application and Benefits, Itron Technology Report, 1999.
10. Wireless Control M2M Systems for AMR, Denmark, www.amplex.dk, 2004.
11. İnceefe, M. A., Etkin ve Yaygın Bir Erişim Teknolojisi:GPRS, TELSİM AŞ. http://arsiv.emo.org.tr/Kartus01/SEMPOZYUMLAR/iletisimteknolojilericali_stayi/makale_pdf/23.pdf, 2003 .
12. Ismail, S. and Wu, I., Broadband Internet Access in OECD Countries, http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-239660A2.pdf, 2004.

13. Mak, Y. M., GPRS Charring Issues and current Applications,
<http://services.eng.uts.edu.au/~kumbes/capstone/yammay/yammay.htm>
University of Technology, Sydney, 2001.
14. Kaynar, O., AC Güç Hattı Üzerinden Veri İletimi, E.Ü. Fen Bil. Enst.;
Kayseri. 1996.
15. Nicholson, R. and Malack, J.A. , RF Impedance of Power Lines and Line
Impedance Stabilization Networks in Conducted Interference Measurements,
IEEE-Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol. EMC-12, No.2,
pp 84-86, 1973.
16. M. Tanaka, Transmission Characteristics of a Power Line Used for Data
Communications at High Frequencies, IEEE Transactions on Consumer
Electronics, Vol. 32, No.1, pp 37-42, 1989.
17. Middleton D., Statistical-Physical Models of Electromagnetic Interference,
IEEE Trans. Electromagnetic Compat., Vol.19, No.3,pp.106-127., 1977.
18. Taplamacıoğlu, M. C., Özdemir, E., Nakiboğlu, C., İskender, I., Tabatabaei,
N. M., Enerji İletim Hatları Üzerinden Haberleşmede Gürültü Analizi,
Elektrik -Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi
19. Eaton, R., World's Largest Metering Project,
http://www.metering.com/archive/013/14_1.htm, 2001.
20. Ghribi B., Logrippo L., Understanding GPRS: the GSM packet radio service,
Computer Networks, pp 763-779, 2000.
21. Howard Scott, AMR is Becoming an International Technology,
http://www.metering.com/archive/022/10_1.htm, 02/2002.
22. Erkal, B., Automotic Meter Reading In Distribution Sistems, ODTÜ Fen Bil
Enst. ANKARA, 1999.
23. Kayseri Civari Elektrik Dağıtım TAŞ Abone İşleri Dairesi, Ünver Toktaş
İkili görüşme, 2004.
24. EPDK Kurul Üyesi, Doc. Dr. Ayhan ALBOSTAN, İkili görüşme, 2004.
25. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-
operation and Development, OECD) Raporları,
http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-239660A2.pdf,
2000

26. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, T.B.S İletişim Alt Yapısı Raporu, http://www.taek.gov.tr/taek/bet/pdf/iletisim_altyapisi.pdf, 2002.
27. The Convergence of Broadcast and Telecomms Platforms, Executive Summary TM2465 March 2001.
28. Çorak, P., Genel Paket Radyo Sistemi (GPRS) İçin HLR Desteği, İTÜ Fen Bil Enst İSTANBUL, 2001.
29. Hamalainen, J., Hannu, H. K., Propsed Operation of GSM Packet Radio Networks, 0-7803-3002-1/95, pp 372-377, 1996.
30. Türkiye 2. Bilişim Şurası, İletişim Altyapısı Çalışma Grubu Taslak Raporu, http://www.bilisimsurasi.org.tr/altyapi/docs/iletisim_altyapisi_taslak_raporu_20040219.doc , 2002.
31. M. Mouly and M.B.Pautet, Current Evolution of the GSM systems, IEE Personal Communications, vol.2, no.5, pp 9-19, 1995.
32. Siram, K., GPRS Sisteminin GSM Altyapısına Entegrasyonu, İTÜ Fen Bilimleri Enst, ISTANBUL, 2001.
33. Draft ETSI GSM 04.60, Digital Celuler Telecommunication System; General Radio Packet Services (GPRS): (phase 2+): Overall description of the GPRS Radio Interface (Um), ver 0.9.0, 18 September 1996.
34. Ferrer, C. and Oliver, M., Overview and Capacity of the GPRS, Applied Math&Telematics, Universitat Politecnica de Catalunya (UPC) Barcelona, Spain, iee 0-7803-4872-9, pp 106-110, 1998.
35. Ericsson, GPRS System Survey, <http://www.ericsson.com>, 1999.
36. Trillium Digital System Inc. , GPRS white paper, <http://www.trillium.com/whats-new/wp-gprs.htm>, 1999.
37. Rysavy, P., General Radio Packet Service, <http://www.gsmworld.com/technology/yes2gprs.html>, 2004.
38. Andersson, C., GPRS and 3G Wireless Applications, Jhon Willey & Sons, Isbn:0471414050, 2001.
39. Meyer, M., TCP Performance over GPRS, IEEE Wireless Communucations and Networking Conference, September, ISBN O-7803-5669-1, 1998.
40. GSM 03.60 V7.4.0, Digital Celluar Telecommunications System (Phase 2+), General Packet Radio Services (GPRS) Service Description, Stage 2, Relase 1998.

41. Sony Ericsson GR 47 Modülü, GR47/48 Programmable Radio Device,
http://www.sonyericsson.com/m2mpower/products/gr47_48.htm, 2004.
42. Giuseppe, N., SGSN Security Features, SGSN Feature Descriptions, Oulu, 1999.
43. GSM 02.60 V8.0.0, Digital Cellular Telecommunication System (Phase 2+), General Packet Radio Service (GPRS) Description, Stage 1, Release 1999.
44. COSEM Specifications, Device Language Message Specification,
<http://www.dlms.com>, 2004.
45. Amerika Enerji Bakanlığı, Enerji Enformasyon İdaresi (EIA), Electricity Reform Abroad and U.S. Investment, Chapter 4 The Transformation of Argentina's Electricity Industry, <http://www.eia.doe.gov>, 1997.
46. National Electricity Code Administrator, <http://www.neca.com.au>, 2004.
47. An Introduction to Australia's National Electricity Market, The White Book
<http://www.nemmco.com.au/publications/whitebook/operating.htm> , Mart 2004.
48. Review of Electricity Trading Arrangements Background Paper,
<http://www.ofgem.gov.uk> , 1998.
49. Nord Pool Piyasa Sunuşu – İskandinav Elektrik Piyasaları
<http://www.nordpool.no> , 2002.
50. The Power of Connecting,
http://www.pjm.com/training/downloads/pjm_101_p1_revised.pdf ,
http://www.pjm.com/training/downloads/pjm_102.pdf, Mart 2002.

EKLER

EK 1 DÜNYA'DAN ELEKTRİK SEKTÖRÜ ÖRNEKLERİ

1. Dünya'da Uygulanan Enerji Politikaları

EK 1'de Arjantin, Avustralya, İngiltere, İskandinav ve Pensilvanya elektrik piyasaları incelenmiştir. Dünya geneli enerji politikaları ile ilgili veriler Elektrik Piyasası Düzenleme, İzleme ve Değerlendirme Dairesi Başkanlığı Ocak 2003 Dünya Genelinde Uygulanan Elektrik Ticaret Rejimlerinden Örnekler raporundan alınmıştır. Ayrıca bölüm sonunda Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ'nin 2003 yılı faaliyet raporundan 10. dağıtım bölgesinin (Kayseri) mevcut durumu ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

1.1. Arjantin Elektrik Piyasası

Arjantin'de üretilen elektriğin yaklaşık %93'ünün ticareti Mercado Electrico Mayorista'da (MEM) yapılmakta ve geri kalanı Patagonya sisteminde %6 ve diğer küçük izole sistemlerde %1 alınıp satılmaktadır. Piyasa ve sistem işletmecisi olan Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA), MEM'i işletmektedir [45]. CAMMESA'nın üç ana görevi vardır:

- Yük dağıtımını gerçekleştirmek,
- Sabit bedelleri tüm iletim maliyetlerini karşılayacak şekilde belirlemek,
- Yeterli yedek kapasite olmasını sağlamak.

Üreticiler, dağıtım şirketleri ve büyük tüketiciler, MEM'de elektrik alabilir / satabilirler. MEM'de elektrik ticareti için iki temel piyasa vardır:

- İkili anlaşmalar piyasası,
- Spot piyasa.

Sezonluk ve spot fiyatlar doğrudan toptan satış piyasasında belirlenir, anlaşmalarda yer alan fiyatlar ise toptan satış piyasasından dolaylı olarak etkilenir. Üreticiler; dağıtım şirketleri ve büyük tüketicilerle, yük dağıtım programı, güç seviyeleri ve fiyatların

taraflar arasında serbestçe müzakere edilerek oluşturulan ikili anlaşmalar imzalayabilirler.

Bağımsız piyasa, bir tür net havuz şeklinde işler, fakat dağıtım şirketleri elektriği MEM'den, takip eden altı aylık "sezon"daki spot fiyatların tahminleri olan sezonluk fiyattan satın alır. Şirketlerin, bu maliyetleri nihai tüketiciler için belirlenen tarifelerden karşılamalarına izin verilir.

Arjantin sistemi fiyat teklifleri yerine, maliyet bildirimi esasına göre işlemektedir. Maliyet bildirimleri altı ay boyunca geçerlidir ve yakıt fiyatlarında beklenmedik dalgalanmalar olmadıkça değiştirilemez. Yakıt maliyeti bildirimleri doğrulamaya tabidir ve CAMMESA tarafından belirlenen referans fiyatının %115'ini geçemez. CAMMESA, aylık olarak ayarlanabilecek olan referans fiyatlarını üretim tesisi türüne göre belirler.

1.1.1. Spot Piyasa

İkili anlaşmalar kapsamında olmayan elektrik enerjisi, spot piyasada alınıp satılır. Spot piyasa fiyatı, her saat dilimi için sistemde marjinal konumdaki firma tarafından belirlenen fiyat, yani sistem marjinal fiyatıdır.

Kapasite Ücreti

Üreticilerin iş günleri puant saatlerde (sabah 6'dan akşam 11'e kadar) sağladıkları hizmet için aldıkları fiyat, marjinal konumdaki türbinin maliyetine, her MWh için 10 dolarlık kapasite ücretinin eklenmesi nedeniyle, sistem marjinal fiyatından daha fazla olur. Bu yöntem, üreticilerin sabit maliyetleri karşılayabilmesi için uygulanmaktadır.

Sezonluk Piyasa

Sezonluk fiyatlar altı ayda bir belirlenir ve üç ayda bir gözden geçirilir. Bu fiyatlar, spot fiyatların bir tahminidir ve dağıtım şirketlerinin tarifelerini istikrarlı bir şekilde belirlemelerini sağlarlar. Üreticilere spot piyasada yapılan ödemeler ve sezonluk fiyatlara göre tahsil edilen miktar arasındaki fark, takip eden sezonlarda geri alınabilir.

1.1.2. Yük dağıtımı

Tüm yük dağıtımı en düşük maliyet bildirimi esasına göre yapılır. Yani, sistem işletmecisi CAMMESA talebi karşılayabilecek en verimli üreticilere, ikili anlaşma olup olmadığına bakmadan, yük alma talimatı verir. Dolayısıyla, anlaşması gereği müşterisine elektrik sağlama yükümlülüğü olan fakat yük alma talimatı verilmemiş olan bir üretici, gereken elektriği spot piyasadan almak durumundadır. CAMMESA her üretici için üretim maliyetini belirler ve yük dağıtımını en ucuz enerjiden başlayarak, talep karşılanıncaya kadar yapar. Genelde, yük alma talimatı verilen üreticilerden en yüksek maliyetli olanı, her üreticiye verilecek olan fiyatı belirler. Üreticilerin yedek kapasite ve yan hizmet sağlamaları karşılığı aldığı ücret, MEM'in müşterilerince, ek ücretler yoluyla karşılanır. Bunlara ek olarak:

- Puant saatlerde çalışan tüm üreticilere kapasite ödemesi yapılır,
- Bazı üreticilere, çalışmasalar bile, aşırı kurak yıllar için tahmin edilen üretimleri doğrultusunda ödeme yapılır. Bu ödemenin amacı, üreticilere suyun az olduğu yıllarda da emreamade olmalarını garanti edecek bir gelir akışı sağlamaktır.
- Hiçbir üreticiye söz konusu ticaret döneminde yukarıda geçen ödemelerin her ikisi birden yapılmaz.

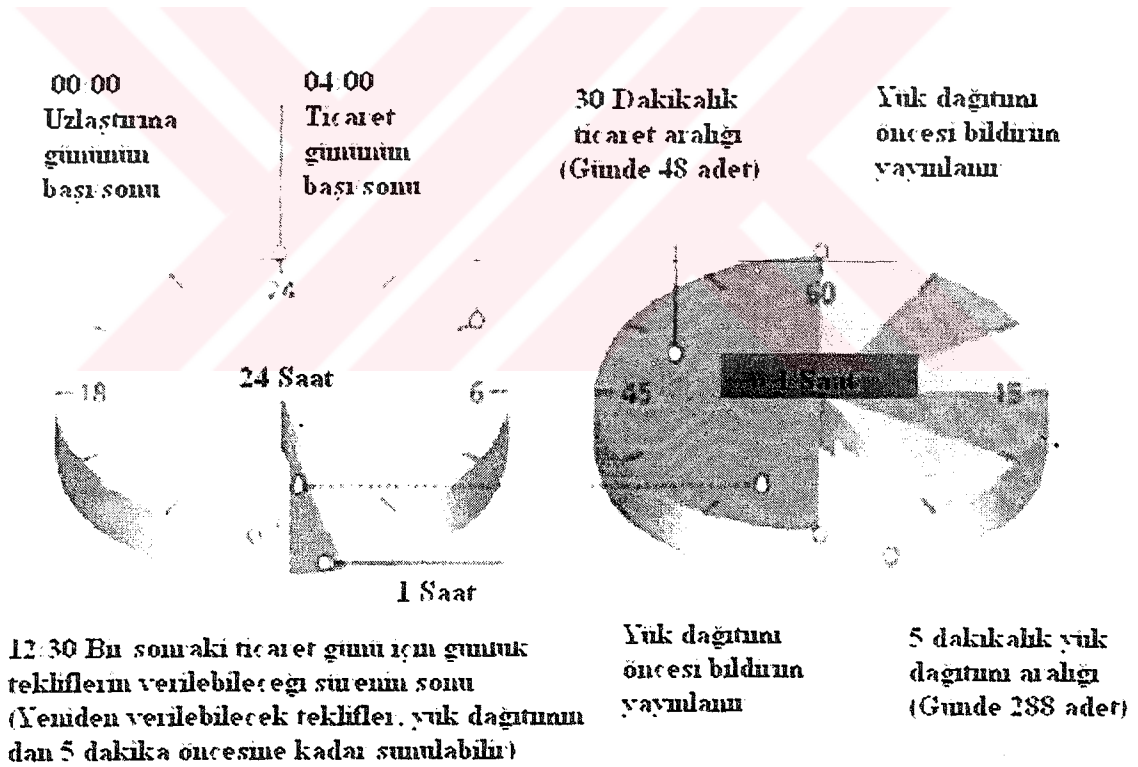
1.1.3. Uzlaştırma

MEM'de uzlaştırma iki aşamalı bir süreçtir; ikili anlaşmalarla belirlenen miktarlar, üretim ve talep ölçümlerinden çıkarılır ve bu miktarların uzlaştırması ikili olarak yapılır. Geri kalan diğer farkların uzlaştırması ise havuz üzerinden yapılır. Anlaşma dahilinde olmayan miktarların büyük müşteriler ve üreticiler arasındaki uzlaştırması spot fiyattan, üreticiler ve dağıtım şirketleri arasındaki uzlaştırması ise sezonluk fiyattan yapılır ve bir uzlaştırma dönemine ait farkların uzlaştırması, bir sonraki döneme taşınır.

1.2. Avustralya Elektrik Piyasası

Avustralya elektrik piyasasında; üreticiler ve tedarikçiler arasında elektrik ticareti için, bütün üreticilerin elektrik üretiminin bir havuzda toplandığı ve sonra elektrik talebini karşılayacak şekilde dağıtıldığı bir toptan satış piyasası vardır [46].

Ticaret rejimi brüt bir havuzdan oluşur. Merkezi olarak koordine edilen yük dağıtım sürecinde, toptan satış piyasasını işleten Ulusal Elektrik Piyasası İşletme Limited Şirketi (NEMMCO), üreticilerin yük alışı talebi karşılayacak şekilde planlayarak elektrik arz ve talebini sürekli olarak dengeler. Üreticiler NEMMCO'ya elektrik tedarik etmek için teklifler vererek rekabet ederler. Bu teklifler, fiyatlar ve miktarlardan oluşur ve teklif verme kuralları çerçevesinde değiştirilebilirler.



Şekil 1 Avustralya Ulusal Elektrik Piyasasında (NEM) bir gün [47].

NEMMCO, talebi karşılamak için, üretici teklifleri doğrultusunda, maliyet açısından en verimli tedarik seçeneği çerçevesinde, üretim yapacak üreticileri seçer. Talep gün boyunca ve bir eyaletten diğerine değişir. Her bölgede her bir yük dağıtım dönemi için farklı bir fiyat hesaplanmıştır.

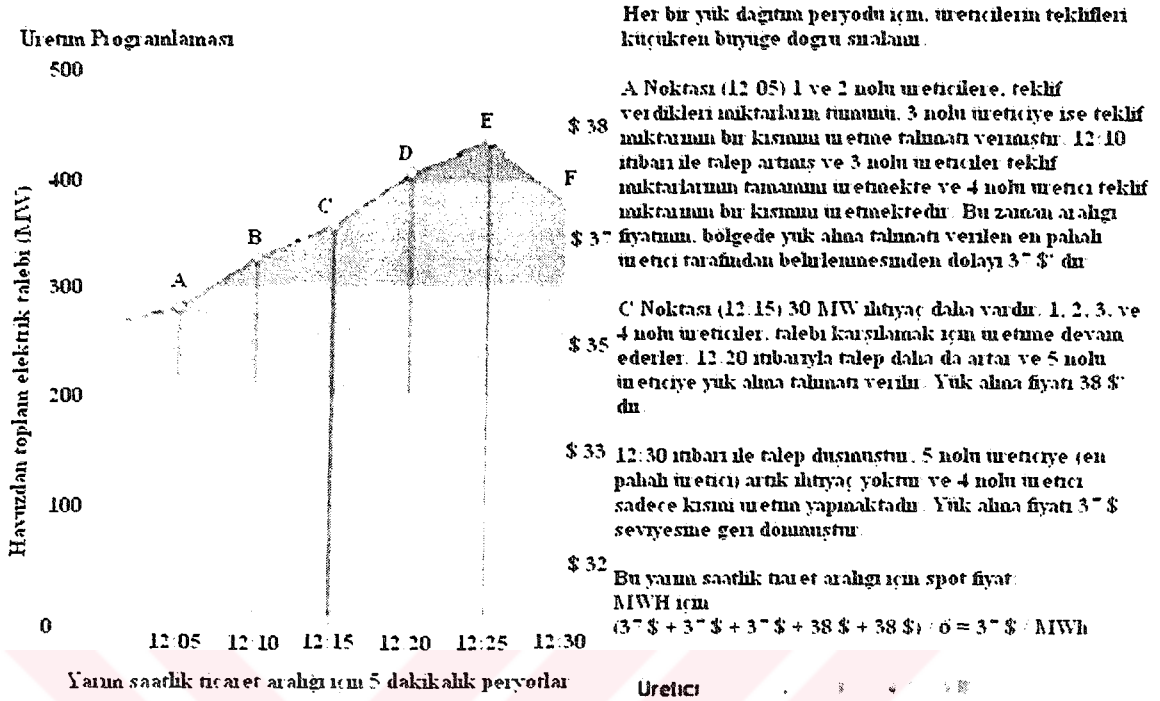
1.2.1. Spot Piyasa

Arzın talebe eşit olması durumunda fiyat spot piyasa tarafından belirlenir. Burada, elektrik enerjisi alışverişi, yarım saatlik zaman dilimi içinde beş dakikalık periyotlarda yapılır. NEMMCO, spot fiyatı her yarım saate ait fiyat tekliflerini kullanarak hesaplar. Yarım saatlik spot fiyat, o yarım saat için, beş dakikalık periyotlara ait altı fiyatın ortalaması alınarak belirlenir. Bu fiyat, alınıp satılan enerji için, katılımcılar, tedarikçiler, üreticiler, ve toptancıların müşterilerinden yapılacak tahsilatlar için kullanılır. Taraflar ayrıca, spot fiyat için “hedging” yaparlar. Hedging: nakit piyasada bulunulan bir pozisyondan oluşan risklerden, diğer piyasalarda (futures, options, vs.) pozisyon alarak korunulmasıdır.

Üreticilerin piyasada verebileceği teklifler için bir fiyat tavanı vardır. Bu uygulama, spot fiyat için bir maksimum değer belirlenmesi anlamına gelir. Şebeke, sistemde dengeyi tekrar sağlamak amacıyla müşterilere arzı kestiğinde, fiyat tavanı otomatik olarak devreye girer. Bu durumda spot fiyat, kayıp yük değerini yansıtır.

1.2.2. Yük Dağıtımı

Programlama, arz ve talebin dengelendiği bir süreçtir. NEMMCO üretici teklifleri doğrultusunda, hangi üreticilere, hangi zamanda ve hangi miktarda yük alma talimatı verileceğine karar verir. Bu uygulama, maliyet verimliliğini temel alan bir yük dağıtımı oluşturmuştur. Üretilen miktarı programlamak için, beş dakikalık aralıklarla her üreticiye yük dağıtım talimatları gönderilir.



Şekil 2 Avustralya Elektrik Piyasasında Üretim Programlaması [47].

Yük alma fiyatı, devreye alınmış ve çalışmakta olan üreticilerden en yüksek yük alma teklifini vermiş olanın marjinal maliyetini dolaylı olarak yansıtır. Emreanmade enterkoneksiyon kapasitesi, sistem yükü, tesislerin devre dışı olma durumları, frekans kontrolü, gerilim kontrolü, test ve iletim sistemindeki devre dışı olma durumları gibi başka faktörler de yük alma fiyatını (Dispatch Price) etkileyebilir. Yük alma teklifleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Enerji talebi arttıkça, daha pahalı üreticilere yük alma teklifi verilir. Üreticilerin devreye alınma programı bölgeler arasındaki enterkonnektörlerin / iletim hatlarının kapasitesi ile sınırlanabilir. Bu durumlarda talebi karşılamak için aynı bölge içerisinde daha yüksek teklif vermiş olan üreticilere yük alma talimatı verilir. Bölgeler arasında spot fiyatın farklılık göstermesinin bir nedeni budur.

Kanun çerçevesinde, NEMMCO, sistemin güvenli ve güvenilir bir şekilde işletilmesini sağlamakla yükümlüdür. Frekans, gerilim, şebeke yüklenmesi ve oturan sistemin toparlanması gibi, sistemin temel teknik karakteristiklerini sağlar ve kontrol eder. Kanun, NEMMCO'ya bu hizmetleri yan hizmet anlaşmaları ile satın almasına izin verir. Yan hizmetler için yapılan ödemeler şu şekillerde olabilir: emreanadelik için ödemeler;

kullanım izni için ödemeler; ve sağlanan hizmetler için yapılan ödemeler. Piyasadaki müşteriler ve üreticiler bu hizmetlerin sağlanmasıyla ilgili maliyetleri karşılayacak şekilde ödeme yaparlar. Mümkün olduğu durumlarda bu hizmetlerin alımı rekabetçi ihalelerle yapılır.

1.2.3. Uzlaştırma

Havuzdan satın alınan elektrik enerjisinin faturalandırılması ve tahsil edilmesi gibi mali ödemelerin belirlenmesine ilişkin süreç ve prosedürler “uzlaştırma” olarak tanımlanır. Hesaplar haftalık olarak yayınlanır. Kanun çerçevesinde, NEMMCO’nun piyasa katılımcılarının mali açıdan güçlülüğüne ilişkin riskleri izlemek ve yönetmek konusunda piyasaya karşı ihtiyati bir sorumluluğu vardır.

Üreticiler için uzlaştırma:

Uzlaştırma fiyatı = üretilen enerji x spot fiyat x iletim kayıp faktörü

Müşteriler için uzlaştırma:

Uzlaştırma fiyatı = tüketilen enerji x spot fiyat x iletim kayıp faktörü

1.3. İngiltere Ve Galler’in Yeni Elektrik Ticareti Düzenlemeleri (NETA)

Zorunlu olan İngiltere ve Galler Havuzu’nun yerine oluşturulan Yeni Elektrik Ticareti Düzenlemeleri (NETA), üreticiler, tedarikçiler, ticaretçiler ve müşteriler arasında ikili alışverişleri ve bir dengeleme mekanizmasını esas alır. Taraflar ikili anlaşmalar yaparlar ve uzun vadeli olarak üzerinde anlaşılmış miktarlarda bir eksiklik ya da fazlalık olması durumunda, bu farklılıklar daha kısa vadeli olan bir piyasada düzeltilebilir. Gerçekleşen dengesizlik miktarları için, Dengeleme Mekanizması’nda belirlenen dengesizlik fiyatı üzerinden ödeme yapılır [48].

Sistemin fiziki dengesini belirlemek için, katılımcılar, her yarım saatlik ticaret dönemi için beklenen fiziksel durumlarını (yani planlanan üretim miktarını ve ölçülen talebi) iletim sistemi işletmecisi (İSİ) olan Ulusal İletim Şirketi'ne (NGC) bildirirler. Fiziksel durumların nihai bildirimleri, dengeleme mekanizması açılırken yapılır.

1.3.1. Spot Piyasa

Katılımcılara, ticaret zamanı öncesinde katılımcıların alım satım yapması ve sözleşmeye bağlanmış miktarlarında ayarlamalar yapabilmelerine fırsat vermek için, birkaç tane ex ante elektrik borsası (fiziki spot piyasa) kurulmuştur. Ayrıca, katılımcıların gereksinimlerini karşılayabilmek için vadeli piyasalar da gelişmektedir. “Forward and futures markets” olarak ifade edilen bu piyasalar, gelecekteki belirli bir tarihte, daha önceden belirlenmiş sabit bir fiyat üzerinden mal ve hizmetlerin alım-satım işlemlerinin yapıldığı piyasalardır. Bu piyasalar, elektrik enerjisi alım satım anlaşmalarının birkaç yıl sonrasını kapsayacak şekilde yapılabilmesini sağlar.

1.3.2. Yük Dağıtımı

Katılımcılar, sistem işletmecisine sunmuş oldukları fiziksel durum bildirimlerine göre kendiliklerinden devreye girerler. İSİ, kısa vadeli bir piyasa olan dengeleme mekanizmasını işletir.

Bütün nihai fiziksel durum bildirimleri “kapı kapanışında” (ilk başlarda ticaretin gerçekleşeceği zamanın ticaretten 3½ saat öncesi idi, fakat 28 Haziran 2002’de bu süre bir saate indirildi) İSİ’ye ulaştığında, dengeleme piyasası açılır. Dengeleme mekanizması, İSİ’nin işlettiği ve üreticiler, tedarikçiler ve müşterileri de dahil birçok katılımcı tarafından verilen teklifleri kabul ettiği kısa vadeli bir piyasadır. Hiçbir kullanıcının yük alma – yük atma teklifi vermesi zorunlu değildir. İSİ, iletim sistemini kısa vadeli olarak dengeleyebilmek için kullanıcıların yükü ya da üretimi arttırmak ya da azaltmak için verdikleri teklifleri alır. İSİ’nin ayrıca vadeli sözleşmelere ilişkin bir dengeleme görevi de vardır.

Tüm katılımcıların durumları, sayaçlarla ölçülen elektrik üretimlerinin veya tüketimlerinin sözleşmeye bağlanan miktarlara uygun olup olmadığına bakılarak belirlenir. NETA dengesizlik piyasasında iki tane fiyat vardır ve dengesiz olma durumu için belirlenen ücret, kullanıcının sözleşmeye bağlanan miktarın altında ya da üzerinde üretmiş/tüketmiş olmasına bağlıdır. Farklı fiyatlar, İSİ'nin sistemi dengelemek amacıyla üreticilere (arz), tedarikçilere ya da müşterilere (talep) üretim ya da tüketimlerini değiştirme talimatı vermesinden dolayı yüklendiği ek maliyetleri yansıtmak amacıyla belirlenmişlerdir. İSİ ayrıca, farklı yerlere yük dağıtımı yaparak iletim sisteminde darboğazları yönetebilmek amacıyla da dengeleme mekanizmasındaki teklifleri kabul eder.

1.3.3. Uzlaştırma

Talep uzlaştırmasının büyük bir kısmı ikili anlaşma tarafları arasında yapılır. İkili anlaşmalarda belirlenen miktarlar ile ölçülen elektrik miktarı birbirini tutmayan katılımcılar, dengesiz olarak kabul edilir ve sistemdeki alış veya satış fiyatlarından açıkları varsa satın almak, fazlaları varsa satış yapmak zorundadırlar. Bu fiyatları, dengeleme mekanizması belirler. Uzlaştırma, İSİ'nin kabul ettiği teklifler için yapılan ödemeleri de kapsar.

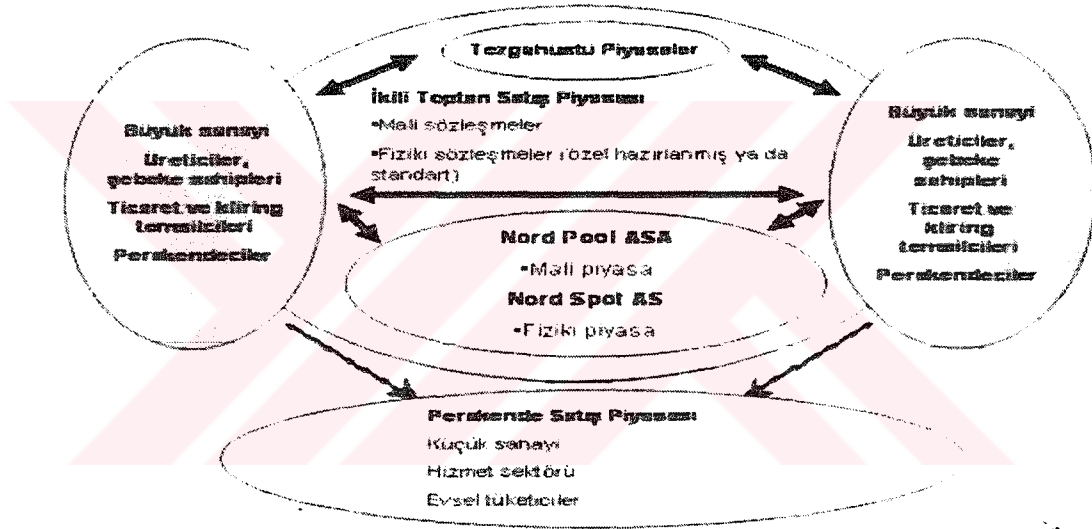
1.4. İskandinav Elektrik Piyasası

İskandinav Havuzu (Nord Pool), fiziki ikili anlaşmalara imkan tanıyan bir tür gönüllü katılımlı veya net havuzdur. Elektrik, piyasa katılımcıları arasındaki ikili anlaşmalar çerçevesinde havuz üzerinden ya da havuz dışından alınıp satılabilir. Üreticiler, dağıtımıcılar, tedarikçiler, sanayi tüketicileri, ticaretçiler ve araçlar havuza katılabilirler. Beş iletim sistemi işletmecisi (Norveç, İsveç, Finlandiya ve Danimarka'da iki tane olmak üzere) ticareti kolaylaştırmak ve rekabeti teşvik etmek için işbirliği yapar.

Danimarka dışında, İskandinav elektrik piyasası %100 açıktır. Genellikle, perakende piyasasındaki büyük nihai kullanıcılar tedarikçilerle sözleşmeler yaparlar. Aşağıdakiler yaygın olan sözleşme türleridir:

- Fiyatın kısa bir süre öncesinden yapılan bildirimle değiştirilebildiği sözleşmeler,
- Sabit fiyatlı sözleşmeler – bir veya iki yıllık,
- Spot fiyatı ve fiyat tavanı olmadan bir artış oranı içeren spot sözleşmeler,
- Spot fiyatı temel alan, bir artış oranı içeren ve fiyat tavanı olan sözleşmeler.

Şimdiki durumda, toplam yıllık İskandinav tüketiminin yaklaşık %30'u İskandinav Elektrik Borsası'nın spot piyasası üzerinden alınıp satılır. Mali sözleşmeler ticaretinin yıllık toplam 3,500 TWh civarında olduğu tahmin edilmektedir (yıllık İskandinav üretim/tüketiminin yaklaşık 9 katı) [49].



Şekil 3 Nord Pool Ticaret Piyasası [49]

Nord Pool, aşağıdaki piyasaları ve piyasa hizmetlerini işletir:

- Fiziki sözleşmeler için bir spot piyasa - Nord Pool Spot AS,
- Finansal türevler için bir piyasa (vadeli sözleşmeler ve opsiyon sözleşmeleri),
- Finansal elektrik sözleşmeleri için kliring hizmetleri İskandinav Elektrik Takas Odası'nda (İETO) yürütülür.

1.4.1. Fiziki ve Mali Piyasalar

Elspot

İskandinav Elektrik Borsası'nın spot piyasasına "Elspot" adı verilir. Piyasa, havuzda faaliyet gösteren katılımcıların yer aldığı ve bir sonraki gün için olan bir spot piyasadır. Bir sonraki gün yapılacak elektrik teslimatı için olan fiziki elektrik sözleşmeleri bu piyasada alınıp satılır. Piyasa katılımcıları, saatlik olarak yapılan elektrik enerjisi sözleşmelerinin alım satımına yönelik olarak bir sonraki günün her saati için teklif verirler. Ertesi gün, her elektrik teslimat saati için tüm alım satım talimatları bir araya getirilir ve bu teklifler temel alınarak toplam talep ve toplam arz eğrileri oluşturulur. Bu iki eğrinin kesişme noktası, her saat için spot fiyatları belirler. Spot fiyata ayrıca "sistem fiyatı" adı da verilir. Spot piyasanın sistem fiyatı, uzun vadeli (forward ve futures) sözleşmeler ve borsa dışı piyasa (Over-the-Counter, OTC) veya ikili toptan satış piyasası için referans fiyatı olur.

Elbas

Elspot'da fiyatın belirlenmesi ve teslimat arasındaki zaman farkı (bazı durumlarda 36 saate kadar varabilir) sebebiyle katılımcılar, fiziki sözleşme dengelerini iyileştirmek isteyebilirler. Elbas piyasasında sözleşmelerin alım satımı teslimattan bir saat öncesine kadar ve 24 saat boyunca yapılabilir. Bu piyasa şimdiki durumda İsveç ve Finlandiya ile sınırlıdır.

Eltermin

Eltermin, vadeli sözleşmeler aracılığıyla, gelecekteki beklenmeyen fiyat değişikliklerine karşı hedging ve risk yönetimi için oluşturulan mali piyasadır. Katılımcılar elektrik türevleri satın alarak, alım ve satımlarını dört sene sonrasına kadar güvenceye alabilirler. Nord Pool'un mali piyasası ikili anlaşmalar piyasasıyla fiilen rekabet halindedir ve geleceğe yönelik fiyat bilgisi sağlamaktadır. Diğer emtia piyasalarında olduğu gibi burada da vadeli sözleşmeler sürekli olarak alınıp satılmaktadır.

Fiyat Farkı Sözleşmeleri

Mali piyasa türev sözleşmeleri kullanarak spot piyasa fiyatların gelecekteki beklenmedik değişikliklerine karşı önlem alan piyasa katılımcıları, hala sistem fiyatının, spot alımları için gerçekleşen bölgesel fiyatlardan farklı olması riskiyle karşı karşıyadır. Spot sistem fiyatı, sadece spot teklif verilen bölgeler arasında hiçbir iletim kısıtı olmaması durumunda, her bir bölgesel spot fiyata eşit olur. Fiyat farkı için sözleşmeler piyasanın farklı fiyat bölgelerine bölündüğü durumlarda bile piyasa katılımcılarının önlem alabilmesini sağlar.

1.4.2. Yük Dağıtımı

Piyasa katılımcıları, günün her saati için fiyat/miktar tekliflerini havuza sunarlar. Bu teklifler belirli bir üretim tesisi ile bağlı olmak zorunda değildir, fakat iletim kısıtları olması durumunda tesislerin yeri önem kazanır. Üreticiler sistem işletmecisine bildirmiş oldukları şekilde, ikili anlaşmalardaki taahhütleri ve Nord Pool'daki alım satımlarını dikkate alarak, kendiliğinden devreye girerler. Bildirilmiş olan miktarlar ile ölçülen miktarlar arasındaki farklılıklar için uzlaştırma, her ülkenin kendi dengeleme piyasasında oluşan fiyatlar üzerinden yapılır.

Spot piyasa, ayrıca, olası sistem darboğazlarına, yani şebekenin bir bölümünde yetersiz iletim kapasitesi olması durumuna yönelik olarak da kullanılabilir. Piyasa farklı teklif verme bölgelerine ayrılır ve bu bölgeler, iletim şebekesinde darboğaz oluşması durumunda farklı fiyat bölgeleri olarak da kullanılabilir. Eğer böyle kısıtlar yoksa, spot sistem fiyatı bölgelerin spot fiyatına eşit olur. Eğer sözleşmeye bağlanmış miktarlar iletim şebekesi kapasite sınırını aşarsa, bu durumdan etkilenen her spot piyasa teslimat saat dilimi için iki ya da daha fazla alan fiyatı, ya da bölge fiyatı, hesaplanır. Havuzdaki spot fiyat, denge fiyatını belirler. Bütün piyasa için tek bir fiyat nadiren oluşur. Her bölge için spot piyasa fiyatları ve miktarları belirlendiğinde, piyasa, tahmin edilen üretim ve yük miktarlarına göre dengededir, fakat bu denge zaman içerisinde değişebilir ve değişecektir. Dolayısıyla, gerçek zamanlı dengeleme için de bir mekanizma gereklidir.

Her ülkedeki gerçek zamanlı piyasa, sistem işletmecilerinin, gerçek zamanlı işletme sırasında üretimi yük ile her an dengeleyebilmesini ve katılımcıların dengesizlikleri için bir fiyat oluşmasını sağlar. Gerçek zamanlı piyasa için verilecek arttırma/azaltma teklifleri, spot piyasa kapandıktan sonra, her ülkenin kendi iletim sistemi işletmecisine (İSİ) sunulur. Gerçek zamanlı arttırma/azaltma teklifleri, üretimi arttırmak veya tüketimi azaltmak; ve üretimi azaltmak veya tüketimi arttırmak içindir. Hem talebe ilişkin teklifler hem de arza ilişkin teklifler, fiyatlar ve miktarlar belirtilerek sunulur. Gerçek zamanlı piyasalar İSİ'ler tarafından oluşturulur; piyasa katılımcıları bildirimden kısa bir süre sonra önemli miktarda elektrik enerjisini taahhüt edebilecek durumda olmalıdırlar. İSİ'ler sistem dengelemesini, bu tekliflere ilişkin öncelik sırasına göre yaparlar [49].

Yan hizmetlerin maliyetleri elektriğin tüm nihai kullanıcıları tarafından yükümlenilir ve tüm elektrik tüketimi için ayrı bir tarife olarak eklenir. Her ülkenin İSİ'si bu hizmetler için üretim tesisleriyle anlaşma yapar.

1.5. Pensilvanya New Jersey Maryland (Pennsylvania New Jersey Maryland, PJM) Piyasası

PJM dünyanın en büyük rekabetçi toptan satış piyasasını ve Kuzey Amerika'nın en büyük iletim şebekesini işletmektedir (PJM ve Batı PJM'yi kapsayan alan). PJM'nin toplam kurulu gücü yaklaşık 67,000 MW'dır ve 2001 yılı yazında puant talep 62,445 MW olarak gerçekleşmiştir [50].

Piyasa yapısı, ikili anlaşmalardan ve bir net havuzdan oluşur. 1997'den beri PJM, ABD'nin kuzeydoğu bölgesinde bir spot piyasa işletmektedir. Piyasa katılımcılar elektriği spot piyasa üzerinden, doğrudan üreticilerden alabilirler ya da ikili anlaşmalar ile alabilirler. PJM'de vadeli ve gerçek zamanlı enerji ticareti için iki ayrı piyasa vardır.

1.5.1. Vadeli ve Spot Piyasalar

Vadeli piyasa, brüt yük dağıtımı yapılan, diğer yandan da üreticilerin kendi kendilerini devreye almalarına izin veren, bir sonraki güne yönelik ve gönüllü katılım olan bir piyasadır. Gerçek zamanlı piyasa da brüt yük dağıtımı yapılan bir piyasadır, ancak burada sadece önceki günden yapılan yük dağıtımı (Day-Ahead Dispatch) ile gerçek zamanlı yük dağıtımı arasındaki farklılıkların uzlaştırması yapılır. Vadeli piyasada, bir sonraki güne ilişkin miktarlar, bir sonraki gün için belirlenmiş fiyatlarda yapılır; gerçek zamanlı dengesizliklerin (önceki günden yapılan yük dağıtımı miktarları ile gerçek zamanlı miktarlar arasındaki farkın) uzlaştırması ise gerçek zamanlı piyasa fiyatı üzerinden yapılır.

1.5.2. Fiyatlandırma

PJM piyasasında, Konumsal Marjinal Fiyatlandırma (Locational Marginal Pricing, LMP) yöntemi kullanılır. Her bir konuma ilişkin fiyatlar, o alandaki marjinal enerji fiyatını esas alarak ve sistem kısıtlarını ve kayıplar göz önünde tutularak belirlenir. Üretim üniteleri, fiyat sırasına sokulur, ve eğer sistemde darboğaz yoksa en yüksek fiyat piyasayı dengeleyen fiyat olur. “Eğer en düşük fiyatlı enerji, her noktaya ulaşabiliyorsa (darboğaz yoksa) fiyatlar sistemin her yerinde fiyat aynı olur. İletim darboğazı olduğunda, enerji, çeşitli konumlara serbestçe ulaşamaz. O talebi karşılamak için, daha pahalı olan enerji seçilir ve o yerlerde LMP daha yüksek olur [50].

Ertesi güne ilişkin fiyatlar, günde bir kere, ertesi günün her saati ve her konum için belirlenir. Ertesi günün elektrik alım-satımına ilişkin teklifler, içinde bulunulan gün saat 12.00’ye kadar kabul edilir. Programlar, LMP’ler ile birlikte saat 16.00 itibariyle yayımlanır. Ertesi güne ilişkin teklifleri kabul edilmeyen üreticiler, ertesi günün programı için saat 16.00 ile 18.00 arasında tekrar teklif verebilir. Her konum için gerçek zamanlı fiyatlar her beş dakikada bir, ölçülen üretim ve yük esas alınarak “ex post” olarak hesaplanır.

1.5.3. Yük Dağıtımı

PJM, Orta Atlantik bölgesindeki eyaletler için takas odası, program hazırlayıcı ve yük dağıtımıcısıdır. Yük dağıtımı, ertesi güne ilişkin piyasaya verilmiş olan üretici teklifleri ve yeniden verilen teklifleri esas alarak yapılır. Bu teklifler, iletim sistemi kısıtları ve sistem güvenlik kısıtları çerçevesinde, optimum yük dağıtımı sırası yapılır. Sistemde, bu esasa uygun olarak her beş dakikada bir yük dağıtımı yapılır.

Yedekler

Merkezi olarak yük dağıtımı yapılan üniteler, ertesi gün için olan piyasaya yedek teklifleri verirler. Sistem işletmecisi yedek gereksinimlerini belirler ve bu gereksinimleri alınan teklifler çerçevesinde en düşük maliyetle karşılayacak şekilde üretimi veya kesilebilecek yükü programlar. Yedek ve enerjinin programlanması, her ikisinin birlikte sağlanmasının piyasa maliyeti optimum olacak şekilde yapılır.

Mali İletim Hakları (MİH)

Mali İletim Hakları (MİH), sahibi olana, enerjinin iletim sistemi boyunca geçerli ertesi günün konumsal fiyatları arasındaki farkları temel alan bir gelir akışı sağlayan mali araçlardır. Bir MİH'in amacı tüm piyasa katılımcılarına, PJM sisteminin farklı yerlerinde enerji sunarken fiyat kesinliği fırsatı sağlamaktır. MİH'ler konumsal fiyat farklılıklarına karşı bir hedging mekanizması sağlar. Bu mali araçlar, iletim hizmetinden ayrı olarak alınıp satılır ve aylık olarak açık artırma ile sunulur.

EK 2. TÜRKİYE VE KAYSERİ ELEKTRİK PİYASASI

1. Türkiye Elektrik Piyasası

EPDK kaçak enerji kullanımı ile mücadele amacıyla Dağıtım ve Tarifeler Yönetmeliklerinde verimlilik faktörü gibi parametrelere yer vermiş; sayaçlarda kaçak elektrik kullanımını engellemeye yönelik özelliklerin olması şart koşturmuştur. TEDAŞ bünyesinde ise gezici ekipler rutin, ihbara dayalı ve yük eğrisi değişimlerinin gözlenmesi yöntemleri ile denetimler gerçekleştirmektedir. İlerisi için kurulması öngörülen AMR sistemlerinin, kaçakla mücadele çalışmalarında da yararlı bir etki sağlayacağı düşünülmektedir [24].

TEDAŞ ve bağlı ortaklarının 31.12.2003 yılı bilanço rakamları Tablo-1’de verilmiştir:

Tablo 1. Türkiye’de kayıp kaçak durumu

ALINAN ENERJİ KWH	SATILAN ENERJİ KWH	ŞEBEKE KAYBI & KAÇAK KWH	AYDINLATMA İBADETHANE	BEDELSİZ DAHİL KAYIP KWH
102.383.226.436	81.973.206.689	20.410.019.747	2.478.198.376	22.980.565.273

Türkiye genelinde kayıp kaçak elektrik %19.94, bedelsiz dahil kayıp kaçak ise %22.45 olarak verilmiştir.

1.1. Kayseri Ve Civarı Elektrik TAŞ 2003 Faaliyet Raporu

Faaliyet raporu ile Türkiye'nin ilk ve tek özel dağıtım şirketi Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ elektrik piyasası verimlilik ve kapasite olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

1.1.1. Abone Gruplarına Göre Dağılım

Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ abone sayısı 444 bin'e ulaşmıştır. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere, şirketin abone sayısının %82,5'i mesken, %11,38'i ticarethane, %2,62'si sanayi abonesi ve kalan %3,5'i de diğer abone gruplarından oluşmaktadır. Abone grupları Tablo-2.'de verilmiştir:

Tablo 2. Abone gruplarına göre dağılım

ABONE GRUPLARI	1999	2000	2001	2002	2003
Büyük Sanayi	14	14	14	15	15
Küçük Sanayi	11.110	11.240	11.342	11.497	11.629
Organize Sanayi	1	1	1	1	1
Meskenler	325.112	334.200	346.223	356.480	366.446
Ticarethaneler	45.089	46.291	47.764	49.346	50.808
Resmi Daire ve Kitler	3.095	3.225	3.384	3.475	3.576
Spor Tesisleri ve Hayır Kurm.	1.617	1.686	1.754	1.786	1.816
Şantiye ve Geçici Aboneler	2.277	2.556	2.840	3.159	3.509
Tarımsal Sulama	811	902	984	1.052	1.133
İl İlçe İçme Suyu	225	235	247	249	258
Hastahaneler	163	168	174	178	180
Köy İçme Suları	197	207	212	220	228
Sokak Tenviratı	3.216	3.683	4.009	4.079	4.129
Turizm İşletmesi	14	14	14	14	15
Diğer	3	3	3	4	3
TOPLAM	392.944	404.425	418.965	431.555	443.746
YILLIK ARTIŞ	4,85%	2,92%	3,60%	%3.00	2,82%

1.1.2. TEİAŞ'dan Yıllara Göre Alınan Enerji

Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. Görev Bölgesi için TEİAŞ'a ait 154/31,5 kV'luk çeşitli güçlerdeki trafo merkezlerinden enerji almaktadır. Bu trafo merkezlerinde ölçüme esas aktif ve ölçü trafoları ile kontrol amaçlı Reaktif Sayaçlar tesis edilmiş olup her ayın son günü Şirket ve TEİAŞ teknik elemanlarınca müştereken tespitler yapılarak tutanağa bağlanmaktadır. Karşılıklı mutabakat sonrası faturaya esas değerler üzerinden Şirket'e TETAŞ tarafından fatura düzenlenmektedir. TEİAŞ'dan alınan toplam enerji Tablo-3.'de, TEİAŞ'dan alınan toplam enerjinin ayrıntısı ise Tablo-4.'de verilmiştir.

Tablo 3. TEİAŞ'dan alınan toplam enerji (kWh)

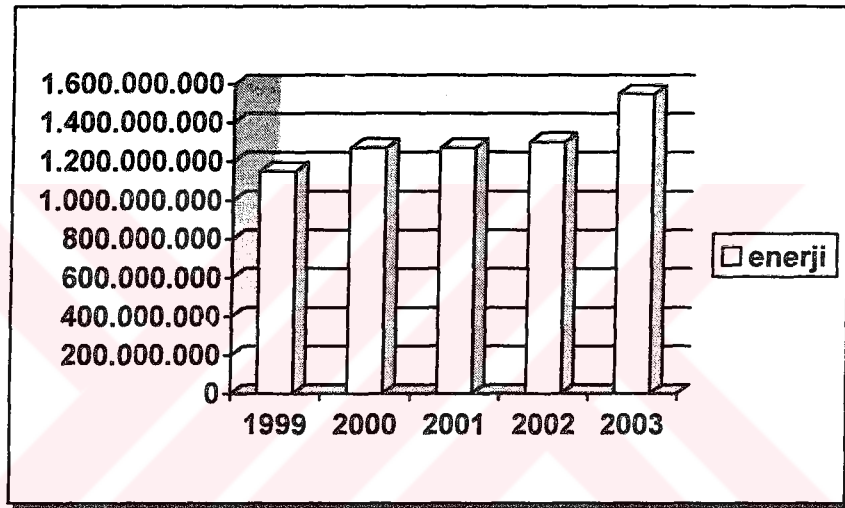
1999	2000	2001	2002	2003
1.332.681.702	1.470.148.014	1.477.093.456	1.501.444.257	1.675.519.142

Tablo 4. TEİAŞ Trafo Merkezlerinden Alınan Enerji (kWh)

OCAK	134.358.588	TEMMUZ	158.719.093
ŞUBAT	109.980.054	AĞUSTOS	158.770.885
MART	132.824.840	EYLÜL	144.710.778
NİSAN	127.197.581	EKİM	146.714.592
MAYIS	137.487.096	KASIM	132.257.749
HAZİRAN	141.957.186	ARALIK	150.540.700
TOPLAM	1.675.519.142		

1.1.3. Abonelere Satılan Enerji

Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. Görev Bölgesi geçmiş yıllar tüketimleri incelendiğinde sanayi grubunun tüketimi % 59'lar, mesken %23'ler civarında iken bazı sıfır kayıplı müşterilerin otoprodüktör tesis etmeleri sonucu Şirketten çektikleri enerjinin azalması ve son ekonomik kriz sebebiyle bu oranlar Şirket aleyhine değişmiştir. Bu sebeple Şirket'in kayıp oranı olumsuz etkilenmiştir. Şekil-4'de yıllara göre abonelere satılan enerji verilmiştir.



Şekil 4 Yıllara göre abonelere satılan enerji (kWhr)

Şirket'in görev bölgesinde ticaretin tarihi geçmişi ile daha da gelişeceği, sanayide Anadolu'nun sanayi şehirlerinden birisi olması sebebiyle ileriye dönük artışlar gözlenebileceği meskende ise Türkiye'nin hızla büyüyen illerinden olması, toplu konutta ileri seviyede bulunması ve çağın gereği her konutta elektrik kullanımının artacağı göz önüne alınarak bu üç ana grupta ileriki yıllarda da tüketim yüzdelerinde azda olsa artışlar olacağı tahmin edilmektedir.

1.1.4. Kayıp + Kaçak + İbadethane Ve Sokak Aydınlatması

10. Görev Bölgesi (Kayseri) Elektrik Dağıtım Şebekesindeki kayıp + kaçak + bedelsiz enerji oranı %11,86'lar civarındadır. Şirket bu değeri gerekli planlamayı yaparak %9,02'e çekmeyi hedeflemiştir.

Kayıp + kaçak + aydınlatma+ bedelsiz enerji oranının %11'lerden %12'lere çıkmasının nedeni sıfır kayıplı iki müşterinin otoprodüktör tesis etmeleridir. Elektrik dağıtım sisteminde kayıplar:

- Teknik kayıplar,
- Teknik olmayan kayıp ve kaçaklar,
- Ölçülemeyen enerji,
- Faturalandırılmayan enerjiden oluşmaktadır.

Teknik kayıpların azaltılması için en son teknolojiye uygun elektrik teçhizatı kullanımına geçilmiş olup, teknik olmayan kayıp + kaçaklar için de kontrollerin sıklaştırılması, sayaç ayar ve muayene periyodunda sürenin daha kısaltılması, ön ödemeli, kartlı elektronik sayaç kullanımları yaygınlaştırılması, büyük müşterilerin sayaç ve ölçü devrelerinin kontrolü, bedelsiz enerji kullanımlarına aydınlatma dışında müsaade edilmemesi. endeks işlemlerinde el terminalleri, kasabalara kadar Bilgi-İşlem ağının yaygınlaştırılması gibi önlemler alınmaktadır. Genel Aydınlatma için de tedbirler alınmış, özellikle gece ana yol aydınlatmalarından bir atlamalı, zaman ayarlı aydınlatma yapılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretilen enerjinin yüzdelik dağılımı Tablo-5. ve Tablo-6.'daki gibidir:

Tablo 5. Alınan satılan enerji ve kayıpların yıllara göre değişimi

Yıl	Alınan Enerji	Satılan Enerji	Cami, Sokak	Kayıp
1999	1.354.367.050	1.181.169.119	56.002.645	117.195.286
2000	1.489.439.523	1.301.792.457	56.650.702	130.989.364
2001	1.490.080.323	1.305.459.371	53.344.876	131.276.076
2002	1.513.321.163	1.328.882.582	54.097.923	130.340.658
2003	1.687.891.393	1.487.617.026	57.821.803	142.452.564

Tablo 6. Alınan satılan enerji ve kayıpların yıllara göre yüzde olarak değişimi

ENERJİ	1999	2000	2001	2002	2003
Satılan	%87,2	%87,76	%87,61	%87,82	%88,14
Kayıp + Kaçak	%8,65	%8,79	%8,81	%8,61	%8,44
İbadethane +Sokak aydınlatma	%4,13	%3,80	%3,58	%3,57	%3,42

1.1.5. Görev Bölgesinde Fiilen Çekilen Güç

Şirket Görev Bölgesinde alınan enerji, TEİAŞ trafo merkezlerindeki ölçü sistemleri ile sağlanmaktadır. Bu sistemdeki aktif sayaçlar aynı zamanda demant metreli sayaçlar olup, her 15 dakikada bir sistemden çekilen gücü kaydetmekte ve aylık olarak TEİAŞ ve Şirket yetkililerince mühür altına alınmaktadır. Bu kapsamda ay içerisinde pik değere ulaştığı demant değerleri, ay sonunda kayıtlara geçirilmekte ve demant metreler sıfırlanarak tekrar mühürlenmektedir. Dolayısı ile puant zamanlarında fiilen çekilen güçler belirlenmekte olup, Tablo-7’de bu değerler verilmiştir.

Tablo 7. Çekilen Maksimum Güç (MW)

yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	May.	Haz.	Tem.	Ağus	Eyl	Ekm	Kas	Ara
99	234,5	225,4	233,5	239,3	240,1	246,5	261,1	249,8	241,0	244,0	250,3	240,8
00	248,2	250,7	241,2	242,6	240,5	253,6	264,4	264,4	248,6	243,4	247,3	245,4
01	245,6	247,3	251,0	261,9	269,8	271,5	281,4	271,2	250,2	257,3	261,6	259,9
02	267,0	258,2	263,4	266,1	278,8	270,1	261,6	254,7	249,6	253,2	248,7	248,0
03	266,7	257,1	280,2	260,2	283,8	305,5	302,0	309,4	296,1	265,8	283,5	300,9

1.1.6. Görev Bölgesi Kurulu Güç

Şehir merkezinde; Şirkete ait 978, Üçüncü Şahıs kurum ve kuruluşlara ait 417 adet olmak üzere toplam 1395 adet, İlçe ve Köylerde; Şirkete ait 1300, özel ise 542 adet olmak üzere toplam 1842 adet dağıtım trafosu mevcuttur. Merkez ve ilçeler toplamı ise Şirkete ait 2278, özel ise 959 adet olmak üzere görev bölgesi genelinde 3217 adet dağıtım trafosu mevcuttur. Bu dağıtım trafolarının gücü ise 1.189 MVA'dır.

Görev Bölgesinde orta gerilim olarak 34,5-31,5-15,3.15 kV gerilimli şebeke mevcut olup, genelde 31,5-15 kV yaygın şekilde kullanılmaktadır. Dolayısı ile bu gerilimleri kullanma gerilimine yani 0,4-0,231 kV'a düşürmek için dağıtım trafoları kullanılmaktadır. Dağıtım trafoları çeşitli güçlerde olup 34,5-31,5-15 31,5/0,4-0,231 kV gerilimlidir.

Özellikle şehir merkezinde 15 kV'luk şebeke çoğunlukla olduğu için TEİAŞ TM'lerden 31,5 kV olarak alınan gerilim Şirkete ait İndirici Trafo Merkezlerinde 15 kV'a dönüştürülmektedir. İndirici Trafo Merkezlerinde 2x10 MVA'lık güçte İndiriciTrafolar tesis edilmiştir. Bu trafoların tamamı SCADA sistemine bağlıdır. Bünyan HES'ten direkt enerji alan Sümer Halı Fabrikasının kuruluşta tesis ettiği 3,15/0,4 kV'lık bir trafosu halen bu şekilde enerji almaktadır.

1.1.7. Görev Bölgesi Kişi Başı Tüketimler

Gelişmişliğin önemli kriterlerinden olan kişi başına enerji tüketimleri Görev Bölgesinde sürekli artmaktadır. 2003 yılı için Görev Bölgesi kişi başı tüketimi 1.395 kWh/kişi olarak gerçekleşmiştir. Tablo-8.'de verilmiştir:

Tablo 8. Abone gruplarına göre ayrıntılı tüketim verileri

ABONE GRUBU	Abone Sayısı	Tüketim	%	Abone Başına		Kişi Başı
				Ay/kWh	Yıl/kWh	Yıl / kWh
Sanayi-Turizm	11.660	882.473.301	57,10	6.307	76.684	793,75
Mesken	366.446	345.456.657	22,36	79	948	312,52
Tic.Res.Daire Yazıhane, KİT	54.384	125.271.396	8,11	194	2.323	113,63
R.Spor T. Ve Hayır Kurumları	1.816	13.545.989	0,88	622	7.459	12,18
Şantiye Geçici Abone	3.509	7.220.973	0,47	171	2.058	6,49
Tarımsal Sulama	1.133	51.805.906	3,35	3.957	47.489	48,39
İl-İlçe İçme Suyu	258	40.383.158	2,61	13.043	156.523	36,38
Cami- Sokak-İç Tüketim	4.129	57.821.803	3,74	1.167	14.004	52,01
Hastaneler ve Diğerleri	180	11.486.654	0,74	5.318	63.814	10,33
Köy İçme Suyu Tesisleri	228	5.416.122	0,35	1.979	23.755	4,87
Diğer Müesseseler	3	4.546.870	0,29	126.301	1.515.623	4,09
TOPLAM	443.746	1.545.438.829	100	291	3.494	1.395

1.1.8. Üç Zaman Tarifeli Fabrika Tüketimleri

Puant tarifeli (Üç Zaman Tarifeli) fabrikaların, Şirketin Müşteri portföyündeki şüphesizki önemli bir yeri vardır. Bu müşterilerin sayıları 10'larla ifade edilmesine rağmen toplam satılan enerjide payı büyüktür. Aynı zamanda bu müşterilerin % 90'ı sıfır veya sıfır kayba yakın müşterilerdir.

Enerji kaynaklarının etkin kullanımına teşvik amacıyla uygulamaya alınan puant tarifesini, Şirket abonelerine de uygulanmakta olup, bu tarife elektrik enerjisinin en az kullanıldığı gece saatlerinde daha ucuz elektrik verilmek suretiyle abonelerin bu saatlerde enerji kullanmaları sağlanmaktadır. Bu yolla Şirket, fabrikaların kullandığı enerjinin % 35'ini gece saatlerine çekmiştir. Tam aksine en fazla gücün çekildiği puant saatlerinde ise daha az enerji kullanımının teşvik edilmesi için tarife pahalı tutulmaktadır.

1.1.9. Sayaç Otomasyonu

Şirketin teknolojik gelişmeleri yakından takip etmesi, elektrik dağıtım ve perakende satış sektörünün olmazsa olmazlarından “Sayaç Otomasyonu Projesi” ne 2003 yılı Yatırım Programı kapsamında ihalesi yapılarak start verilmiştir.

Yeni Elektrik Piyasası mevzuatı gereği serbestleşen elektrik sektöründe ölçmenin ve anında değerlendirmenin önemine binaen Şirket bu konuda da öncü davranmış Türkiye’de yine bir ilki gerçekleştirmek üzere; Sayaç Otomasyonu Projesi başlatmıştır. Bu kapsamda öncelikle şirketin TEİAŞ Trafo Merkezlerinden almış olduğu enerjinin ölçümü ve 95 büyük müşterinin otomasyon ağına alınması planlanmıştır. Bu proje 2004 yılı içerisinde 6 aylık kısa bir sürede tamamlanarak işletmeye açılacaktır. Sayaç Otomasyonu sistemiyle; elektrik enerjisi ile ilgili tüm değerlerin ölçümleri, enerji kalitesi ve talep tahminleri yapılabilecektir.

1.1.10. Abone İşlemleri

2003 yılı içerisinde 27.423 adet kesme, 25.080 adet açma, 3.120 adet sökme, 2.086 adet değişme, 2.268 adet takma işlemi gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan kaçak elektrik kullandığı ihbar veya tespit edilen muhtelif abonelerin gerekli kontrolleri yapılarak bunlardan 732 adetinin çeşitli şekillerde kaçak elektrik kullandığı tespit edilmiş ve gerekli işlemler yapılmıştır. 10 yıllık damgaya tabii sayaçların değişme işlemleri gerçekleştirilmiş olup yıl içinde 19.719 adet sayaç değiştirilmiştir.

1.1.11. Tesis Yatırımları

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca onaylanan 2003 yılı Yatırım Programı toplam bedeli 11.570.000.000.000 TL. olarak belirlenmiş ve 2003 yılı Yatırım Programında yer alan yatırım projelerinden 11 grubun ihalesi yapılmıştır.

Bu projeler; Elektrik tesisleri 6 grup halinde 1.173.277.140.000 TL DM-5 Dağıtım Merkezi yapım işi 1.095.000 €, Kamulaştırma haritalarının hazırlanması işi 3 grup

halinde 59.164.020.000 TL. Sayaç Otomasyon Sistemi projesi 412.370 €, Master Proje kapsamında uydu fotoğrafı çekim işi 100.000.000.000 TL. ihale bedelleri gerçekleştirilmiştir. Çağdaş Teknolojiye sahip taşınabilir el terminalleri ve yazıcıları alım ihalesi devam etmektedir.

2003 yılı içerisinde ihalesi yapılan 11 grup işe ve önceki yıllardan devam eden 3 grup işlere ait 48 adet hak ediş raporu kontrolleri ve düzeltmeleri yapılarak hazırlanmıştır. 2003 yılı içerisinde ihalesi yapılarak kamulaştırma planları hazırlanan Enerji Nakil Hatları ENH'lerinin kamulaştırma işlemleri devam etmektedir. Şirketin 2004 Yatırım Programı hazırlanarak 08.10.2003 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının onayına sunulmuştur.

1.1.12. Uzaktan Kontrol, Kumanda Ve İzleme Sistemi

Elektrik dağıtım hizmetlerinde uzaktan izleme, kontrol ve kumanda sistemi olan SCADA (Supervisory Control And Data Aquistion), 1994 yılında Kayseri'de kurulmuştur. Bu kapsamda COROS LSB yazılım programında çalışan sistem, daha sonra Windows tabanlı hale dönüştürülmüştür. Son olarak da Power CC 2.0 versiyonlu WEB tabanlı yazılıma geçilmiştir. Bununla beraber, Dağıtım Yönetim Sistemi (DYS) fonksiyonları da ilave edilmiştir.

SCADA'ya bağlı merkezlerin 21 adeti online telefon haberleşmesi ile 1 adedi de telsiz haberleşmesi ile sürekli ana merkeze data aktarmaktadır. SCADA sistemi kapsamına alınan tüm Trafo Merkezlerinden sürekli olarak bütün elektriki değerler (fider akım bilgileri, ana baraj gerilim bilgileri, aktif ve reaktif güç bilgileri, DC gerilim bilgileri vb.) sistemde oluşan arızalar trafoların tüm koruma sinyalleri, haberleşme arıza bilgileri, enerji kesinti sebep ve süre bilgileri, merkezlerin güvenlikleri ile ilgili bilgiler alınmakta olup tüm fiderlerin izlenmesi, açma ve kapama işlemleri uzaktan yapılmaktadır.

Trafo Merkezlerinden gelen tüm ihbarlar gün, dakika ve saniye bazında anında alınarak raporlama sistemine kaydedilmekte, enerji kesintilerinin sebep ve süreleri raporlanmaktadır.

1.1.13. Kayseri Ve Civarı Elektrik TAŞ Sayaç Okuma Maliyeti

Kayseri Ve Civarı Elektrik TAŞ'den alınan bilgiler:

Kayseri'deki toplam abone sayısı: 419.294

Elektrik şirketinin abone sayısı: 253.222

Elektrik şirketi Kocasinan ve Melikgazi belediyesine bağlı belde ve köyleri kapsar.

Sayaç okuma işinde görevli memur sayısı: 31 sayaç memuru,

Sayaç okuma süresi: 22 Gün,

Personel giderleri:

Personel maaşı: 980.000.000 TL,

Yol parası: 1.922.200.000 TL,

Bu veriler ile:

Memur başına düşen abone sayısı: $253.000,000 / 31 = 8.168,45$ abone

Memur başına düşen günlük abone sayısı: $8.168,45 / 22 = 371,293$ abone

**Yapılan çalışmalarda memur başına günlük hedef 500 abonedir.

Personel maliyeti: $980.000.000 * 31 = 30.380.000.000$ TL

Yol parası: 1.922.000.000 TL

Toplam: 32.302.000.000 TL

Abone başına düşen sayaç okuma maliyeti:

$$32.302.000.000 \text{ TL} / 253.222 \text{ abone} = 127.563,955 \text{ TL}$$

Bu fiyatların içinde ekipman, cihaz ve kırtasiye giderleri bulunmamaktadır.

EK 3. AT Komutları

Tablo 9. AT komutları

AT komutlarının işlevleri
KONTROL VE TANIMLAMA
Abone bilgisi AT+CNUM, AT+CIMI, AT*ESNU
Ürün bilgisi AT+CGMR, AT+CGSN, AT*ESIR
Generic bilgiler ve ayarlar AT, AT*, AT+CLAC, AT+GCAP, ATI, AT+CSCS, AT&F, AT&W, ATZ, AT+WS46, AT*E2SSN
ÇAĞRI KONTROLÜ
Generik çağrı kontrolü ATA, ATD, ATL, ATH, ATP, ATT, AT+CHUP, AT+CMOD, AT+CVHU, AT+CR, AT+CRC,
DTMF AT+VTS
Veri komutları ATO, AT+CRLP
SES KONTROL
Ses profil değişikliği AT*E2EAMS
Ses profil manuplasyonu AT*EALR, AT*EAMS, AT*EARS, AT*ELAM, AT*EMIR, AT*EMIC, AT*EXVC, AT*E2APR
AĞ SERVİSLERİ
Alternatif hat servisi (ALS) AT*EALS, AT*ELIN, AT*ESLN
Müşteri servis profili AT*ECSP
Çağrı yönlendirme AT+CCFC, AT*EDIF
Arayan aranan numara tanımları AT+CLIP, AT+CLIR, AT*EIPS
Tercih edilen ağlar AT*EPNR, AT*EPNW
Advice of Charge AT+CACM, AT+CAMM, AT+CAOC, AT+CPUC
Arama kartları AT*ESCN
Çağrı tutma bekletme AT+CCWA, AT+CHLD
Operatör seçimi AT+COPS
GR47 Teknik tanımlamaları

GBBA/SEM/BMS 03:0001 Rev A 43
Ağ kaydı AT+CREG
USSD AT+CUSD, AT+CSSN
Güvenlik&Kilit AT+CLCK, AT+CPWD, AT+CPIN, AT*EPEE
AYARLAR
Restting AT*EMAR
Zil işareti ayarları AT*ERIL, AT*ERIN, AT*ERIP, AT*ESIL,
AT*ESMA, AT*ESMM, AT*ESOM
KİŞİSEL DURUM BİLGİLERİ AT*ECAM, AT+CSQ, AT+CIND, AT+CPAS,
AT+CMER
HATA KONTROL AT+CMEE, AT+CEER
SMS & CB
Ayarlar AT*ESTL, AT+CPMS, AT+CRES, AT+CSAS,
AT+CSCA, AT+CSMS, AT+CNMI, AT+CSDH,
AT+CSMP, AT+CGSMS
SMS-Komutları AT+CMGC
SMS Okuma / Yazma AT+CMGD, AT+CMGW, AT+CMGL, AT+CMGR
SMS Gönderme AT+CMGS, AT+CMSS
TELEFON DEFTERİ
Okuma / Yazma / Bulma AT+CPBS, AT+CPBR, AT+CPBW, AT+CPBF
Grup AT*EGIR, AT*ESAG, AT*ESCG, AT*ESDG, AT*ESDI, AT*ESGR
Kişisel zil tonları AT*EPRR, AT*EPRW
Ayarlar AT*EPBM, AT*E2PBCS
SAAT
Alarm AT+CALA, AT+CALD, AT+CAPD
Zaman & Tarih AT+CCLK, AT+CTZU, AT*EDST
ARAYÜZ KOMUTLARI
Akış Kontrolü AT&C, AT&D, AT+ICF, AT+IFC, AT+IPR, AT&S
S Kaydedicileri ATS0, ATS10, ATS2, ATS3, ATS4, ATS5, ATS6, ATS7, ATS8
Cevap kontrolü AT+ILRR, ATE, ATV, ATQ, AT+CSCS, ATX
07.10 ÇOĞULLAMA AT+CMUX
GR47 Teknik Tanımlamaları

GBBA/SEM/BMS 03:0001 Rev A 44 HSCSD AT+CHSR, AT+CHSU
GPRS
PDP İÇERİK ETKİNLEŞTİRME AT+CGACT
GPRS Bağlantımı AT+CGATT
Veri Durum Girişi AT+CGDATA
PDP Kontex Tanımlaması AT+CGDCONT
GPRS Durum Raporu AT+CGEREP
PDP Adreslerini Göster AT+CGPADDR
QoS Profili (En az makül olan) AT+CGQMIN
QoS Profili (ARZU EDİLEN) AT+CGQREQ
GPRS Ağ kayıt durumu AT+CGREG
GPRS için ATD uzantısı ATD*
AĞ BİLGİSİ
Hücre bilgisi AT+E2CD
Mühendislik modu AT+E2EMM
SIM uygulama araç kutusu
Çağrı kurulumu AT+E2STKC
Yazı görüntüleme AT+E2STKD
Tuş girişi ataması AT+E2STKG
Giriş ataması AT+E2STKI
Öge seçimi AT+E2STKL
Menü kurulumu AT+E2STKM
Zarf (Menü Seçimi) AT+E2STKN
Uygulama araç kutusu ayarları AT+E2STKS

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Turan ÖZDEMİR 1978’de Malatya’da doğdu. İlk ve orta öğretimini Malatya’da tamamladı. 1995 yılında Yunus Emre Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölümünden mezun oldu. 1997 yılında Erciyes Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümüne kayıt yaptırdı ve 2002 yılında mezun oldu; aynı yıl E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Mart 2003’de ÖZKAR Enerji bünyesinde tasarım mühendisi olarak Ar&Ge bölümünde göreve başladı. Halen aynı görevini sürdürmektedir.

4010330210@erciyes.edu.tr

aturan@oz-kar.net

aturanoz@hotmail.com