ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TC65 GSM/GPRS MODÜLÜ KULLANILARAK UZAKTAN KONTROL SİSTEMİ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Sema YILMAZ
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Saadetdin HERDEM
2008, 122 Sayfa
Jüri : Prof.Dr. Saadetdin HERDEM
Prof.Dr. Ahmet ARSLAN
Yrd.Doç. Ercan YALDIZ

Bu çalışmada, TC65 GSM/GPRS terminali kullanılarak uzaktan ortam kontrol sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde, diğer GSM/GPRS terminallerine göre bir çok avantajı bulunan Siemens TC65 terminali kullanılmıştır. TC65 terminalin çıkışlarına bağlanan röleler, herhangi bir mobil telefondan gönderilen SMS ile kontrol edilmiştir. Isı sensöründen alınan sıcaklık bilgisi mobil telefona SMS olarak gönderilmiştir.

Sistem, akıllı evler, akıllı arabalar ya da endüstriyel otomasyon sistemlerine uyarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. TC65 terminal ve bir iletişim aracı olan mobil telefon kullanılarak gerçekleştirilen sistem; kablosuz olarak uzaktan ortam kontrolü sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: GSM, GPRS, uzaktan kontrol, SMS, AT komutları, TC65, mobil telefon, otomasyon.

ABSTRACT

M.S. Thesis

THE REALIZATION OF A REMOTE CONTROL SYSTEM BY USING TC65 GSM/GPRS MODULE

Sema YILMAZ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor : Prof.Dr. Saadetdin HERDEM

2008, 122 Pages

Jury : Prof.Dr. Saadetdin HERDEM

Prof.Dr. Ahmet ARSLAN

Assist.Prof.Dr. Ercan YALDIZ

In this study, a remote environment control system is designed and implemented by using Siemens TC65 GSM/GPRS terminal. In the system, Siemens TC65 GSM/GPRS terminal which has many advantages compared to other GSM/GPRS terminals is used. The relays which are connected to output of TC65 terminal are controlled by SMS that has been sent by any mobile phone. The temperature information that has been got from temperature sensor is also sent to the mobile phone as an SMS.

The system is designed to be compatible to smart houses, smart cars or industrial automation systems. The implemented system using TC65 terminal and a mobile phone which is a comminication tool provides wireless control of a remote environment.

Key Words: GSM, GPRS, remote control, SMS, AT commands, TC65, mobile phone, automation.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca, kıymetli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren danışmanım Sayın Prof. Dr. Saadetdin HERDEM'e, değerli yardımlarını esirgemeyen Fahri YILMAZ'a ve diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca maddi ve manevi desteğini hiç bir zaman eksik etmeden benim bu günlere gelmemi sağlayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmanın ileride hazırlanacak çalışmalara faydalı olmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET……...……...……..i
ABSTRACT…….……...…....….ii
TEŞEKKÜR…….…….……...…..….iii
İÇİNDEKİLER…….……..…….....iv
KISALTMALAR…….……...…vi
ŞEKİLLER…….xv
TABLOLAR……xvii

1. GİRİŞ…….1
2. KAYNAKLAR ARAŞTIRMASI……..4
3. MOBİL İLETİŞİM SİSTEMELRİ……....7
3.1 Mobil İletişimin Gelişimi ve 3G……7
3.2 Hücresel Sistemler…… ……...9
3.2.1. Mobil telefonlar ve uyarı/bilgilendirme mesajının yollanması……..10
3.2.2. Baz istasyonları……..13
3.3. GSM Teknolojisi…….17
3.3.1. Ses iletim şekli…… ...17
3.3.2. Ses kodlaması …….17
3.3.3. Veri iletimi……. 18
3.3.4. GSM – multıplex ve frekanslar……...18
3.3.5. GSM 900 ve GSM 1800…….19
3.4. GSM SIMkartı ……20
3.5. SMS…….22
3.6. GSM Mimarisi…….23
3.6.1. RSS……..24
3.6.2. MS……...…24
3.6.3. RAN……24
3.6.4. BSC…….24
3.6.5. BTS…….25

3.6.6. SMSS……..25
3.6.6.1. MSC……26
3.6.6.2. GMSC……26
3.6.6.3. HLR……27
3.6.6.4. VLR……28
3.6.7. GSM tanımlaması…….. 30
3.6.8. GSM roaming……..……...31
4. GPRS……..33
4.1. GPRS'in ETSI Tanımı……...36
4.2. GPRS Sistem Özellikleri…….……..36
4.2.1. Kullanıcı özellikleri……...37
4.2.2. Şebeke özellikleri……..39
4.3. GPRS Gereksinimleri……40
4.3.1. Kullanıcı gereksinimleri……41
4.3.2. Servis sağlayıcı gereksinimleri……..42
4.4. GPRS Sınırlamaları……43
4.5. GPRS Uygulamaları……..44
4.6. LMDS……46
4.7. Çoklu Erişim Yöntemleri……...47
4.7.1. FDMA……48
4.7.2. TDMA……48
4.7.3. CDMA……49
4.8. İletişim Protokolleri ve Protokol Kümesi……..52
4.8.1. TCP/IP protokol kümesi……53
4.8.2. Yedi katmanlı OSI protokol kümesi……..58
4.8.3. Yönlendirilebilir ve yönlendirilemez protokller……64
4.8.4. Açık Protokoller……69
4.8.5. Kablosuz ağlar için iletişim protoklleri……..72
5. SİSTEMİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ……..77
5.2. Mobil Telefon ve GSM Sistemi……81
5.3. PC……..82
5.4. TC65 GSM/GPRS Terminali……86

5.4.1. TC65 DonanımpPlatformu……..92
5.4.2. TC65 Yazılım platformu…….98
5.4.3. Geri besleme devresi……..105
5.4.4. Gerilim yükselteci ve röle devresi…….105
5.4.5. Kontrol edilecek ortamdaki cihazlar……..106
5.4.6. Borland Delphi 6 yazılım geliştirme ortamı…..……113
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER……117
7. KAYNAKALAR……120
8. EKLER……..123
EK1: SMS'le Kablosuz Ortam Kontrolü Sağlayan Yazılım Kodu……123
EK2: AT Komutları……133

KISALTMALAR

ADC	**:**	Analog to Digital Converter (Analog Dijital Dönüştürücü)
AUC	**:**	Authentication Center (Tanımlama Merkezi)
AT	**:**	Attention (Dikkat-Uyarı)
ATM	**:**	Asynchronous Transfer Mode (Eşzamansız Aktarım Modu)
AMPS	**:**	Advanced Mobile Phone Services (Gelişmiş Mobil Tel Servisleri)
API	**:**	Application Program Interface (Uygulama Programı Arayüzü)
APPC	**:**	(Advanced Program to Program Communication) (Gelişmiş Programlar Arası İletişim)
ARP	**:**	Address resolution protocol (Adres Çözme Protokolü)
ASC	**:**	Asynchronous Serial Controller (Asenkron Seri Arayüz)
BCCH	**:**	Broadcast Control CHannel (Yayın Kontrol Kanalı)
BSC	**:**	Base Station Controller (Baz İstasyonu Kontrolörü)
BSS	**:**	Base Station Subsystem (Baz İstasyon Alt sistemi)
BTS	**:**	Base Tranceiver Stations (Temel Taşıyıcı İstasyon)
BPSK	**:**	Binary Phase Shift Keying (İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama)
CA	**:**	Cell Allocation (Hücre Tahsisi)
CCITT	**:**	International Telephone and Telegraph Consultative Committee (Uluslararası Telefon ve Telgraf Danışma Komitesi)
CDMA	**:**	Code Division Multiple Access (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
CEPT	**:**	Conference of European Post and Telecomunications Administration (Avrupa Posta ve Telgraf Konferansı)
CS	**:**	Circuit Switched (Devre Bağlaşmalı)
CPE	**:**	Customer Premises Equipment (Müşteri Tarafı Cihazları)
CPU	**:**	Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)
DAC	**:**	Digital to Analog Converter (Dijital Analog Dönüştürücü)
DAI	**:**	Dijital Audio Interface (Dijital Ses Arayüzü)
dBm	**:**	Decibel / milliWatt

DCS : Digital Cellular System (Dijital Hücresel System)

DECT : Digital Enhanced Cordless Telecommunications (Geliştirilmiş Sayısal Kablosuz Telekomünikasyonlar)

DSSS : Direct-Sequence Spread Spectrum (Doğrudan-Seri Genişleme Spektrumu)

DTMF : Dual Tone Multi Frequency (İki Tonlu Çoklu Frekans)

DQPSK : Differential QPSK (Türevsel QPSK)

ECA : European Common Allacation (Avrupa Ortak Planı)

EDGE : Enhanced Data rate for GSM Evolution (GSM Evrimi için Geliştirilmiş Veri Hızı)

EEPROM : Electronically Erasable Programmable Read Only Memory Elektronik Olarak Silinebilir ve Programlanabilir Bellek

EFR : Enhanced Full Rate (Geliştitilmiş Tam Zamanlı)

EIR : Equipment Identity Register (Cihaz Kimlik Kütüğü)

EM : Elektromanyetik

ETSI : European Telecommunications Standarts Institute (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü)

FAC : Final Assembly Code (Son Montaj Kodu)

FDD : Frequency Division Duplexing (Frekans Bölmeli Çoğullama)

FDMA : Frequency Division Multiple Access (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim)

FCC : Federal Communications Commission (Federal Haberleşme Komisyonu)

FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum (Frekans Sekme Genişleme Spektumu)

FTA : Federal Transit Administration (Serbest Ticaret Antlaşması)

FTAM : File Transfer Access and Management (Dosya Transfer Erişim ve Yönetimi)

FTP : File Transfer Protocol (Dosya Transfer Protokolü)

GCF : Global Certification Forum (Evrensel Onay Formu)

GGSN : Gateway GPRS Support Node (Geçit GPRS Destek Düğümü)

GMSC : Gateway MSC (Bağlantı Geçiş Merkezi)

GMSK	**:**	Gaussian Minimum Shift Keying (Gaussian Minimum Kaydırmalı Anahtarlama)
GPIO	**:**	(General Purpose In/Out-Genel Amaçlı Giriş/Çıkış)
GPRS	**:**	General Packet Radio Service (Paket Anahtarlamalı Radyo Hizmetleri)
GSM	**:**	Global System For Mobile Communications (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem)
HLR	**:**	Home Location Register (Dahili Yer Kaydedicisi)
HSCSD	**:**	High Speed Circuit Switched Data (Yüksek Hızlı Devre Bağlaşmalı Veri)
HTML	**:**	HyperText Markup Language (Yüksek Seviyeli İşaretleme Dili)
HTTPS	**:**	HyperText Transfer Protocol Secure (Güvenli Hyper Metin Aktarma İletişim Kuralı)
ICMP	**:**	Internet Control Message Protocol (İnternet Mesaj Kontol Protokolü)
IEEE	**:**	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
IGMP	**:**	Internet Group Management Protocol (Internet Grup Yönetim İletişim Kuralı)
IP	**:**	Internet Protocol (İnternet Protokolü)
IPCONFIG	**:**	Internet Protocol Configuration (Internet İletişim Kuralı Yapılanması)
IPSec	**:**	IP Security (IP Güvenliği)
IPX	**:**	Internetwork Packet Exchange
IMEI	**:**	International Mobile Station Equipment Identity (Uluslararası Mobil İstasyon Cihaz Kimliği)
IMT 2000	**:**	International Mobile Telecommunication (Uluslararası Mobil Telekomünikasyon)
IMSI	**:**	Uluslararası Mobil Abone Numarası (International Mobile Subscriber Identity)
I/O	**:**	Input / Output (Giriş / Çıkış)

Ir-COMM	**:**	Wireless Communication Consulting Company (Kablosuz İletişim Danışma Şirketi)
IrDA	**:**	Infrared Data Association (Kızılötesi Bilgi İşbirliği)
IrOBEX	**:**	Infrared OBject Exchange (Kızılötesi Nesne Değişimi)
IS	**:**	Intelligent Systems (Akıllı Sistemler)
ISDN	**:**	Integrated Services Digital Network (Birleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi)
ISM	**:**	Industrial Scientific Medical band (Endüstriyel Bilimsel Tıbbi Band)
ISP	**:**	İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Service Provider)
ITU	**:**	International Telecommunications Union (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği)
ITU-R	**:**	International Telecommunication Union Radiocommunication (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Radyokomünikasyon)
IWF	**:**	Inter Working Function (Birlikte Çalışma İşlevi)
kB	**:**	Kilo Byte
Kbps	**:**	Kilo Bit Per Second (Bağlantı Hızı)
kb/s	**:**	Kilo bit/saniye
kHz	**:**	Kilo Hertz
Kg	**:**	Kilo gram
Km	**:**	Kilo metre
LA	**:**	Location Area (Lokasyon Bölgesi)
LAI	**:**	Location Area Identity (Konum Bölge Kimliği)
LAN	**:**	Local Area Network (Yerel Alan Şebekesi)
LMDS	**:**	Local Multipoint Distribution System (Yerel Çok Noktalı Dağıtım Sistemi)
L2TP	**:**	Layer 2 Tunneling Protocol (Katman İki Tünel Protokolü**)**
MA	**:**	Mobile Allocation (Mobil Tahsisi)
MAC	**:**	Medium Access Control (Ortama Erişim Kontrolü)
MAP	**:**	Mobile Application Part (Mobil Uygulama Kısmı)
MB/s	**:**	Mega Byte/saniye
MCC	**:**	Mobile Country Code (Mobil Ülke Kodu)

ME	**:**	Mobile Equipment (Mobil Donanım)
MHz	**:**	Mega Hertz
Mm	**:**	Mili metre
MMDS	**:**	Multi-Point Multi-Channel Distribution System (Çok Noktalı Çok Kanallı Dağıtım Sistemi)
MS	**:**	Mobile Station (Mobil Telefon)
MSC	**:**	Mobile Switching Center (Mobil Bağlaşma Merkezi)
MSISDN	**:**	Mobile Subscriber ISDN Number (Mobil Kullanıcı ISDN Numarası)
MSRN	**:**	Mobile Station Roaming Number (Mobil İstasyon Roaming Numarası)
MT	**:**	Mobile Terminal (Mobil Telefon)
mV	**:**	Mili Volt
M2M	**:**	Machine to Machine (makinedan Makinaya)
NetBIOS	**:**	Network Basic Input/Output System (Temel Giriş/Çıkış Sistem Ağı)
NBTSTAT	**:**	Netbios Statistics (Netbios İstatistikleri)
NCP	**:**	Network Control Program (Ağ Kontrol Programı)
NDC	**:**	National Destination Code (Şebekenin Alan Kodu)
NMT	**:**	Nordic Mobile Telephone (İskandinav Mobil Telefon Sistemi)
NOC	**:**	Network Operations Center (Ağ İşlem Merkezi)
OSI	**:**	Open System Interconnection (Açık Sistem Ara bağlantısı)
OTAP	**:**	Oregon Technology Access Program (Oregon Teknoloji Erişim Programı)
PAGCH	**:**	Packet Access Grant Channel (Büyük Paket Erişim Kanalı)
PC	**:**	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)
PDA	**:**	Personal Digital Assitant (Cep Bilgisayarı)
PIN	**:**	Personal Identification Number (Kişisel Tanımlama Numarası)
PLMN	**:**	Public Land Mobile Network (Yerel Mobil Telefon Şebekesi)
POP	**:**	Post Office Protocol (Posta İletişim Kuralı)
PPP	**:**	Point-to-Point Protocol (Noktalar Arası İletişim Kuralı)
PPTP	**:**	Point to Point Tunneling Protocol

(Noktalar Arası İletişim Tüneli Kuralı)

PSTN : Public Switched Telefon Network
(Sabit Telefon Şebekesi- Türk Telekom Sabit Telefon Hattı)

PSK : Phase Shift Keying (Faz Kaydırmalı Anahtarlama)

PTCRB : PCS Type Certification Review Board (PCS Denetim Kurulu)

PTP : Point to Point (Noktadan Noktaya)

PTP-CONS : PTP Connection Oriented Network Service
(PTP Bağlantı Yönelimli Şebeke Servisi)

PTP-CLNS : PTP Connectionless Network Service
(PTP Bağlantısız Şebeke Servisi)

RAD : Rapid Application Development
(Hızlı Uygulama Geliştirme Araçları)

RAM : Random Access Memory (Rastgele Erişimli Hafıza)

RAN : Radio Access Network (Telsiz Erişim Ağı)

RAND/SRES : AUC'nin Güvenlik Veri Kodlaması

RAS : Remote Access Services (Uzaktan Erişim Servisleri**)**

RF : Radio Frequence (Radyo Frekansı)

PKI : Public Key Infrastructure (Açık Anahtar Altyapısı)

RPC : Remote Procedure Call (Uzaktan İşlem Çağrısı)

RS : Reed Solomon

RSS : Radio Subsystem (Telsiz Altsistemi)

RoHS : Avrupa Birliğinin GSM ile İlgili Yasaları

ROM : Read Only Memory (Sadece Okunabilir Bellek)

RTS : Request to Send (Gönderme İsteği)

Rx : Receive Direction (Alıcı)

R&TTE : Radio and Telecommunication Terminal Equipment
(Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları)

SGSN : Serving GPRS Support Node (Sunucu GPRS Destek Düğümü)

SIM : GSM Subscriber Identification Module
(GSM Abone Tanımlama Modülü)

SLIP : Serial Line Internet Protocol (Telefon Hattı İnternet Protokolü)

SMB : Server Message Block (Sunucu Mesaj Bloğu)

SMS : Short Message Service (Kısa Mesaj Servisi)

SMSS : Switching and Management Subsystem
(Bağlantı ve Yönetim Altsistemi)

SMTP : Simple Mail Transport Protocol (Basit Posta Taşıma Protokolü)

SN : Subscriber Number (Kullanıcı Numarası)

SNR : Serial Number (Seri Numarası)

SNMP : Simple Network Management Protocol
(Yalın Ağ Yönetimi İletişim Kuralı)

SP : Spare (Yedek)

SPI : Serial Peripheral Interface (Seri Çevresel Arayüz)

SPX : Sequenced Packet Exchange (Sıralı Paket Değişimi)

SQL : Structured Query Language (Yapısal Sorgulama Dili)

SWAP : Shared Wireless Access Protocol
(Kablosuz İnternet Erişim Protokolü)

TAC : Type Approval Code (Yazı Onay Kodu)

TCH : Traffic Channel (Trafik Kanalı veya Konuşma Kanalı)

TDD : Time Division Duplexing (Zaman Bölmeli Çoğullama)

TDMA : Time Division Multiple Access (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)

TCP/IP : Transmission Control Protocol / Internet Protocol
(İnternet Bağlantı Protokolü/İnternet Protokolü)

TE : Terminal Equipment (Terminal Donanım)

TFTP : Trivial File Transfer Protocol
(Önemsiz Dosya Transfer Protokolü)

TK : Telekominikasyon Kurumu

TMSI : Temporary Mobile Subscriber Identity
(Geçici Mobil Kullanıcı Kimliği)

UDP : User Datagram Protocol (Kullanıcı Veri Protokolü)

Tx : Transmit Direction (Verici)

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System
(Evrensel Mobil Telefon Sistemi)

URC : Unsolicited Result Code (İstenmeyen Sonuç Kodu)

URL : Uniform Resource Locator (Alan Adı)

VB	**:**	Visual Basic
VBX	**:**	Visual Basic Extension (Visual Basic Eklentileri)
VC	**:**	Virtual Circuit (Sanal Devre)
VCC	**:**	Visitor Country Code (Ziyaretçi Ülke Kodu)
VLR	**:**	Visitor Location Register (Ziyaretçi Yer Kaydedicisi)
VM	**:**	Virtual Machine (Sanal Makine)
VMSC	**:**	Visitor Mobile Switching Center (Ziyaretci Mobil Aktarma Merkezi)
VNDC	**:**	Visitor National Destination Code (Ziyaretci Ülke Bölge Kodu)
VSN	**:**	Visitor Subscriber Number (Ziyaretci Kullanıcı Numarası)
VPN	**:**	Virtual Private Network (Sanal Özel Ağ)
QAM	**:**	Quadrature Amplitude Modulation (Dörtlü Genlik Modülasyonu)
QPSK	**:**	Quaternary Phase Shift Keying (Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama)
W	**:**	Watt
WAP	**:**	Wireless Application Protocol (Kablosuz Uygulama Protokolü)
WAN	**:**	Wide Area Network **(**Geniş Alan Ağı)
WBA	**:**	Wireless Broadband Access (Geniş bant Kablosuz Erişim)
Wi-Fi	**:**	Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlılık)
3G	**:**	3 rd Generation (Üçüncü Kuşak)

ŞEKİLLER

Şekil 3.1 Mobil şebekelerin genel yapısı
Şekil 3.2 Mobil telefonu ve baz istasyonu yakınlığı ile alınan sinyalin seviyesi
Şekil 3.3 Baz istasyonlarının kapsama alanı
Şekil 3.5 Mikro ve piko hücre örnekleri
Şekil 3.6 EM alan tayfı
Şekil 3.7 GSM 900 ve DCS 1800 uplink ve downlink frekans dağılımı
Şekil 3.8 SIM kartın yapısı
Şekil 3.9 SIM kart bağlantıları
Şekil 3.10 Yıllara göre gönderilen SMS dağılımı
Şekil 3.11 BTS ve BSC kesişme (abis) noktası
Şekil 3.12 GMSC'nin komünikasyon fonksiyonları
Şekil 4.1 FDMA kanallarında uygulama
Şekil 4.2 TDMA'nın zaman slotlarına bölünmesi
Şekil 4.3 CDMA tekniği zaman-frekans karakteristiği
Şekil 4.4 LMDS ağ mimarisi
Şekil 4.5 LMDS paket formatı
Şekil 4.6 FDMA ve TDMA bağlantı
Şekil 4.7 TCP/IP protokol kümesi
Şekil 4.8 TCP/IP mimarisi
Şekil 4.9 Uzak IP adreslerinin çözülmesi
Şekil 4.10 OSI Modeli katmanları
Şekil 4.11 BACnet standardı uygulama örneği 1
Şekil 4.12 BACnet standardı uygulama örneği 2
Şekil 4.13 LONWORKS iletişim protokolü veri akış yönü
Şekil 4.14 LONWORKS iletişim protokolü uygulama örneği
Şekil 4.15 DECT teknolojisi uygulama örneği
Şekil 4.16 DECT sistemi ve noktadan noktaya yönlendirici/dağıtıcı özelliği
Şekil 5.1 Gerçekleştirilen sistemin blok diyagramı
Şekil 5.2 Gerçekleştirilen sistemin simülasyonu
Şekil 5.3 PC ortamında sistemin çalışması

Şekil 5.4 Hyper terminal ortamında AT komutlarının uygulanması
Şekil 5.5 TC65 Terminal
Şekil 5.6 TC65 Terminal dış görünüm-1
Şekil 5.7 TC65 Terminal dış görünüm-2
Şekil 5.8 IO arayüz konnektörlerin yerleşimi
Şekil 5.9 GPIO pinlerinin yerleşimi
Şekil 5.10 TC65 Terminalde kullanılan Micro Mate N-LOK konnektör
Şekil 5.11 TC65 Terminal ana kartı
Şekil 5.12 TC65 Terminal devre blok diyagramı
Şekil 5.13 Çevre düzenleme Java uygulamasının veri akışı
Şekil 5.14 TC65 Terminal üzerinde çalışan bir Java uygulamasının veri akışı
Şekil 5.15 Geri besleme devresi
Şekil 5.16 Programın akış diyagramı
Şekil 5.17 Sistemin basit bir uygulaması
Şekil 5.18 Devre elemanlarının yerleşimi
Şekil 5.19 Baskı devre

TABLOLAR

Tablo 3.1 1G, 2G ve 3G teknolojilerin karşılaştırmalı tablosu

Tablo 3.2 GSM'in temel özellikleri

Tablo 4.1 GPRS sınıfları

Tablo 4.2 Bazı cep telefonlarının desteklediği GPRS sınıfları

Tablo 4.3 GSM, GPRS ve UMTS uygulamalarının karşılaştırılması

Tablo 4.4 TCP Header içindeki ana alanlar

Tablo 4.5 UDP Header içindeki ana alanlar

Tablo 4.6 OSI Modeli katmanları

Tablo 5.1 TC65'e SMS'le gönderilen komutlar ve bilgi SMS'leri

Tablo 5.2 TC65'e gönderilen AT komutları

Tablo 5.3 TC65 ve diğer terminallerin karşılaştırılması

Tablo 5.4 IO konektörünün elektriksel karekteristikleri

Tablo 5.5 Micro Mate N-LOK konnektörün elektriksel ve mekaniksel karakteristikleri

Tablo 5.6 Akıllı araba önerisi

Tablo 5.7 Bina elektrik iç/dış tesisat önerisi

1. GİRİŞ

Mobil telefonlar günümüzde yoğun olarak kullanılmakta olup sabit telefonların yerine ikame olarak görülmeye başlanmasıyla birlikte yaygınlığı da hızla artmaktadır. Teknoloji dünyasının GSM (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem) ile ilk olarak 1920'li yıllarda tanıştığı da dikkate alınırsa, mobil teknolojiler, son birkaç yıla damgasını vuran en önemli gelişmelerin başında gelmektedir.

2003 yılı sonu itibariyle tüm dünyada sayısı 1.34 milyar olan mobil telefonu sayısı 2004 yılında 1.5 milyarı aşmıştır. 2008 yılında da 3.25 milyarı geçeceği tahmin edilmektedir. Mobil haberleşme ticari süreçlerde ve bireysel hayatta vazgeçilemez hale gelmiştir. Mobil şebekeler için Avrupa'da 3G (Üçüncü Kuşak) lisans bedelleri dahil yatırım miktarı 170 milyar Avro'ya, altyapı yatırımı ise tahmine 132 milyar Avro'ya ulaşmış bulunmaktadır. Sektör, doğrudan ve dolaylı olarak 2 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır.

Türkiye'ye bakıldığında Turkcell ve Vodafone'un Ağustos 2007 borsa açıklamalarına göre, Turkcell 33.8 milyon, Vodafone 14.9 milyon SIM (GSM Abone Tanımlama Modülü) kart kullanılmaktadır. Ayrıca Avea'nın Temmuz 2007'deki şirket beyanına göre ise kullanılan Avea SIM kart sayısı 9.0 milyondur. Ayrıca 2007 yılı itibariyle 3G teknolojisine geçiş konusunda yeterli hazırlık süresi tamamlanmış olup ihale çalışmalarına başlanılmıştır.

GSM teknolojilerinin ve de mobil telefon kullanımının bu denli büyük artış göstermesinin sebeplerini şöyle açıklayabiliriz.

Öncelikle sabit telefonların "sabit hat" olarak her evde aile bireylerinin tamamına yakınına hizmet vermesi, ancak mobil telefonların kişiselleştirilmesi sonucu her bireye ayrı telefon düşünülmesi, bazen de şebeke içi konuşmaların ucuzluğundan faydalanmak amacıyla birden fazla GSM işletmecisine ait mobil telefona sahip olunması ihtiyacı mobil telefonu kullanımındaki artışın ana nedenlerindendir.

Sabit-mobil yakınsaması, mobil telefonlar üzerinden veri iletimi imkânları ve yaygınlaşmaya başlayan 3G teknolojileri penetrasyonu artıran diğer etkenlerdendir.

GSM teknolojilerini üstün kılan özelliklerden bazıları şöyle özetlenebilir. Radyo frekansını verimli bir şekilde kullanır. Ses kalitesi analog sistemlere göre daha iyidir. Veri iletimi sistem içinde sağlanır. Konuşma şifrelenir, abonenin güvenliği sağlanır. Uluslararası dolaşım ile diğer ülkelerin GSM şebekeleri de kullanılır.

Mobil telefonlar gibi kablosuz cihazların sınırlı işlem kapasitesi, HTML (Yüksek Seviyeli İşaretleme Dili) sayfaları gibi yüklü bilgilerin ekranlarına taşınamaması, kablosuz iletişim servis ağlarının kapsama alanı problemleri ve sürekli bağlantı sağlanamaması, sınırlı bant genişliğinin getirdiği kısıtlamalar gibi problemler bugüne kadar kablosuz iletişimde internet servislerini mümkün kılmamıştır. Bütün bu problemlerin çözümü olarak kablosuz GSM/GPRS (Paket Anahtarlamalı Radyo Hizmetleri) modül ve terminalleri geliştirilmiştir. Bu da GSM teknolojilerinin üstünlüklerindendir.

Özetle, mobil teknolojiler bugün artık birçok iş sürecinde önemli görülen ve verimlilik anlamında ciddi potansiyeli olduğuna inanılan bir kavramdır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, GSM ile uzaktan kontrol konusu ele alınmış olup, Borland Delphi 6 yazılım geliştirme ortamında hazırlanan program ve SMS (Kısa Mesaj Servisi)'le kablosuz ortam kontrolü tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde diğer GSM/GPRS terminallerine göre birçok avantajı bulunan Siemens TC65 GSM/GPRS terminali kullanılmıştır. Çalışmanın amacı, bir iletişim aracı olarak kullanılan mobil telefon ve GPRS terminali yardımıyla kablosuz olarak uzaktan ortam kontrolü yapmaktır.

Bölüm 2'de GSM ile uzaktan kontrol konusunda daha önce Dünyada ve Türkiye'de yapılan bilimsel çalışmalardan oluşan kaynak araştırması yer almaktadır.

Bölüm 3'te mobil iletişim sistemi incelenmiştir. Mobil iletişimin gelişimi ve 3G, SIM, SMS, hücresel sistemler ve GSM teknolojisi anlatılmıştır.

Bölüm 3'te GSM mimarisi de ayrıntılı olarak ele alınmıştır. GSM'i oluşturan bölümler, RSS (Telsiz Altyapı), MS (Cep Telefonu), RAN (Telsiz Ulaşım Ağı), BSC (Temel Merkez Kontrolcü), BTS (Temel Taşıyıcı İstasyon), SMSS (Bağlantı ve Yönetim Altyapısı), MSC (Mobil Bağlantı Merkezi), GMSC (Bağlantı Geçiş Merkezi), HLR (Dahili Yer Kaydedicisi), VLR (Ziyaretci Yer Kaydı), ayrıntılı olarak

incelenmiştir. Ayrıca GSM tanımlaması yapılıp, roaming (dolaşım) hakkında bilgi verilmiştir.

Kısaca GSM sistemine paket bağlaşmasını getiren servis olarak nitelendirebileceğimiz GPRS, Bölüm 4'te incelenmiştir. GPRS konusu ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi) tanım bazında ele alınmış olup, sistem özellikleri, kullanıcı özellikleri, GPRS gereksinimleri, sınırlamaları ve uygulama alanları anlatılmıştır.

LMDS (Yerel Çok Noktalı Dağıtım Sistemi) ve iletişim protokolleri konuları Bölüm 4'te ayrıntılı olarak incelenmiştir. TCP/IP (İnternet Bağlantı Protokolü/İnternet Protokolü) ve OSI (Açık Sistem Ara bağlantısı) protokol kümeleri; MAC (Ortama Erişim Kontrolü), UDP, ARP, SMTP (Basit Posta Aktarım Protokolü), SPX (IPX/SPX), NetBEUI, RAS (Uzaktan Erişim Protokolleri), POP (Posta Ofis Protokolü), HTTP (Yüksek Metin İletişim Protokolü), FTP (Dosya Transfer Protokolü), SLIP (Seri Hat İnternet Protokolü) ve PPP (Noktadan Noktaya Protokolü) ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca açık protokllerden, BACNet, LONWORKS, MODBUS iletişim protokolleri ile IrDA, DECT kablosuz erişim standarları da 4. bölümde yer almaktadır.

Bölüm 5'de gerçekleştirilen sistem ve uygulaması hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 6'de bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ve konuyla ilgili çalışma yapmak isteyebilecek araştırmacılar için öneriler yer almaktadır.

Bölüm 7'de çalışmanın hazırlanmasında faydalanılan kaynaklar yer almaktadır.

Siemens TC65'le ilgili açıklayıcı bilgiler Ek'ler bölümünde yer almaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Demir (2006), bir elektronik sayacın kaydettiği bilgileri; sayacın optik portu ve RS485 seri iletişim portu kullanarak, GPRS modem aracılığı ile uzaktan okumayı başarmıştır. Otomatik Sayaç Okuma teknolojisinin detayları, olumlu ve olumsuz yönleri, düzenleme çalışmaları ile ülkemizdeki muhtemel uygulamaları incelenmiş, genel bir çerçeve oluşturulmuş ve bu çalışmada örnek bir model geliştirilmiştir. Önerilen uzaktan sayaç okuma sistemi; örnek olarak geliştirilmiş uluslararası bir ağ sistemi olan Otomatik Sayaç Okuma sistemi referans alınarak geliştirilmiş bir sistemdir. Önerilen sistem esnek ve genişletilebilir bir sistem olup bu sistemle abonelerin işlemleri uzaktan merkezi kontrol birimi tarafından otomatik olarak yapılabilecektir [1].

Yüksekkaya, Kayalar, Tosun,, Özcan ve Alkar (2006) tarafından yapılan çalışmada, GSM iletişim, internet ve konuşma tanımının kullanıldığı ev otomasyon sistemi ve dökümantasyonunu yapmayı başarmışlardır. Tüm bu teknikler bir tek kablosuz ev otomasyonu sisteminin içinde başarılı bir şekilde birleştirilmiştir. Bu sistem, ucuz maliyet ile güçlü ve profesyonel şekilde gerçekleştirilen uzaktan izleme ve kontrol sistemidir [2].

Gagliarducci, Lampasi ve Podesta (2006) tarafından yapılan çalışmada, GSM tabanlı görüntüleme ve fotovoltaik güç üretim kontrolü yapılmış olup; daha genel, esnek ve az maliyetli iletişim için, özellikle de SMS servisleri ele alınıp başarılı olmuşlardır [3].

Sang, Ramli, Prakash, Mohamed, (2003) tarafından yapılan çalışmada, düşük maliyetli yazılım teçhizatı ile uzaktan izleme ve uzaktan kontrol sistemi oluşturmak için, SMS ağ geçidi sisteminden yararlanılır. GSM servisi çeken herhangi bir yerden, SMS aracılığı ile sistem kontrol edilebilir ve izlenebilir, sisteme bağlı aygıtlar (ışıklar..vs.) sisteme SMS göndererek açılabilir ya da kapatılabilir (akıllı ev sistemi).

Sistem ayrıca müziği açabilir, çalınacak olan şarkıları SMS aracılığı ile sistemden seçebilir (SMS Jukebox System) [4].

Drumea, Popescu, Svasta (2005), tarafından yapılan çalışmada, GSM modemleri ile yapılan sistemler, radyo işaretleri ile uzaktan kontrol edilme özellikleri ve farklı amaçlar için kullanılabilir olma özellikleri ile günümüzde oldukça popüler olmuşlardır. Modern GSM modemleri kullanılarak, yapılan sistemler mimarlık alanında da kullanılabilir. Bu çalışma, Atmel ATMega128 ve Texas MSP430F149 araçları kullanarak düşük maliyet ile GSM yazılım ve donanımları sunmaktadır [5].

Aranguren, Nozal, Blazquez ve Arias (2002) tarafından yapılan bu çalışma, mobil telefonların geniş alanda etkili olduğunu kanıtlamak için yapılan bir çalışma olup, Aranguren, Nozal, Blazquez ve Arias, GSM modülü kullanılarak makinalar arasında kablosuz iletişim kurmayı bu çalışma ile başarmışlardır [6].

Guoxiang, Jun, Chengliang ve Jay (2005) tarafından yapılan bu çalışma, ReMoC, GSM tabanlı uzaktan izleme kontrolörü olup ReMoC ile cihazlar, hava, kara veya denizden sistematik olarak izlenebilir. Bu çalışma ile ReMoC'un etkililiği kanıtlanmıştır [7].

Wu, Jun-Ji, *Wang* ve *Zhang (2006)* tarafından yapılan bu çalışma, GSM'e dayalı uzaktan ölçme sisteminin daha az harcama, ücretsiz bakım ve daha yüksek transmisyon güvenilirliği gibi yararları vardır. Kısa mesajları bir PC tarafından handset olarak alma ve gönderme yolu tartışılır. Veri hattı, kısa mesaj kodlama ve AT komut analizi içerir. SMS almak ve yaymak için VB (Visual Basic) ile geliştirilen bir örnek program sağlanır. Sistemin pratikte iyi işlediği belirtilmiştir [8].

Jurkovic, Gpran, Mario ve *Zagar* (2004), tarafından yapılan bu çalışma, ev cihazları, arabalar, kamyonlar, gemiler ve diğer hareketli aygıtları kontrol etmek için GSM networku kullanmışlardır. Mobil telefonlar birçok insan tarafından yaygın olarak kullanıldığı içim GSM ile uzaktan kontrol edilen cihazlar çok popüler olmuştur. Bu çalışmada, AT komutları ile kontrol edilen bir GSM cihazı

kullanılmıştır. Bu cihazın yazılımı, mikro kontrollü alan ağı, (micro controller area network) (CAN) kullanılarak oluşturulabilir [9].

Bekiroğlu ve Daldal (2005) tarafından yapılan çalışma ile mobil telefon ile uzaktaki 3 röleyi çektirip bıraktıran aynı zamanda da alarm sistemi olan çalışmayı yapmayı başarmışlardır. Bu çalışmada hareket sensörleri durum algılayınca GSM hemen ilgili numaraları arayarak sesli mesaj iletmektedir. Kullanıcı arandığı zaman ya da sistemi aradığı zamanda bu rölelere uzaktan müdahale edebilir [10].

Kamel ve Wahba (2004) tarafından yapılan bu çalışma, Mısır GSM operatörlerinden Vodafone firmasının GPRS network ağlarının, iş dünyasına uygunluk düzeyini (Qs) artırmada başarılı olmuştur. Bununla birlikte Mısır Vodafone GSM operatörü, Mısır polis teşkilatının güvenlik bağlantılarını oluşturmada çözüm önerisi olarak sunulmaktadır [11].

Wu ve Jan (2003) yaptıkları bu çalışmaları ile mobil telefondan WAP aracılığı ile internete bağlanıp, SMS ile akıllı evleri kontrol etme üzerine çalışmışlar ve başarılı olmuşlardır [12].

3. MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİ

3.1. Mobil İletişimin Gelişimi ve 3G

Mobil iletişimin başlangıcı 1920'li yıllara kadar ulaşır. Bu yıllarda Alman demiryolu şirketi Reichsbahn'nın müşterilerine "tren telefonu" olarak tanıttığı telefon iletişimin ilk denemesi olarak belirlenir. 1946 yılında Motorola tarafından ilk sivil taşınabilir mobil telefon tanıtıldı. 1940 yılından itibaren ABD askerleri tarafından savaşta kullanılmış olan bu telefon şu anda kullanılan cep telefonlarından çok farklı özelliklere sahipti. Telefonun ağırlığı 18 kg'dı ve bataryası 8 dakika konuşma süresi sağlayabilmekteydi. 1957'de de Almanya'da ilk mobil telefon şebekesi devreye girdi. Bu şebeke A şebekesi olarak tanımlandı. Bu şebekede aranılmak istenilen numaranın hangi bölgede olduğunun bilinmesi zorunluydu. O dönemde Almanya'daki şebekede 137 bölge olup her bölgenin de kendine ait bir alan kodu vardı. 1972 yılında B şebekesi devreye girdi. Skandinav ülkelerinde 450 MHz frekansta çalışan bir şebeke geliştirildi. Bu şebeke NMT (İskandinav Mobil Telefon Sistemi) 450 adı altında 1981 yılında devreye girdi.

1972 yılında Bell Laboratuarları'nda mobil iletişim için hücresel kavramı ortaya kondu ve bütün dünyada bu temelde farklı analog mobil iletişim sistemleri geliştirildi.

1982 yılında, CEPT (Avrupa Posta ve Telgraf Konferansı) toplantısında 2. kuşak sistemi oluşturmak amacıyla GSM (Mobil Uzmanlık Grubu) çalışma grubu kuruldu. Geliştirilen sistem Global System For Mobile Communication (GSM) adını almıştır. Karışıklık olmaması için komitenin ismi GSM'den, Special Mobile Groupe SMG 'a çevrildi. Bu sistem birinci kuşak cep telefonlarını oluşturur. Birinci kuşak Cep Telefonlarında AMPS (Gelişmiş Mobil Telefon Sistemleri) kullanılır ve 9.6 kbps'lik hız sağlar. Birinci kuşak cep telefonları ile ancak analog ses iletişimi yapılır.

İkinci kuşak cep telefonlarında 2000 yılına kadar GSM ile 14.4 kbps'ye kadar digital ses iletişimi ve bununla birlikte roaming ve mesajlaşma hizmeti yapılır.

2G mobil telefon teknolojisine GPRS ve EDGE'in eklenmesiyle oluşan yeni standart, 2,5G'dir.

2,5G'de veri başlığı ve kişisel multimedya çevreleri GPRS üzerine kuruludur ve GSM Gelişimi için Gelişmiş Veri Hızı "EDGE" adını alır. 3G'ye geçişi sağlayan ise EDGE teknolojisidir.

EDGE kullanıcıların internete bağlanmasını sağlar. EDGE data upload, download işlemlerini GSM/GPRS ağından 3 kat daha hızla sunar, GSM operatörleri daha hızlı mobil data erişimi sağlar ve konuşma kanalının (TCH: Trafik Kanalı veya konuşma kanalı) işgalini azaltır.

EDGE mobil topluluğunu UMTS (3G)'ye bir adım daha yaklaştırır. GPRS'ten daha hızlı veri akışı sağlar [13].

25 Eylül 2002 tarihinde Avrupa'da ilk 3. nesil UMTS (Evrensel Mobil Telefon Sistemi) şebekesi çalışmaya başladı. Bu sistem cep telefonlarında görüntülü ve hızlı iletişim olarak da bilinmekte olup 3G teknolojisidir.

UMTS, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nin (ITU) IMT-2000 (Uluslararası Mobil Telekomünikasyon) vizyonunun bir parçasıdır. UMTS, 3G kablosuz komünikasyon sistemlerinin en önemli standartlarından birisidir.

Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI)'nin önde gelen telekomünikasyon şirketleri UMTS standardını geliştirdi.

Geniş bantlı iletişim teknolojisi kullanan UMTS 2MB/s veri hızına ulaşır. UMTS, 9.6kb/s hıza ulaşan GSM bağlantısından 200 kat daha hızlıdır. UMTS'in hızı kullanıcının bulunduğu yere ve ortama bağlıdır. GSM şebekesinden tanıdığımız şebeke boşlukları (çekmeme veya kesiklikler) UMTS şebekesinde de olacaktır. Yani UMTS ile şebeke sinyalinin düşük olduğu bölgeler ve buna bağlı olan veri düşüşü ve kesiklikler ortadan kalkmış olmayacaktır.

UMTS'in başlangıçta geniş kapsama alanına ulaşması beklenmediği için piyasaya çıkan ilk UMTS telefonları GSM ve GPRS şebekelerini de destekler.

Türkiye'de 3G yetkilendirilmesi TK (Telekomünikasyon Kurumu) tarafından yapılmaktadır. CEPT tarafından hazırlanan ve ülkemiz tarafından da kabul edilen Avrupa Ortak Planı (ECA) ile ITU-R (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği-Radyo komünikasyon)'de belirtilen Telsiz Haberleşme Hizmetleri çerçevesinde Milli Frekans Planı hazırlanmış ve TK'nın resmi internet adresinde yayınlanmıştır.

Bu çerçevede Türkiye'de, UMTS/IMT-2000'nin karasal bileşeni için 1900-1980/2110-2170 MHz, 2010-2025 MHz, 2520-2670 MHz bandları ile uydu bileşeni için 1980-2010/2170-2200 MHz frekans bandları planlanmıştır. 3G teknolojisinin çok kısa sürede Türkiye'ye gelmesi beklenmektedir.

Tablo 3.1'de 1G, 2G ve 3G teknolojilerin karşılaştırmalı tablosu yer almaktadır [14].

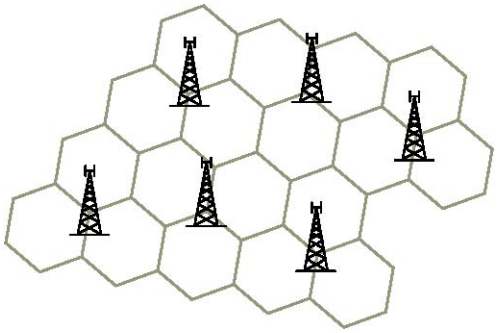
Tablo 3.1 1G, 2G ve 3G teknolojilerin karşılaştırmalı tablosu

		Teknoloji	**Band Genişliği (Kbit/s)**	**Özellikler**
1.Nesil Mobil	AMPS /NMT	Gelişmiş Mobil Telefon Sistemi İskandinav Mobil Telefon	9.6	1. Analog ses hizmeti 2.Veri kapasitesi yok
2.Nesil Mobil	GSM	Küresel Mobil İletişim Sistemleri	9.6→14.4	1.Sayısal ses hizmeti 2.Gelişmiş mesaj gönderme hizmeti 3.Evrensel dolaşım 4.Devre anahtarlamalı veri
	HSCSD	Yüksek Hızda Devre Anahtarlamalı Veri	9.6→57.6	1.Gelişmiş GSM 2.Daha hızlı veri hızı
	GPRS	Genel Paket Telsiz Hizmeti	9.6→115	1.Gelişmiş GSM 2.Her zaman bağlantı imkânı 3.Paket anahtarlamalı veri
	EDGE	GSM Evrimi için Geliştirilmiş Veri Hızı	64→384	1.Gelişmiş GSM 2.GPRS'den daha hızlı
3. Nesil Mobil	IMT2000/ UMTS	Uluslararası Mobil İletişim 2000 Evrensel Mobil İletişim Sistemi	64→2048	1.Her zaman bağlantı imkânı 2.Küresel dolaşım 3.IP olanağı

3.2. Hücresel Sistemler

Mobil haberleşme şebekeleri Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, her biri bir baz istasyonu tarafından hizmet verilen ve hücre olarak adlandırılan coğrafik alanlara

bölünmüşlerdir. Mobil telefonlar, kullanıcıları baz istasyonları üzerinden şebekeye bağlayan donanımlardır.



Şekil 3.1 Mobil şebekelerin genel yapısı

Şebeke içinde abone cep telefonu ile bir hücreden diğerine geçiş esnasında şebeke ile bağlantısını sürdürebilecek şekilde planlama yapılır. Mobil telefonlar ve baz istasyonları kendi aralarında haberleşebilmek için sinyalleşmek zorundadırlar. Bu sinyalin seviyesi şebekenin verimli çalışabilmesi için dikkatle optimize edilmektedir. Ayrıca frekans planlaması esnasında diğer sistemler ile enterferansa sebebiyet vermemesi için frekans planlaması ve dağıtımı çok dikkatli yapılmalıdır.

Mobil şebekelerin görevlerinden biri de kullanıcının hareket halinde konuşmakta iken bir baz istasyonu bölgesinden diğerine geçişini konuşmada kesinti olmaksızın ve kullanıcıya fark ettirmeksizin yani Handover yapılarak sağlamaktır.

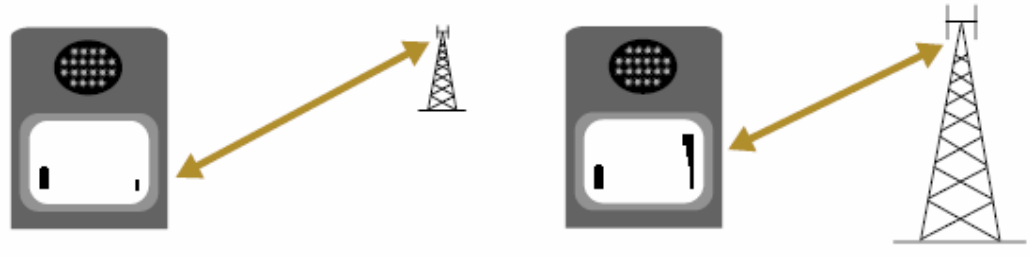
Türkiye'de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri GSM 900 ve GSM 1800'dür. GSM 900'ün çalışma frekans bandı 880–960 MHz, GSM 1800'ün frekans bandı ise 1710–1880 MHz'dir. Ayrıca, araç telefonlarında kullanılan NMT de hücresel bir haberleşme sistemidir ve çalışma frekansı 450 MHz'dir. Hücresel sistemlerin çalışması mobil telefonlar ve baz istasyonları sayesinde olur.

3.2.1. Mobil telefonlar ve uyarı/bilgilendirme mesajının yollanması

Bir mobil telefon çalışmaya başladığı anda yakınlardaki baz istasyonuna özel bir kontrol sinyali gönderir. Şebeke içinde en yakın baz istasyonuna kendini onaylatınca bağlantı kurulmuş olur. Bu andan sonra kullanıcı bir çağrı başlatmak

istediği veya bir çağrı alıpta şebeke tarafından yoklanıncaya kadar bekleme pozisyonunda kalır.

Mobil telefonlar iyi bir konuşma kalitesini yakalayabilecekleri en düşük enerji seviyesinde çalışmalarını sürdürürler. Bir mobil telefonunun kullanım esnasında ortalama çıkış gücü 0.001 watt ile 1 watt arasında değişir. Bu durum, mobil telefonların tasarruf yoluyla daha uzun süre çalışmalarını, dolayısıyla batarya dayanıklılığının uzamasını ve konuşma süresinin artmasını sağlar. Şekil 3.2'den görüldüğü gibi, mobil telefonun baz istasyonuna yakınlığı sinyal gücünün belirlenmesinde en önemli etkendir.



Şekil 3.2 Mobil telefonu ve baz istasyonu yakınlığı ile alınan sinyalin seviyesi

Açık ve kapsama alanı içerisinde bulunan mobil telefon, çağrı geldiğini hücrenin PAGCH (Büyük Paket Erişim Kanalı) üzerinden yollanan uyarı/bilgilendirme mesajıyla anlar. Bu uyarı bilgilendirme mesajlarının yollanması hususunda iki uç nokta vardır.

Bunlardan birincisi; mobil telefona yapılacak her yeni çağrıda network'e dahil olan her hücrenin uyarılması/bilgilendirilmesidir. Bu durumda mevcut band genişliği boşu boşuna harcanmış olur.

Diğer bir uç nokta ise abonenin yer değiştirmesi durumunda yer değişikliği bilgilerinin hücre düzeyinde sisteme iletilmesidir. Böyle bir yaklaşımın sonucunda çok fazla sayıda yer değişikliği mesajı sisteme iletir.

Anlatılan bu iki uç noktanın çözümü hücreleri gruplayarak bölgeler (lokasyonlar) oluşturmaktan geçer. Böyle bir çözümde yer güncelleme bilgisinin üretilmesi sadece bölge değiştirildiğinde gerekli olduğundan, yukarıda zararları anlatılan iki uç duruma çözüm getirilir. Böylece LA kavramı ortaya çıkar.

LA

Hücre gruplarının oluşturduğu gruba verilen addır. Bir LA (Yerleşim Bölgesi) bölgesinde bir MSC ve bir de VLR bulunur. LA içerisinde bulunan abonelerin bilgileri VLR database'inde geçici olarak tutulur. Abone, servis veren HLR tarafından bir kopyası alınarak aktarılır. Abone, LA dışına çıktıktan bir süre sonra VLR'deki bilgileri silinir.

Mobilite yönetim katmanı, mimari yapı üstünde yer almaktadır ve abonenin mobilite bilgilerine ilişkin fonksiyonlarını yürütür. Yürütülen bu fonksiyonlar arasında yetki denetimi ve güvenlik gibi konular da vardır. Yer yönetimi, gelen çağrıların cihazı açık ve kapsama alanı içinde olan aboneye yönlendirilmesi prosedürleridir. Aşağıda lokasyon yönetimi ile ilgili Handover ve Location Update (yer güncelleme) kavramları anlatılmıştır.

GSM network sistemi her hücre için aynı frekansların tahsis edilmesi mantığı üzerine kurulur. Bu sebepten dolayı konuşma esnasında yer değişimi söz konusu olduğunda radyo kanalların sabit hat olarak tahsis edilmesi mümkün değildir. Bu durum Handover kavramını ortaya çıkarır [15].

Handover

Handover, süregelen bir konuşmanın farklı kanallarda ya da hücrelerde bağlantısının kopmadan sürdürülmesi için aynı yerleşim bölgesi içinde bir hücreden diğerine bağlanma durumudur. İki farklı Handover olayı bulunur.

1- Aynı hücre içerisinde Handover,

2- Farklı hücreler arasında gerçekleştirilen Handover.

Aynı hücre içerisinde Handover BSC tarafından, farklı hücreler arasında Handover MSC tarafından yapılır. Handover yapılabilmesi için, gidilen hücrede boş frekans tahsisinin yapılması gerekir. MSC önce gidilecek hücrede boş frekans olduğuna bakıp ondan sonra konuşmayı bağlar.

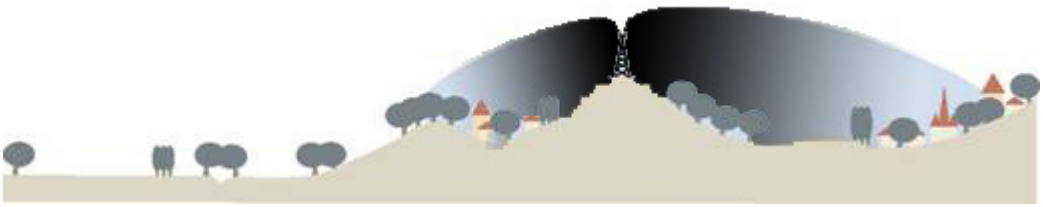
Location update

Yer güncelleme, cep telefonu BCCH (Yayın Kontrol Kanalı) kanalını devamlı olarak dinler. BCCH kanalı, baz istasyonu kimlik bilgilerini tahsis edilmiş ya da boşta olan frekans bilgilerini tutan bir kanaldır.

SIM kart içinde bulunan LAI (Konum Bölge Kimliği) ile BCCH kanalından gelen ID tanımları birbirini tutmadığı zaman MS harekete geçer ve MSC ile bağlantı kurarak yer güncelleme talebi yapar ve kendini tanıtır. Yeni konum bilgilerini VLR ve HLR'ye gönderir. HLR ve ardından VLR bu bilgileri update eder [15].

3.2.2. Baz istasyonları

GSM hücrelerinin planlanması yerleşim bölgelerinin özelliklerine göre yapılır. Hücre planlamasını hücrenin şehir içinde ya da şehir dışında olması ve kapsanacak bölgedeki GSM abone sayısı belirler. Şekil 3.3'de baz istasyonlarının kapsama alanı görülmektedir.



Şekil 3.3 Baz istasyonlarının kapsama alanı

GSM hücresel sisteminde kapsama alanına göre üç tip hücre vardır. Bunlar, makro hücre, mikro hücre, piko hücredir. Türkiye'de de kullanılan GSM 900/1800 sistemi için makro hücreler, yerleşimin seyrek olduğu bölgelerde 25–35/10–20 km yarıçapında bir alana hizmet verir. Ancak bina, ağaç ve tepe gibi engellerin çok olduğu yerleşim yerlerinde oluşturulan makro hücrelerin yarıçapları daha küçüktür. Makro hücrelerde baz istasyonu antenlerinin çıkış güçleri 40-60 wattır. Mikro hücreler, genellikle yerleşimin yoğun olduğu ve makro hücresel kapsamayı geliştirici

ve tamamlayıcı olarak kurulur. Mikro hücreler havaalanı, büyük alışveriş merkezleri gibi yerlerde kurulmaktadır. Birkaç yüz metrelik yarıçapı olan alanları kapsar ve çıkış güçleri makro hücrelere göre düşüktür (GSM900 için 5-10 watt civarındadır). Piko hücreler ise daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılır ve birkaç watt çıkış gücündedir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.4 Makro hücre örnekleri

Baz istasyonları mobil telefonların hizmet verebilmesi için kendilerine tahsis edilmiş sınırlı sayıda frekansı tekrarlayarak kullanır. Bu yüzden işletmeciler kendi mobil abonelerinin kesintisiz ve kaliteli bir konuşmaya kavuşabilmesi için kapsama alanlarını çok sayıda alanlara (hücre-cell) bölerek her birine baz istasyonu kurarlar. Baz istasyonlarının enterferanstan da kaçınarak kullandıkları sınırlı sayıdaki frekans, yaklaşık hücre başına 10-50 arası kullanıcıya hizmet etmektedir. Dolayısıyla daha fazla sayıda kullanıcıya hizmet baz istasyonlarının sayısını artırmakla mümkün olur.

Diğer taraftan baz istasyonlarının uzak alanlarda ve yalnızca sanayi bölgelerine kurulması durumunda hem bu hizmetten faydalanacak mobil telefon kullanıcısı sınırlanacak ve hem de mesafe uzadığı için mobil telefonların baz istasyonu ile bağlantı kurmaları şansı kalmayacaktır. Bağlantıyı sağlamak için bir başka yöntem olan baz istasyonu çıkış gücünü artırmak ise RF (Radyo Frekansı) yoğunluğunun artmasına sebep olur.

Baz istasyonlarının etki alanı konumuna, çevreye, hizmet ettiği kullanıcı sayısına bağlı olarak 100 m ile 10 km arasında değişmektedir. Baz istasyonları

planlanması esnasında en düşük güç ile en geniş alana hizmet etmesine özen gösterilir.



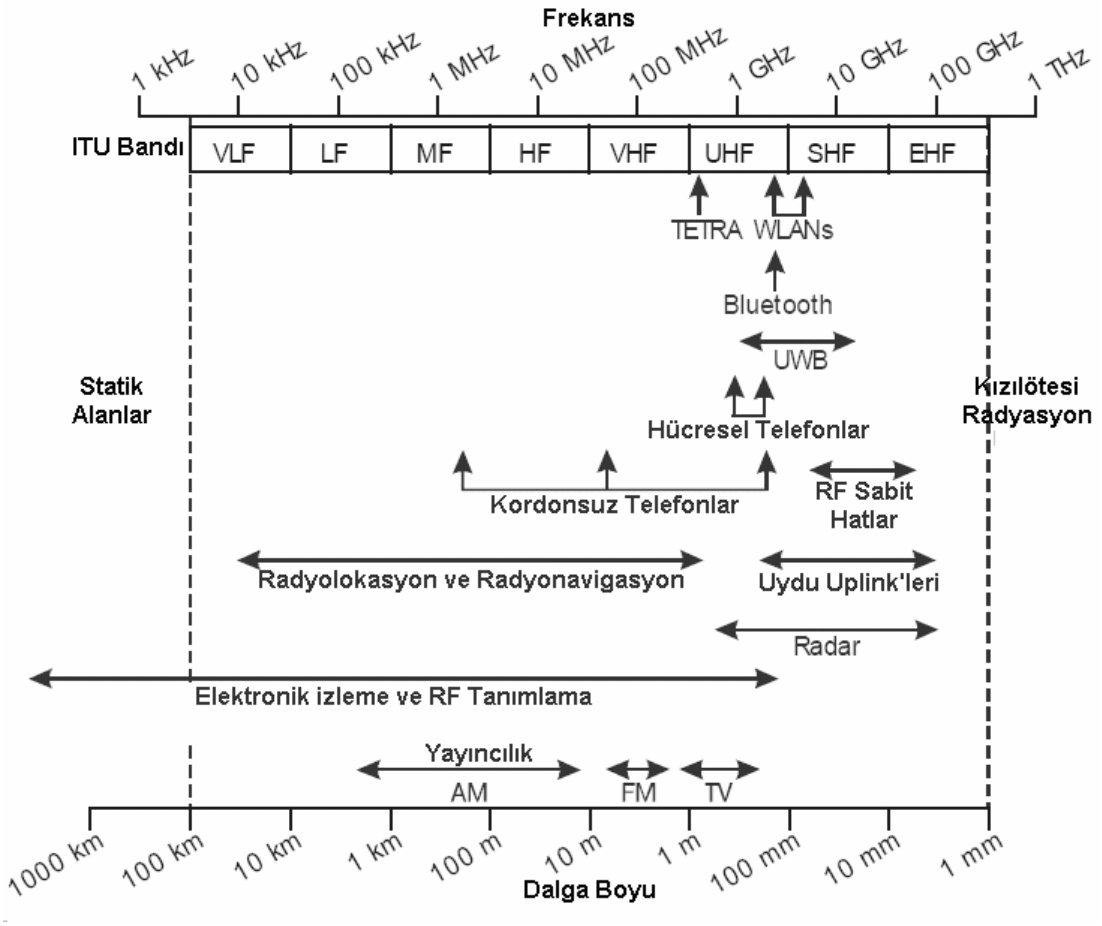
Şekil 3.5 Mikro ve piko hücre örnekleri [16].

Kullanılan frekanslara bağlı olarak baz istasyonu sayısı ihtiyacı değişir. Aynı alanı kapsamak için 1800 MHz kullanan işletmeci 900 MHz kullanan işletmeciye nazaran iki kat daha fazla baz istasyonu kurmak zorundadır. Diğer taraftan lisansları verilmeye başlanan 3G sistemlerinde ise frekans daha yüksek olduğu için daha fazla sayıda baz istasyonuna ihtiyaç vardır.

Baz istasyonunu meydana getiren bileşenler genel olarak bir donanım muhafazası, kapsama alanını artırmak için bir direk veya kule, direğin veya kulenin üzerinde bir alıcı verici antendir. Antenler bazen direk yerine uygun yükseklikte binaların yüzeylerine, çatılarına veya bina içlerine de monte edilir. Baz istasyonları antenleri, bina dışındakiler veya çatı üzerindekiler makro, bina yüzeylerinde olanlar mikro ve bina içindekiler de piko antenler olarak adlandırılır. Antenler, kullanılan frekanslara bağlı olarak 15-30 cm genişliğinde ve bir metre civarında yüksekliktedir.

Baz istasyonlarına kurulan antenler dar bir bölgeyi etkileyen yönlü antenlerdir. Bu antenler Radyo Frekansı elektrik enerjisini (radyo dalgası) demet halinde tipik olarak düşey çok dar, ancak yatay yönde daha geniş olarak yayar. Bu antenler arkalarında ya da diplerinde ışımanın çok az olacağı biçimde tasarlanır. Bu yüzden antenin hemen altında yer seviyesinde RF enerjisi çok düşüktür ve bulundukları

binada yaşayanları yüksek risk grubu haline getirmezler. Ancak antenin konumu, antenin ışıma örüntüsünün kurulduğu binayı içine almayacak şekilde belirlenmelidir.



Şekil 3.6 EM alan tayfı

Antenlerin yakın çevresinde bulunan RF alanından halkın etkilenmemesi için yalnızca yetkili kişilerin ulaşabileceği şekilde ya yukarı kaldırılır ya da etrafında girişine izin verilmeyen bir çit bulunur. Bu sayede yakın alan içinde RF enerjisi maruziyeti önlenir ve yalnızca yetkili kişilerin müdahalesi sağlanır. Bu alanın dışında halk ile temasta olan RF enerjisi uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak etkisini yitirdiğinden uluslar arası belirtilen sınırların çok altındadır.

3.3. GSM Teknolojisi

3.3.1. Ses iletim şekli

GSM'de ses, küçük veri blokları halinde 850, 900, 1800 veya 1900MHz frekans bandından iletilir. Verici tarafından tüm frekanslar küçük zaman dilimlerine bölündüğü için aynı zamanda tek frekanstan birden çok, ama en fazla 8 görüşme yapılabilir. Bu çalışma sistemi TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim) olarak tanımlanmıştır. Analog NMT şebekesi de buna benzer bir sistemle çalışır. GSM'i dijital yapan, bit bloklarının arasındaki ses iletişiminin kodlanmasıdır.

3.3.2. Ses kodlaması

Mobil iletişimin en önemli görevi, az frekans kullanımıyla daha çok kullanıcıya mümkün olduğu kadar fazla bilgi iletmektir. GSM sistemi ses kalitesini düşürmeden düşük bit'li kodlama (13kb/s) kullanır. Klasik kodlamanın yanı sıra aşağıdaki ses kodlama seçenekleri de mevcuttur.

- Geliştirilmiş tam zamanlı kodlama (EFR): Telefon görüşmeleri yüksek ses kalitesinde ve tam veri hızında iletilir. Şebeke kapasitesi bundan etkilenmez.

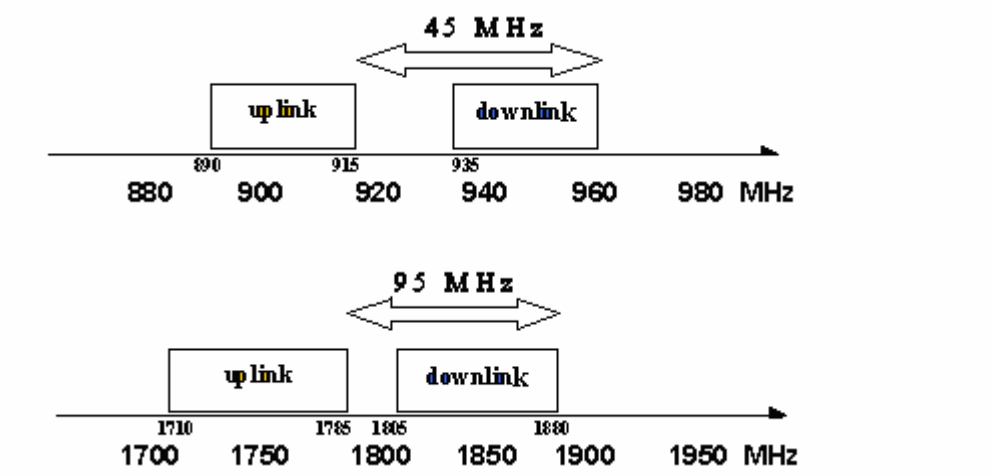
- Yarı zamanlı kodlama: Ses kalitesini etkilemeden ses sinyalinin veri hızı yarıya indirilir (6.5kb/s). Kanallar çift kullanıldığı için şebeke kapasitesi artar. Şebeke ve kullanılan mobil aygıt bunu destekliyorsa bu kodlamaların seçimi otomatik olarak yapılır. Böylece görüşmelerin en iyi şekilde yapılması sağlanır. Yeterince boş kanal varsa EFR seçilir. Çok kullanıcı görüşme yapıyor ve zaman dilimleri azalıyorsa half-rate'e geçilir.

3.3.3. Veri iletimi

Veri hızı 9.6 kb/s ile sınırlıdır. Buna rağmen GSM üzerinden e-posta okunup sınırlı şekilde internette surf yapma imkanı vardır. Her görüşme ve her veri transferi için, kullanıldığı sürece bir hat tahsis edilir. Tüm kaynaklar, kablo veya frekans, bu süre için bloke edilir.

3.3.4. GSM - multiplex ve frekanslar

GSM iki çeşit multiplex (çoklu bağlantı) yöntemi kullanır. Bunların biri FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim) frekans multipleksi, diğeri TDMA zaman multipleksidir. Şekil 3.7'de GSM 900 ve DCS (Dijital Hücresel System) 1800'ün frekans band dağılımı gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi GSM 900 ve DCS 1800 uplink (konuşma bandı) ve downlink (işitme bandı) için iki ayrı frekans bölümü kullanılır. Burada uplink MS'den BTS'ye giden ve downlink BTS'den MS'ye giden veriyi göstermektedir. Bu iki frekans bandı dubleks kullanımı mümkün kılar. Bunun sonucunda kullanıcı telefonla aynı anda konuşup duyar. GSM 900'de uplink ve downlink arasında her zaman 45MHz'lik bir boşluk vardır. DCS 1800 şebekesinde bu boşluk 95MHz'dir. Her uplink ve downlink bandında 200 kHz'lik bir guardband (koruma bandı) kalır. Düşük frekanslar havada yayılırken daha az sönümlendiği için uplink'e her zaman düşük frekanslar verilir. Böylece baz istasyonuna (BTS) göre çok az enerji kapasitesine sahip olan MS daha az enerji tüketen düşük frekanstan uplink alır. Her hücreye frekans kanallarının bir bölümü, CA (Hücre Tahsisi) tahsis edilir. CA kanallarının biri senkronizasyon verilerinin ve BCCH 'in yayımlanabilmesi için taşıyıcı olarak BCCH'e tahsis edilir. CA'nın kalan diğer frekans kanallarından biri olan MA (Mobil Tahsisi) MS'ye tahsis edilir. MA frekans geçiş işlemi için önemlidir.



Şekil 3.7 GSM 900 ve DCS 1800 uplink ve downlink frekans dağılımı

Bir bölgede birden fazla GSM şebekesi varsa, frekans kanallarının birbirine karışmaması için, mevcut olan frekans bantları bir lisanslama kurulu tarafından (Telekomünikasyon Üst Kurulu) şebekelere dağıtılır.

Her frekans bandı TDMA-multiplex'le sekiz birey kanala ayrılır. Bunlar zaman dilimidir. MS'nin verici ve alıcı elektroniği basit ve ucuz olması için uplink'in TDMA çerçevesi downlink'e göre üç zaman dilimi gecikmeyle gönderilir. MS uplink'te ve downlink'te aynı zaman dilimini kullanır. Böylece MS gerçek bir duplex birimine ihtiyaç duymadan veri alış verişini sırayla işleyebilir ve bunun yanında MS'nin enerji tüketimi azalır.

3.3.5. GSM 900 ve GSM 1800

1990 yılında 1800 MHz frekans bandında çalışan DCS 1800 sisteminin standartlarının tamamlanmasıyla belirgin bir kapasite artışı sağlandı. İlk DCS 1800 sistemi 1993 yılında çalışmaya başladı. GSM 900 ve DCS 1800 sistemleri birbirine benzeyen teknolojiler kullandığı için 1997'den bu yana DCS 1800 sistemi GSM 1800 olarak adlandırılır.

GSM 1800 çok büyük oranda GSM 900 standartlarını kullanır. GSM 900 ile GSM 1800 arasındaki temel farklılık frekans bandının yerleşimidir. Frekansın yüksekliğine bağlı olarak radyo alış veriş spesifikasyonlarında (frekans bandı ve kanallar, alıcı/verici karakteristiği, alıcı/verici performansı) GSM 1800 için gerekli birtakım değişiklik ve eklemeler yapıldı. Bu farklılıklardan dolayı hücre çapı, kapsama alanı koşulları ve şebeke planlaması iki sistemde farklı özellikler gösterir. Örneğin GSM 1800 şebekesinde GSM 900 şebekesine oranla (kırsal alanda) yaklaşık dört kat daha fazla baz istasyonuyla aynı kapsama alanına hizmet sağlamak mümkündür.

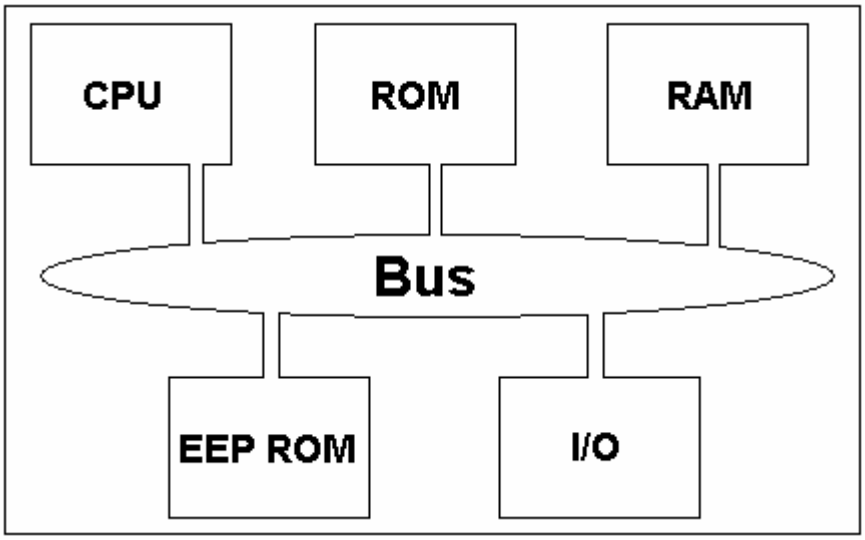
Bunun dışında GSM 900 ile GSM 1800 sistemlerinde şebeke mimarisi, çoklu erişim yöntemi, çerçeve yapısı, modülasyon tekniği, hız, konuşma kodlaması, kanal kodlaması, sinyalleşme vb. konularda hiçbir fark bulunmamaktadır.

3.4. GSM SIM Kartı

SIM kartta şebekenin mobil hizmetlerini kullanması için gereken önemli bilgiler (telefon numarası, tanımlama bilgileri, vs.) bulunur. Sadece 112 acil numarası SIM kart olmadan telefondan aranır. Cep telefonu ile şebeke hizmetlerini (SIM kart) ayırmanın en büyük avantajı SIM kart ile başka bir mobil telefon kullanılır. Böylece yurt dışında, örneğin ABD'de Türkiye'de kullanılan SIM kart ile, kiralanılan bir telefonla GSM 1900 şebekesinde görüşme yapılır.

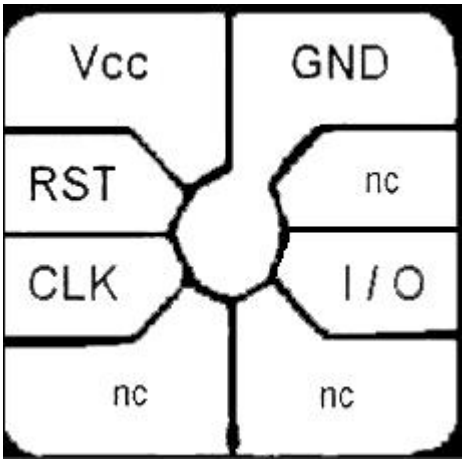
SIM kartın ana görevleri, kullanıcının GSM şebekesinde tanımlanması, ilave hizmetlerin yazılım uygulaması, kullanıcı verilerinin kaydı ve şebeke verilerinin idaresidir.

Şekil 3.8'den de görüldüğü gibi SIM kartın yapısı bilgisayarlara benzer. CPU (Merkezi İşlem Birimi), ana hafıza (ROM-Sadece Okunabilir Bellek), RAM (Rasgele Erişimli Hafıza), EEPROM ve veri iletişimi için bir BUS sistemi, SIM kartın yapısında bulunur.



Şekil 3.8 SIM kartın yapısı

Klasik bilgisayar sistemlerinde olduğu gibi SIM'in işletim sistemi ROM'da (genelde 32kB) kayıtlı ve RAM (2kB) CPU'nun işlemleri için geçici hafıza olarak çalışır. EEPROM uygulamaları barındırır. Geleneksel ROM'a nazaran EEPROM'a tekrar yazılır. Bilinen hard diske benzer şekilde çalışan EEPROM manyetik değil yarı iletken teknolojisiyle çalışır. BUS'ın genişliği 8 bittir. SIM'in asıl boyutu 5mm x 5mm'dir. Şekil 3.9'da görüldüğü gibi SIM'in genelde 8 bağlantısı vardır. Bunun sadece 5'i kullanılır. nc, Vcc (akım), GND (faz), RST (geri besleme), CLK (frekans sinyali), I/O (veri alışverişi) bağlantılarıdır.



Şekil 3.9 SIM kart bağlantıları

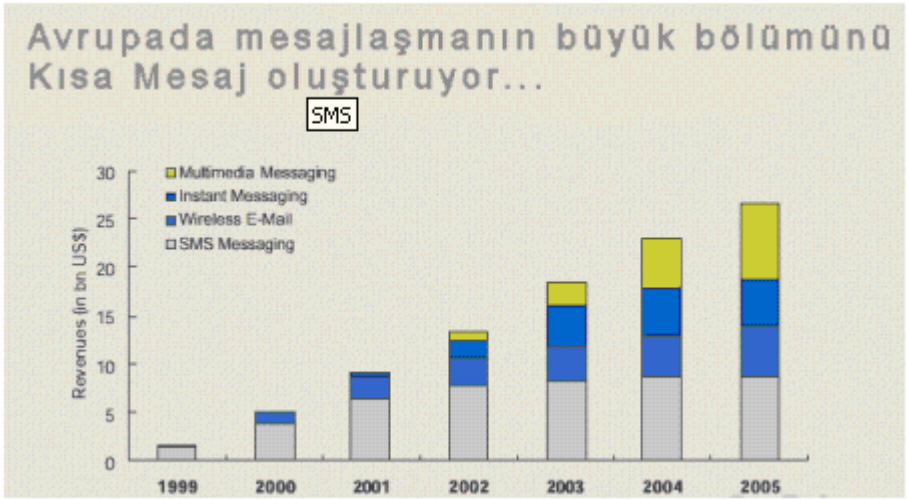
1991 yılında Almanya'nın Münih kentinde faaliyet gösteren Giesecke & Devrient şirketi tarafından dünyanın ilk SIM kartı üretildi. 300 karttan oluşan ilk parti, o zaman adı Radiolinja olan Finlandiyalı Elisa şirketi için üretildi. Bugüne kadar 5 milyardan fazla SIM kart üretildiği tahmin edilmektedir.

Günümüzde küçük boy SIM kartlar kullanılır. ID000 formatında (25 x 15 mm) üretilen kartlar artık 256MB'a kadar hafıza kapasitesine sahiptirler.

3.5. SMS

SMS, mobil telefonlar aracılığıyla düz metinden oluşan kısa mesajların gönderilip alınabilmesi özelliğidir. Mesaj metni harfler, rakamlar ve alfa nümerik karakterlerden oluşur. Latin alfabesi kullanılarak yazılan kısa mesajlar 160 karakter uzunluğundadır.

Cep telefonları aracılığıyla düz metinden oluşan kısa mesaj göndermek, telefon tuşlarının kullanımının çok rahat olmamasına ve mesaj metninin sınırlı olmasına rağmen son derece yaygın bir haberleşme uygulamasıdır. 2001 yılının ilk üç ayında dünya genelindeki GSM ağları üzerinden 50 milyar SMS gönderildi.



Şekil 3.10 Yıllara göre gönderilen SMS dağılımı

Nisan 1999 yılında dünya genelinde aylık SMS gönderim miktarı 1 milyarken, Şekil 3.10'da görüldüğü gibi bu rakam 2005 yılında 25 milyarı geçmiştir.

Yoğun SMS trafiğinin oluşmasının nedenleri SMS'in hızlı, kolay uygulanabilen ve artık tüm cep telefonlarında bulunan bir teknoloji olmasıdır.

Mesaj gönderildiği sırada alıcı tarafın hazır olmaması halinde mesaj saklanır. Mesajın alıcı taraftaki cep telefonuna düşmeden kaybolması ya da silinmesi gibi bir şey söz konusu değildir. Mesaj hazırlandığında ve gönderilmeye hazır hale geldiğinde, verinin teslim edilmesiyle ilgili işlemler mobil şebeke bünyesindeki SMS Center tarafından üstlenilir, bu kısım son kullanıcıya herhangi bir yük getirmez.

Bütün bu avantajlarının yanında SMS'in bazı dezavantajları da vardır. MAP (Mobil Uygulama Kısmı) sinyal katmanındaki kısıtlamalar yüzünden, GSM ortamındaki bir SMS mesajı en fazla 160 karakter içerir.

SMS trafiğindeki yoğunlaşma, sinyal kaynaklarının aşırı kullanımını ve bunun sonucunda yetersiz kalabilmeleri gündeme getirir. SMS, gönderilen tüm kısa mesajların SMS Center'a uğramak zorunda olduğu bir sistemdir. Bu modele bazı alternatif çözümler vardır. Örneğin mesajların her zaman değil duruma göre saklanması bu alternatiflerden biridir. Mesaj önce direkt olarak alıcıya teslim edilmeye çalışılır, mesajın saklanması ancak teslimatın gerçekleşmemesi durumunda söz konusudur. Hem böylece SMS Center'ın ihtiyacı olan işlem gücü de azalmış olur. Cep telefonu üzerinden bilgiye erişmek için yapılan taleplerde (örneğin WAP-Kablosuz Uygulama Protokolü'nü kullanarak), talebi karşılayan terminal çok büyük bir ihtimalle yanıtı almaya hazırdır. Böyle bir durumda SMS Center hiç devreye alınmadan iki mobil cihaz arasındaki bir kısa mesaj servisi yeterlidir [16].

3.6. GSM Mimarisi

Bu bölümde GSM teknolojisinin mimarisi hakkında detaylı bilgi verilecektir [17].

3.6.1. RSS

RSS şebeke vericisinden ve cep telefonundan oluşur. Birçok BSS'den oluşan GSM şebekesine RAN denir. Bu iki altyapı sistemi telsiz komünikasyon, bunun getirdiği mobilite ve bunlara bağlı fonksiyonlar için gereklidir.

3.6.2. MS

MS, ME (Mobil Donanım) ve SIM karttan oluşur. ME tüm teknik fonksiyonları sunan cep telefonudur. Bir GSM şirketinin hizmetlerinden faydalanmak için bu şirketin SIM kartına ihtiyaç vardır.

3.6.3. RAN

RAN'ın görevi cep telefonuna gelen sinyalleri ve cep telefonundan giden sinyalleri GSM şebekesi içinde ve dışında yönlendirici ara birimlere sunmaktır. RAN birden çok BSS (Baz İstasyon Alt Sistemi)'den oluşur. Her BSS bir BSC ve buna bağlı BTS'den oluşur.

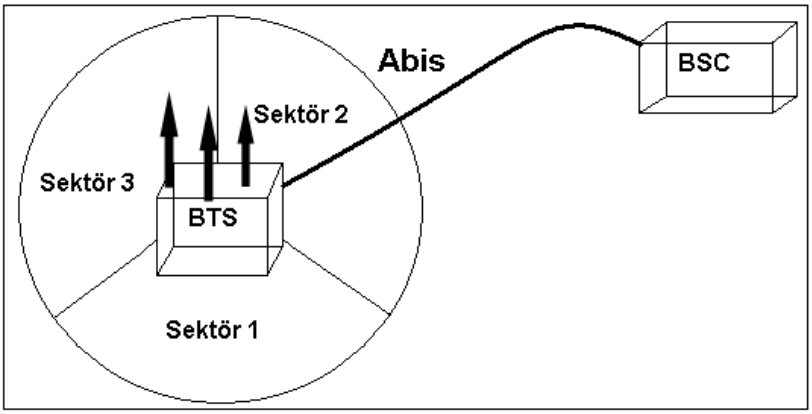
3.6.4. BSC

BSC birçok hücrenin ön saha konsantrasyonudur ve ona bağlı hücrelerin sinyallerini düzenler. BSC hücreler için bir tür veritabanıdır ve verileri hücrelerden MSC'ye iletir. BSC yeni bir görüşmeyi boş bir kanala yönlendirmek için tüm

hücrelerinin frekans kanallarını ve zaman dilimlerini denetleyip yönetir. MSC bir telefon görüşmesi için gereken kanala ihtiyacı olduğunda BSC'yi sorgular. BSC'nin diğer önemli görevi telefonla baz istasyonunun şebeke gücünün denetimidir. Kendi hücreleri içindeki Handover da BSC'nin görevlerinden biridir.

3.6.5. BTS

BTS bir hücre içindeki komünikasyondan sorumludur. Bir antenden ve bir elektronik sinyal işleminden oluşur. Telefonla bağlantıyı sağlamak, verileri yüksek frekansa çevirmek ve TDMA zaman çerçevesini uygulamak BTS'nin görevleridir.



Şekil 3.11 BTS ve BSC kesişme (abis) noktası

3.6.6. SMSS

SMSS hem mobil sistemin sabit bölümünün hem de mobil şebekeyle diğer müşterek şebekelerin yayın arabiriminin bir parçasıdır. Bu bölümlerin koordinasyonu

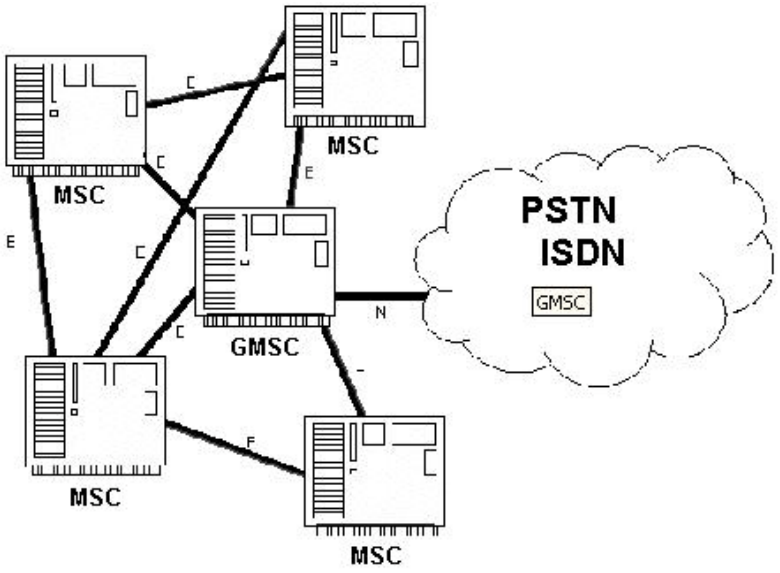
ve veri tabanının çalışmasından 4 bileşen sorumludur. Bu bileşenler, MSC, GMSC, HLR, VLR'dir. Bu bileşenler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.6.6.1. MSC

MSC sabit şebekenin santraline benzer ve birbirlerine kabloyla bağlı olan kullanıcılar yerine bağımsız ve özgürce dolaşan mobil kullanıcıları birbirlerine bağlar. MSC'nin görevleri, görüşmenin veri yolunu bulmak (routing), sinyal akımının bağlantısını yapmak, hücre değişiminde BSS'lerin de değiştiği Handover'ı sağlamak, diğer MSC'lerle ağ kurmak, diğer ağlara bağlantı kurmak (sabit şebeke ve mobil şebeke), CS (Devre Bağlaşmalı) hizmetleri için mobilite yönetimi sağlamak, servis hizmetlerini yüklemek, kullanıcıları VLR'ye kayıt etmek, intra ve inter-Handover'da BSC'ler arasındaki geçişi sağlamak, mobil şebekeyle sabit şebekenin arasındaki yankılanmayı gidermek, verilerin modem üstünden PSTN (Sabit Telefon Şebekesi) şebekelerine uyumunu sağlamak (Birlikte Çalışma İşlevi-IWF), bağlantı ve sinyal idare etmek, sistem verileri, sistem kayıtları, ücretlendirme ve LOG verilerini kayıt etmektir.

3.6.6.2. GMSC

GMSC, MSC olarak çalışır ama bunun yanında ISDN (Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi) ve PSTN şebekesine veya PLMN (Yerel Mobil Telefon Şebekesi) şebekesine komünikasyon için gereken fonksiyonları sunar. Aynı anda GMSC kendi GSM şebekesi ve diğer şebekelerin arasında giriş ve çıkış kapısı olarak çalışır. GMSC'nin görevlerinden biri de gelen çağrının telefon numarasında (MSISDN-Mobil Kullanıcı ISDN Numarası) iletilen verileri, veritabanının da yardımıyla (HLR ve VLR) aranan mobil kullanıcının şebekesine uyarlar. Yani GMSC, doğru hücreye giden yolda ilk adımları sağlar.



Şekil 3.12 GMSC'nin komünikasyon fonksiyonları

3.6.6.3. HLR

HLR, mobil kullanıcılara yönetim verileri sunan, GSM mimarisinin merkezinde kurulmuş bir veri bankasıdır. HLR yoğun veri işleyen bir veri bankası olduğu için donanımı genelde aynı yerde bulunan birçok modülden oluşur. Her HLR modülüne bir numara verilir ve her HLR alt modüllere bölünüp numaralandırılır. Bu HLR numaraları hem MSISDN hem de IMSI (Uluslararası Mobil Kullanıcı Kimliği) numarasında tekrar bulunur.

HLR'nin önemli verileri, IMSI, MSISDN'dir. IMSI numarası birkaç bölümden oluşur ve GSM kullanıcısının dünyanın her yerinde tanımlanmasını sağlar. IMSI; MCC (Mobil Ülke Kodu), MNC (Mobil Ağ/Şebeke Kodu), lojik HLR Numarası ve SN (Kullanıcı numarası)'den oluşur.

Örnek:

MCC	MNC	HLR	SN
286	01	20	12345678

Burada; 286: Türkiye'nin kodu, 01: Turkcell'in şebeke kodu, 20: Lojik HLR adresi, 12345678: kullanıcı numarasını tanımlar.

MSISDN, GSM kullanıcısının telefon numarasıdır. MSISDN numarası şebekeden şebekeye değişebilir. Sadece şebekenin kendi GMSC'si MSISDN numarasının bileşenini tanır ve lojik HLR'yi mobilite yönetimi için gereken bilgileri almak için yönlendirir.

MSISDN, ülke kodu, NDC (Şebekenin Alan Kodu), HLR ve tek numaradan oluşur.

Örnek:

90 532 20 12345

Burada, 90 : ülke kodu (Türkiye'nin), 532 : NDC, 20 : HLR'yi tanımlar, 12345 : tek numaradır.

3.6.6.4. VLR

Bir veri bankası olan VLR, mobil kullanıcıların geçici verilerini kayıt etmekle görevlidir. Santralle bağlantısı kablo üzerinden olan sabit şebekeye nazaran, sahada serbest dolaşan kullanıcıları olan GSM şebekesi bu sorunu mobilite yönetimiyle çözer. Bu nedenle mobil kullanıcının sürekli değişen verileri, o an nerede bulunduğu, bir veri bankasında kayıt edilir. Bu veri bankası ise VLR'dir. Bu geçici veriler bir yandan mobilite yönetimi için, öbür yandan da güvenlik fonksiyonları için kullanılır. MSC ile VLR birbirleriyle yoğun şekilde veri takası yaptığından yaklaşık her şebekede bir MSC'ye kendi VLR'si tahsis edilir. Böylece MSC ve VLR bir birim olarak oluşturulur. Gerektiğinde HLR'de kayıtlı merkezi bilgilere ulaşsın diye, VLR'nin HLR ile bağlantısı mevcuttur.

Bir cep telefonu birkaç gün kapalı tutulursa bu telefonun VLR'deki tüm verileri silinir. Telefonun tekrar açılışında VLR'de yeni bir kayıt açılır. Bu verilerin büyük bir bölümü HLR/AUC (Tanımlama Merkezi)'den alınır. AUC, genelde HLR ile (beraber realize edilir) alınır. HLR burada hangi servislerin MSC tarafından uygulanacağını ve hangilerinin uygulanmayacağını bildiren verileri sunar. Bunun için VLR ve HLR, veri aktarırlar ve düzenli komünikasyon için MAP protokolünü kullanırlar. Kayıt edilmiş önemli VLR verileri, normlaştırılmış tanımlama numarası

IMSI, arama MSISDN Numarası, TMSI (Geçici Mobil Kullanıcı Kimliği), LAI, AUC'nin güvenlik veri kodlaması, desteklenen servislerin verileridir.

MSRN (Mobil İstasyon Roaming Numarası), cep telefonunun durumu TMSI ve LAI numaraları çağrı bağlantısı ve kullanıcıya ulaşmak için gerekir. LAI mobil kullanıcının BSS'nin (BSC'nin yönetim bölgesi) hangi hücre grubunda bulunduğunu tarif etmektedir.

Bir kullanıcının tam olarak hangi hücrede bulunduğu değil, hangi Location Area'da bulunduğu kayıt edilir. Kullanıcının telefonu pasif olduğu süre aynı Location Area'da bulunursa VLR'de lokasyon güncellemesine ihtiyaç olmaz. Böylece GSM şebekesinde sinyal tasarrufu sağlanır. TMSI numarası arama ve iletişim kurmak için kullanılır.

MSRN numarası sabit şebekeden gelen bir çağrının doğru jeografik MSC'ye yönlendirilmesini sağlar. Jeografik MSC dünyanın GSM şebekesi olan her yerinde olabilir. Bu jeografik bilgiler MSRN numarasında tutulur.

MSRN numarası VLR'nin cep telefonuna tahsis ettiği numaradır. Cep telefonu görüşmede VLR'nin bölgesinde kaldığı süre bu numara aktif kalır. HLR tarafından cep telefonu görüşmelerinin takibi içinde kullanılır. MSRN numarası birkaç bölümden oluşuyor ve GSM kullanıcısının uluslararası yerelleştirmesinde kullanılır. MSRN numarası, VCC (Ziyaretci Ülke Kodu), VNDC (Ziyaretci Ülke Bölge Kodu) ve SN'den oluşur. VSN (Ziyaretci Kullanıcı Numarası) ve VMSC (Ziyaretci Mobil Aktarma Merkezi) numarası SN'yi oluşturur [17].

VCC numarası kullanılan GSM şebekesinin ülke kodudur, VNDC numarası bulunulan bölgenin alan kodunu gösterir, VMSC aktüel MSC bölgesini işaretler, VSN başlı başına kullanıcı tanımlamasıdır.

3.6.7. GSM tanımlaması

IMEI (Uluslararası Mobil İstasyon Cihaz Kimliği) numarası mobil cihazın (SIM kartsız cep telefonunun) seri numarasıdır ve 4 bölüme ayrılmış 15 rakamdan oluşur. Bunlar TAC (Yazı Onay Kodu) (6 rakam), FAC (Son Montaj Kodu) (2 rakam), SNR (Seri Numarası) (6 rakam), SP (yedek) (1 rakam)'dır.

Örnek: Bu tez çalışmasında kullanılan Siemens TC65 terminalin IMEI numarası AT+GSN komutu ile öğrenilebilir.

AT+GSN

355632000347899

OK

TAC	FAC	SNR	SP
355632	00	034789	9

TAC'nin ilk 2 rakamı telefonun üreticisi hakkında bazen yeterli bilgi veremeyebilir. Çünkü değişik üreticiler zaman zaman aynı kombinasyonları kullanabilmektedir. Örneğin, 44 rakamı Nokia tarafından kullanılmaktadır. Bununla birlikte Siemens de aynı rakamı bazı modelleri için kullanmaktadır. Üretici ve model hakkındaki esas bilgiyi TAC'nin son 4 rakamı verir.

FAC, montaj ülkesidir.

Örnek: 10 Finlandiya, 07–08-20 Almanya,10-70 Finlandiya, 19-40 İngiltere, 67 ABD, 30 Kore, 80 Çin

SNR, her cep telefonu için 6 rakamlı özel seri numarasıdır.

SP, yedek bilgidir.

Başlangıçta IMEI numaralarını üç listeden oluşan bir sicil veritabanında (EIR - Cihaz Kimlik Kaydı) tutma fikri oluşur. EIR'da beyaz, gri ve siyah olmak üzere üç liste mevcuttur. Beyaz listede GSM şebekesinin standartlarına uygun tüm cihazlar bulunur. Gri listede hizmete girmeden önce kontrol edilmesi gereken cihazlar ve siyah listede de hizmet verilmeyen cihazlar, örneğin çalınmış olan telefonlar bulunur. IMEI numaralarının manipülâsyonu çok kolay olduğu için GSM şirketlerinin birçoğu EIR kullanmamaktadırlar.

3.6.8. GSM roaming

Roaming bir cep telefonu kullanıcısının yabancı bir ülkede (uluslararası roaming) veya kendi ülkesinin diğer bir GSM şebekesinde (ulusal roaming) cep telefonuyla görüşebilmesini ve diğer hizmetlerini kullanmasını sağlayan altyapıdır. Roaming sayesinde kullanıcı dünyanın GSM şebekesi olan her yerinde telefonuyla görüşme yapar ve aranır. Kullanıcının abone olduğu GSM şirketinin SIM kartında roaming anlaşması olan şebekelerin bilgileri kayıtlıdır. GSM şirketi yeni bir roaming anlaşması yaptığında bu bilgiler otomatikman cep telefonu açıldığında SIM kartına kayıt edilir.

Yurt dışında kullanıldığında telefon SIM kartındaki listeden mevcut bir şebeke seçer. Bir de fazla şebeke mevcutsa bunların arasında seçim yapar. Şebekeye bağlanıldığı an o şebekenin abonesi olunur ve buradan arama yapılırken ülke ve il kodları dikkate alınır. Yabancı ülkenin şebekesinde bulunulduğu zaman Türkiye'deki bir numarayı ararken +90 uluslararası ülke kodu kullanılır.

Ulusal roaming türü ise bir ülkenin içinde kullanılır. Böylece GSM 1800MHz frekansında (Avea) çalışan dualband cep telefonu olan bir kişi şebekenin çekmediği yerde GSM 900MHz şebekesini (Vodafone ve Turkcell) kullanır.

Uluslararası roaming'in iki türü vardır:

1) MS Roaming

2) SIM Roaming

MS Roaming'de kullanıcı SIM kartlı cep telefonuyla telefonun desteklediği tüm frekans bandlarında ve GSM şirketinin anlaşması olan tüm şebekelerle görüşme yapar. Sadece GSM 900MHz'de çalışan bir telefonla (single band) GSM 1800MHz veya GSM 1900MHz şebekelerinde görüşme yapılamaz. Bunun için dual band (GSM 900MHz ve GSM 1800MHz) veya triple band (GSM 900MHz, GSM 1800MHz ve GSM 1900MHz) desteği olan bir telefon gerekir.

SIM Roaming, GSM şebekesinin mevcut olduğu ama abonenin telefonunun desteklemediği frekansta çalışan bölgelerde kullanılır. Böylece abone kendi telefonunun desteklemediği frekansta (örneğin ABD'de GSM 1900MHz) görüşme yapmak için, bu frekansı destekleyen bir telefonu kiralayıp, kendi SIM kartını bu

telefonda kullanır. Böylece telefon numarası aynı kalır ve ücretler SIM kartın sahibine kesilir. Tablo 3.2 GSM'in temel özelliklerini göstermektedir [17].

Tablo 3.2 GSM'in temel özellikleri

	GSM 900	GSM 1800
Frekans Bandı (MHz)	890-915 935-960	1710-1785 1805-1880
Bir TDMA çevrimindeki time slot sayısı	8	8
Kanal aralığı	200 kHz	200 kHz
Kanal kapasitesi	124 kanal	374 kanal
Modülasyon tekniği	GMSK	GMSK
Modülasyon hızı	271 kbps	271 kbps
Konuşma kodlama hızı	13 kbps(6.5 kbps half rate)	13 kbps(6.5 kbps half rate)
En yüksek veri hızı	>150 kbps (GPRS ile)	>150 kbps (GPRS ile)
Çoklu erişim yöntemi	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA
Hücre yarıçapı	<0.3 – 35 km	0.1 – 15 km
Mobil istasyon çıkış gücü	2 – 8 W	0.25 – 4 W
Baz istasyon çıkış gücü	2.5 – 640 W	2.5 – 640 W
Mobil istasyon için duyarlılık eşiği	-102/-104 dBm	-100 /-102 dBm
Baz istasyon için duyarlılık eşiği	-104 dBm	-102 dBm

4. GPRS

GPRS, verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden saniyede 28.8 kb'den 115 kb'e kadar varabilen hızlarda iletilebilmesine imkan veren, cep telefonu, dizüstü bilgisayarı, PDA (Cep Bilgisayarı) ve diğer mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz internet bağlantısı sunan bir mobil iletişim servisidir [18].

GPRS, GSM iletişimini esas alır. GPRS, devre-anahtarlamalı (circuit-switched) cep telefonu bağlantıları ve kısa mesaj servisi gibi mevcut GSM hizmetlerini tamamlayan bir servistir. GPRS ile chat, resim, video indirme, dosya paylaşımı, mail servis işlemleri, araç takip, uzaktan LAN (Yerel Alan Şebekesi) erişimi, dosya transferi, ev otomasyonu (cihaz kontrolü), güvenlik (alarm, kamera) işlemleri yapar.

GPRS platformu sayesinde özelliklerine göre cep telefonundan ya da dizüstü bilgisayar ve cep telefonu aracılığı ile profesyonel kullanıcıların internet'e ve kurumsal bilgisayar ağlarına (intranet) bağlanmaları da mümkündür. Dizüstü bilgisayarları ile internete kablosuz erişim sağlamak isteyen kullanıcılar, cep telefonlarını internete bağlanmak için gerekli modem olarak kullanarak GPRS ile kesintisiz internet erişimi sağlarlar.

GPRS mobil iletişim teknolojisinde halen kullanılmakta olan devre anahtarlama (sadece tek bir kullanıcıya tahsis edilen bir hat üzerinden sürekli bağlantı) metodu yerine paket anahtarlama (aynı hattın birden çok kullanıcı tarafından paylaşıldığı ve iletişim hızının 115 kb'e kadar çıktığı bir yapı) yöntemini kullanmaktadır. GSM ağlarının normal şartlar altında sunduğu 9.6 kb iletim hızıyla karşılaştırıldığında bu değerler 3 ile 12 kat arasında değişen bir performans artışını ifade etmektedir.

Paket-anahtarlama tekniğinde veriler gönderilmeden önce çok sayıda küçük pakete bölünür ve bu paketlerin her biri "varış adresinin neresi olduğu" bilgisine de sahiptir. Tüm paketler varış noktasına ulaştığında ise burada tekrar birleştirilirler ve orijinal veri elde edilmiş olur. Aslında paket-anahtarlama tekniği yeni birşey değildir. Sonuçta hergün kullandığımız internet de paket-anahtarlama tekniğinin kullanıldığı dev bir networktür. Ayrıca GPRS paket anahtarlamalı teknolojisi ile eskiye oranla çok daha yüksek hızlarda mobil iletişim imkânı sağlar.

GPRS'de iletişim her biri 14.4 kb/s'lik kapasiteye sahip slot'lar üzerinden sağlanır. Bu slot'ların efektif kullanımı 9.6 kb/s civarındadır. GPRS'de 12 farklı sınıf vardır. Ancak bu sınıflar değişik slot sayılarına sahip olsa da aynı anda sadece sınırlı sayıda slot aktif olabilir. Kısaca GPRS'in hızı cep telefonunun desteklediği sınıf ile doğru orantılıdır. Tablo 4.1'de GPRS sınıfları görülmektedir.

Tablo 4.1 GPRS sınıfları

	Down + Up	Aktif Slot
Class 1	1+1	2
Class 2	2+1	3
Class 3	2+2	3
Class 4	3+1	4
Class 5	2+2	4
Class 6	3+2	4
Class 7	3+3	4
Class 8	4+1	5
Class 9	3+2	5
Class 10	4+2	5
Class 11	4+3	5
Class 12	4+4	5
Class A: Aynı anda hem GPRS hemde GSM hizmetleri		
Class B: Dönüşümlü olarak GPRS/GSM hizmetleri		
Class C: Aynı anda GPRS ya da GSM hizmetlerinden biri		

Örneğin, GPRS Sınıf 2, 2 slot karşıdan yükleme ve 1 slot karşıya yükleme içindir. Birçok telefonda bulunan basit bir GPRS sınıfıdır. GPRS Sınıf 8, 4 slot karşıdan yükleme ve 1 slot karşıya yükleme içindir. Web taraması için uygundur ve ayrıca gönderilenden daha fazla e-posta okunabilir. GPRS Sınıf 10 ise, hızlı mesajlaşma gibi yoğun GPRS kullanımı için idealdir [19].

Bu tez çalışmasında kullanılan Siemens TC65 terminali Class 12 desteği vermektedir. Yani aynı anda 4 slot'u downlink ve 4 slot'uda uplink için kullanabilir.

Bu da yaklaşık olarak günümüz standart dial-up bağlantısıyla ulaşılabilecek maksimum hızdaki bir download hızıdır.

Aynı anda GPRS ve GSM servislerinden yararlanılıp yararlanılamayacağı telefonun desteklediği sınıflar ve GSM operatörünün bu sınıflara verdiği destek ile belirlenir. Bazı cep telefonu ve GSM operatörleri ile aynı anda hem telefon görüşmesi yapılır. Fakat bir diğer cep telefonu GPRS kullanılırken görüşmeye kapalı olabilir. Tablo 4.2'de bazı cep telefonlarının desteklediği GPRS sınıfları görülmektedir.

Tablo 4.2 Bazı cep telefonlarının desteklediği GPRS sınıfları

Class 2	Trium Mondo
Class 4	Motorola 720i, T260, V70 Ericsson R520m
Class 6	Nokia 3650, 5100, 6100, 6310i, 6610, 6510,7210, 7650, 8310, 8910, 8910i
Class 8	Panasonic GD67, 76, 87, 96 / Raks 7530 / Siemens C55, M50, ME45, S45, S45i / Ericsson T65, T68, T68i, T200, T300, P800 / Motorola C336
Class 10	Siemens S55 / Philips Fisio 620,820

4.1. GPRS'in ETSI Tanımı

GPRS, abonesine devre bağlaşmalı moddaki şebeke kaynaklarından yararlanmadan, veriyi uçtan uca paket transfer modu ile iletmesini ve almasını sağlar.

GPRS, aşağıdaki karakteristiklere sahip uygulamalar için şebeke kaynaklarının verimli ve ekonomik kullanımına olanak sağlar.

1- Aralıklı, peryodik olmayan veri iletimi,

2- Küçük veri miktarlarının sık iletimi,

3- Büyük veri miktarlarının sık olmayan iletimi.

GPRS'te PTP (Noktadan Noktaya) destek servis tipi tanımlanmıştır. PTP servisi iki kullanıcı arasında bir veya daha fazla paketin iletimini sağlar. İki çeşit PTP servisi vardır:

1- PTP bağlantısız şebeke servisi (PTP-CLNS: PTP bağlantısız şebeke servisi),

2- PTP bağlantı yönelimli şebeke servisi (PTP-CONS: PTP bağlantı yönelimli şebeke servisi).

Servis isteğinin başlatılması sabit veya mobil erişim noktalarından mümkündür.

PTP-CLNS, bir veya daha fazla paketin A abonesinden B abonesine gönderildiği bir servistir. Her paket birbirinden bağımsızdır. Datagram modundadır ve darbeli uygulamaları desteklemektedir. Güvenilir bir dağıtım için, radyo arayüzü üzerinde PTP-CLNS, onaylanmış transfer modunu destekler.

PTP-CONS, çoklu paketlerin A abonesinden B alıcısına gönderildiği bir servistir. Kullanıcılar arasında lojik bir bağlantı sağlar. Patlamalı transaktif veya interaktif uygulamaları destekler. Radyo arayüzü üzerinde onaylanmış transfer modundan güvenilir bir dağıtım için yararlanır [20].

4.2. GPRS Sistem Özellikleri

GPRS sistemi GSM sistemine ek bir servis olup internet veya firma LAN'larına veri paketi kullanarak erişmek isteyen son kullanıcıya mobil istasyonu bağlantı cihazı olarak sağlar. MS, GSM telefonu olan bir mobil terminali (MT-Mobil Telefon) ve buna bağlı bir bilgisayar olan terminal cihazını (TE-Terminal Donanım) içerir.

GPRS veri transferi internet protokolüne dayanır. Bu yüzden paket veri iletimi hava arayüzünü içeren uçtan uca kaidesine dayanarak yürütülür.

GSM sistemi telefon için devre bağlaşmalı hava arayüzünü kullanırken GPRS sistemi paket bağlaşmalı hava arayüzünü kullanır ve her ikisi de GSM standartlarına göredir. Bir GPRS şebekesi, bir GSM şebekesinin bir uzantısı olarak görülebilir ve kendine özgü bazı eklemelere ihtiyaç duyar. GPRS sistemini GSM sistemine tanıtmakla, abone ve terminal verisini koordine etmek, bağlamak, idare etmek ve güvenliklerini sağlamak hem devre bağlaşmalı hem de paket bağlaşmalı haberleşme için mümkün olacaktır.

Paket veri fonksiyonu, GSM sistemince sağlanan devre bağlaşmalı servislerle karışmaz.

GPRS sistemi, bir radyo kanalının pek çok MS tarafından meşgul edilmesi olayı ile karakterize edilir. Bir MS, bir veri paketi oluşturduğunda, şebeke paketi uygun olan ilk radyo kanalından gönderir.

Büyük veri miktarlarını içeren bir mesaj transfer edileceğinde pek çok pakete bölünür. Bu paketler adreslerine ulaştığında orijinal mesajı oluşturmak üzere tekrar birleşirler. Alınan bütün paketler veri hafızalarında depo edilir.

İletim esnasında farklı paketler farklı radyo kanallarını kullanır.

GPRS sistemindeki MS, paket bağlaşmalı haberleşme için kullanıldığı gibi hem devre hem de paket bağlaşmalı haberleşme için kullanılır.

4.2.1. Kullanıcı özellikleri

GPRS verinin mobil telefon şebekesi aracılığıyla gönderilmesi ve alınmasını sağlayan yeni ses dışı hizmetlerin eklendiği bir servistir. Günümüz devre bağlaşmalı veri (GSM) ve kısa mesaj servisinin eksikliklerini giderir. Bu eksiklikler şunlardır:

1. Hız
2. Anında Erişim
3. Yeni ve Daha İyi Uygulamalar
4. Servis Erişimi

Hız

GPRS ile, aynı anda sekiz zaman dilimi kullanılarak teorik maksimum hız 171.2 kb/s'ye ulaşır. Bu, GPRS'in bu günün sabit haberleşme şebekeleri üzerinden yapılan veri iletiminden 3 kat daha hızlıdır. GSM şebekelerindeki devre bağlaşmalı veri servislerinden ise 10 kat daha hızlıdır.

Anında erişim

GPRS, ihtiyaç olduğu anda verinin gönderilebildiği veya alınabildiği acil bağlantıları kolaylaştırır. Bir çevirmeli modem bağlantısına gerek yoktur. Bu yüzden GPRS kullanıcıları zaman zaman "daima bağlantılı" olarak nitelendirilir. Anında erişim, GPRS'in GSM devre bağlaşmasına göre avantajlarından biridir.

Yeni ve daha iyi uygulamalar

GPRS, GSM şebekeleri üzerinden daha önce devre bağlaşmasının hız (9.6 kb/s) ve SMS'teki mesaj uzunluğu (160 karakter) sınırlamaları yüzünden uygulanamayan pek çok uygulamaya imkan sağlar. Bunlar GPRS uygulamaları başlığı ile ayrıca anlatılmıştır.

Servis erişimi

1. GPRS uyumlu bir mobil telefon,
2. GPRS desteği sağlayan bir mobil telefon şebekesi aboneliği,
3. Yazılım ve donanım konfigürasyonları içeren mobil telefonların çok özel modellerini kullanarak GPRS verisinin alınması ve gönderilmesi hakkında bilgi sahibi olmak,
4. GPRS üzerinden verinin gönderildiği veya alındığı bir hedef GPRS kullanabilmek için gerekli ve yeterlidir. SMS'te bu hedef genellikle bir mobil telefon olurken GPRS'te bu bir internet adresidir.

4.2.2. Şebeke özellikleri

Paket bağlaşması

GPRS, varolan devre bağlaşmalı GSM şebekelerinde bir paket bazlı hava arayüzünü gerektirir. GPRS standartları şebeke operatörlerine sadece iki yeni altyapı SGSN (Sunucu GPRS Destek Düğümü) ve GGSN (Geçit GPRS Destek Düğümü) düğümüleri eklenmesi ve varolan bazı şebeke elemanlarında yazılım değişikliğine gidilmesiyle oluşur.

GPRS ile veri iletilmeden önce paketlere ayrılır. Paketler farklı yollardan alıcı uca ulaştırılır ve orada tekrar birleştirilerek veri orijinal haline getirilir.

Spektrum verimliliği

Paket bağlaşmasında GPRS radyo kaynakları sadece kullanıcılar veriyi alırken veya iletirken kullanılır. Bir radyo kanalı bir mobil kullanıcıya belli bir süre için tahsis edilmektense, uygun olan radyo kanalları aynı anda pek çok kullanıcı arasında paylaştırılır. Radyo kaynaklarının verimli kullanımı, birçok GPRS kullanıcısının aynı band genişliğini paylaşması demektir. Kullanıcı sayısı, kullanılan uygulamaya ve transfer edilen veri miktarına bağlıdır.

GPRS'in eş zamanlı olarak gerçekleştirdiği işlevler şunlardır;

a. Sanal bağlanırlığı destekleyerek az bulunan radyo kaynaklarını daha verimli tahsis etmek,

b. Devre bağlaşması ile gönderilen trafiği GPRS'e yollamak,

c. GPRS standartları tarafından desteklenen GPRS/SMS ara bağlantısı kullanmak yerine SMS kullanarak gönderilen trafiği GPRS'e yollamak suretiyle işaretleşme kanal yükünü azaltmak.

TDMA ve GSM desteği

GPRS, GSM sayısal mobil telefon standardına dayanan mobil şebekelere uygulanır bununla birlikte Kuzey ve Güney Amerika'da kullanılan IS-136 TDMA standardı da GPRS'i destekler.

İnternet fonksiyonelliği

GPRS, varolan internet ve GPRS şebekesi arasında çalışmaya izin vererek mobil internet fonksiyonelliği sağlar. Sabit internet şebekeleri üzerinden kullanılan servisler (web taraması, FTP, telnet, e-mail, chat...), GPRS'le mobil şebekeler üzerinden de kullanılır.

4.3. GPRS Gereksinimleri

Yeni bir paket veri servisinin gereksinimleri iki kategoride incelenebilir:

1- Kullanıcı gereksinimleri

2- Servis sağlayıcı gereksinimleri

Kullanıcı, yeni, verimli ve pahalı olmayan bir servis ile ilgilenirken servis sağlayıcı böyle bir servisi kar edebilmek amacıyla uygun bir fiyata sağlamayı ister. Gereksinimler varolan ve gelecekte olması mümkün uygulamalar tarafından ayarlanır.

4.3.1. Kullanıcı gereksinimleri

Kullanıcılar için, bir paket radyo servisinin en büyük avantajı trafik hacmine dayanan ücretlendirme imkânıdır. Kullanılmayan iletim kapasitesi için ödeme

yapmaya gerek yoktur. Boş peryotlar sırasında, spekrum verimli olarak diğer kullanıcılara verilir.

Bir diğer gereksinim, varolan çoğu haberleşme uygulamaları ile işlem yapılmasını desteklemesidir. Yeni bir servisin kabul edilebilirliği açısından, modifikasyonlara gerek duyulmaksızın varolan uygulamaları desteklemesi temeldir. GPRS varolan çoğu uygulama için olduğu kadar yeni haberleşme uygulamaları için de çok uygun bir destektir; çünkü sistem maksimum 171.2 kb/s'ye kadar çıkabilen değişken bir iletim kapasitesi sağlamaktadır. Bu kadar yüksek hızı ise şu şekilde açıklayabiliriz: 200 kHz band genişliğine sahip GSM frekans kanalı 270.833 kb/s'lik bir bit hızına sahiptir. Bu hız toplam 8 zaman diliminin birlikte olduğu bir hızdır. GPRS sisteminde 8 zaman diliminin birden fazlası paket veri iletimi için kullanılarak yüksek iletim hızlarına çıkılır.

Ayrıca, sistemde yeni servisleri ve uygulamaları kendine çekebilecek bir esneklik olmalıdır. Servis, hem bağlantısız hem de bağlantı yönelimli iletimi sağlamalıdır.

Noktadan noktaya olan veri iletimin bir noktadan çok noktaya olan veri iletimi kadar iyi desteklenmesi önemlidir. Günümüzde kullanılan haberleşme uygulamaları genelde noktadan noktaya kategorisindedir. Bir noktadan çok noktaya hizmetler, diğer kablosuz şebekelerce hizmet verilmesi gereken yeni servislerin tanıtımı için imkân sağlar. Bir noktadan çok noktaya hizmetleri için gereksinimler, önceden belirlenmiş coğrafi bir alanda veri transferini iyi yapabilme yeteneğidir.

4.3.2. Servis sağlayıcı gereksinimleri

Şebeke operatörlerinin görüşüne göre, az olan sistem kaynakları verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Özellikle veri servislerinde, iletimin patlamalılığı hava

arayüzünün ve şebeke kaynaklarının her iletimin verimini çok fazla düşürmeden pek çok kullanıcı tarafından paylaşılmasına imkân sağlar.

Servis, küçük miktarların sık olan iletimini ve küçük veya orta miktarların sık olmayan iletimlerinin trafik karakteristikleri ile ilgili uygulamaları için hedeftir. Bu durum sistemin yeni servisleri ve uygulamaları kendine çekmesine neden olur. Paket radyo spektrumunun bloke olmasını önlemek amacı ile büyük miktarların iletimi devre bağlaşmalı kanallar üzerinden yapılır. Yeni servis varolan GSM servislerini performans ve sermaye gereksinimleri açısından kopyalayan servisler için bir temel olarak kullanılmamalıdır. Paket radyo ve servislerin diğer kısımları arasındaki mevcut kaynakların paylaşılmasındaki esneklik, kapasite gereksinimlerinin dinamik olarak değişmesinden dolayı önemlidir.

Servisin kurulması varolan servislerin işleyişini riske etmez. Sistemi yeni yazılım ve donanım ile güncellemek zordur; çünkü yapılması gereken pek çok test vardır. Varolan servisler ile pek çok bağlılığı olan yeni bir servisin tanıtılmasıyla daha önceden yapılmış olan pek çok testin tekrar edilmesi gerekir. Servisin diğer servislerden bağımsız olması halinde operatörlere ve üreticilere daha az test yapma gerekliliği ortaya çıkar.

Yeni paket radyo servisinin varolan sistem mimarisinde önemli değişikliklere gerek duymamasından dolayı, yeni mimarinin daha sonra diğer sistemlerde kullanılabilecek kadar esnek olması gerekir. Paket radyo servisinin tanıtımı hava arayüzünde düşük seviye protokollerinde bir değişikliğe gidilmeksizin yapılabilmelidir. Şebeke mimarisi ve yüksek seviye protokolleri tekrar kullanılabilir olmalıdır.

4.4. GPRS Sınırlamaları

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

1. Bütün kullanıcılar için sınırlı hücre kapasitesi,
2. Gerçek hızın teorik hızdan çok küçük olması,
3. Alt optimal modülasyon,
4. İletim gecikmeleri,
5. Depolama mekanizması yokluğu.

Bütün kullanıcılar için sınırlı hücre kapasitesi

GPRS, bir şebekenin varolan hücre kapasitesini etkiler. Farklı kullanıcılara konuşlandırılabilecek sınırlı radyo kaynağı vardır. (Bir amaç için kullanım farklı bir amaç için kullanımı engeller.) GPRS kanal tahsisatını dinamik olarak yönetir ve trafiğin yoğun olduğu saatlerde kısa mesajları GPRS kanalları yerine işaretleşme kanallarından gönderir. Bunun sonucunda, SMS için farklı tipte bir radyo kaynağını kullanan bir taşıyıcıya gerek vardır.

Gerçek hızın teorik hızdan çok küçük olması

Teorik maksimum 171.2 kb/s'lik hıza ulaşmak için tek bir kullanıcının bütün zaman dilimlerini (8 tane) hiçbir koruma olmaksızın kullanması gerekir. Ancak bir şebeke operatörü bütün zaman dilimlerini tek bir GPRS kullanıcısına tahsis etmez. Ayrıca, GPRS terminalleri bir, iki veya üç zaman dilimini kullanır. Bu sebepten bir GPRS kullanıcısına verilen band genişliği sınırlıdır. Şebeke ve terminallerdeki kısıtlamalar da göz önüne alınarak teorik maksimum GPRS hızları kontrol edilmelidir. Mobil şebekeler sabit şebekelere göre daha küçük veri iletim hızları için uygundur.

Alt optimal modülasyon

GPRS, Gaussian minimum kaydırmalı anahtarlama (GMSK) tekniğine dayanır. EDGE ise 8 PSK-faz kaydırmalı anahtarlama olarak bilinen ve hava arayüzünden çok daha fazla bit hızına izin bir modülasyon tekniği kullanır.

8 PSK, UMTS için de kullanılacağından, şebeke operatörlerinin 3G mobil telefon sistemlerine geçiş için 8 PSK'yı kullanmaları gerekmektedir.

İletim gecikmeleri

Aynı adrese gidecek olan GPRS paketleri farklı yolları kullanır. Bu durum, radyo hattı üzerinden veri iletimi sırasında bazı bilgilerin kaybolmalarına veya bozulmalarına yol açmaktadır. GPRS standartları kablosuz paket teknolojilerinin bu doğal özelliği bilinerek veri bütünlüğü ve tekrar iletim stratejilerini birleştirir. Bunun sonucunda ise potansiyel iletim gecikmeleri meydana gelir.

Bu yüzden yayın kalitesi gerektiren uygulamalar HSCSD (Yüksek Hızda Devre Anahtarlamalı Veri) kullanılarak gerçekleştirilir. HSCSD, bir kullanıcının aynı anda dört ayrı kanalı kullanabildiği bir devre bağlaşmalı veri servisidir. HSCSD alıcı ile verici arasında uçtan uca bağlantı özelliği ile iletim gecikmeleri azalır.

Depolama mekanizması yokluğu

SMS'deki depolama ve iletme fonksiyonları SMS'in en önemli özelliklerinden biri iken GPRS standartlarında depolama mekanizması yoktur.

4.5. GPRS Uygulamaları

GPRS için mümkün olan uygulamalar bir diz üstü bilgisayardaki haberleşme imkânlarından düşük iletim hızlı özel uygulamalara kadar yayılır. Bazı PC (Kişisel Bilgisayar) uygulamaları GSM veri servisleri ile kullanılmaktadırlar ancak bu uygulamalar GPRS ile çok daha ekonomik olarak yapılabilir.

Mobil PC ofis kullanıcılar için, her yerden ofis ortamında çalışma imkânı sağlar. GPRS'in en önemli uygulamalarından bazıları, e-posta alım ve iletimi, dosya transferi ve internetle www dolaşımıdır. e-posta mesajlaşmasında GPRS'in iki avantajından biri ücretlendirmenin iletilen veri miktarına bağlı olarak yapılmasıdır

diğeri ise bağlantının tüm zaman boyunca açık tutulabilmesidir. www taramasında da ücretlendirme aktif olarak iletilen ve alınan veriye göre yapılır.

Dosya transferinde, küçük dosyalar çağırma kurma süresi olmadığından dolayı hızlıca iletililir.

Tablo 4.3 GSM, GPRS ve UMTS uygulamalarının karşılaştırılması

Örnek Uygulamalar	GSM	GPRS	UMTS (3G)
Konuşma	•	•	•
Kısa Mesaj (SMS)	•	•	•
Telemetri		•	•
E-posta, Dosya Yükleme		•	•
İnternet Dolaşımı		•	•
Eğlence (oyun, müzik, vs)		•	•
Kurumsal Uygulamalar		•	•
Görüntülü Konuşma			•
Video klipler			•
Çoklu ortam Uygulamaları			•

GPRS küçük veri miktarlarının sık olmayan iletimini gerçekleştiren uygulamalar için büyük bir market oluşturur. Bu tip haberleşme imkânlarından yararlanacak pek çok elektriksel cihaz vardır. Bu tez çalışmasında da GSM/GPRS terminali kullanılmıştır. Gerçekleştirilen sistem beşinci bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

GPRS radyo cihazına bağlanmış sayısal kameradan bir internet sitesine görüntüleri göndermek suretiyle, fotoğraf, resim, statik web sayfaları, prezentasyonlar gibi hareketsiz görüntüler mobil telefon şebekeleri üzerinden alınıp gönderilir.

Tablo 4.3 GSM, GPRS ve UMTS uygulamalarının karşılaştırılması görülmektedir [21].

Buraya kadar kablosuz ağ teknolojilerinden GSM ve GPRS konusu incelendi. Sonraki bölümde LMDS konusu incelenecektir.

4.6. LMDS

LMDS, Genişband Kablosuz Erişim (WBA) çalışmasının bir ürünüdür. LMDS, genişband, noktadan çok noktaya ve 20 GHz üzerinde frekanslarda işletilen kablosuz bir haberleşme sistemidir. LMDS kavramı içinde;

L (yerel), bu frekans bandında yapılan yayının tek bir hücrenin kapsadığı alan içinde kalmasını belirtir. Bir metropolit içinde LMDS'in merkez ile kullanıcı arasındaki iletimi 8 km kadardır.

M (çoklu nokta), sinyalin noktadan çok noktaya veya yayın metoduyla (broadcast) iletilmesidir.

D (dağıtım), ses, data, internet ve video trafik sinyallerinin zamanında dağıtılmasıdır.

S (sistem), operatör ve kullanıcı arasında ilişkiyi içerir. Bir LMDS ağı boyunca hizmetler operatöre bağlı olarak seçilen işleri sunar [22].

Kablosuz MAC protokolleri

Kablosuz ortam yani paylaşılmış ortam üzerinde, çoklu trafik akış iletimlerini düzenlemek için MAC protokolü kullanılır. MAC protokolleri, iletim ortamının kullanıcıdan baz istasyonuna (uplink) ve baz istasyonundan kullanıcıya (downlink) olan kanalların aynı anda çift yönlü olarak kullanılması (duplexing) farkı ile ayrılır. Bu nedenle MAC protokolleri, iletim ortamını çift yönlü kullanma (duplexing) yöntemine göre Frekans Bölmeli (FDD) ve Zaman Bölmeli (TDD) olarak ikiye ayrılır [23].

TDD yönteminde, alış ve veriş (uplink, downlink) kanallarında aynı frekans bandı ayrı zaman dilimlerinden (time slot) faydalanır. Asimetrik bağlantılar için çok uygundur. FDD yönteminde, alış ve veriş yönünde farklı frekans bandına sahip iki tek yönlü kanal tahsis edilir. Terminaller sinyalleri eş zamanlı olarak alır ve iletir. Kısa mesafeli radyo haberleşmesinde TDD yöntemi daha çok kullanılır. Uzun mesafelerde zaman gecikmesi fazla olacağından FDD yöntemi daha avantajlıdır.

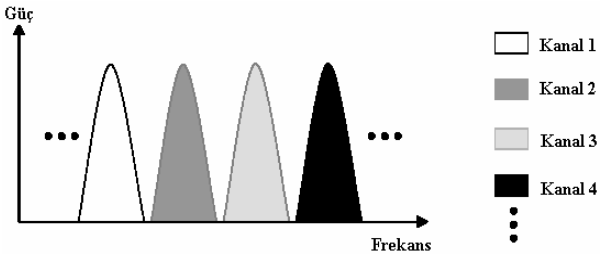
4.7. Çoklu Erişim Yöntemleri

Çoklu erişim şekli kanal tahsisini ayarlamak için gereklidir. Çoklu erişim yöntemleri, veri transfer ortamının kullanıcılar arasında nasıl paylaşıldığını tanımlar. Çoklu erişim yöntemleri temel olarak; FDMA, TDMA ve Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA) olarak verilebilir. Bu teknikler de kendi aralarında dar bant (narrowband) geniş bant (wideband) sistemler olarak gruplandırılabilir.

Dar bant çoklu erişim sistemlerinde mevcut bant genişliği çok sayıda dar bantlı kanallara bölünür. Dar bant FDMA sisteminde her kullanıcıya diğerleri tarafından kullanılamayan frekans kanalı tahsis edilir. Diğer taraftan, dar bant TDMA sisteminde frekans kanalları zaman aralıklarına bölünerek çok sayıda kullanıcının aynı frekans kanalını farklı zaman aralıklarında kullanması sağlanır. FDMA/FDD, TDMA/FDD ve TDMA/TDD gibi çoklu erişim sistemleri dar bant uygulamalara örnektir. Geniş bant TDMA sisteminde, frekans kanalı çok sayıda zaman aralıklarına bölünerek kullanıcıların aynı frekans kanalını farklı zamanlarda kullanabilmesi sağlanır. Böylece, belirli bir anda bant genişliğinin tamamı sadece bir kullanıcı (aktif slotun sahibi) tarafından değerlendirilir. Geniş bant CDMA sisteminde ise, frekans kanalı aynı zamanda çok sayıda kullanıcıya hizmet verir. Geniş bant sistemleri iletim ortamını çift yönlü kullanma yöntemlerinden FDD ya da TDD'yi kullanır.

4.7.1. FDMA

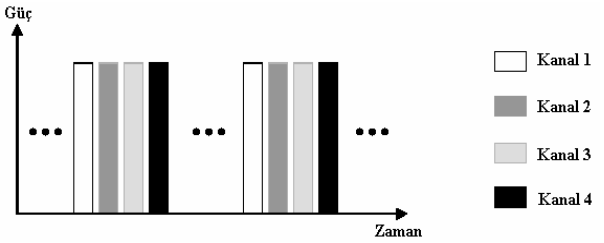
FDMA tekniğinde, toplam bant genişliği bağımsız frekans kanallarına bölünerek her bir kullanıcıya özel bir frekans kanalı atanır. Aynı iletim ortamına, aynı anda, çok sayıda kullanıcının erişmesine imkân verilir. Şekil 4.1'de gösterildiği gibi her bir sinyal, ilgili bant genişliğindeki belirli bir frekans aralığına modüle edilir.



Şekil 4.1 FDMA kanallarında uygulama

4.7.2. TDMA

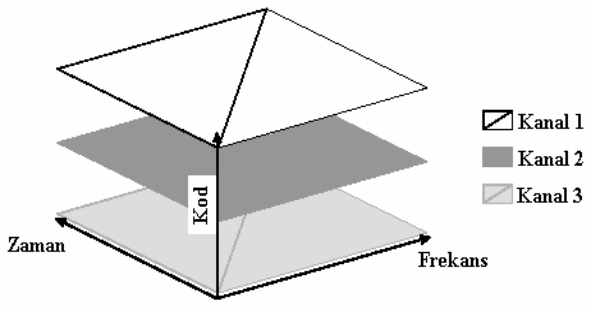
Bu uygulamada iletişimde çerçeveler özel zaman dilimlerine bölünürler. Her frekans zaman dilimine ayrıldığından kullanıcılar aynı frekansı fakat farklı zamanda aynı anda kullanırlar. Her kullanıcı kendine ait frekans kanalını kullanır. Şekil 4.2'de TDMA tekniğinin uygulaması görülmektedir.



Şekil 4.2 TDMA'nın zaman slotlarına bölünmesi

4.7.3. CDMA

CDMA yönteminde tüm kullanıcılar aynı frekans bandını kullanır ve aynı anda iletim yapar. CDMA tekniğinde tüm kullanıcılar aynı frekans bandını kullanabileceğinden, iletişim kanalının paylaştırılmasıyla ilgili herhangi bir planlamaya gerek kalmaz. Şekil 4.3'de gösterildiği gibi CDMA'da göndericiler, aynı kanal içinde aynı zaman aralığında iletimi sağlar.



Şekil 4.3 CDMA tekniği zaman-frekans karakteristiği

Modülasyon teknikleri ve sistem kapasitesi

TDMA ve FDMA için modülasyon seçenekleri hemen hemen aynıdır. Genişband kablosuz LMDS sistemleri için modülasyon metotları genellikle Faz Kaymalı Anahtarlama (PSK) ve genlik modülasyonu teknikleri; BPSK (ikili PSK), QPSK (dörtlü PSK), DQPSK (türevsel QPSK), 8PSK, 4QAM (Dörtlü Genlik Modülasyonu), 16QAM ve 64 QAM gibi çeşitli türevleri kullanılır. LMDS sistemler için kapasite, veri iletim hızı ve kullanıcı cihazlarının maksimum sayısı ile ölçülebilir. TDMA ve FDMA bağlantılar için veri iletim hızları farklıdır. TDMA veri iletim hızı FDMA'de sağlanan veri iletim hızının %80'ni civarındadır. Bir sistemin toplam kapasitesi genellikle mevcut frekans kaynakları ile belirlenir. QPSK modülasyonu kullanan bir hücresel sistemde 2 GHz bir sistemin kapasitesi veriş ve alış yönleri için hücre başına 1,5 Gbps'dir. Hücre başına kullanıcı sayısı kullanılabilir frekans aralığı ve sektör sayısı ile orantılıdır. 250 MHz alış band genişliğinin söz konusu olduğu bir durumda 5 MHz'lik kanallar kullanılarak, kanal başına 64 Kbps taşıma kapasitesi ile, 4000 kullanıcıya; [80x(250MHz/5MHz)] 64 Kbps'lik erişim hizmeti sunar. Ayrıca zaman paylaşımlı bir modelde tüm kullanıcıların aynı anda ağa erişmeyeceğini düşünerek öngörülecek bir oranla daha fazla sayıda abone edinilmesi mümkündür [24].

LMDS ağ mimarisi

LMDS, noktadan çok noktaya ve 20 GHz üzerindeki frekanslarda (ülkedeki lisanslamaya bağlı olarak 28, 38 veya 40 GHz) işletilen ve 1,3 GHz bant genişliği

sağlayan geniş bantlı kablosuz haberleşme sistemleridir. Bu frekans değerleri ile her kullanıcıya, 38 Mbps'ye kadar kesintisiz veri transferi imkânı sağlanır. Bu sistem, dijital iki yollu ses, veri, internet ve video servisleri sağlamak için kullanılır. LMDS ses, veri ve video gibi veri kombinasyonlarını noktadan çok noktaya kablosuz yayın hizmeti ile sağlayan bir sistemdir. Bu nedenle ATM ve IP iletim teknolojileri ile uygulanır. LMDS ağ yapısı;

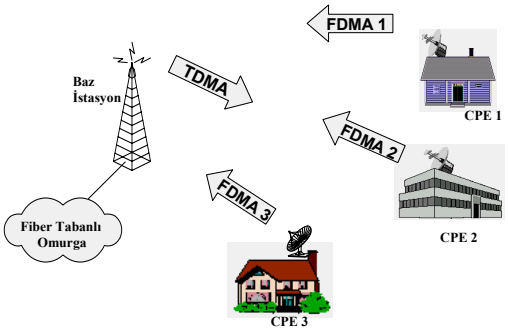
1.Ağ İşlem Merkezi (NOC),

2.Fiber Tabanlı Omurga,

3.Baz İstasyonları ve

4.Kullanıcı Cihazları (CPE)

olmak üzere 4 temel kısımdan oluşmaktadır. LMDS ağ mimarisi Şekil 4.4'de görülmektedir.

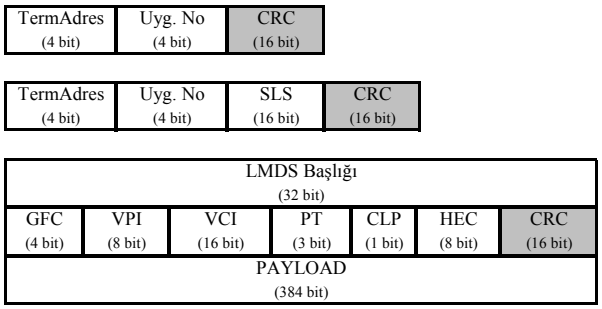


Şekil 4.4 LMDS ağ mimarisi

LMDS içinde merkez hub ile bütün uzak sunucular arasındaki bağlantılar noktadan-çok noktaya kablosuz geniş bant kullanılarak haberleşir. Hücreler ise merkez ağ aracılığı ile birbirlerine bağlantılıdır. LMDS, mantıksal olarak ATM ağ üzerinden birbirleri ile olan bağlantılarını sanal devreler (Sanal Devre-VC) ile ve öncelikli trafik için bazı hızlı yönlendiriciler ile sağlar. Hizmet kalitesi desteği ile trafik sınıfları, IP başlığının TOS alanında tanımlanır. Bütün trafik baz istasyonu üzerinden akar; çünkü radyo kanalları üzerindeki bant genişliği tahsisini baz istasyonu kontrol etmektedir. Sabit geniş bantlı erişim sistemlerinde baz istasyonu; abone istasyonlarının trafik anlaşmasına göre QoS parametrelerini ve bant genişliği isteklerini planlar ve tahsis eder.

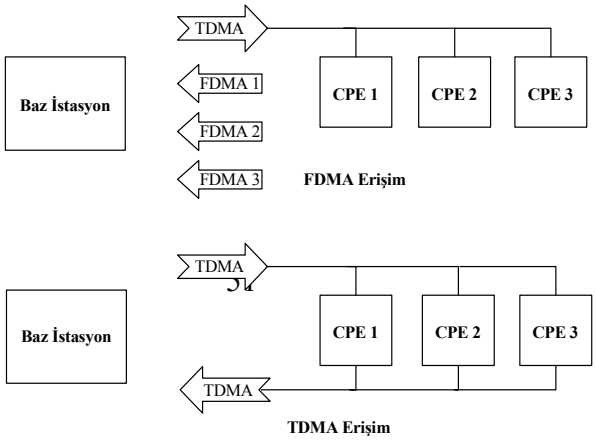
LMDS üzerinde geri dönüş kanalında TDMA kullanılır. Bu erişim şeklinde MAC protokolü farklı kullanıcılar için zaman slotlarını ayırır. Her bir abone tanıtma

verici merkezi (CPE), sadece kendisi için ayrılan zaman slotunu kullanarak iletim yapar. Bu erişim şeklinde çerçeveler (frame) 3 ms ile 6 ms arasında bir uzunluğa sahiptir. Kanal bant genişliği 20 MHz ile 40 MHz arasında belirlenir. Çerçeveler içindeki zaman slotlarının sayısı; başlama ve rasgele erişim slotları olmak üzere ayrılır. Zaman bölümleri 68 byte'tan oluşur. 4 byte ön-ek ve son sırada 1 bayt'lık koruma bulunur. Kalan 63 byte içinde 53 byte'lık bilgi ve RS kodu kullanmak için 10 bayt'lık eşlik-kontrol içerir. Geri dönüş kanalı, her blokta 5 byte hata doğrulama ve 8 bit kod slotu bir ATM hücre ile taşınır. RS kodlamadan önce veri, byte'lar şeklinde rasgele dağıtılır. Kanal filtreleme, kaynak ve hedef arasında eşit olarak bölünmüş, Yükseltilmiş Kosinüs Nyquist tip kullanılır. Şekil 4.5'de LMDS paket formatı gösterilmiştir.



Şekil 4.5 LMDS paket formatı

Kullanıcı cihazları baz istasyona erişim için TDMA, FDMA veya CDMA çoğullama yöntemlerini kullanır. Erişim yapılandırmalarında kullanıcılara sunulan hizmet türleri belirleyicilik sağlar. Uygulamada kullanıcıdan baz istasyona (uplink) bağlantıda FDMA ile her kullanıcıya ayrı bir band genişliği tahsisi tercih edilirken, baz istasyondan kullanıcıya (downlink) bağlantıda yaklaşım TDMA ile alış kanalının ortaklaşa kullanılmasıdır. Bu şekildeki bir erişim mekanizması ile alış yönünde noktadan çok noktaya bağlantı, veriş yönünde ise noktadan noktaya (point-to-point) bağlantı sağlanır (Şekil 4.6) [25].



Şekil 4.6 FDMA ve TDMA bağlantı

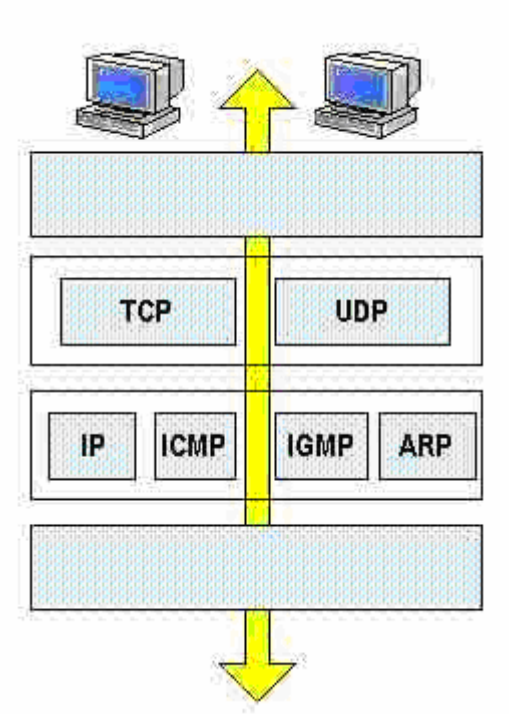
4.8. İletişim Protokolleri ve Protokol Kümesi

Açık protokoller ve firmaya bağlı olan protokoller olmak üzere 2 tür protokol vardır. Açık protokoller TCP/IP gibi herhangi bir firma tarafından değil de geniş toplulukların oluşturdukları komiteler tarafından yönetilirler. Bu protokoller diğer protokollerle uyumlu çalışırlar. Firma protokolleri ise bir firma tarafından özellikle kendi işletim sistemi ve ürünleri için tasarlanmış protokollerdir. Örneğin Novell'in IPX/SPX ve Banyan firmasının protokolleri bu sınıfa girer.

Katmanlara ayrılmış protokollere ise protokol kümesi denir. Küme içindeki protokoller iletişimdeki paketleme, gönderme ve alma gibi işlemleri yerine getirirler. Uygulama kümesinde uygulamadan-uygulamaya verilerin iletimini sağlar. Gönderme kümesinde ise bilgisayarlar arasındaki iletişim oturumunu başlatır ve güvenilir bir şekilde verilerin gönderilmesine zemin hazırlarlar. Network kümesinde ise bağlantı servislerini oluşturur. Bu protokoller adresleme ve yönlendirme (routing) bilgilerini işlerler. Protokollerin görevi iki bilgisayar arasındaki iletişim kurallarını düzenlemek ve verilerin gönderilmesini sağlamaktır.

4.8.1. TCP/IP protokol kümesi

TCP/IP çok sayıda protokol ve yardımcı programlardan oluşan bir protokol kümesidir (protocol stack).



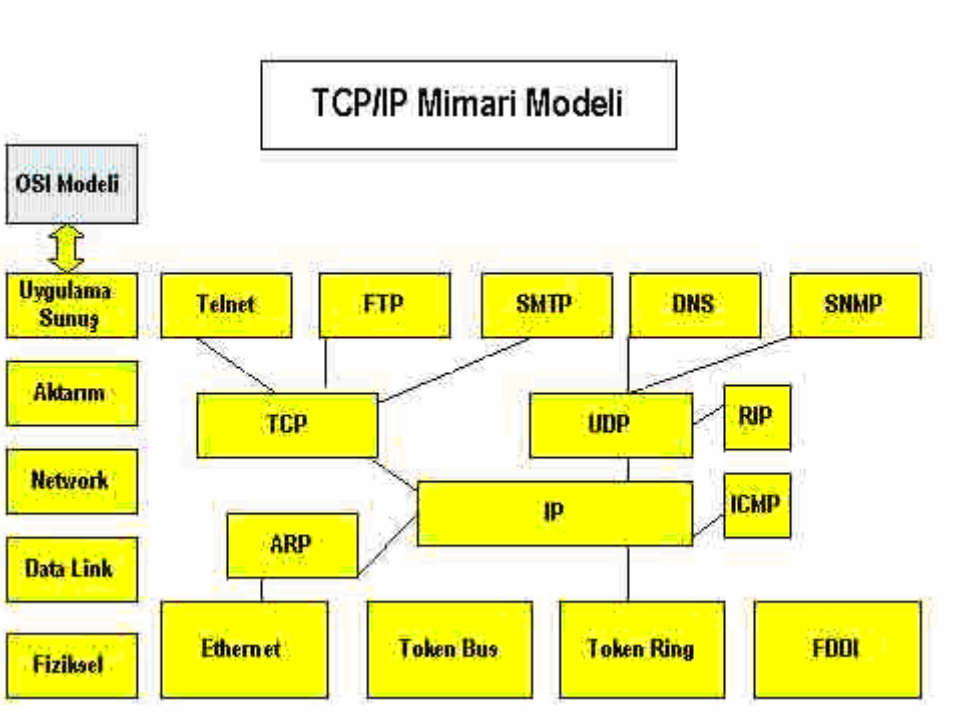
Şekil 4.7 TCP/IP protokol kümesi

TCP/IP protokol kümesinin,

- Üreticiden bağımsız olması,
- Değişik ölçekli bilgisayarları birbirine bağlayabilmesi,
- Farklı işletim sistemleri arasında veri alışverişi için kullanılabilmesi,
- UNIX sistemleriyle tam uyumlu olması,
- Birçok firma tarafından birinci protokol olarak tanınması ve kullanılması,
- İnternet üzerinde kullanılması,
- Yönlendirilebilir protokol olması,
- Yaygın bir adresleme şemasına sahip olması…vb özellikleri TCP/IP'nin yaygın olarak kullanılmasını sağlar. TCP/IP protokolü ileriki konularda tekrar ele alınacaktır.

TCP/IP mimarisi

TCP/IP, OSI 3 ve 4. katmanda çalışan bir protokoldür. Şekilde de görüldüğü gibi TCP/IP data link ve fiziksel katmanda bağımsız olarak çalışmaktadır.



Şekil 4.8 TCP/IP mimarisi

TCP/IP protokol kümesi altı çekirdek protokol ve bir dizi yardımcı program (utility) içerir. TCP/IP protokol kümesinin içerdiği altı çekirdek protokol şunlardır;

- TCP
- UDP
- IP
- ICMP
- IGMP
- ARP

Yardımcı programlar şunlardır :

Ping programı: Konfigürasyonu kontrol eder ve bağlantıyı test eder.

FTP: Windows bilgisayarlar ile TCP/IP hostları arasında tek yönlü dosya transferini sağlar.

TFTP: Windows bilgisayarlar ile TCP/IP hostları arasında UDP kullanarak tek yönlü dosya transferini sağlar.

Telnet: Terminal öykünümünü sağlar.

RPC : UNIX host bilgisayar ile Windows bilgisayar arasında dosya kopyalar.

RSH : UNIX hostundaki komutları çalıştırır.

REXEC: Uzak bir bilgisayardaki bir işlemi çalıştırır.

Finger: Uzak bilgisayar hakkında bilgi sağlar.

ARP: Yerel olarak düzenlenmiş IP adreslerinin ön belleğini hazırlar.

IPCONFIG: Mevcut TCP/IP konfigürasyonunu gösterir.

NBTSTAT: IP adresleriyle düzenlenmiş NetBIOS bilgisayar adlarını görüntüler.

Netstat: TCP/IP protokolünün çalışması ilgili bilgileri görüntüler.

Route: Yerel yönlendirme tablosunu gösterir ve değiştirilmesini sağlar.

Hostname: RCP, RSH ve REXEC programlarının kimlik denetimini yaparak yerel bilgisayarın adını döndürür.

1. TCP

TCP, iki bilgisayar arasında veri transferi yapılmadan önce bağlantının kurulması ve veri iletiminin garantili olarak yapıldığı bir protokoldür. TCP iletişiminde veri paketleri kullanılır. Ayrıca gönderen ve alan uygulamalarda da port bilgisi eklenir. Port (çıkış), kaynak ve hedef uygulamanın iletişimini sağlar.

TCP, güvenilir ve bağlantı temelli bir servistir. Bağlantı temelli olması bağlantının bilgisayarlar arasında veri değişiminden önce yapılması anlamına gelir. Güvenilir olması ise iletimin kontrolünün yapılması ile ilgilidir. Belli aralıklarla ACK bilgisi ile veri gönderimi kontrol edilir.

TCP byte-stream iletişimi kullanır. Bu yöntemde TCP segmentlerindeki datalar bir bayt dizisi olarak işlenir. Tablo 4.4'de TCP header içindeki ana alanlar yer almaktadır.

Tablo 4.4 TCP Header içindeki ana alanlar

Alan	**İşlevi**
Source Port	Gönderenin TCP portu
Destination Port	Alanın (hedefin) TCP portu
Sequence Number	TCP segmenti içindeki birinci baytın sıra numarası

Window	TCP ara bellek (buffer) alanının şu anki mevcut büyüklüğü
TCP Checksum	TCP header ve TCP datanın bütünlüğünü kontrol etmek için kullanılır

2. UDP

UDP'de bir gönderim katmanı protokoldür. Ancak UDP iletiminde sağlama yapılmadığı için gönderim garantisi olmaz. Broadcast iletiminde, az miktardaki verilerin iletiminde UDP paketleri kullanılır. UDP iletimi, gönderimin garanti edilmediği connectionless türü bir iletişim kurar.

UDP Servisi

UDP bağlantısız datagram servisidir. UDP kaybolan verilerin kurtarılması konusunda herhangi bir garanti vermez. Bu nedenle güvenilir bir protokol olarak nitelendirilmez.

UDP alınan verilerin garantisine gereksinim duymayan uygulamalar tarafından kullanılır. NetBIOS name servisleri, NetBIOS datagram servisi ve SNMP servisleri UDP kullanan uygulamalara örnektir. Aşağıdaki tabloda UDP header içindeki ana alanlar yer almaktadır.

Tablo 4.5 UDP Header içindeki ana alanlar

Alan	İşlevi
Source Port	Gönderen bilgisayarın UDP portu.
Destination Port	Alıcı bilgisayarın UDP portu.
UDP Checksum	UDP header ve UDP datasının kontrolü için kullanılır.

3. IP

Hedef bilgisayarın network üzerindeki yerini bulur. Paketlerin adreslenmesi ve network üzerindeki bilgisayarlar arasında yönlendirilmesini sağlar. IP iletimi de UPD gibi gönderimin garanti edilmediği bağlantısız türü bir iletişim kurar.

IP, iki bilgisayar paketlerinin yönlendirilmesini sağlayan bağlantısız bir protokoldür. Bağlantısız olması oturumun iletişimden önce kurulmamasıyla ilgilidir. Bununla birlikte veri iletimindeki başarı da garantili olmaz. İletimin garantisi daha üst düzey protokol olan TCP ile sağlanır. Bir IP paketi bir IP Header (başlık bilgisi) ve bir IP payload'tan oluşur.

4. ARP

Network üzerindeki bilgisayarlar (host) iletişim kurmak için bir birlerinin donanım adreslerini (MAC adresi) bilmeleri gerekir. ARP, broadcast (genel yayın) temelli çalışan ağlarda donanım adresini bulmak için kullanılır.

ARP, donanım adresini bulduktan sonra, IP adresini ve donanım adresini ARP cache olarak adlandırılan bir alanda saklar. Bu bir sonraki istenilen hedef adresinin fiziksel yerinin kolayca bulunmasını sağlar. ARP cache içinde statik ve dinamik adresler bulunur. Dinamik kayıtlar otomatik olarak eklenir ve silinir. Statik adresler ise bilgisayar restart edilinceye kadar bellekte kalır.

Uzak bir IP adresinin çözülmesi

Eğer hedef IP adresi uzaktaki bir network'e ait ise, bir ARP broadcast sayesinde router bulunur ve datagramlar hedef bilgisayarlara ulaştırılır.

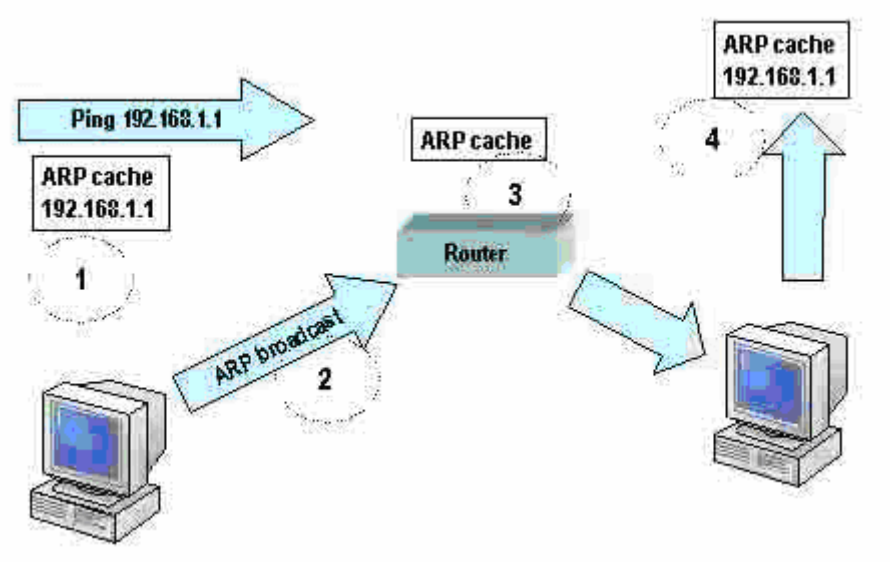
Bu işlem 4 adımdagerçekleştirilir:

1) İletişim isteği başlatıldığında, hedef IP adresi uzak adres olarak tanımlanır.

2) Belirtilen gateway için bir eşleşme bulunmadığında bir ARP isteği yayınlanır. ARP isteği hedef host için değil de gateway adresi yapılır.

3) Router'da IP hedef adresinin yerel ya da uzak olduğunu belirler. Eğer adres yerelse, router donanım adresini bulmak için ARP'yi kullanır. Eğer adres uzaksa, router kendi routing tablosuna bakar.

4) Hedef bilgisayar isteği aldıktan sonra, bir ICMP yanıtı düzenler. Belirtilen gateway'in donanım adresi ARP cache içinde yoksa, onu sağlamak için bir ARP broadcast kullanılır.



Şekil 4.9 Uzak IP adreslerinin çözülmesi

4.8.2. Yedi katmanlı OSI protokol kümesi

OSI protokol kümesi, verinin bir bilgisayar üzerinde bir program'dan, ağ ortamından geçerek diğer bir bilgisayar üzerindeki diğer bir programa nasıl ulaşacağını tanımlar. Model bu süreci 7 katman halinde inceler. Bu katmanlar Tablo 4.6'da yer almaktadır.

Tablo 4.6 OSI Modeli katmanları

Layer 7 - Application	7. Katman - Uygulama
Layer 6 - Presentation	6. Katman - Sunum
Layer 5 – Session	5. Katman – Oturum
Layer 4 – Transport	4. Katman – Taşıma
Layer 3 – Network	3. Katman - Ağ
Layer 2 - Data Link	2. Katman - Veri Bağlantısı

Layer 1 – Physical	1. Katman - Fiziksel

Uygulama katmanı veriyi sunum katmanına sunum ise oturum katmanına aktarır. Bu şekilde veri fiziksel katmana kadar ulaşır. Veri alımında ise bu işlem tam tersi şekilde gerçekleşir. OSI Modelinde her katman çözülmesi gereken problemleri tanımlar. Bu katmanda çalışan aygıt ve protokoller ise bu problemlere çözüm getirir. Fiziksel katman (en alt katman) fiziksel ağ ortamına (örneğin ağ kablosuna) en yakın katmandır. Esas olarak bilgiyi kablodan aktarmakla görevlidir.

Katman 1: Fiziksel katman verinin kablo üzerinde alacağı fiziksel yapıyı tanımlar. Diğer katmanlar 1 ve 0 değerleriyle çalışırken, 1. katman 1 ve 0'ların nasıl elektrik, ışık veya radyo sinyallerine çevrileceğini ve aktarılacağını tanımlar. Gönderen tarafta 1. katman 1 ve 0'ları elektrik sinyallerine çevirip kabloya yerleştirirken, alıcı tarafta 1. katman kablodan okuduğu bu sinyalleri tekrar 1 ve 0 haline getirir.

Fiziksel katman veri bitlerinin karşı tarafa, kullanılan medya (kablo, fiber optik, radyo sinyalleri) üzerinden nasıl gönderileceğini tanımlar. İki tarafta aynı kurallar üzerinde anlaşmamışsa veri iletimi mümkün değildir. Örneğin bir taraf sayısal 1 manasına gelen elektrik sinyalini +5 volt ve 2 ms süren bir elektrik sinyali olarak yolluyor, ama alıcı +7 volt ve 5 ms'lik bir sinyali kabloda gördüğünde bunu 1 olarak anlıyorsa veri iletimi gerçekleşmez.

Fiziksel katman bu tip çözülmesi gereken problemleri tanımlar. Üreticiler (örneğin ağ kartı üreticileri) bu problemleri göz önüne alarak aynı değerleri kullanan ağ kartları üretirler. Böylece farklı üreticilerin ağ kartları birbirleriyle sorunsuz çalışır.

Katman 2: Veri Bağlantısı Katmanı, fiziksel katmana erişmek ve kullanmak ile ilgili kuralları belirler. Veri bağlantısı katmanının büyük bir bölümü ağ kartı içinde gerçekleşir. Veri bağlantısı katmanı ağ üzerindeki diğer bilgisayarları tanımlama, kablonun o anda kimin tarafından kullanıldığının tespiti ve fiziksel katmandan gelen verinin hatalara karşı kontrolü görevini yerine getirir.

Veri bağlantısı katmanı iki alt bölüme ayrılır. Bunlar MAC ve LLC'dir. MAC alt katmanı veriyi hata kontrol kodu (CRC), alıcı ve gönderenin MAC adresleri ile beraber paketler ve fiziksel katmana aktarır. Alıcı tarafta da bu işlemleri tersine yapıp

veriyi veri bağlantısı içindeki ikinci alt katman olan LLC'ye aktarmak görevi yine MAC alt katmanına aittir. LLC alt katmanı bir üst katman olan ağ katmanı (3. katman) için geçiş görevi görür. Protokole özel mantıksal portlar oluşturur (SAPs). Böylece kaynak makinede ve hedef makinede aynı protokoller iletişime geçebilir (TCP/IP<-->TCP/IP gibi). LLC ayrıca veri paketlerinden bozuk gidenlerin (veya karşı taraf için alınanların) tekrar gönderilmesinden sorumludur. Alıcının işleyebileceğinden fazla veri paketi gönderilerek boğulmasının engellenmesi de LLC'nin görevidir.

Katman 3: Ağ Katmanı veri paketine farklı bir ağa gönderilmesi gerektiğinde yönlendiricilerin kullanacağı bilginin eklendiği katmandır. Örneğin IP protokolü bu katmanda görev yapar.

Katman 4: Taşıma Katmanı üst katmanlardan gelen veriyi ağ paketi boyutunda parçalara böler. NetBEUI, TCP ve SPX gibi protokoller bu katmanda çalışır. Bu protokoller hata kontrolü gibi görevleri de yerine getirir. Taşıma katmanı alt katmanlar ve üst katmanlar arasında geçit görevini görür. Alt katmanlar verinin ne olduğuna bakmandan karşı tarafa yollama işini yaparken üst katmanlarda kullanılan donanım ile ilgilenmeden verinin kendisi ile uğraşabilirler.

Katman 5: Oturum Katmanı bir bilgisayar birden fazla bilgisayarla aynı anda iletişim içinde olduğunda, gerektiğinde doğru bilgisayarla konuşabilmesini sağlar. Örneğin A bilgisayarı B üzerideki yazıcıya yazdırırken, C bilgisayarı B üzerindeki diske erişiyorsa, B hem A ile olan, hem de C ile olan iletişimini aynı anda sürdürmek zorundadır. Bu katmanda çalışan NetBIOS ve Sockets gibi protokoller farklı bilgisayarlarla aynı anda olan bağlantıları yönetme imkânı sağlarlar.

Katman 6: Sunum Katmanı, en önemli görevi yollanan verinin karşı bilgisayar tarafından anlaşılabilir halde olmasını sağlamaktır. Böylece faklı programların birbirlerinin verisini kullanabilmesi mümkün olur. Örneğin, Dos ve Windows 9x metin tipli veriyi 8 bit ASCII olarak kaydederken (A=01000001 gibi), NT tabanlı işletim sistemleri 16 bit unicode'u kullanır (A=0000000001000001 gibi). Ancak kullanıcı sadece A harfiyle ilgilenir. Sunum katmanı bu gibi farklılıkları ortadan kaldırır.

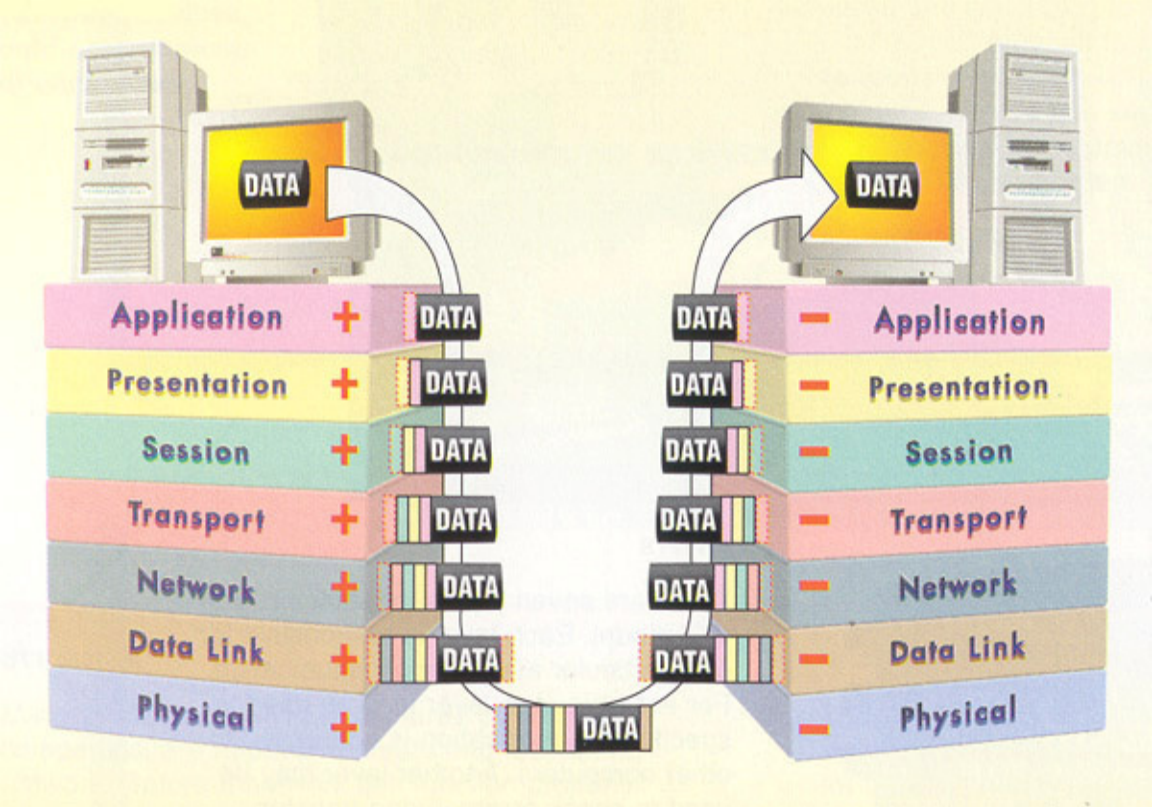
Katman 7: Uygulama Katmanı, programların ağı kullanabilmesi için araçlar sunar. Microsoft API'leri uygulama katmanında çalışır. Bu API'leri kullanarak

program yazan bir programcı, örneğin bir ağ sürücüsüne erişmek gerektiğinde API içindeki hazır aracı alıp kendi programında kullanır. Alt katmanlarda gerçekleşen onlarca farklı işlemin hiçbirisiyle uğraşmak zorunda kalmaz.

OSI Modeli aygıtların işlevlerini anlamak ve açıklamakta kullanılır. Örneğin hub cihazı gelen veriyi sadece bir takım elektrik sinyalleri olarak gören ve bu sinyalleri çoklayıp, diğer portlarına gönderen bir cihazdır. Yani hub fiziksel katmanda çalışır.

Switch'ler 2. katmanda çalışırlar. Çünkü 2. katmanda tanımlı MAC adreslerini algılarlar. OSI Modelinde en üst katmandan yola çıkan ham veri (bir harf, bir resim, bir ses dosyası vb.), her katmanda o katmanla ilgili bazı ek bilgiler eklenerek bir alt katmana aktarılır.

Alıcı bilgisayarda, alttan üste doğru her katman karşı taraftaki eş katmanın bilgisini kullanır, gerekeni yapar, bu bilgiyi temizleyip paketi bir üst katmana geçirir.



Şekil 4.10 OSI Modeli katmanları

Modele göre her bir katman genellikle üç katmanla ilişki içindedir. Bu üç katman; alt ve üst katmanlar ve karşı taraftaki eş katmandır. Örneğin transport katmanındaki TCP, doğal olarak bir üst katmandan aldığı veriyi bir alt katmana iletir (veri gönderimi) veya alttan geleni üste iletir (veri alımı). Ancak gelen veri paketleri eksik ise, tekrar gönderilmesi gereken veri paketini karşı taraftaki eş katmana bildirme görevini de yürütür.

OSI modeli içindeki yedi katmandaki görevleri yerine getirmek için gereken protokoller katmanı üç bölümden oluşur:

- Application (uygulama)
- Transport (gönderme-iletme)
- Network

Application protokolleri OSI Application katmanında çalışır. Bu protokol uygulamadan-uygulamaya verilerin iletimini sağlar. Bu alanda yaygın olarak kullanılan protokoller aşağıda yer almaktadır.

Uygulama protokolleri

- APPC
- FTAM
- X.400: e-mail CCITT protokolüdür.
- X.500: Dosya ve dizin servisi CCITT protokolür.
- SMTP: e-mail protokolüdür.
- FTP: İnternet protokolüdür.
- SNMP: Network izleme protokolüdür.
- Telnet: İnternet erişim ve işlem protokoldür.
- Microsoft SMB: İstemci arabirimi.
- NCP: İstemci arabirimi.
- AppleTalk ve Apple Share : Apple'in network protokol kümesidir.
- AFB: Apple'in uzak dosya erişim protokolüdür.
- DAP: DECnet erişim protokolüdür.

Gönderme protokolleri

Gönderme protokolleri bilgisayarlar arasındaki iletişim oturumunu başlatır ve güvenilir bir şekilde verilerin gönderilmesine zemin hazırlar. Yaygın kullanılan iletim protokolleri şunlardır:

- TCP
- SPX (IPX/SPX)
- NWlink : Novell'in IPX/SPX protokolünün Microsoft tarafından geliştirilmiş versiyonudur.
- NetBEUI
- ATP

Network protokolleri

Network protokolleri bağlantı servislerini oluşturur. Bu protokoller adresleme ve yönlendirme bilgilerini işlerler. Bu protokoller ayrıca Ethernet ve Token Ring olmak üzere network ortamlarında iletişimin kurallarını tanımlarlar. Yaygın olarak kullanılan network protokolleri şunlardır:

- IP
- IPX
- NWLink
- NetBEUI
- DDP

4.8.3. Yönlendirilebilir ve yönlendirilemez protokoller

Birden çok network'ü birbirine bağlayan ve farklı network'lerle iletişim kurabilen protokoller yönlendirilebilir ve yönlendirilemez protokollerdir. Örneğin TCP/IP yönlendirilebilir protokoldür ve bu özelliğiyle LAN'larda ve LAN, WAN network'lerinde kullanılır.

1. RAS

SLIP

SLIP, istemcilerin modem aracılığıyla bir RAS Server'a bağlanmasını sağlar. Kısıtlamalarından doyalı genellikle PPP kullanılır.

PPP

PPP, istemcilerin modem aracılığıyla bir RAS Server'a bağlanmasını sağlar. SLIP protokolünün gelişmiş şeklidir. PPP ile Windows 2000 bilgisayarları uzak network'lere bağlanırlar.

PPTP

PPTP, istemci ile PPTP sunucu arasında şifrelenmiş veri iletimini sağlayan bir protokoldür. Bu isleme tunnelling denir.

L2TP

L2TP, aynı PPTP gibi istemci ile PPTP sunucu arasında şifrelenmiş veri iletimini sağlayan bir protokoldür. L2TP protokolünde şifreleme olarak IPSec adı verilen şifreleme teknolojisi de kullanılır.

TCP/IP

TCP/IP, iletişiminde verilerin şifrelenerek gönderildiği bir tekniktir. IPSec, Windows 2000 network'lerinin internet ve intranet ortamlarındaki güvenliğini oluşturmaktadır. Ayrıca PPTP ve L2TP gibi VPN protokolleri de IPSec ile şifrelenerek güvenli hale gelirler. TCP/IP, bilgisayarlar ile veri iletme/alma birimleri arasında organizasyonu sağlayan, böylece bir yerden diğerine veri iletişimini olanaklı kılan pek çok veri iletişim protokolüne verilen genel addır. Bir başka tanımla TCP/IP protokolleri bilgisayarlar arası veri iletişiminin kurallarını koyarlar. İnternetin

çalışmasını sağlayan TCP/IP, veriyi kodlayıp elektronik ortamda iletilebilir formata sokan bir tür iletişim protokolüdür. TCP/IP iletilecek olan veriyi bilgisayarların tümünün anlayacağı bir düzende iletilmesini sağlar. TCP ve IP protokolleri bir arada çalışarak hatlar üzerinde veri kayıplarını en aza indirerek verilerin güvenli bir şekilde iletilebileceği bir ağ oluştururlar. Paket anahtarlamalı olarak adlandırılan bu iletişim sisteminde iletişim ağlarındaki aşamalarda tanımlanabilir. e-mail ya da bir web sayfasını oluşturan veriler paket adı verilen parçalara bölünür. Parçalar aynı posta sisteminde olduğu gibi gidecekleri yerin adresini, içerikleri ile ilgili özet bilgileri, kaçıncı paket oldukları ve kimden geldikleri gibi tanıtıcı bilgileri içeren bir zarf'a konulurlar. Zarflanmış bir paket eğer aynı ağ içerindeki bir bilgisayara ulaşmayacak ise bir posta ofisi gibi yönlendirme yapan router cihazına ulaşır. Router kendisine gelen paketi inceler ve adres tablolarını kontrol ederek en uygun router'a paketi gönderir. Yol üzerindeki her router paketleri kendilerine göre uygun routerlara yönlendirirler. Böylece paketler belki sayısı 30'a varacak kadar posta sistemini geçerek alıcı adrese ulaşırlar. Paketler alıcıya ulaştıklarında tekrar birleştirilmek üzere kontrol edilirler. Her paket aynı yoldan gelmemiş olabilir hatta arada bazı paketler kaybolmuş olabilir. TCP burada devreye girerek paketleri tekrar verinin aslını oluşturan e-mail ya da web sayfası haline getirir.

İnternette çalışan birçok protokol içerisinde TCP en önemlisidir. Çünkü bugün günlük hayatta sık olarak kullanılan SMTP, HTTP, FTP gibi birçok önemli standart TCP iletişimini temel alır.

POP

Pek çok e-posta sistemlerinde SMTP yanında POP servisi de kullanılır. POP servis işlevi ikiye ayrılır. Standart SMTP, kullanıcıya bir elektronik posta gönderildiğinde bu posta, gideceği yere ulaşana dek yönlendirerek iletir (routing). Eğer postanın son varış noktasına ulaşılamıyorsa (bağlantı kopukluğu) SMTP daha sonraki bir süre içerisinde, örneğin 1 saat sonra aynı postayı tekrar göndermeye çalışır. Bir müddet süre sonra posta hala gönderilememişse kullanıcıya bir hata bildirisi ile birlikte postası geri gönderir. Bunun önüne geçmek için kullanılan sisteme POP3 (POP protokolünün 3. sürümü) adı verilir. POP3 servisi bir posta

kutusu vazifesi görür ve gelen e-posta gideceği yere aktarılmak yerine bu kutuda tutulmasına imkan sağlar. Daha sonra, kullanıcı bu POP servisine bağlanıp kendi postalarını kendi sistemine aktarır. İkinci kullanım, mantık olarak yukarıdaki ile aynı olmasına rağmen işlevsel olarak farklıdır. Bu, internet kişisel bağlantılarında karşımıza çıkar. Evden, işyerinden yapılan SLIP/PPP türü bağlantılarda kullanıcıya gelen postaları almak ve okumak için POP3'ü destekleyen e-posta programlarının (Eudora, Netscape, MS Outlook gibi) kullanılması çok büyük avantajlar sağlar. Bu şekilde, kullanıcı makinesini açmadan posta kutusuna ulaşır. Bu protokoller desteği ile kullanıcılar, zamanı daha verimli ve güvenli bir şekilde kullanabilirler.

HTTP

İnternetteki her dosyanın URL adı verilen bir adresi vardır. Örneğin; MEB Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü web site adresi (URL'si) http://egitek.meb.gov.tr dır. URL'nin birinci kısmı (HTTP), bu dosyaya girebilmek için bir bilgisayarın kullandığı yöntem olan iletişim protokolünü gösterir. İşte bu yönetimle birçok web sayfasına, Web adreslerinin tipik olarak http ile başlamasına neden olan http ile erişim sağlanır. HTTP, en sık kullanılan internet erişim protokol yoludur ve internetin world wide web'de kullandığı dildir. Bilgisayar iki tür HTTP kullanır. Bunlar,

1) world wide web (www) istemciler (tarayıcılar),

2) Web sunucularıdır.

Web sunucuları, ana sayfaları saklı tutup HTTP aracılığı ile kullanıma sunabilecek web uygulamalarıdır. Bu şekilde birbirleriyle iletişime geçecek tüm web istemcileri ve sunucuları, HTTP kullanır. URL adresindeki HTTP'den sonra gelen "//" işaretleri, aracın adını, adresin kalan kısmını oluşturan internet bilgisayarından ayırmak için kullanılır.

SMTP

SMTP, e-posta mesajların paketlenerek internetten hedefine doğru ileten ve tüm bilgisayarlar (sunucular) tarafından anlaşılan bir protokol dilidir. İnternet

üzerinde TCP/IP'nin bir parçası olan SMTP'lüne dayalı e-posta sistemleri kullanılır. SMTP, e-posta mesajlarının internette rahat hareket etmelerini sağlayan bir protokol ya da kural kümesidir. SMTP sayesinde farklı işletim sistemlerine sahip bilgisayarlar arasında (UNIX, WINDOWS NT, MACOS) e-posta alışverişi gerçekleşir.

FTP

İnternete bağlı bir bilgisayardan diğerine (her iki yönde de) dosya aktarımı yapmak için geliştirilen bir internet protokolüdür. FTP ilk geliştirilen internet protokollerinden biridir. FTP bir başka bilgisayardan diğer bir bilgisayara dosya aktarımı yapılırken, o bilgisayar ile etkileşimli ve aynı anda bağlantı kurulur ve protokol ile sağlanan bir dizi komutlar yardımıyla iki bilgisayar arasında dosya alma/gönderme işlemleri yapılır. FTP istemci/sunucu (client/server) mantığında çalışır. Kullanıcı, bilgisayarındaki FTP programını kullanarak sunucudaki FTP servisine bağlanır ve burada kullanıma sunulan herhangi bir dosyayı kendi makinesine çeker. FTP kullanımının temel aşamaları şunlardır: FTP sunucusuna bağlanmak, çekilecek dosyayı bulmak, dosyayı indirmek. Bu adımların gerçekleştirilmesi, kullanılan FTP programı ile yakından ilişkilidir. FTP sunucuları özel amaçlı veya herkesin erişimine açık sunuculardır. FTP sunucularından genel olarak aşağıdaki türden dosyalar indirilir.

· Shareware : Belli bir süre için bedava kullanabilen ancak daha uzun süreli kullanmalarda para ödenilmesi gereken yazılımlar.

· Freeware : Tamamen ücretsiz yazılımlar.

· Güncellemeler ve patchler : Yazılım güncellemeleri veya yazılımlarda ortaya çıkan problemleri gideren ek yazılımlar.

· Belgeler: Araştırma sonuçları, makaleler veya interneti tanıtan yazılar.

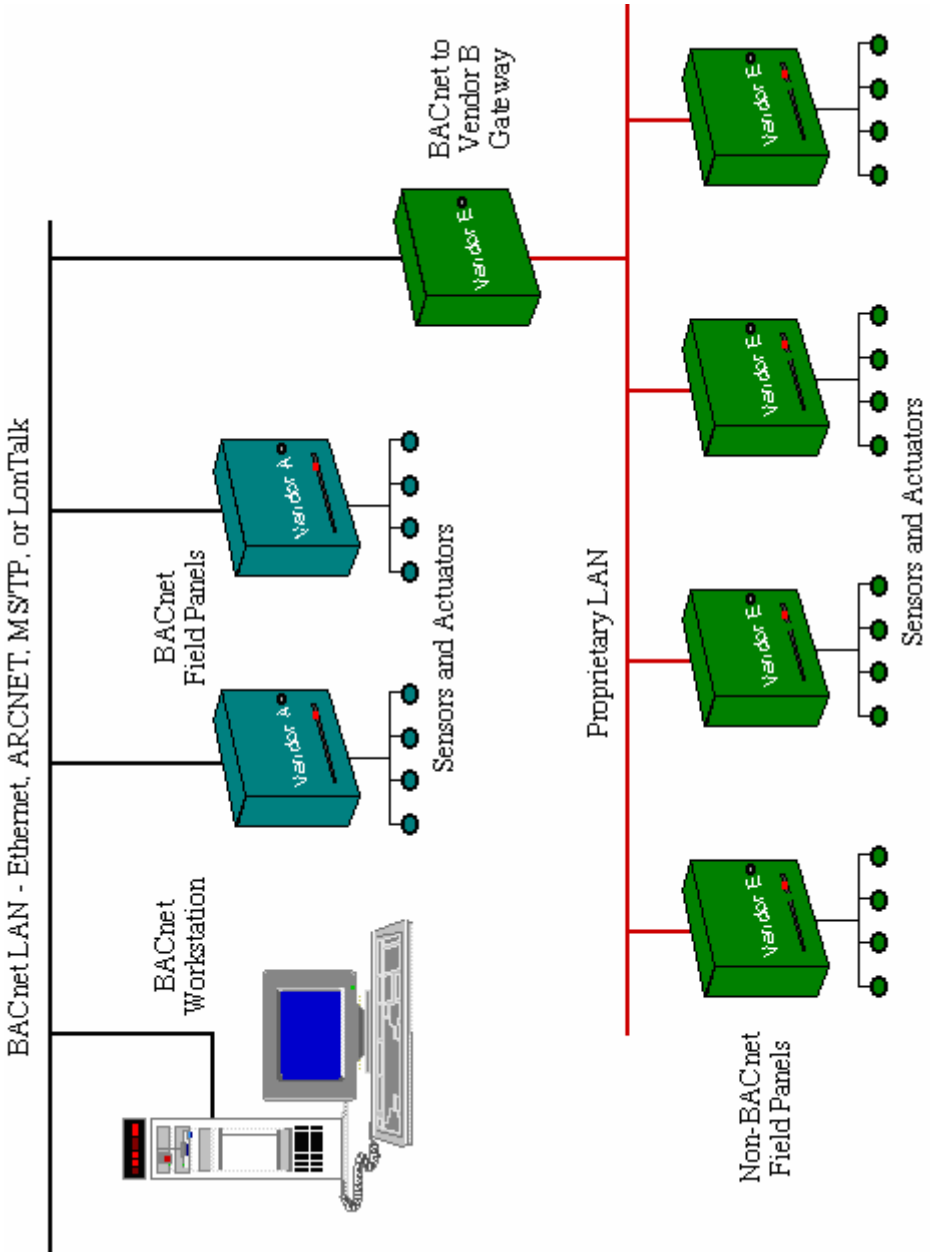
SLIP ve PPP

Seri iletişim, sinyallerin (veriler) tek bir kanal veya hat üzerinden iletilmesini olanaklı kılar. Bu yöntem, özellikle ardışık verileri (data bits) bir bilgisayar ve bir modem arasında transfer etmekte kullanılır. SLIP, internet protokol verilerinin seri

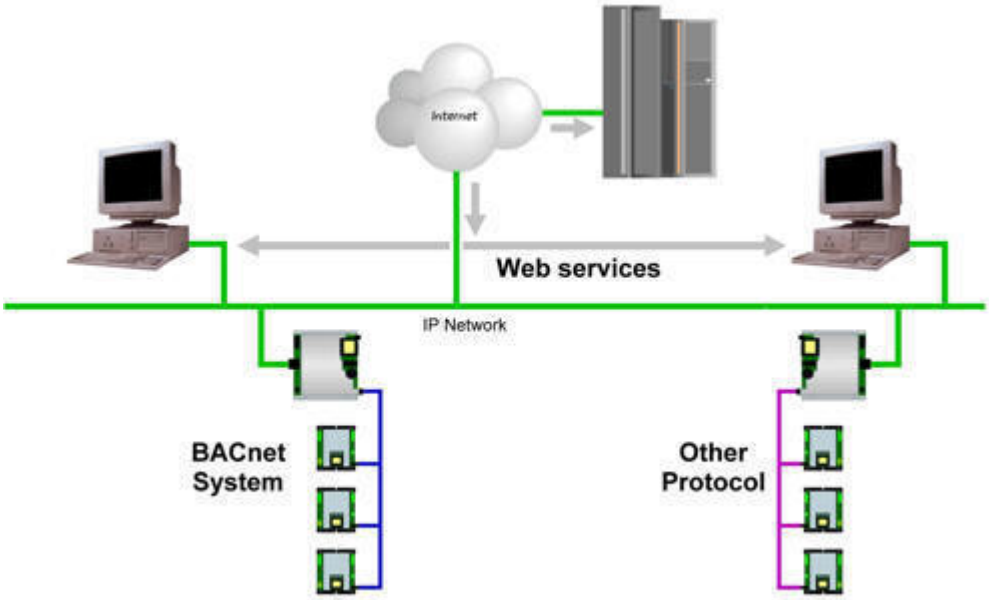
iletişim teknikleri ile iletimini olanaklı kılan bir kurallar topluluğuna verilen genel addır. SLIP, dial-up ya da kiralık hat bağlantılarında kullanılır. PPP de, bir tür seri iletişim protokolüdür. SLIP gibi, dial-up ya da kiralık hat bağlantılarında kullanılır. Kişisel bağlantılarda SLIP ya da PPP kullanmak için dial-up bağlantı yoluyla kullanıcıya bu hizmeti verecek bir internet servis sağlayıcısına ihtiyaç vardır. Daha sonra, uygun bir kullanıcı ara yüz programı yardımıyla bağlantı yapılır [26].

4.8.4. Açık protokoller

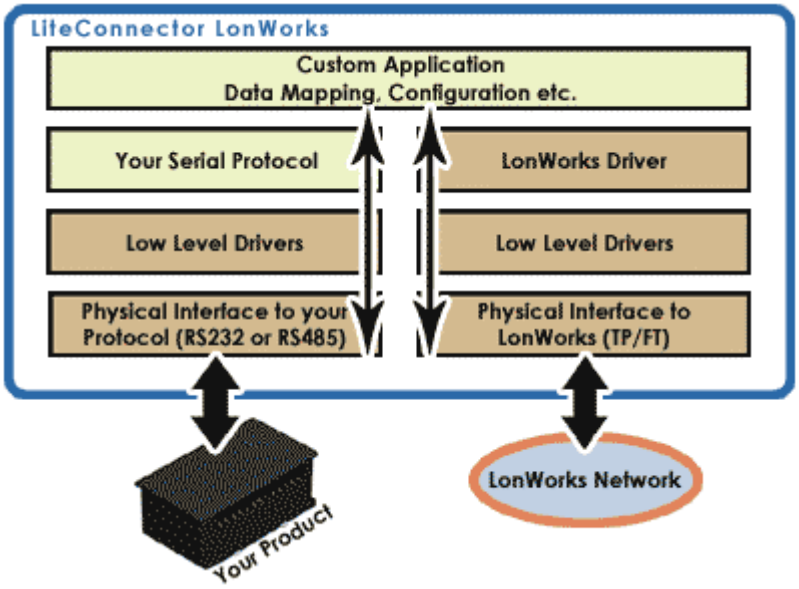
BACnet standardı , LONWORKS, MODBUS açık protokllerdendir. Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de BACnet standardı uygulama örnekleri; Şekil 4.13'de LONWORKS iletişim protokolü veri akış yönü Şekil 4.14'de de LONWORKS iletişim protokolü uygulama örneği; yer almaktadır.



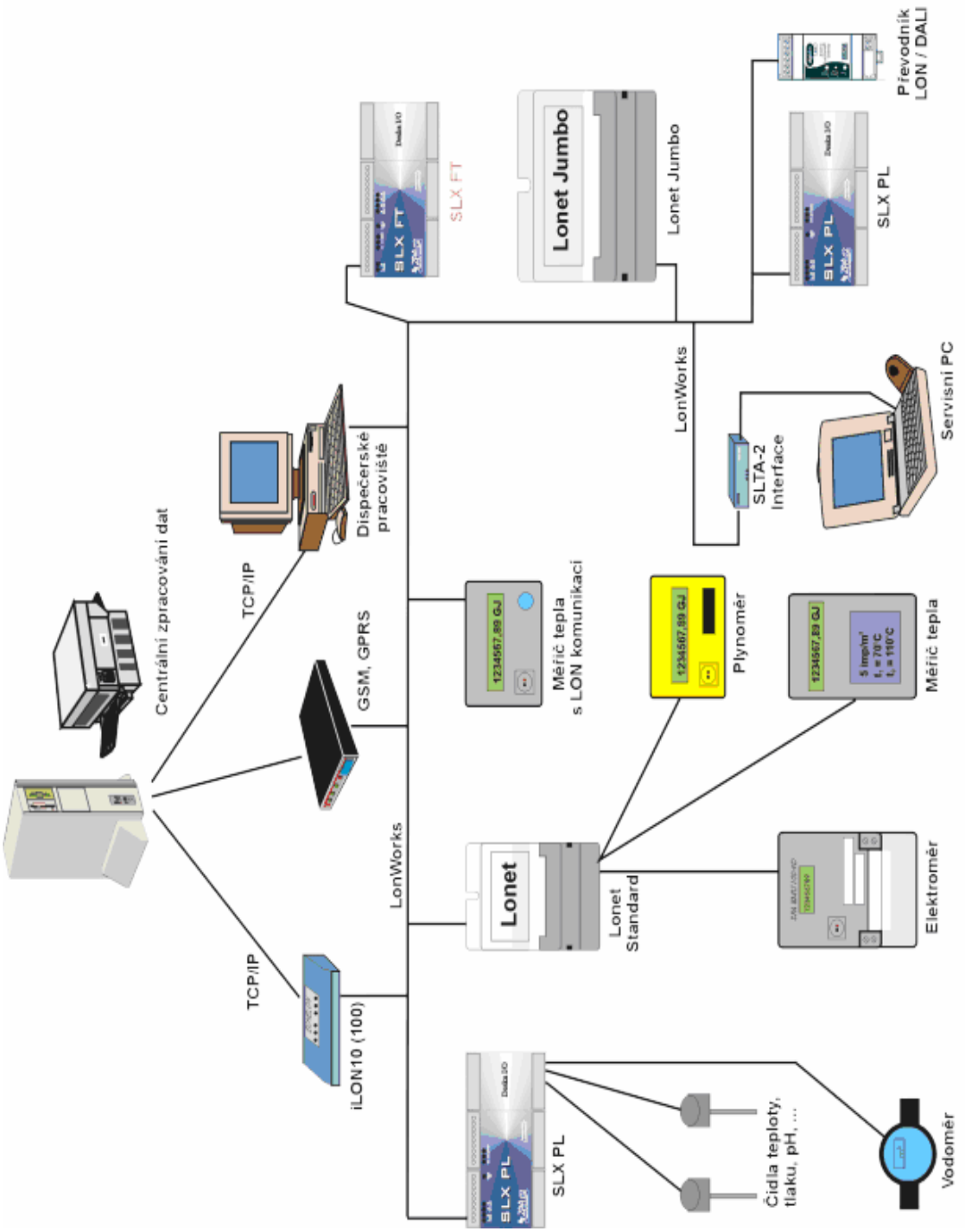
Şekil 4.11 BACnet standardı uygulama örneği 1



Şekil 4.12 BACnet standardı uygulama örneği 2



Şekil 4.13 LONWORKS iletişim protokolü veri akış yönü



Şekil 4.13 LONWORKS iletişim protokolü uygulama örneği

4.8.5. Kablosuz ağlar için iletişim protokolleri

Sabit ağ-telefon, mobil internet erişiminde kullanılır. Yüksek veri aktarım hızı vardır, dünya çapında yaygındır ve ağ yapıları mümkündür. Yüksek arıza riski ve ses aktarımının olmaması da dezavantajlarıdır.

Sistemde lisanssız ISM bandından 2,4 GHz bandı kullanılır. Bluetooth sisteminde de aynı bant genişliği kullanılır. Ancak mikrodalga fırınlar gibi araçlarda da aynı bant genişliği kullanıldığından, çeşitli arızalarla karşılaşmak mümkündür.

1999 yılında, 802.11a ve 802.11b standartları geliştirildi. Bu iki standardın amacı bant genişliklerini yükseltmektir. 802.11a, daha yüksek bant genişliklerinin elde edildiği 5 GHz bandında çalışır. Buna karşılık 802.11b ise, 802.11 standardına uyumlu bir gelişim sunar. 802.11b ile gerçekleştirilen transferler 11 MBit/sn'lik bir hıza ulaşır. IEEE 802.11 standardını iki işletim sisteminde kullanmak mümkündür. Ad-hoc modunda cihazlar peer to peer tipi bir ağda birbirleri ile doğrudan iletişime geçer. Bu sayede problemsiz bir şekilde küçük alanlar içinde, düşük katılımlı yerel ağlar kurulur. Kızılötesi modunda iletişim, tüm idare işlerinin yönetildiği bir erişim noktası üzerinden gerçekleşir. Network kartları doğrudan birbirleri ile değil erişim noktası ile bağlantı kurar. Erişim noktası bilgi paketlerini başka bir network kartına ya da başka bir erişim noktasına yönlendirir. Yüksek aktarım hızı nedeniyle bu standart daha iyi bir parazit önleme oranına (SNR) ihtiyaç duyar. Sonuç olarak sistemin etkilenme hassasiyeti artar ve diğer sistemlere oranla menzili düşer. IEEE 802.11 sisteminin kapalı alanlarda menzili 30, açık alanlarda ise 300 metredir. Etkilenme hassasiyetini düşürmek için 802.11 standardında iki mekanizma bulunur. Bunlardan ilki FHSS'da asıl sinyal bir taşıyıcı sinyal üzerine modüle edilir. Taşıyıcı sinyal belli bir sıraya göre sürekli olarak frekansı değiştirir, ikincisi ise DSSS'dir. Bu mekanizmada bütün bant genişliği kullanılır ve kullanılan bant genişliğini zaman aralıklarına göre parçalara böler. DSSS diğer çözüme göre daha yaygın kullanılır. Yüksek band genişliği gerektiren LAN uygulamaları, daha geniş kapsama alanı gerektiren uygulamalar, güvenilirlik gerektiren uygulamalar, dosya eklemeli e-mail alma-gönderme, web tarama ve dosya paylaşımı gibi uygulamalarda Wi-Fi (802.11b) kullanımı daha uygundur. Bu teknoloji bir bina içerisindeki LAN yapısını kablosuz

bir şekilde yeniden tasarlamayı öngörür. İletim kapasitesi ve eş zamanlı kullanıcıların sayısı yüksektir.

IrDA Teknolojisi

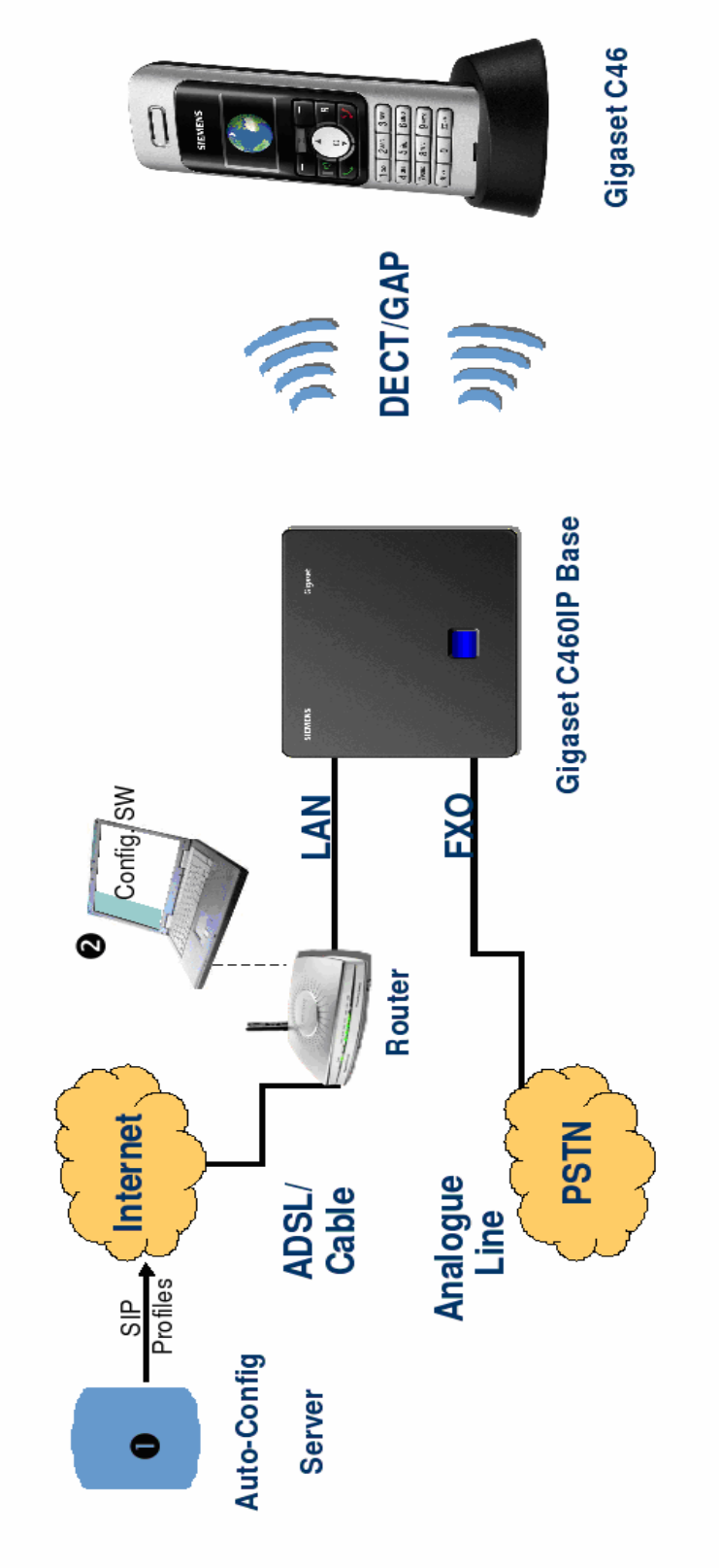
Cep telefonları, PDA'lar, dizüstü bilgisayarlar ve uzaktan kumandalarda kullanılır. Düşük menzil, yüksek arıza riski, konuşma desteğinin olmaması ise dezavantajlarıdır.

Bağlantı herhangi bir cihaz üzerinden kurulur. Aktif halde olduklarını belirtmek için IrDA arabirimleri, her iki saniyede bir, bir ışık demeti yayınlar. Eğer civarda başka bir IrDA cihazı bulunuyorsa, bu sinyalleri, algılar ve böylece bağlantı kurulur, ilk aşamada cihazlar birbirlerine kendi özelliklerini bildiren verileri gönderirler.

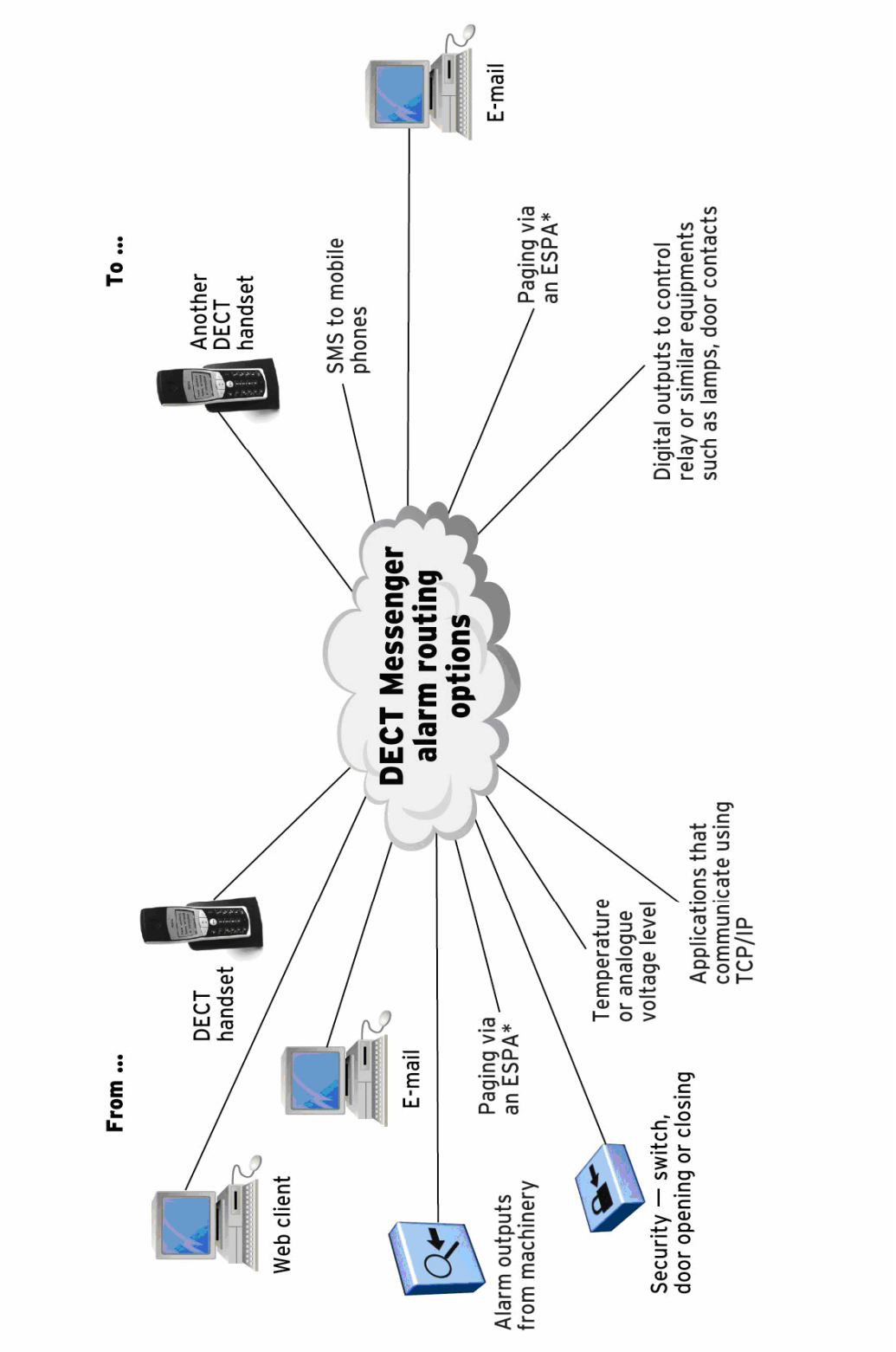
Daha sonra Tiny Transport protokolü üzerinden asıl veri alışverişi gerçekleşir. Bu protokolün üzerine farklı üç protokol daha kurulur. Yerel ağ girişi için IrLAN, veri alışverişi için IrOBEX, seri ve paralel arabirimlerin oluşturulması için Ir-COMM. Sonuncu protokole mobil internet erişimi için ihtiyaç duyulur. IrDA hem mobil internet erişimi için hem de masaüstü bilgisayarı ile dizüstü bilgisayarı arasında veri alışverişi için kullanılır.

DECT Teknolojisi

Yaygın olarak sabit ağ telefonları, mobil internet erişiminde kullanılır. Frekans birliği olmamasına rağmen 120 iletişim kanalı ve düşük arıza riski avantajlarındandır.



Şekil 4.15 DECT teknolojisi uygulama örneği

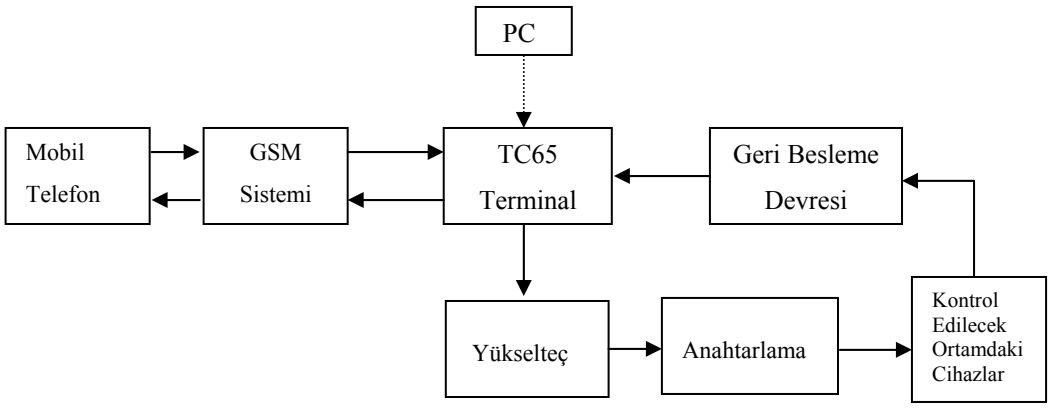


Şekil 4.16 DECT sistemi ve noktadan noktaya yönlendirici/dağıtıcı özelliği

DECT sistemini diğer mobil iletişim sistemlerinden ayıran özellik, merkezi bağlantılarının bir merkezde toplanmasıdır. Kaynakların yönetimi cihazlar üzerinden kontrol edilir. DECT sistemi, temel istasyon ile mobil parça arasında, noktadan noktaya bağlantı mantığı üzerine kurulur. Buna göre iletişim, ancak bir temel istasyon ile mobil parça arasında kurulur. İki mobil parça arasında, doğrudan bağlantı kurmak mümkün değildir. Avrupa içinde DECT, 1.880 ile 1.900 MHz frekans aralığında çalışır. Mevcut frekans aralığı bir multi-carrier yöntemi ile on kanala ayrılır. Bir frekans yelpazesi içinde çeşitli taşıyıcı frekanslar aynı anda gönderilir. Bir frekansın devre dışı kalması durumunda, yeteri kadar yedek frekans hazır bulunur. Bu kanallar TDMA ile, her biri 417 ns süren 24 zaman aralığına bölünür. Bu sayede birçok cihaz, aynı anda aynı frekansta yayın yapar. Cevap sinyali de aynı şekilde TDD tarafından organize edilir. Temel istasyon ile mobil parça sırası ile verilerini gönderir. ADPCM kodlama yöntemi sayesinde, yüksek iletişim kalitesi elde edilir. ADPCM yönteminde, konuşma sesi ve müzik yüzde 50 oranında sıkıştırılır. Veri aktarımı için, her bir zaman aralığı başına 32 KBit/sn'lik aktarım hızı kullanılır. Ses aktarımından farklı olarak veri aktarımı sırasında, güvenli iletişim için bir kontrol uygulanır. Bu kontrol nedeniyle veri aktarım hızı 24 KBit/sn'ye düşer. Ancak veri aktarımı için 23 farklı kanalı birbirlerine bağlamak mümkündür. Bu şekilde iletişim hızı 552 KBit/sn'ye kadar çıkar. İnternet gezintilerinde ihtiyaç duyulan asimetrik aktarım olanağı, bu teknolojide de kullanılır. Kapalı mekânlarda DECT sisteminin menzili 40 metredir. Açık alanlarda ise 350 metredir. DECT sisteminin sağladığı en önemli avantaj, frekans bantlarının rezerve edilmesi ve müdahale yöntemlerinin belirlenmesidir. Bir ağdan diğerine aktarım da sorunsuz gerçekleşir. Handover, kullanıcıya fark ettirilmeden otomatik olarak gerçekleşir. DECT bir ağın kendisini değil, ağa girişi tarif eder. DECT; ISDN, LAN ya da GSM gibi pek çok ağ için kullanmak mümkündür. Sistemin en önemli dezavantajı, DECT standardı için dünya çapında çok farklı frekans alanlarının kullanılmasıdır. Örnek olarak Avrupa'da üretilen DECT cihazları, Amerika'da üretilenlerle uyumlu değillerdir. Üstelik çözümlerin birçoğu ISDN'e göre hazırlanmış durumdadır. Bir başka olumsuzluk ise, cihazın fiyatının oldukça yüksek olmasıdır. DECT cihazlarının UMTS'de de kullanılması mümkündür.

5. SİSTEMİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Bu tez çalışmasında, akıllı ev, akıllı araba ya da endüstriyel otomasyon sistemleri için kullanılacak bir uzaktan kontrol sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. TC65 GSM/GPRS Terminali ile kontrol edilen sistemin blok diyagramı Şekil 5.1'de yer almaktadır.



Şekil 5.1 Gerçekleştirilen sistemin blok diyağramı

Gerçekleştirilen sistem yedi bölümden oluşmaktadır;

1) Mobil telefon,
2) GSM sistemi,
3) PC,
4) Siemens TC65 Terminal,
5) Geri besleme devresi,
6) Yükselteç ve röle devresi,
7) Kontrol edilecek ortamdaki cihazlar.

Buna göre, herhangi bir mobil telefondan gönderilen SMS, GSM sistemi sayesinde TC65 Terminaldeki SIM karta iletilir. Borland Delphi 6 yazılım geliştirme ortamında yazılan program, istenilen aralıkla yeni mesaj kontrolü yapar. Bunun için

mesaj kontrol peryodunun kullanıcı tarafından sisteme girilmesi yeterlidir. Sistem gelen yeni SMS'i okuyarak, TC65 Terminalin GPIO (Genel Amaçlı Giriş/Çıkış) çıkışlarını aktif yapar. Aktif olan GPIO pininden 2.93 voltluk gerilim alınır ve bu gerilim yükseltilerek 12 voltluk röle açılır ya da kapatılır. Röleye bağlı olan cihaz ise çalışır ya da durur. Açma ya da kapatma işlemi gerçekleştiği zaman SMS'in gönderildiği mobil telefona bilgi mesajı gelecektir. Ayrıca eğer cihaz zaten açık ya da kapalı ise yine mobil telefona "cihaz zaten açık" ya da "cihaz zaten kapalı" durum mesajı gelecektir.

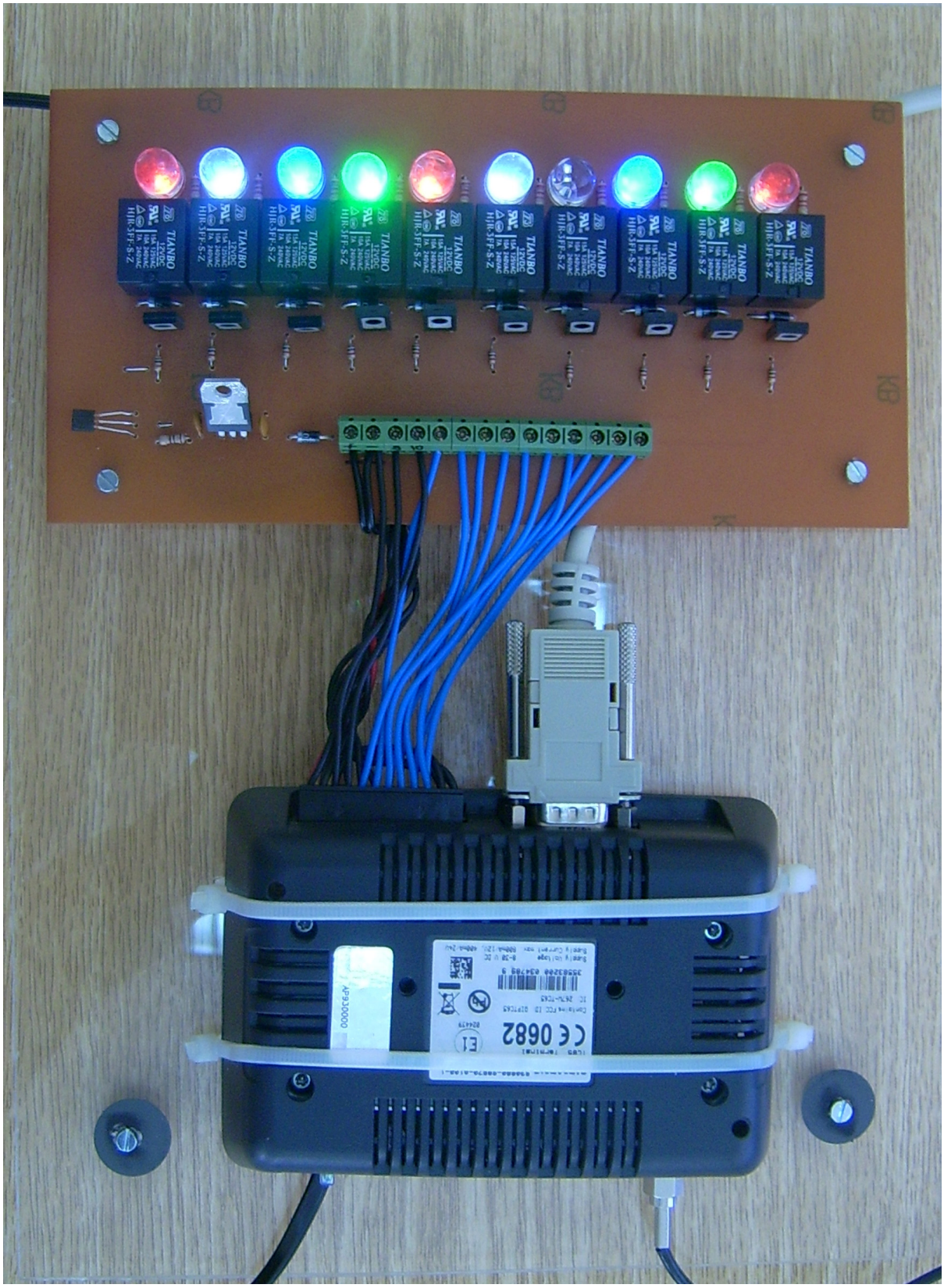
TC65'in 2 adet analog girişi vardır. Kombinin sıcaklığı ısı sensörünce algılanarak TC65 Terminalin analog girişlerine uygulanır ve bu bilgi mobil telefona SMS'le bildirilir. Sistem, her SMS kontrolünden 2.5 saniye sonra da sıcaklık kontrolü yapar. Sıcaklık bilgisi 40^{o}C olunca mobil telefona "ortam sıcaklığı 40^{o}C kombi kapatılmalı" uyarı mesajı bildirilir. Bu durumda istenirse kombi kapatılabilir. Bunun için SMS'le CK komutunun gönderilmesi yeterlidir. Eğer kombi kapatılmazsa sıcaklık 50^{o}C'ye geldiği zaman kombi otomatik olarak kapatılacaktır.

TC65'in mesaj hafızası en fazla 55 SMS saklayabilir. Gelen her SMS hafızada yer kaplayacaktır. Program için gelen komutlar haricinde SIM karta başka mesajların gelmesi de muhtemeldir. Mesaj hafızası dolduğu zaman ise program yeni mesaj alamayacağından sistem mobil telefondan kontrol edilemeyecektir. Sistemin sürekli mobil telefondan kontrol edilebilmesi için SIM karta gelen her mesaj önce okunur, eğer gelen SMS sistemin çalışması için bir komut ise gelen SMS GPIO çıkışlarına iletilir, uygun GPIO pini açılır ya da kapatılır hemen ardından da SMS silinir. Yeni gelen SMS eğer gereksiz bir SMS ise okunduktan hemen sonra silinir. Böylece yeni bir SMS için SIM kart hafızasında her zaman için boş yer olacaktır.

TC65 Terminale SMS'le gönderilen komutlar ve TC65'den gelen bilgi SMS'leri Tablo 5.1'de yer almaktadır.

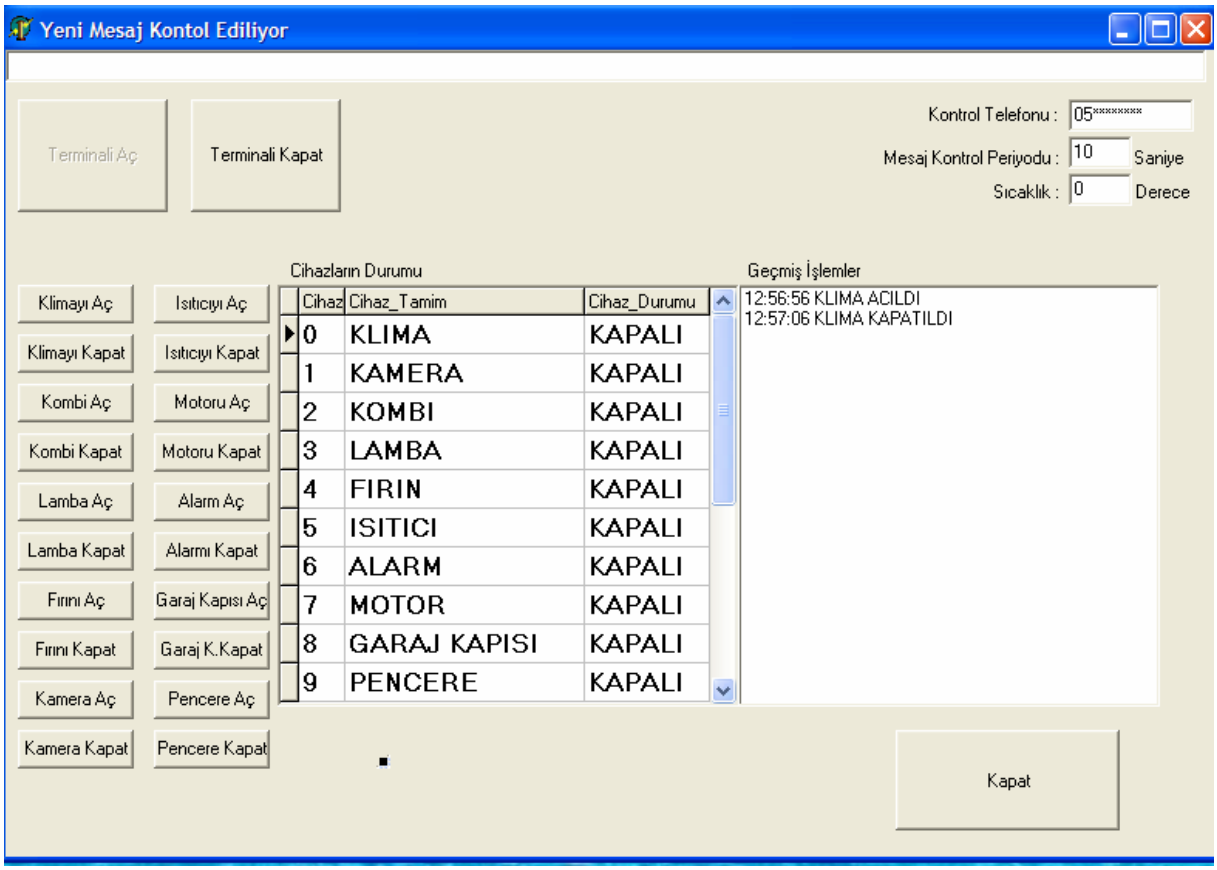
Tablo 5.1 TC65 Terminale SMS'le gönderilen komutlar ve bilgi SMS'leri

TC65 TERMİNALE GÖNDERİLEN KOMUTLAR VE TC65'DEN GELEN BİLGİ SMS'LERİ			
No	Gönderilen SMS'ler	GPIO PIN durumu	Bilgi SMS'leri
1	KA	GPIO0 giriş	KLIMA ACILDI
2	KA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	KLIMA ZATEN ACIK
3	KK	GPIO0 çıkış	KLIMA KAPATILDI
4	KK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	KLIMA ZATEN KAPALI
5	RA	GPIO1 giriş	KAMERA ACILDI
6	RA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO1 değişiklik yok	KAMERA ZATEN ACIK
7	RK	GPIO1 çıkış	KAMERA KAPATILDI
8	RK(2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO1 değişiklik yok	KAMERA ZATEN KAPALI
9	CA	GPIO2 giriş	KOMBİ ACILDI
10	CA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO2 değişiklik yok	KOMBİ ZATEN ACIK
11	CK	GPIO2 çıkış	KOMBİ KAPATILDI
12	CK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO2 değişiklik yok	KOMBİ ZATEN KAPALI
13	LA	GPIO3 giriş	LAMBA ACILDI
14	LA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO3 değişiklik yok	LAMBA ZATEN ACIK
15	LK	GPIO3 çıkış	LAMBA KAPATILDI
16	LK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO3 değişiklik yok	LAMBA ZATEN KAPALI
17	FA	GPIO4 giriş	FIRIN ACILDI
18	FA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO4 değişiklik yok	FIRIN ZATEN ACIK
19	FK	GPIO4 çıkış	FIRIN KAPATILDI
20	FK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO4 değişiklik yok	FIRIN ZATEN KAPALI
21	IA	GPIO5 giriş	ISITICI ACILDI
22	IA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO5 değişiklik yok	ISITICI ZATEN AÇIK
23	IK	GPIO5 çıkış	ISITICI KAPATILDI
24	IK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO5 değişiklik yok	ISITICI ZATEN KAPALI
25	AA	GPIO6 giriş	ALARM ACILDI
26	AA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO6 değişiklik yok	ALARM ZATEN ACIK
27	AK	GPIO6 çıkış	ALARM KAPATILDI
28	AK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO6 değişiklik yok	ALARM ZATEN KAPALI
29	MA	GPIO7 giriş	MOTOR CALISIYOR
30	MA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO7 değişiklik yok	MOTOR ZATEN CALISIYOR
31	MK	GPIO7 çıkış	MOTOR DURDURULDU
32	MK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO7 değişiklik yok	MOTOR ZATEN DURDURULDU
33	GA	GPIO8 giriş	GARAJ KAPISI ACILDI
34	GA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO8 değişiklik yok	GARAJ KAPISI ZATEN ACIK
35	GK	GPIO8 çıkış	GARAJ KAPISI KAPATILDI
36	GK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO8 değişiklik yok	GARAJ KAPISI ZATEN KAPALI
37	PA	GPIO9 giriş	PENCERE ACILDI
38	PA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO9 değişiklik yok	PENCERE ZATEN ACIK
39	PK	GPIO9 çıkış	PENCERE KAPATILDI
40	PK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO9 değişiklik yok	PENCERE ZATEN KAPALI



Şekil 5.2 Gerçekleştirilen sistemin simülasyonu

Şekil 5.2'de gerçekleştirilen sistemin simülasyonu görülmektedir. Şekilde 12 voltluk rölelere bağlı 12 voltluk LED'ler 220 voltluk cihazlar yerine, sembolik olarak bağlanmıştır. Şekil 5.3'de ise PC ortamında sistemin çalışması görülmektedir.



Şekil 5.3 PC ortamında sistemin çalışması

5.2. Mobil Telefon ve GSM Sistemi

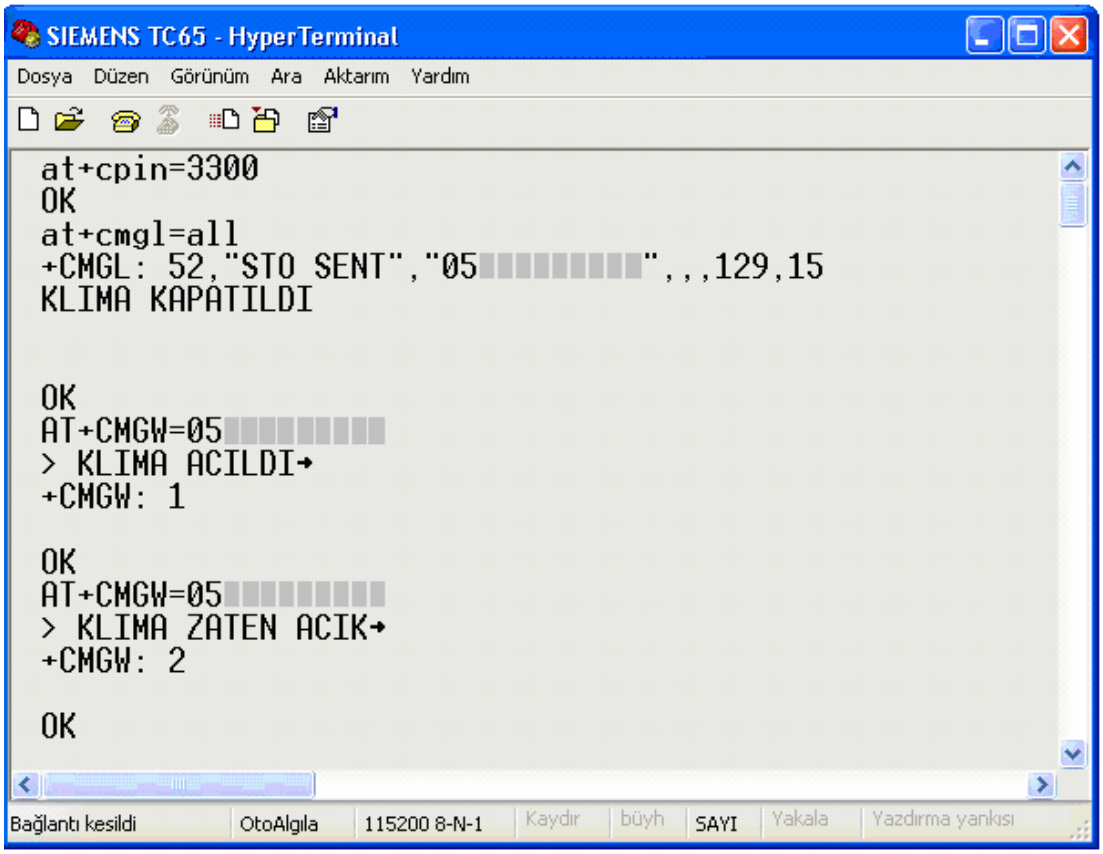
Sistemin kontrolü bir mobil telefondan gönderilen SMS'le yapılır. Bu mobil telefonun SIM kartı herhangi bir GSM operatörüne kayıtlı olabilir. Ancak SIM kartın numarasının değişmesi durumunda doğal olarak programda da gerekli değişikliğin yapılması gereklidir. Buna paralel olarak, TC65'e yerleştirilen SIM kartın da

herhangi bir GSM operatörüne kayıtlı olması yeterlidir. Fakat kullanılan SMS'ler ücretlendirileceği için her iki SIM kartın da aramaya açık olması zorunludur.

5.3. PC

Gerçekleştirilen sistem SMS'le çalıştırıldığı gibi, PC ortamında programın kullanılmasıyla ya da hyper terminal ortamından TC65'e AT komutlarının gönderilmesiyle de çalıştırılabilir. Sistem çalıştığı sürece PC'nin çalışır halde olması yeterlidir. Sistem SMS'le kontrol edilirken, PC'nin başında bir görevlinin olmasına gerek yoktur. Sistem çalışırken PC diğer amaçlar için de rahatlıkla kullanılabilir.

Şekil 5.4'de hyper terminal ortamında AT komutları ile hafızadaki mesajlar kontrol edildikten sonra, istenilen mobil telefona SMS gönderme örneği yer almaktadır.



Şekil 5.4 Hyper terminal ortamında AT komutlarının uygulanması

AT komutları ile yapılan diğer uygulamalar aşağıda gösterilmiştir.

AT komutları uygulama örnekleri

Örnek 1: SMS gönder

```
AT+CPIN?                    //PIN numarasının doğruluğunu kontrol eder.
  AT+CPIN=****              //SIM kart PIN kodu varsa gir.
+CPIN: READY
OK
AT+CGMM                    // Donanım sorgular
TC65
OK
AT+CREG?                    // Operatöre reg olduğunu kontrol eder.
+CREG: 0,1
 OK
AT+COPS?                   // Operatör sorgular
+COPS: 0,0,"AVEA"
OK
AT+CSQ                      // Sinyal gücünü kontrol eder,  max. değer 30'dur.
+CSQ: 28,7
 OK
AT+CMGF=?
+CMGF: (0,1)
OK
AT+CMGF=1                   // SMS in text mod ile gönderileceğini belirtir.
OK
AT+CMGS="05*********"    // SMS gönderilecek numara girilir.
>Merhaba                     // Mesaj SMS metni  "Ctrl+z" karakteri ile
                               bitirilmelidir.
+CMGS: 188                  // Mesajın gönderildiğine dair dönen değer.
OK
```

Örnek 2. SMS oku

AT+CMGR=?

OK

AT+CMGL=ALL // Okunmamış bütün SMS'leri okur.

+CMGL: 1,"REC READ","+905*********",,"07/11/07,17:15:31+08",145,11

Merhaba

+CMGL: 2,"STO SENT","05*********",,,129,8

Selam

OK

AT+CMGR=?

OK

AT+CMGR=1 // 1. SMS'i okur.

+CMGR:"REC READ,
+905**********",,"07/11/07,17:15:31+08",145,32,0,0,"+905*********
",145,11

Mrb

OK

Örnek 3: SMS sil

AT+CMGD=1 // 1. SMS'i siler.

OK

AT+CMGL=ALL // 1. mesajın silindiğini gösterir.

+CMGL: 2,"STO SENT","05*********",,,129,8

Selam

OK

Örnek 4: Hafızaya yazılan SMS'i gönder

AT+CMGW=05********* // Yazılan numaraya gönderilmek üzere SMS'i

> İyi gunler hafızaya kayıt eder

+CMGW: 2 // Mesajın kayıt numarası

```
OK
AT+CMSS=2          // Hafızadaki 2 numaralı SMS'i gönder
+CMSS: 66
OK
```

Örnek 5: GPIO komutları

```
AT^SPIO=?          // GPIO sürücülerini aç/kapa
^SPIO: (0-1)
OK
AT^SPIO=1          // GPIO aç
OK
AT^SCPIN=1,5,1,1   // 5 numaralı GPIO pini giriş yap
OK
AT^SCPIN=0,5,0     // 5 numaralı GPIO pini çıkış yap
OK
```

Örnek 5: Terminali kapat

```
AT^SMSO            // Terminali kapat
^SMSO: MS OFF
OK
^SHUTDOWN
OK
```

Terminal kapatmak için en iyi ve en güvenli yaklaşım AT^SMSO komutunu yayınlamak olacaktır. Bu işlem cihazın ağ oturumunu kapatmasını, yazılımın güvenli bir duruma giriş yaparak tüm verileri kaydetmesini sağlar.

Bu tez çalışmasında kullanılan AT komutları Tablo 5.2'de yer almaktadır. Siemens AT komutları Ek 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 5.2 TC65 Terminale gönderilen AT komutları

TC65 TERMİNALE GÖNDERİLEN AT KOMUTLARI	
AT+CPIN	SIM kart PIN girme
AT+CREG	Operatöre reg olduğunu kontrol eder
AT^SCPIN	GPIO pinlerini aktif yap
AT^SPIO	GPIO çıkışlarını aktif yap
AT^SRADC	ADC aktif yap
ATDXXXXX	Telefon numarası çevirme
ATH	Telefonu kapatmak
ATA	Arama cevaplandırma
AT+CSQ	Telefonun sinyal değerinin ölçülmesi
AT+CSMS	Mesaj servisini belirler
AT+CMGF	Mesajın formatını belirler
AT+CSCA	Mesaj merkezi numarasını belirler
AT+CSMP	Telefonu Text moduna alır
AT+CSDH	Text modun parametrelerini gösterir
AT+CMGL	Telefondaki mesajları listele
AT+CMGR	Mesaj oku
AT+CMGS	Mesaj gönder
AT+CMSS	Hafızadaki mesajı gönder
AT+CMGW	Hafızaya mesaj yaz
AT+CMGD	Mesaj sil
AT^SMSO	Terminali kapatmak
AT+CPMS	Kullanılacak hafızayı seçer
AT+GMI ve ATI	Donanım ve yazılım bilgi temini
AT+COPS	Operatör seçimi

5.4. TC65 GSM/GPRS Terminali

TC65 Terminali M2M (Makinadan Makinaya) uygulamaları için uygundur. Java™ yazılım geliştirme platfomuna sahiptir. Quad-band desteği sayesinde, dünyanın her yerindeki GSM ve GPRS ağlarında kullanılır. Entegre TCP/IP stack özelliği ve güçlü GPRS bağlantıları vasıtasıyla IP-bazlı servislerde kullanılır. Araç takip, güvenlik, satış makinaları, uzaktan kontrol gereken yerler için ideal bir terminaldir. Şekil 5.5'te TC65 Terminal görülmektedir.

Baştan sona kurşunsuz olan TC65, Avrupa Birliğinin Tehlikeli Elektrikli Alet ve Elektronik Ekipman Materyalleri Şartnamesine (RoHS) uygundur.



Şekil 5.5 TC65 Terminal

Bu kablosuz terminalin IMP 2.0 profili ile, yazılım güncellemesi yapılmasını sağlar. OTAP (Oregon Teknoloji Erişim Programı) açık alan arayüzü üzerinden bu güncelleme işleminin güvenliğini sağlar. Buna ilaveten, HTTPS (Güvenli Hyper Metin Aktarma İletişim Kuralı) ve PKI (Açık Anahtar Altyapısı) gibi güvenli bölgelerde veri aktarımı yapar. Uygulamalar esnasında data encoding (veri kodlama)'e izin verir. TC65'e entegre edilen ARM7 işlemci ve 1.7 MB flash hafızası sayesinde, hızlı data transferi yapılmasını sağlar.

Tablo 5.3'de TC65 terminal ile diğer terminallerin karşılaştırmalı tablo yer almaktadır. Tablo 5.3'de görüldüğü gibi, TC65 terminalin sınıfındaki diğer terminallerle kıyaslandığı zaman birçok avantajlarının olduğu sabittir. TC65'in FTA (Serbest Ticaret Antlaşması) onayının yanı sıra, R&TTE, FCC, UL, IC, GCF ve PTCRB (PCS Denetim Kurulu) gibi standartları kabul eden büyük mobil network operatörlerinin dünya çapında onayını almış olması developer platformu olma özelliğini artırmaktadır. TC65 bu özelliği ile daha sonra piyasaya sürülen terminallerden de (G24) bariz olarak ayrılmaktadır.

Tablo 5.3 TC65 ve diğer terminallerin karşılaştırılması

Özellikleri	Siemens TC65	Siemens TC63	Siemens TC45	Siemens TC35i	Siemens MC55/56	Motorola G24
GPRS class	12	12	8	8	10	12
RAM	400 kB					1.8 MB
Flash hafıza	1.7 MB		300kB			10 MB
GSM frekans bandı	quad band	quad band	dual band	dual band	tri band	quad band
Java™ desteği	•		•			•
GPIOs	•		•			•
M2M desteği	•	•	•	•		•
TCP/IP stack	•	•	•			•
IP desteği	•		•			•
Araç takip	•	•	•	•	•	•
Uzaktan kontrol	•	•	•	•	•	•
Satış makineleri	•	•	•	•	•	•
Güvenlik	•	•	•	•	•	•
IMP	2.0		1.0			
AT komut seti	•	•		•	•	•
OTAP air arayüzü	•		•	•		•
Veri aktarımı için data encoding	•			•		•
ARM7 işlemci	•			•		•
TK onayı	•	•	•			•
FTA onayı	•	•	•			•
R&TTE onayı	•	•	•	•	•	•
PTCRB onayı	•	•			•	
GCF onayı	•	•	•	•	•	
IC onayı	•	•			•	
UL onayı	•	•				
RoHS onayı	•	•				
PBCCH desteği	•	•			•	
montaj özelliği	•	•				

TC65 Terminal teknik/genel özellikleri

- Quad-band GSM 850/900/1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 12
- GSM release 99

Çıkış gücü:

- EGSM850 için class 4 (2 W)
- EGSM900 için class 4 (2 W)
- GSM1800 için class 1 (1 W)
- GSM1800 için class 1 (1 W)
• AT denetimi üzerinden kontrol (hayes 3GPP TS 27.007 ve 27.005)
• SIM application toolkit (release 99)
• AT denetimi üzerinden TCP/IP stack erişimi
• İnternet servisleri: TCP, UDP, HTTP, FTP, SMTP, POP3
• Voltaj ikmal aralığı: 8 ... 30 V

Enerji tüketimi:

-Power down 50 µA
- Uyku modu (registered DRX =6) 3.0 mA
-Speech mod (average) 300 mA
-GPRS class 12 (average) 600 mA

Isı aralığı

-Normal işlem: -30°C to +70°C
-Sınırlı işlem: -30°C to +75°C
-Kapalı: +80°C
-Muhafaza: -40°C to +85°C
• Ebat: 90 x 130 x 38 mm
• Ağırlık < 190 g

GPRS veri aktarımı spesifikasyonu

• GPRS class 12
• Mobil istasyon B sınıfı

• PBCCH desteği
• Kodlama düzeni CS 1-4

CSD veri aktarımı spesifikasyonu

• 14.4 kbit/s'e kadar
• V.110
• Non-transparent mod
• USSD desteği

SMS spesifikasyonu

• Point-to-point MO ve MT
• SMS hücre yayını
• Tekst ve PDU mod

Faks spesifikasyonu

• Grup 3, class 1

Ses spesifikasyonu:

• HR, FR ve EFR için triple-rate codec
• Adaptive multi-rate AMR
• Kolay hands-free işlemi
• Eko iptali
• Gürültü azaltma

Açık uygulama kaynakları:

• ARM© Core, Blackfin© DSP
• Hafıza: 400 KB (RAM) ve 1.7 MB (Flash)

• Geliştirilmiş enerji tasarruf modu

Java™ özellikleri

• CLDC 1.1 Hl
• J2ME™ profile IMP-NG
• HTTPS ve PKI ile güvenli veri aktarımı

Hava yoluyla güncelleme

• Uygulama SW: OTAP
• Firmware: FOTA (OMA uyumlu)

Arayüzler

• SMA 50 ohm anten konnektörü
• 24 pin Micro-N-Lok konnektörü
-I2C bus ve SPI bus
-2 x analog in giriş (ADC)
- VDD (2.9 V)
-Çoklu GPIOs
• Dizili Arayüzler için 9 pin sub-D konektör (ITU-T V.24 protocol)
• Çalışma durumu LED
• ON/OFF düğmesi
• SIM kart arayüzü 3 V, 1.8 V
• Plug-in güç kaynağı
• Handset ses arayüzü [27].

5.4.1. TC65 Donanım platformu

Şekil 5.6 ve Şekil 5.7'de TC65 Terminalin dış görünümü verilmiştir.

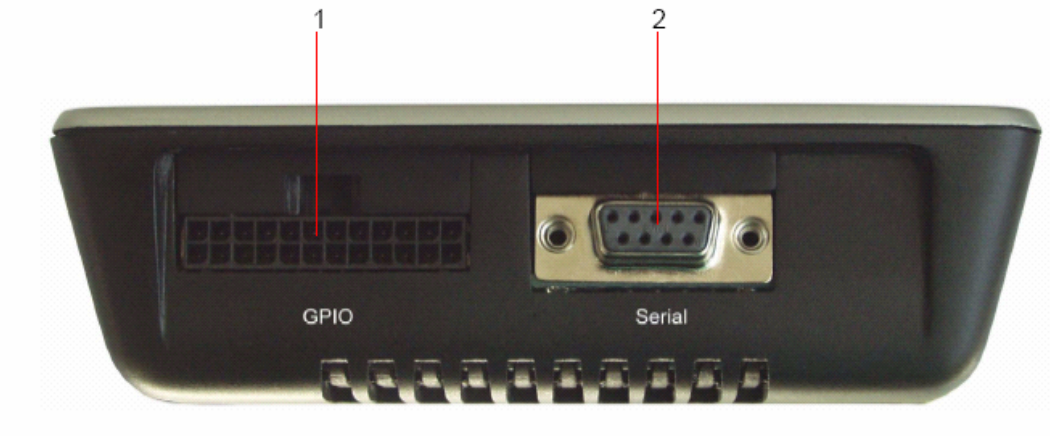
1. GPIO 24 pin (micro mate N-LOK konnektör)
2. RS 232 seri port (9 pin giriş)
3. Anten konnektörü
4. Açma/kapama butonu
5. Telefon jakı
6. SIM kart deliği
7. Güç kaynağı

I/O Arayüzü

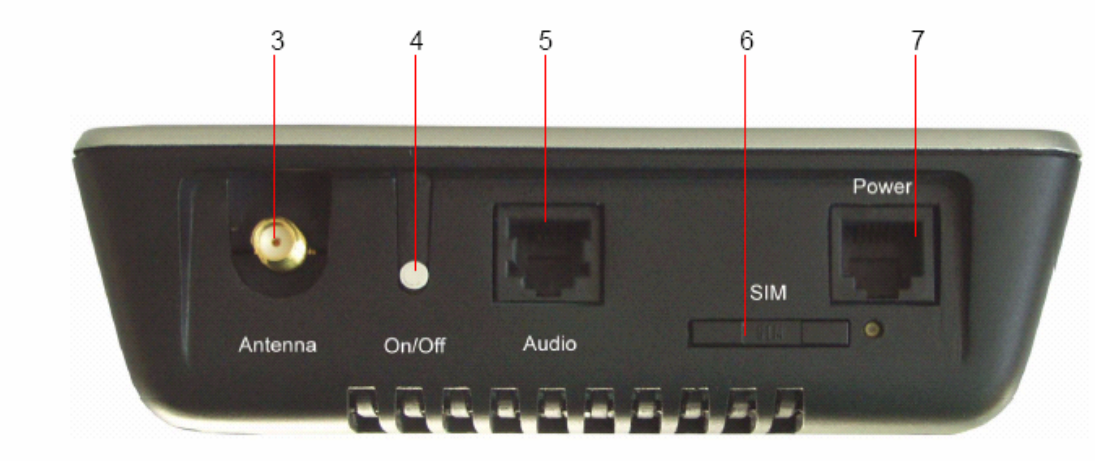
Şekil 5.8'de 24 pinli I/O arayüz konnektörlerin yerleşimi, Tablo 5.4'de ise I/O konnektörlerin elektriksel karakteristikleri yer almaktadır.

GPIO arayüz konnektörü

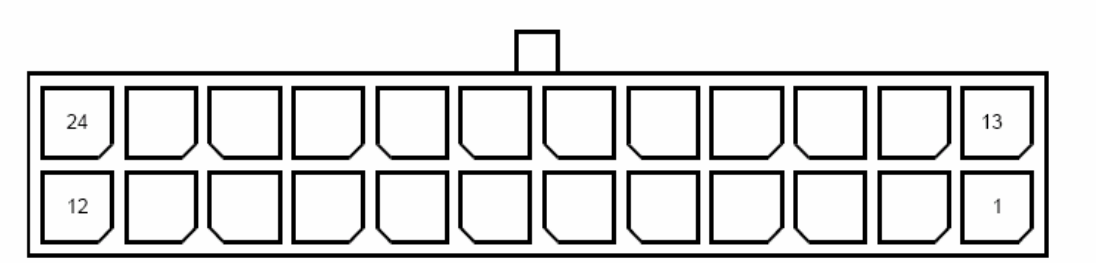
TC65 Terminal GPIO pinlerinin yerleşimi Şekil 5.9'da ve GPIO pinleri için özel üretilen Micro Mate N-LOK konnektörün görünüşü Şekil 5.10'da verilmiştir; elektriksel ve mekaniksel karakteristikleri ise Tablo 5.5'de görülmektedir.



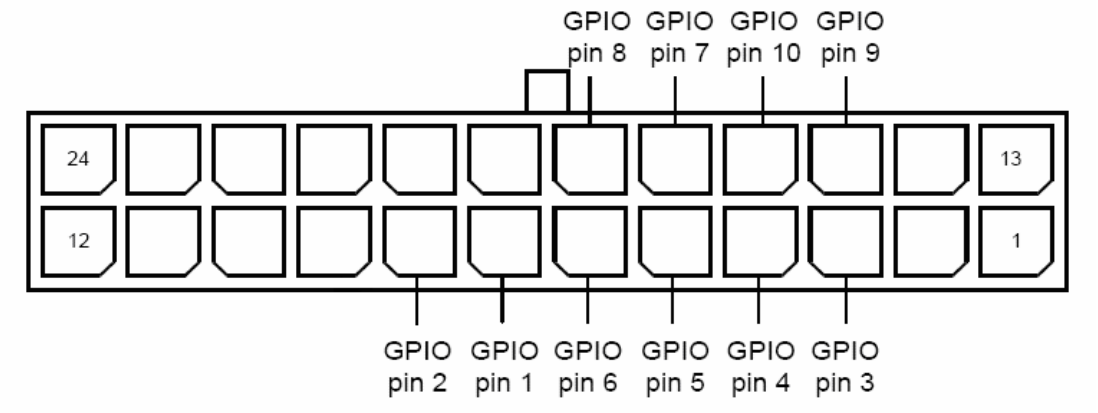
Şekil 5.6 TC65 Terminal dış görünüm–1



Şekil 5.7 TC65 Terminal dış görünüm–2



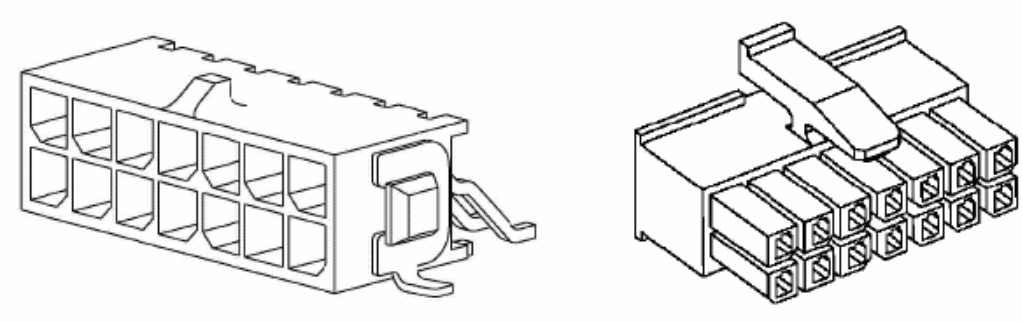
Şekil 5.8 I/O arayüz konnektörlerin yerleşimi



Şekil 5.9 GPIO pinlerinin yerleşimi

Tablo 5.4 I/O konnektörünün elektriksel karakteristikleri

Pin	Signal name	I/O	Description
1	I2CCLK_SPICLK	O	I2C or SPI Clock
2	I2CDAT_SPIDO	I/O	I2C Data or SPI Data out
3	GPIO3	I/O	Programmable GPIO
4	GPIO4	I/O	Programmable GPIO
5	GPIO5	I/O	Programmable GPIO
6	GPIO6	I/O	Programmable GPIO
7	GPIO1	I/O	Programmable GPIO
8	GPIO2	I/O	Programmable GPIO
9	ADC2_IN_P	I	Balanced analog 2 positive input
10	ADC2_IN_N	I	Balanced analog 2 negative input
11	BACKUP	I	Backup battery
12	GND		Groung for power supply
13	SPICS	O	SPI Select
14	SPIDI	I	SPI Data In
15	GPIO9	I/O	Programmable GPIO
16	GPIO10	I/O	Programmable GPIO/ Pulse Counter
17	GPIO7	I/O	Programmable GPIO
18	GPIO8	I/O	Programmable GPIO
19	VDD	O	Signal Supply Voltage
20	ONOFF	I	Ignition
21	ADC1_IN_P	I	Balanced analog 1 positive input
22	ADC1_IN_N	I	Balanced analog 1 negative input
23	GND		Signal ground
24	POWER	I	Power supply

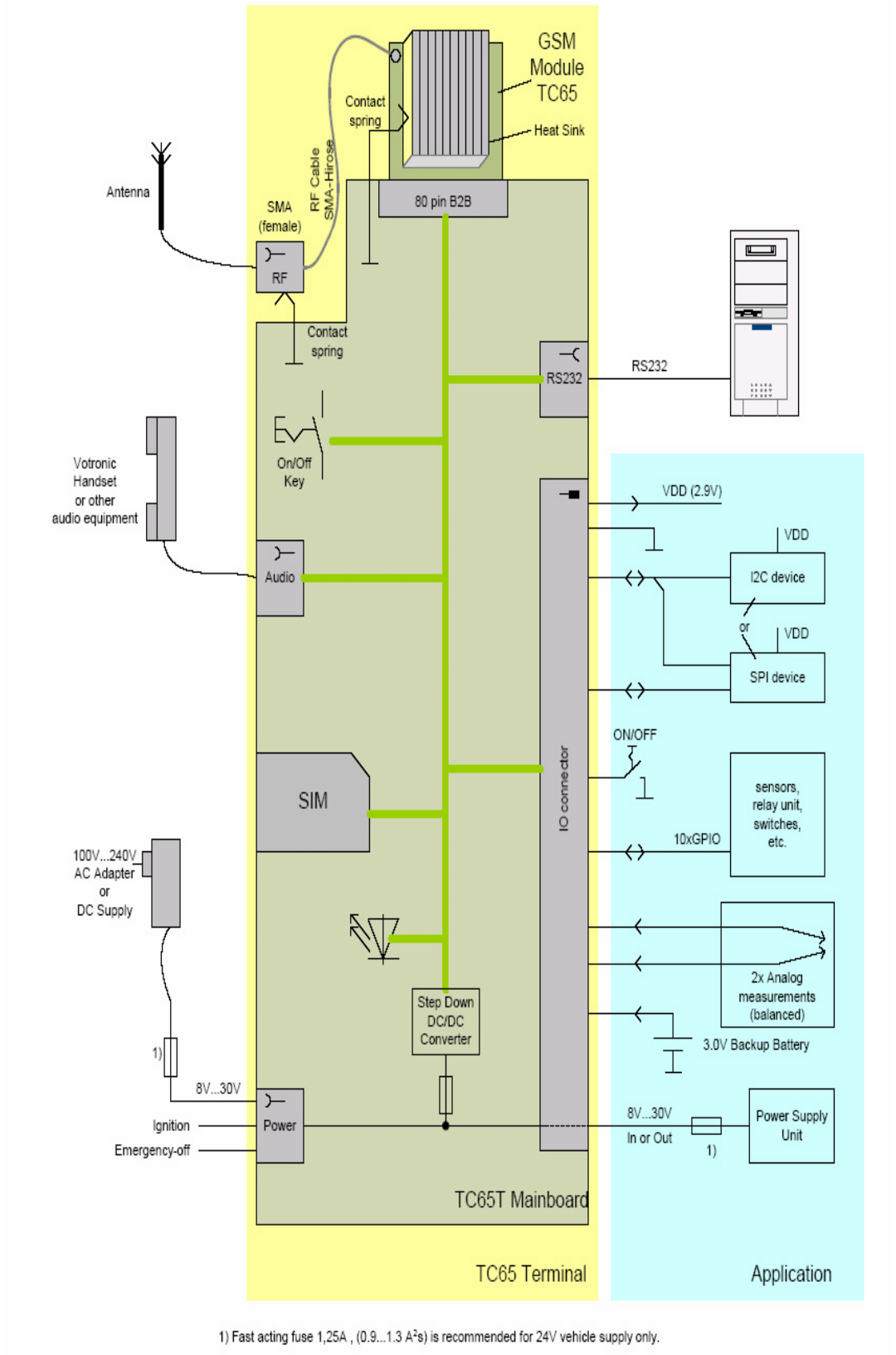


Şekil 5.10 TC65 Terminalde kullanılan Micro Mate N-LOK konnektör

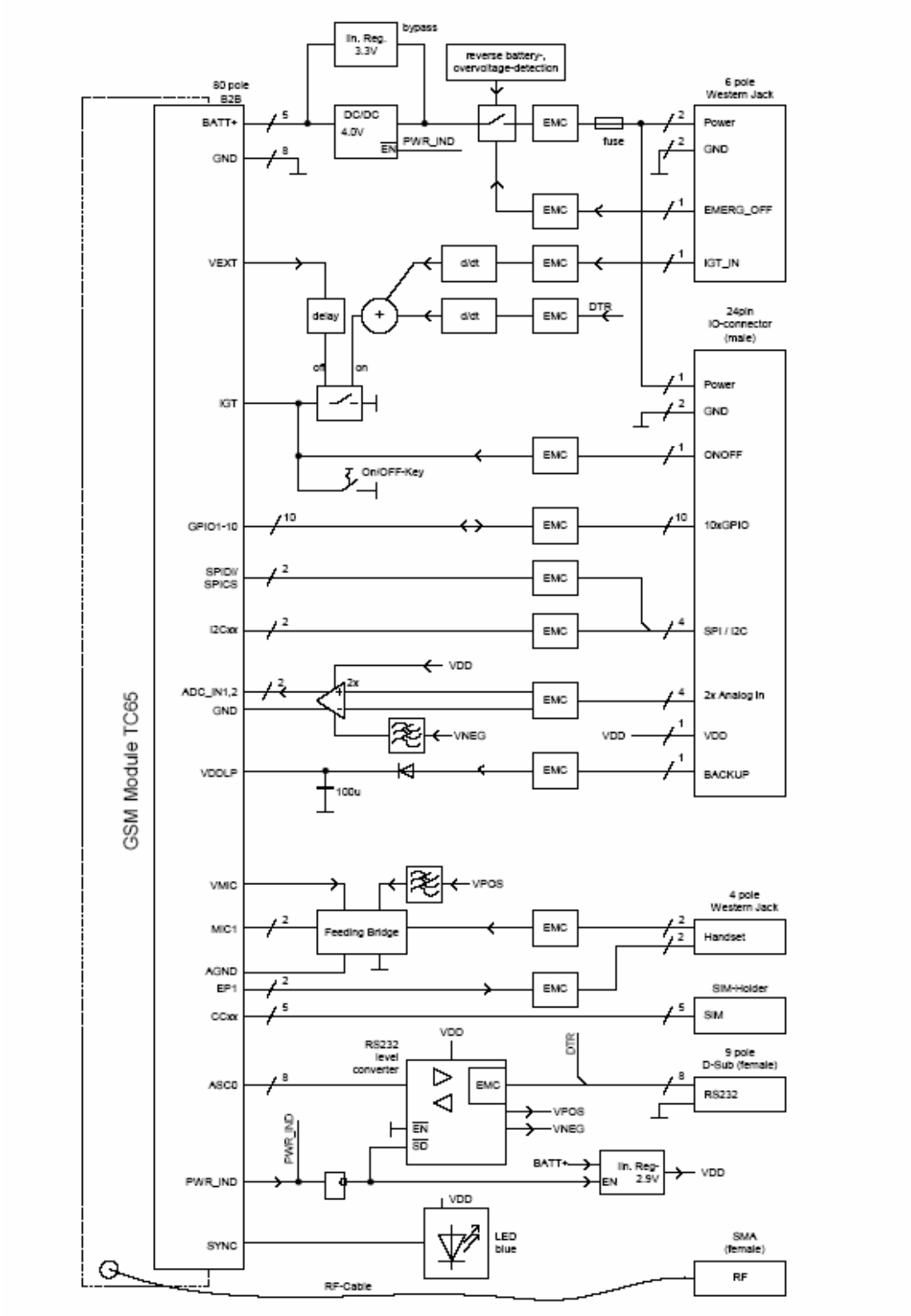
Tablo 5.5 Micro Mate N-LOK konnektörün elektriksel ve mekaniksel karakteristikleri

Parameter	**Specification**
Number of contacts	24
Voltage rating	250V
Current rating	5A max
Resistance	0.02 Ohm max. per contact
Dielectric withstanding voltage	1500VAC
Operating temperature	-40ºC…+105ºC
Contact centerline	3.0mm
Mating force	6.67N max. per contact
Contacts packaging method	Contact availabe in strip form or loose piece (24 pieces/housing for full asembly)
Receptacle Housing Meterial	Flame-retardant black thernoplastic
Contact material	Phosphor bronze

Şekil 5.11'de TC65 Terminal ana kartı; Şekil 5.12'de ise TC65 Terminal devre blok diyağramı görülmektedir.



Şekil 5.11 TC65 Terminal ana kartı



Şekil 5.12 TC65 Terminal devre blok diyağramı

5.4.2. TC65 Yazılım platformu

Arayüzler

Terminal ortamı şunları içermektedir:

- Flaş Dosya Sistemi : Java uygulamaları için hafızası mevcuttur.
- TCP/IP : Terminal içi TCP/IP stack
- GPIO : Genel amaç I/O
- DAI : Dijital Ses Arayüzü
- ASC0 : Asenkron seri arayüz 0
- ASC1 : Asenkron seri arayüz 1
- I2C : I2C bus arayüz
- SPI : Seri çevresel arayüz
- DAC : Dijital analog dönüştürücü
- ADC : Analog dijital dönüştürücü
- AT parser : Erişilebilir AT parser

ASC0 Seri Cihaz

Asenkron bir Seri Kontrolör olan ASC0 bir 9-wire seri arayüzdür. ASC0 üzerinden AT komutları gönderilerek kontrol edilebilmektedir. Bundan da ötesi, ASC0 geliştirme PC'sinden terminal dosya transfer edilmesi ve terminalin AT komutlarıyla kontrol edilmesini sağlamak için tasarlanmıştır.

Genel amaç I/O

Genel amaç I/O için yapılandırılabilecek 10 adet I/O pini bulunmaktadır. TC65 çalışmaya başladığında 10 pinin tamamı, default olacak şekilde, girdi olarak

kullanmak için yüksek direnç durumuna ayarlanır. Bir adet pin sayaç olarak yapılandırılabilmektedir.

DAC/ADC

İki adet analog giriş hattı ve bir adet analog çıkış hattı mevcuttur. Bu hatlara AT komutlarıyla erişilir.

ASC1

ASC1 terminalde bulunan ikinci seri arayüzdür. Bu 4-pinli bir arayüzdür (RX - Alıcı), TX (Verici), RTS, CTS). AT arayüz olarak kullanılır.

Dijital ses arayüzü (DAI)

TC65'in DAI'yı desteklemek üzere bir adet giriş veri saat hattı (input data clock line) ve giriş/çıkış veri (input/output data) ile frame hatları bulunan yedi hatlı bir seri arayüzü bulunmaktadır.

I2C/SPI

I2C ya da SPI arayüz gibi kullanılabilecek 4 hat seri arayüz mevcuttur. Bu arayüz AT komutları tarafından yapılandırılmakta ve sürülmektedir.

JVM Arayüzleri

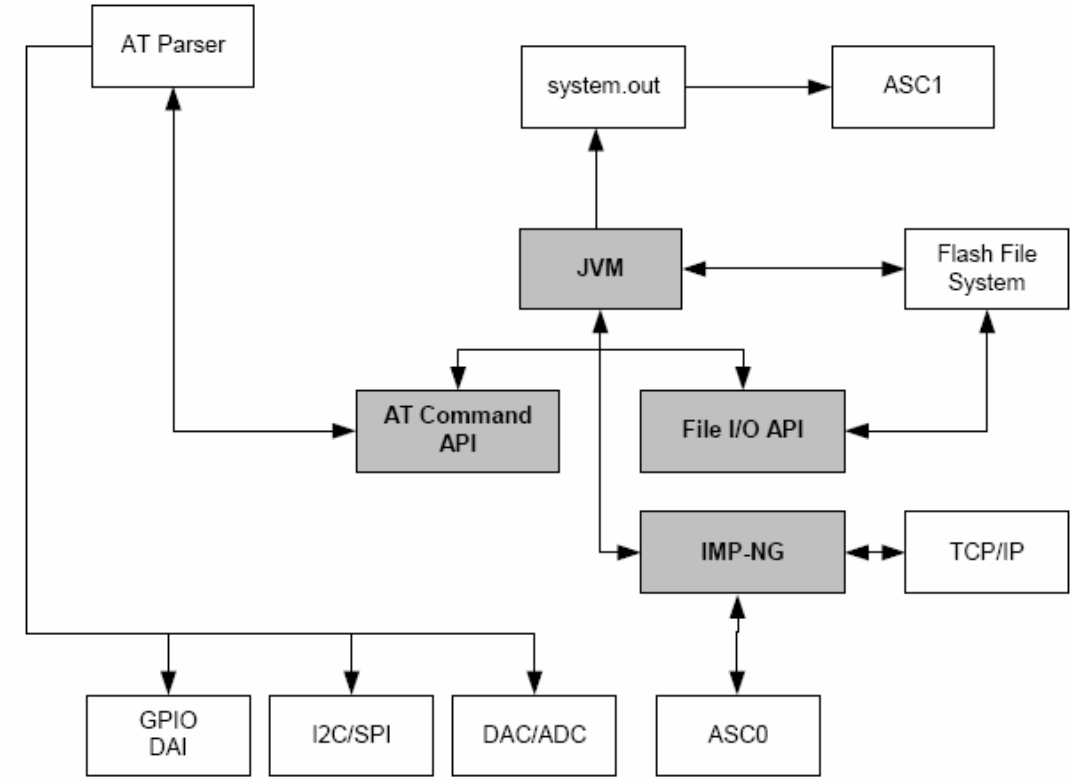
JVM (Java Sanal Makine), J2ME, CLDC ve MIDP, SUN tarafından gerçekleştirilmiştir. IMP-NG Siemens tarafından hazırlanan MIDP 2.0'ın daha basit bir sürümüdür. Dosya I/O API ve AT komutları API Siemens tarafından geliştirilmiştir. Siemens TC65 Java uygulamaları için uygundur. Aşağıda Java'da hazırlanan ve TC65'te kullanılabilecek örnek bir HelloWorld programı verilmiştir.

Java Uygulama Örneği:

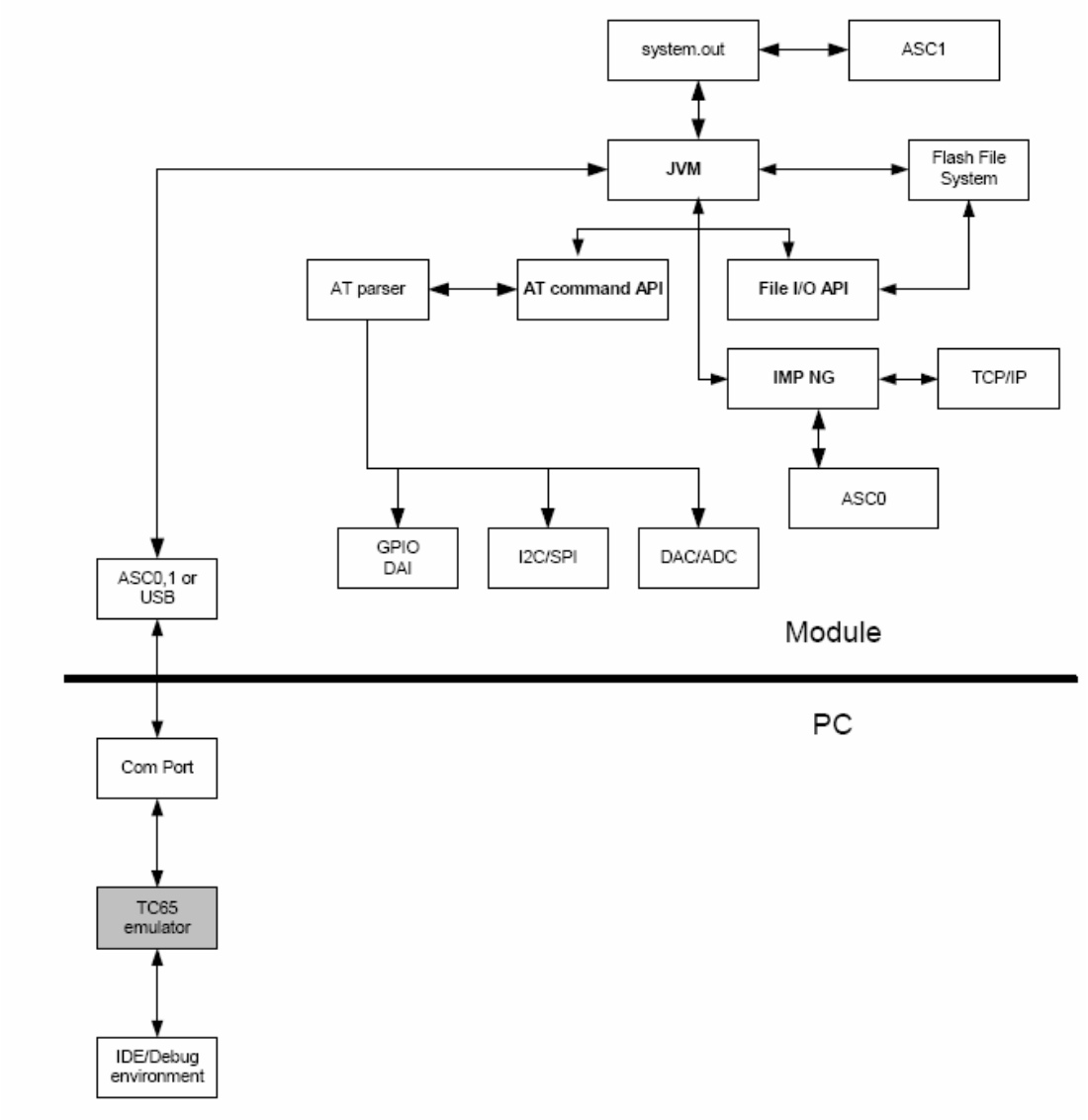
```
/**
* HelloWorld.java
*/
package example.helloworld;
import javax.microedition.midlet.*;
import java.io.*;
public class HelloWorld extends MIDlet {
/**
* HelloWorld - default constructor
*/
public HelloWorld() {
System.out.println("HelloWorld: Constructor");
}
/**
* startApp()
*/
public void startApp() throws MIDletStateChangeException {
System.out.println("HelloWorld: startApp");
System.out.println("\nHello World!\n");
destroyApp();
}
/**
* pauseApp()
*/
public void pauseApp() {
System.out.println("HelloWorld: pauseApp()");
}
/**
* destroyApp()
*/
```

```
public void destroyApp(boolean cond) {
System.out.println("HelloWorld: destroyApp(" + cond + ")");
notifyDestroyed();
}
}
```

Şekil 5.13 ve 5.14'te TC65 Terminal üzerinde çalışan bir Java uygulamasının veri akışı görülmektedir.



Şekil 5.13 Çevre düzenleme Java uygulamasının veri akışı



Şekil 5.14 TC65 terminal üzerinde çalışan bir Java uygulamasının veri akışı

IP Ağ Oluşumu

IMP-NG, MIDP 2.0'a benzer şekilde TCP/IP'ye erişim sağlar.

Terminal durumu

Terminal, GPIO ve I2C/SPI'larla ilişkili olarak aşağıda açıklanan altı durumda olabilir.

1. IP servisi

Standart Java IP ağ oluşturma arayüzlerinden (UDP Datagram Connection, Socket Connection,…) farklı olarak TC65 AT komutları üzerinden bir dizi internet servisini de desteklemektedir.

Tüm IP Servisleri (Java ve AT komutu) için akılda tutulması gereken bir takım özellikleri vardır. Örneğin paralelde kullanılan IP Servislerinin numarası kısa olmalıdır. Etkin bir IP servisi kaynakları tüketir ve tüm performansı zayıflatabilir.

2. Kapanma

Beklenmedik bir kapanmanın olması halinde, flaş dosya sistemine tamponlanmış bir yazının erişmesi nedeniyle yazılmak üzere saptanan veriler kaybolmayacaktır. Daha önce de değinildiği gibi terminal kapatmak için en iyi ve en güvenli yaklaşım AT^SMSO komutunu kullanmaktır.

3. Otomatik kapanma

Terminal aşağıdaki durumlar sözkonusu olduğunda otomatik olarak kapanır;

- Aşırı sıcak ya da soğukta kalma,
- Düşük ya da yüksek voltajda çalışmadır.

Doğru URC (İstenmeyen Sonuç Kodu) etkinleştirilmediği sürece otomatik kapanma herhangi bir uyarı yazısı olmadan gerçekleşecektir. URC'ler etkin ise terminal kapanmadan önce bir uyarı gönderecektir. URC'leri ısı koşulları için etkinleştirmek için AT^SCTM komutu kullanılır, voltaj koşullarıyla ilgili URC'lerin etkinleştirilmesi içinse AT^SBC komutları kullanılır. Terminalin alarm verdikten sonra uygulama tarafından AT^SMSO ile kapatılabilmesi için bu URC'lerin etkinleştirilmesi gerekmektedir.

4. El ile kapatma

Terminal AT komutu AT^SMSO ile elle kapatılabilir ya da TC65 çalışırken ateşleme anahtarına bir süre basmak suretiyle de kapatılabilir [28].

5. Kapattıktan sonra yeniden başlama

Terminal bir alarm zamanı kurulmadan kapatıldığında, örneğin bir enerji sorununun ardından, harici donanım terminal reset hattıyla (IGT) yeniden başlatmalıdır.

6. Uzun cevaplar

AT Command API 1024 byte büyüklüğüne kadar olan AT komutlarının cevaplarını idare edebilmektedir. Bazı AT komutlarının büyüklüğü 1024 byte'dan büyüktür. Bu kural dışı bir durumdur. Bu duruma çözüm olarak geliştirilen işlemler şunlardır:

- Tüm telefon defterini listelemek yerine kayıtları teker teker okumak,
- Tüm kısa mesaj hafızasını listelemek yerine mesajları birer birer okumak,
- Benzer şekilde, tedarikçi listesini (provider list) birer birer okumak.

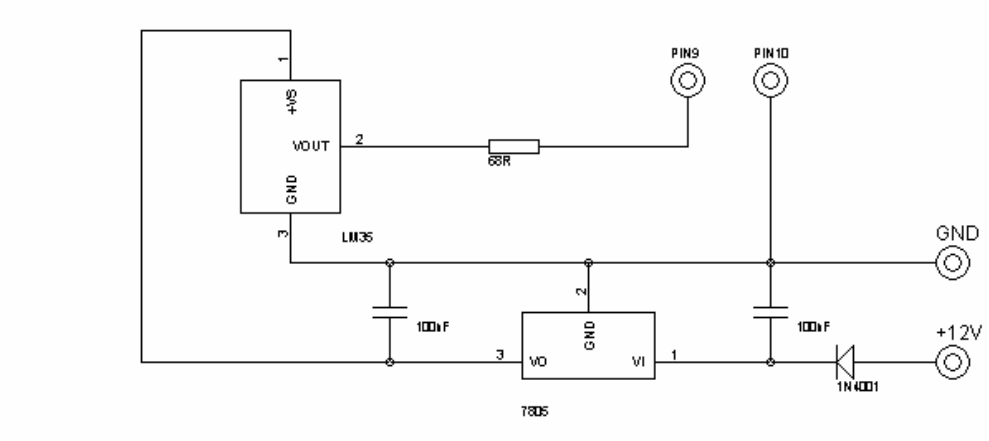
7. Kısıtlamalar

Terminaldeki flaş dosya sistemi tarafından tam bir yol adının maksimum uzunluğu, yol ve dosya adı dahil, 120 karakterle sınırlıdır. Sınıf ve dosya adlarının büyük ve küçük harf duyarlılığından daha öte farklılaştırılması tavsiye edilir.

Hafıza; CLDC 1.1 HI tam zamanlı bir derleyici niteliği arz eder. Bu özellik RAM alanını kullanmaktadır. Hızlanma işlemi için kod çevrilmesi ile uygulama için mevcut RAM alanı arasında her zaman için bir değiş tokuş sözkonusudur [29].

5.4.3. Geri besleme devresi

TC65 Terminalin 2 çift analog giriş ucu vardır. Sistemde kombi, GPIO2 numaralı pine bağlanmıştır. Kombinin sıcaklığını kontrol etmek için Şekil 5.15'te yer alan geri besleme devresi vardır.



Şekil 5.15 Geri besleme devresi

LM35DZ ısı sensörü her sıcaklık artışında 10 mV gerilimi terminalin analog girişlerine vermektedir. Analog girişlerden gelen gerilime göre program akışını sürdürecektir.

5.4.4. Gerilim yükselteci ve röle devresi

TC65 Terminalin GPIO çıkışları SMS'ten gelen veri ile giriş ya da çıkış olarak set edilir. GPIO pinlerinden, giriş olarak set edilmesi ile 2.93 voltluk gerilim alınır. 2.93 voltluk gerilim ise 12 voltluk röleyi açmak için düşük bir gerilimdir. GPIO çıkışlarından alınan gerilimi yükseltmek için sistemde gerilim yükselteci devresi kullanılır.

Sistemde kontrol edilen 10 adet alıcı 220 voltluk şebeke gerilimine bağlıdır. Alıcıların çalışması için yeterli gerilim röle tarafından sürülmektedir. Şekil 5.16'da Delphi 6'da hazırlanan programın akış diyağramı yer almaktadır.

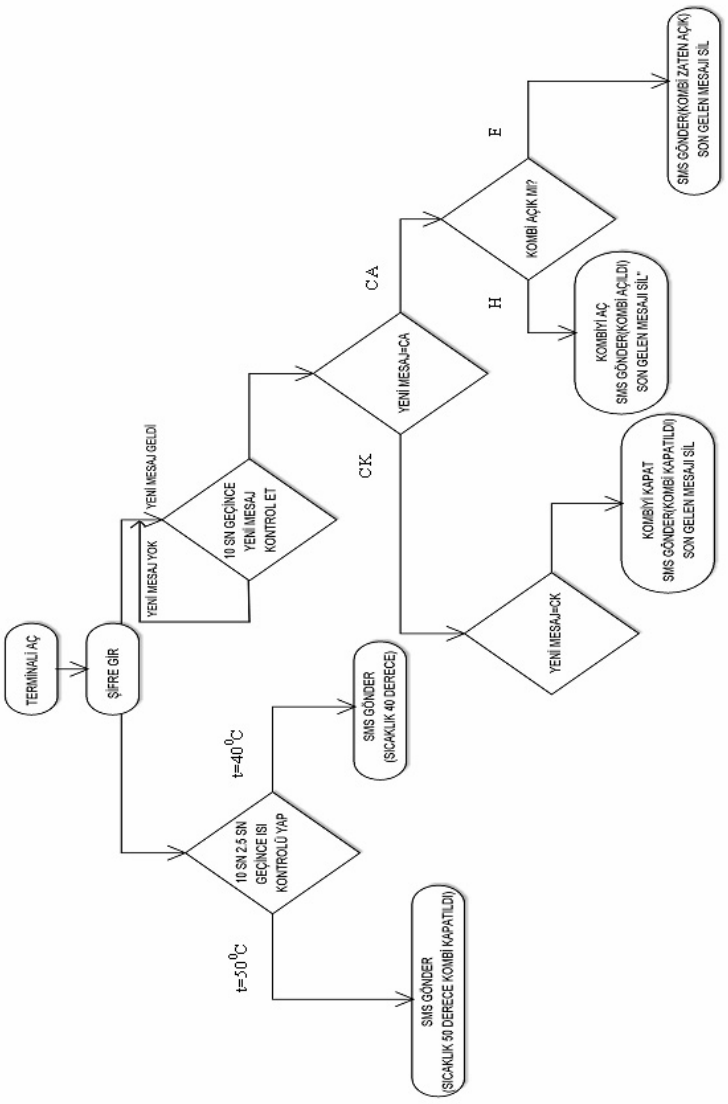
5.4.5. Kontrol edilecek ortamdaki cihazlar

Sistem 10 adet alıcıyı kumanda ederken, sadece kombiyi de kontrol etmektedir. Bununla birlikte TC65 Terminal sayısı artırılarak onlarca alıcı kontrol edilebilir ve geri besleme bilgisi alınabilir.

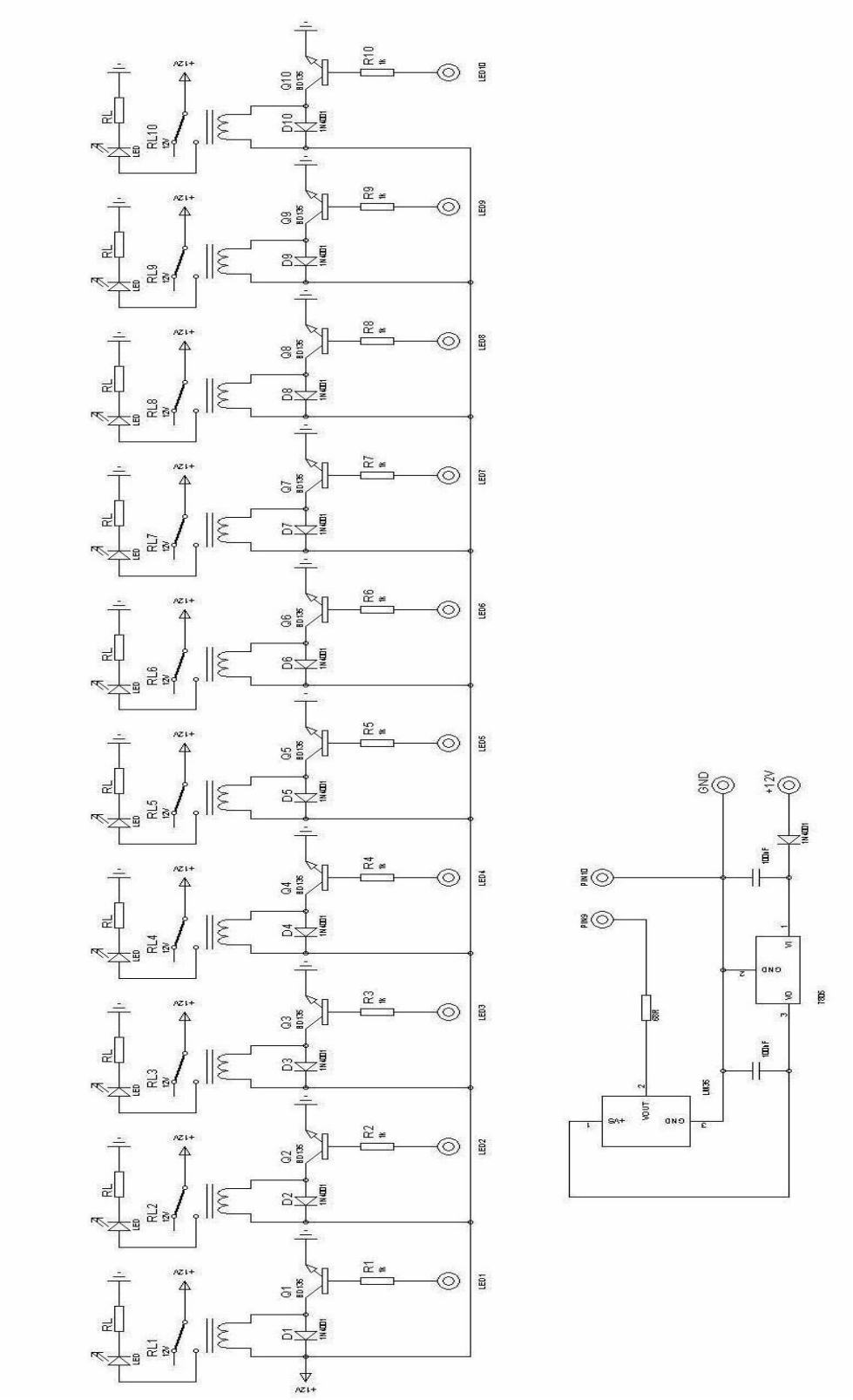
Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen sistem, 10 adet örnek cihaza bağlanmıştır. Bu cihazlar:

1. Klima,
2. Kamera,
3. Kombi,
4. Lamba,
5. Fırın,
6. Isıtıcı,
7. Motor,
8. Alarm,
9. Garaj kapısı,
10. Penceredir.

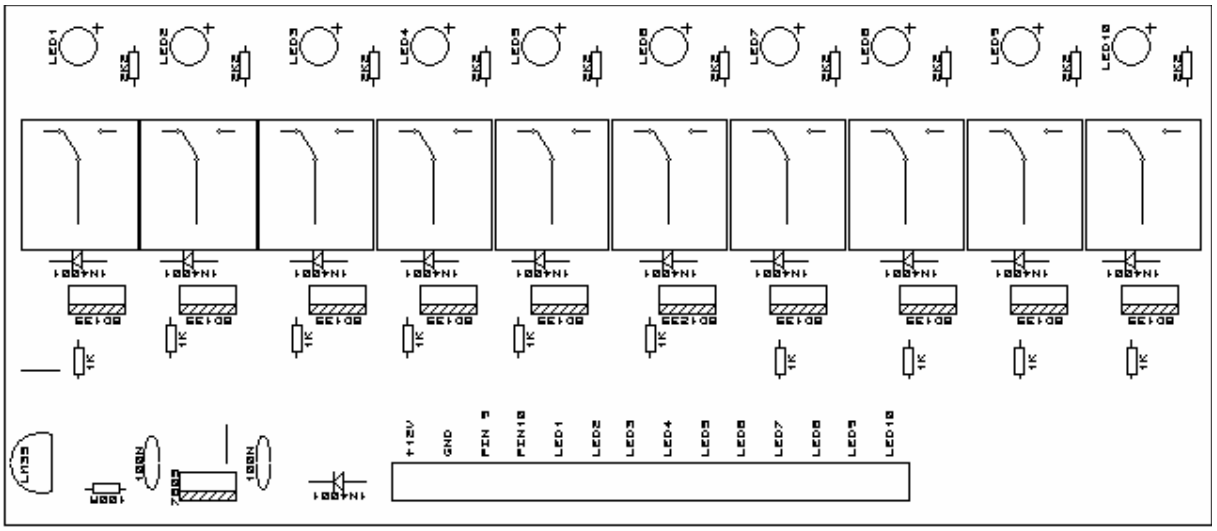
Hazırlanan örnek devre akıllı evlere rahatlıkla uyarlanabilir. Bu amaçla gerçekleştirilen sistemin basit uygulaması Şekil 5.17'de, devre elemanlarının yerleşimi Şekil 5.18'de, baskı devre ise Şekil 5.19'da verilmiştir.



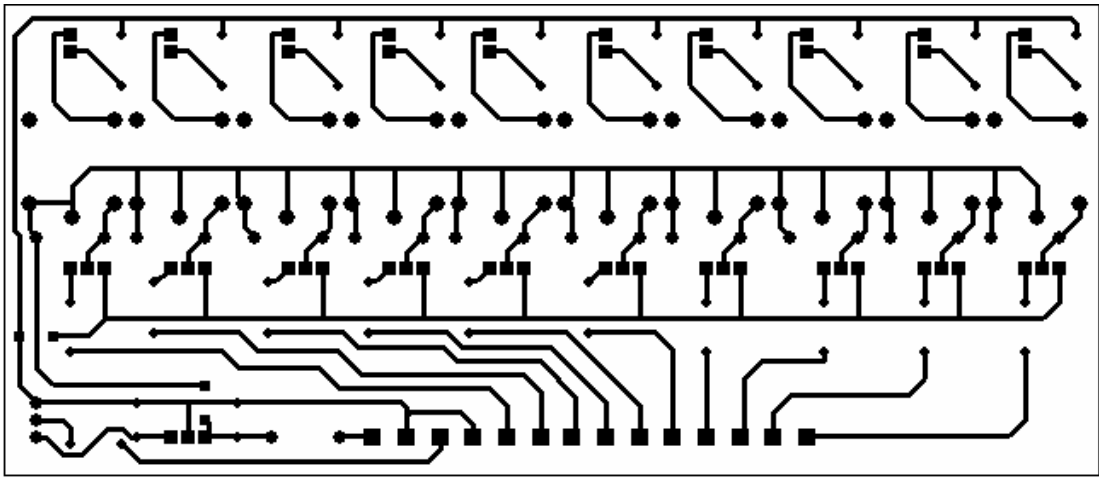
Şekil 5.16 Programın akış diyağramı



Şekil 5.17 Sistemin basit bir uygulaması



Şekil 5.18 Devre elemanlarının yerleşimi



Şekil 5.19 Baskı devre

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen sistemin akıllı araba ve endüstriyel otomasyon sistemlerine uygulanabileceği vurgulandı. Sonraki kısımlarda sistem için uygulama önerilerine yer verilecektir.

Akıllı araba önerisi

Akıllı araba teknolojileri kullanılarak, araba çalışır haldeyken hemen hemen bütün elektrik sistemi kontrol edilebilmektedir.

Araba çalışmazken ise arabanın güvenliği açısından olağan dışı durumlarda alarm sistemi devreye girmektedir.

Siemens TC65 Terminal ile yapılan uzaktan ortam kontrol sistemi akıllı arabalara rahatlıkla uygulanabilir. Akıllı araba teknolojilerinin yaptığı bütün işlevler, herhangi bir mobil telefondan gönderilen SMS'le yapılabilir. Bunun için arabanın çalışır halde olmasına gerek yoktur. Kontak anahtarı açık değilken bile arabada istenilen elektrikli sistem açılıp kapanabilir ya da arabanın hâlihazırdaki durumuna dair bilgi alınabilir. Tablo 5.6'da akıllı araba teknolojileri ile yaptırılan işlevlerin bazılarının, TC65 terminal ile kontrol edilebileceği önerisi verilmiştir. TC65 sayısı artırılarak kontrol edilecek işlevlerin sayısı arttırılabilir.

Bina Elektrik İç/Dış Tesisat Önerisi

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen sistem, bina tesisatlarına rahatlıkla uygulanabilir. Böylece bina içindeki ya da dışındaki bütün elektrikli cihazlar uzaktan kontrol edilebilir. İstenilen tablonun elektriği istenilen zamanda kesilebilir ya da gerektiğinde tablolara elektrik verilebilir. Ortam ısısı/nemi kontrol edilerek anormal ısı/nem artış durumlarında istenilen bir mobil telefona uyarı SMS'i gönderilebilir. Olağan dışı bir durum (yangın..vs.) olması halinde sisteme önceden müdahale edilerek ana tablonun enerjisi kesilebilir. Yani bina içinde olmadan dünyanın herhangi bir yerinden, herhangi bir mobil telefondan gönderilen SMS'le bina kontrol edilebilir ve durum bilgisi alınabilir. Böylece zaman, iş gücü ve enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Tablo 5.7'de gerçekleştirilen sistemin elektrik tesisatına uygulanması halinde gönderilebilecek örnek komutlar ve kontrol edilebilecek örnek tablolar gösterilmiştir.

Tablo 5.6 Akıllı araba önerisi

TC65 TERMİNALE GÖNDERİLEN KOMUTLAR VE TC65'DEN GELEN BİLGİ SMS'LERİ (akıllı araba önerisi)			
No	Gönderilen SMS'ler	GPIO PIN durumu	Bilgi SMS'i
1	KA	GPIO0 giriş	KLIMA ACILDI
2	KA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	KLIMA ZATEN ACIK
3	KK	GPIO0 çıkış	KLIMA KAPATILDI
4	KK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	KLIMA ZATEN KAPALI
5	RA	GPIO1 giriş	KAPI ACILDI
6	RA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO1 değişiklik yok	KAPI ZATEN ACIK
7	RK	GPIO1 çıkış	KAPI KAPATILDI
8	RK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO1 değişiklik yok	KAPI ZATEN KAPALI
9	CA	GPIO2 giriş	CD PLAYER ACILDI
10	CA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO2 değişiklik yok	CD PLAYER ZATEN ACIK
11	CK	GPIO2 çıkış	CD PLAYER KAPATILDI
12	CK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO2 değişiklik yok	CD PLAYER ZATEN KAPALI
13	SA	GPIO3 giriş	SİLECEK ACILDI
14	SA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO3 değişiklik yok	SİLECEK ZATEN ACIK
15	SK	GPIO3 çıkış	SİLECEK KAPATILDI
16	SK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO3 değişiklik yok	SİLECEK ZATEN KAPALI
17	FA	GPIO4 giriş	EL FRENİ CEK
18	FA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO4 değişiklik yok	EL FRENİ ZATEN CEKİLİ
19	FK	GPIO4 çıkış	EL FRENİ İNDİRİLDİ
20	FK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO4 değişiklik yok	EL FRENİ ZATEN İNDİRİLDİ
21	IA	GPIO5 giriş	ISITICI ACILDI
22	IA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO5 değişiklik yok	ISITICI ZATEN ACIK
23	IK	GPIO5 çıkış	ISITICI KAPATILDI
24	IK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO5 değişiklik yok	ISITICI ZATEN KAPALI
25	MA	GPIO6 giriş	M. MOTORU CALISIYOR
26	MA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO6 değişiklik yok	M. MOTORU ZATEN CALISIYOR
27	MK	GPIO6 çıkış	M. MOTORU DURDURULDU
28	MK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO6 değişiklik yok	M.MOTORU ZATEN KAPALI
29	AA	GPIO7 giriş	ARKA CAM ISITMA AC
30	AA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO7 değişiklik yok	A. CAM ISITMA ZATEN ACIK
31	AK	GPIO7 çıkış	A. CAM ISITMA KAPATILDI
32	AK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO7 değişiklik yok	A. CAM ISITMA ZATEN KAPALI
33	BA	GPIO8 giriş	BAGAJ KAPISI ACILDI
34	BA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO8 değişiklik yok	BAGAJ KAPISI ZATEN ACIK
35	BK	GPIO8 çıkış	BAGAJ KAPISI KAPATILDI
36	BK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO8 değişiklik yok	BAGAJ KAPISI ZATEN KAPALI
37	PA	GPIO9 giriş	PENCERE ACILDI
38	PA (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO9 değişiklik yok	PENCERE ZATEN ACIK
39	PK	GPIO9 çıkış	PENCERE KAPATILDI
40	PK (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO9 değişiklik yok	PENCERE ZATEN KAPALI

Tablo 5.7 Bina elektrik iç/dış tesisat önerisi

TC65 TERMİNALE GÖNDERİLEN KOMUTLAR VE TC65'DEN GELEN BİLGİ SMS'LERİ (Bina Elektrik İç/Dış Tesisat Önerisi)			
No	Gönderilen SMS'ler	GPIO PIN durumu	Bilgi SMS'i
1	T1A	GPIO0 giriş	TABLO1 KAPAT
2	T1A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO1 ZATEN KAPALI
3	T1K	GPIO0 çıkış	TABLO1 AC
4	T1K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO1 ZATEN ACIK
5	T2A	GPIO1 giriş	TABLO2 KAPAT
6	T2A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO1 değişiklik yok	TABLO2 ZATEN KAPALI
7	T2K	GPIO1 çıkış	TABLO2 AC
8	T2K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO2 ZATEN ACIK
9	T3A	GPIO2 giriş	TABLO3 KAPAT
10	T3A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO2 değişiklik yok	TABLO3 ZATEN KAPALI
11	T3K	GPIO2 çıkış	TABLO3 AC
12	T3K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO3 ZATEN ACIK
13	T4A	GPIO3 giriş	TABLO4 KAPAT
14	T4A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO3 değişiklik yok	TABLO4 ZATEN KAPALI
15	T4K	GPIO3 çıkış	TABLO4 AC
16	T4K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO4 ZATEN ACIK
17	T5A	GPIO4 giriş	TABLO5 KAPAT
18	T5A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO4 değişiklik yok	TABLO5 ZATEN KAPALI
19	T5K	GPIO4 çıkış	TABLO5 AC
20	T5K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO5 ZATEN ACIK
21	T6A	GPIO5 giriş	TABLO6 KAPAT
22	T6A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO5 değişiklik yok	TABLO6 ZATEN KAPALI
23	T6K	GPIO5 çıkış	TABLO6 AC
24	T6K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO6 ZATEN ACIK
25	T7A	GPIO6 giriş	TABLO7 KAPAT
26	T7A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO6 değişiklik yok	TABLO7 ZATEN KAPALI
27	T7K	GPIO6 çıkış	TABLO7 AC
28	T7K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO7 ZATEN ACIK
29	T8A	GPIO7 giriş	TABLO8 KAPAT
30	T8A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO7 değişiklik yok	TABLO8 ZATEN KAPALI
31	T8K	GPIO7 çıkış	TABLO8 AC
32	T8K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO8 ZATEN ACIK
33	T9A	GPIO8 giriş	TABLO9 KAPAT
34	T9A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO8 değişiklik yok	TABLO9 ZATEN KAPALI
35	T9K	GPIO8 çıkış	TABLO9 AC
36	T9K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO9 ZATEN ACIK
37	T10A	GPIO9 giriş	TABLO10 KAPAT
38	T10A (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO9 değişiklik yok	TABLO10 ZATEN KAPALI
39	T10K	GPIO9 çıkış	TABLO10 AC
40	T10K (2.kez aynı SMS gelirse)	GPIO0 değişiklik yok	TABLO10 ZATEN ACIK

5.4.6. Borland Delphi 6 yazılım geliştirme ortamı

Delphi, Borland yazılım şirketinin derleyici teknolojisinin tüm özelliklerini taşır. Delphi dili Object Pascal'dır. Görsel olarak uygulama geliştirmenin yapabileceği, kontrol gücü olarak C++ diline ve programlama kolaylığı olarak Visual Basic diline benzeyen programlama dilidir. Delphi Inprise şirketinin (eski adıyla Borland) Component (Bileşen) teknolojisini kullanılır ve 32 bit derleyicisi vardır. Windows 98, Windows NT ve Windows XP altında çalışan ve yine bu ortamlarda çalışabilen programlar üretebilen bir uygulama geliştirme aracıdır. Delphi, görsel programcılık konusunda performansı en yüksek olan dillerden biridir.

Görsel araçlar kullanılarak program yazmaya, hızlı uygulama geliştirme (RAD) adı verilir. Delphi, bu anlamda tam anlamıyla bir RAD'dır. Görsel programlarla birlikte hız kazanan müzik, resim, film vb. multimedya programlarını da Delphi'de hazırlamak mümkündür. Delphi, aynı görselliği veritabanına yönelik işlemlere de izin vermektedir. SQL (Yapısal Sorgulama Dili) sorguları dahil, veritabanı dosyaları görsel tablolara (grid) dökebilmektedir [30].

Delphi, aynı zamanda iyi bir masaüstü aracıdır. Çünkü fare yönetimli programlar hazırlamada oldukça başarılıdır. Gerek "nesne-yönetimli" gerekse de "olay- güdümlü" programlar hazırlamada oldukça kolaydır.

Delphi programlama dilinin görsel kısmı yine Delphi'de hazırlanmıştır. Bu özelliği Delphi'nin üstünlüğünün en önemli kanıtıdır. Çünkü birçok program, kendisinde bulunan bir özelliği kullanıcısının kullanımına açılmamıştır. Oysa Delphi'de kendisinde bulunan her şey kullanıcıya da sunulmuştur. Delphi her şeyden önce bir proje hazırlama makinesidir. Hatta bu makine birden fazla kişinin aynı anda projenin çeşitli bölümlerini tamamlamasına müsaade etmektedir.

Delphi, büyük ve karmaşık problemleri bile çözebilen iyi bir istemci/sunucu aracıdır. Çok yetenekli, nesneye dayalı bir dilin gücünden yararlanan gerçek bir istemci/sunucu araçlarıyla yazılan programlara göre bir kaç kez daha hızlı çalışır. Ayrıca, Delphi veritabanı işlemlerini kısa zamanda yerine getirebilmek için Borland Veritabanı Motoru kullanır. Bu Delphi'nin istemci/sunucu kısmının oluşturduğu veri

tabanı araçlarının sağlam ve uzmanlaşmış bir teknolojinin parçaları olduğu anlamına gelir.

Derleyici olarak Delphi

Delphi'nin temeli mükemmel bir nesneye dayalı derleyicidir. Ürün çekirdeğinde derleyici bulunmaktadır. Bunun üstüne görsel araçlar kurulmuştur. Derleyici ve görsel araçları kullanarak istemci/sunucu teknolojisine erişilmesi sağlanır.

Derleyici, 32 bit olarak geliştirilmiştir. Bunun anlamı Windows 98 üzerinde 2 gigabyte'a kadar stringler oluşturmak demektedir. Bu sınırlama 16 bit derleyicide 64 Kb'dır. Windows 98 kullanıcı arabirimini destekler. Böylece Delphi'de hazırlanan programlar Windows 98 programları güdümünde olacaktır. Çünkü aynı arabirimi kullanarak hazırlanmıştır [30].

Delphi, oldukça hızlı derler ve derlediği programlar da diskte daha az yer kaplar. Pentium tabanlı normal bir bilgisayarda yaklaşık bir dakikada 330.000 satır derleyebilir. Derlediği dosyalar ise diskte % 20–25 daha az yer kaplamaktadır.

Görsel programlama aracı olarak Delphi

Delphi gibi görsel programlama ortamları, fare ve bir dizi özel yazılım araçlarının kullanılmasıyla çabuk ve kolayca uygulama hazırlama olanağı sunarlar.

Görsel programlamanın en büyük avantajı, yeni başlayan kullanıcılara hemen başlangıçta program yazma olanağı sağlamasıdır. Bununla birlikte bu yöntem, deneyimli programcılar içinde kullanışlıdır. Çünkü karmaşık işler fareyi bir kaç kez tıklayarak yapılabilir.

Delphi, kendi nesnelerine bileşen ya da VBX (Visual Basic Eklentileri) gibi görsel araçlarla erişilmesini sağlayacak biçimde tasarlanmıştır. Diğer diller daha önceden görsel araçları kullanmaya başlamışlardır. Fakat oluşturulan herhangi bir nesneyi fareyle işlenebilen görsel bir araca çevirmek kolay bir işlem olmadığından Delphi diğer dillerden farklıdır. Delphi'nin nesneleriyle görsel araçları benzersiz bir biçimde bütünleşmiştir. Bunun en büyük yararlarından biri, Delphi'nin nesneye

dayalı programlama alışkanlıklarını desteklemesidir. Delphi tekrar kullanılabilen görsel nesnelerin oluşturulmasını kolaylaştırır. Bu türden nesneler farklı projelerde kolaylıkla tekrar kullanılır.

Veritabanı olarak Delphi

Delphi'nin işlevsel yönlerinden biri de, veritabanına hitap etmesidir. Bu özelliği en az görselliği kadar önemlidir. Delphi'de sadece bir tür veriyi değil pek çok veri ve veri türü işlenebilir. Bu özelliği onun programlama gücünü ve kullanabilirliğini arttırmıştır.

Delphi, Borlanad'ın (paradox) veri tabanı motorunu birlikte kurduğundan, her türlü veri tabanı dosyalarının bu programda kolayca oluşturulmasını sağlar. Yazılan programlar ister tek kullanıcılı ister çok kullanıcılı olarak hazırlanabilir. Çok kullanıcılı program hazırlamak da oldukça kolaydır.

İstemci/sunucu olarak Delphi

Birçok kullanıcı Delphi'nin sunucu yetenekleri nedeniyle bu dile ilgi duymaktadır. Delphi ölçeklenebilir veri tabanı uygulamaları hazırlanmasını kolaylaştırır. Tek bir sistem için tasarlanan bu uygulamalar, fazla bir çaba gerektirmeden bilgisayar ağı kurulu ortamlarda kullanılabilir. Bu ortamlarda Borland Veritabanı Motoru, Interbase, Oracle, Sybase ve diğer belli başlı sunuculara erişilmesini sağlar.

Delphi, ciddi bir istemci/sunucu aracıdır. Proje yönetim araçlarına ve veri tabanı tasarım araçlarına bağlantıları vardır. Birden-çoğa ilişkilerin oluşturulmasına, çok sayıda tablonun birleştirilmesine ve hesaplanan alanlar oluşturulmasına olanak tanır. Ayrıca tablolardan yalnızca belli alanların kullanıcılara gösterilmesi için çeşitli yöntemler sağlar. Delphi, kayıtlar üzerine dizin oluşturulması, bunların sıralanması, silinmesi, eklenmesi ve düzenlenmesi işlerini destekler.

Delphi tam olarak ölçeklenebilir bir veri tabanı aracıdır. Yani tek kullanıcılı bir makine için yazılan kod sadece birkaç değişiklik yapılarak ağ üzerinde çalışacak biçime getirilebilir. Bu işlevselliği sağlayan en yararlı araç Local Interbase

Engine'dir. Interbase belli başlı kurumlar tarafından kritik görevlerde kullanılan bir SQL sunucudur. Bu sunucunun özel bir sürümü, Delphi ile birlikte sunulmaktadır. Sunucu bu yerel sürüme erişen program yazabilir. Tasarımdaki hataları tamamıyla ayıkladıktan sonra, takma adlar arasında bir tak satırı tüm uygulama ağ üzerine taşınabilir [31].

Delphi 6 yazılım geliştirme ortamında yazılan GSM'le kontrol sistemi program kodu Ek 1'de yer almaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının amacı, mobil telefon ve GPRS terminali yardımıyla kablosuz olarak uzaktan ortam kontrolü yapmaktır. Bu çalışma ile TC65 GSM/GPRS terminali kullanılarak uzaktan ortam kontrol sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde, diğer GSM/GPRS terminallerine göre birçok avantajı bulunan Siemens TC65 Terminali kullanılmıştır. TC65 Terminalin çıkışlarına bağlanan röleler, herhangi bir mobil telefondan gönderilen SMS ile kontrol edilmiştir. Isı sensöründen gelen sıcaklık bilgisi mobil telefona SMS olarak gönderilmiştir.

Sistem, akıllı evlere, akıllı arabalara veya endüstriyel otomasyon sistemlerine uyarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemle, TC65 Terminal ve mobil telefon ile kablosuz olarak uzaktan ortam kontrolü sağlanmıştır. Günümüzde birçok alanda kullanılan ve kontrol sistemi tasarımında geleneksel yöntemlerin yerini akıllı sistemler almaktadır. Akıllı sistemlerin günlük hayatta kullanılan elektronik sistemlere ve endüstriyel ortamlara uygulanması ile insan hayatını daha da kolaylaştırması, buna paralel olarak zaman, enerji, iş gücü ve ekonomik kazançlar sağlanması amaçlanmaktadır.

GSM/GPRS teknolojilerinin daha hızlı ve güvenilir sonuçlar verdiği görüldüğünden; bu sistemler, güvenlik, aydınlatma, iklimlendirme, bahçe otomasyonu, akıllı araba, akıllı ev ve endüstriyel ortamlar… gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Böylece, insanların günlük yaşamda vakit harcadığı işlerin yükünün geliştirilen bu sistemlere aktarılması sonucunda zaman kullanımı açısından tasarruf sağlanmaktadır.

Bu projenin sağlayacağı avantajlar şöyle özetlenebilir:

1. Günlük hayatta kullanılan elektronik cihazlara (çamaşır makinesi, TV, CD player, kombi, klima, aydınlatma elemanları, …) uygulanabilir. Böylece insanlar zamandan ve paradan tasarruf sağlayacaklardır. Bu sistemin uygulandığı binalarda daha güvenli, daha verimli çalışma / yaşama alanları oluşacaktır.

2. Yangın ihbar sistemlerine uygulanması durumunda acil durumlarda sistem, elektrik devresini açarak yangın çıkmasına engel olacak ya da oluşacak zararı asgari düzeye indirgeyecektir.

3. Otomobillere uygulanması otomobillerin güvenliğini artıracaktır.

4. Bina güvenlik sistemlerine uygulanması daha hızlı müdahale yapılmasını sağlayacaktır.

5. Lojistik alanına uygulanarak daha güvenli bir teslimat yapılacak, şirketler zaman ve yakıt tasarrufu sağlayacaklardır.

6. Endüstriyel ortamlara uygulanması, bu ortamlarda insan gücüne olan ihtiyacın asgari düzeye indiği görülecek ve böylece ekonomik tasarruf sağlanacaktır.

7. Bütün bunlara ek olarak, dünyanın her yerinden, GSM kontrollü sistemlere müdahale edilebilinecektir.

Projenin önemi şöyle özetlenebilir: Günümüz kentsel yerleşim planlarında her geçen gün sayısı artan çok katlı iş merkezleri, alış-veriş merkezleri ve otellerin verimli ve güvenilir bir şekilde yaşanabilirliğini sürdürebilmesi çok önemlidir. Enerjiyi tasarruflu kullanan, iklimlendirme sistemi ve güvenlik sistemi sayesinde içinde yaşayanlara yardımcı olabilen binaların oluşturulabilmesi için gelişmiş teknolojilerin kullanılması gerekir. İçinde yaşayan insanların günlük yaşamda vakit harcadığı rutin işlerin yükünü üstlenen bu akıllı bina teknolojilerinin, klasik teknolojiler yerine, bilgisayar ve cep telefonu gibi oldukça yaygın cihazlar kullanılarak tasarlanması, bu binaların güvenirliğini ve kullanılabilirliğini kat kat artırmaktadır.

Bu tür akıllı binalar, yalnız yaşayan ve huzurevine gitmek istemeyen yaşlılar için de idealdir. Evde bulunan bir insanın saat kaçta uyandığından tutun da banyoda kaç dakika kaldığı, buzdolabının kapısını gün içinde kaç kez açtığı, gün içinde tuvalete kaç kez gittiği izlenmekte anormal bir durum olduğunda ise SMS ile istenilen kişilere uyarı mesajı gönderebilmektedir.

Globalleşen günümüz dünyasında yaşayan insanlar için savunma ve güvenliğin ön plana çıktığı bir gerçektir. Bu durum göze alındığında GSM ile ortam yönetiminin araba ve bina güvenlik alarm sistemlerinde ve lojistik uygulamalarda kullanılması oldukça önemlidir. Örneğin, değerli mücevherat tesliminden, ürünün teslimine kadar izlenebilmesi ve acil bir durumda sinyal alınması buna örnektir.

Yetenekli iş gücünün ön plana çıktığı sanayi toplumlarında insansız atölyelerin şu ana kadar bilinen yöntemlerle çalıştırılmasının yanında GSM teknolojileri ile kontrol edilmesi, endüstriyel ortamlara müdahaleye dünyanın her yerinden imkân sağlamaktadır. Bununla birlikte hem insan sağlığı / güvenliği hem de ülke ekonomisi açısından çok daha iyi sonuçlar sağlayacağı da görülmektedir.

Bunlara ek olarak gelecek çalışmalarda TC65 kullanılarak yapılabilecek uygulamalar şöyle sıralanabilir.

1. PC yerine mikrodenetleyici kullanılabilir ya da Java kullanılarak ortam kontrolü yapılabilir.

2. 3G teknolojisi ile bir oda (sınıf, bebek odası..vs.) izlenebilir. DTMF (İki Tonlu Çoklu Frekans) kodları kullanılarak ortam kontrolü yapılabilir.

3.Orman yangınlarına müdahale edilebilmesi amacıyla kullanılabilir. Ormanlık bölgeye sıcaklık ve nem sensörleri yerleştirilerek ortama önceden müdahale söz konusu olabilir.

4. Demiryollarında güvenli şekilde kullanılabilir. Hemzemin geçide tren yaklaşırken trene geçidin geçiş için müsait olup olmadığı bilgisi gönderilebilir. Bu durumda tren yollarına ek baz istasyonları yerleştirilmesi gerekebilir.

5. TC65 Terminalin GPIO çıkışlarına kod çözücü bağlanarak alıcı sayısı çoğaltılabilir.

Gerçekleştirilen sistemin tek dezavantajı GSM'in kapsama alanı dışında çalışmamasıdır.

Bu çalışmada yer alan konular ve açıklamalar birçok döküman araştırılarak hazırlanmış, belki de binlerce sayfaya bile sığmayacak olan bu araştırma kısaltılarak bu hale getirilmiştir.

Bu tez çalışması, her gün yeni bir teknolojinin önümüze getirildiğini göstermektedir. Önümüzdeki yıllarda akıllı sistemlerin ve GSM ile uzaktan kontrolün tüm dünyada yaygınlaştığı düşünülürse kazanılacak zamanın ve tasarrufun ve bununla beraber gelen ekonomik gücün boyutlarını tahmin etmek bile çok güçtür.

7. KAYNAKLAR

[1] DEMİR M., Elektrik Sayaçlarının GPRS ile Uzaktan Okunması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2006

[2] YÜKSEKKAYA B., KAYALAR A.A., TOSUN M.B., ÖZCAN M.K., ALKAR A.Z., A GSM, Internet and speech controlled wireless interactive home automation system, IEEE Transactions on consumer electronics 52 (3): 837-843 aug, 2006

[3] GAGLIARDUCCI M., LAMPASI D.A. and PODESTA L., "GSM based monitoring and control of photovoltaic power generation" , Measurement, In Press, Corrected Proof, Available online 8 June 2006

[4] SANG Beh Kok**,** RAMLI Abdul Rahman Bin**,** PRAKASH V. , MOHAMED Syed Abdul Rahman Bin Syed, "SMS gateway interface-remote monitoring and controlling VIA GSM SMS", 4 th National Conference on Telecommunication Technology Proceedings, Shah Alam**,** Malaysia, IEEE, 2003

[5] DRUMEA A., POPESCU C., SVASTA P.,"GSM solutions for low cost embedded systems for industrial control", 28th International Spring Seminar on Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress, 2005, 28th International Spring Seminar on Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress, Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society , 2005, p 240-244

[6] ARANGUREN G., NOZAL L.A.L., BLAZQUEZ A., ARIAS J., "Remote control of sensors and actuators by GSM" Proceedings of the 2002 28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Nov 5-8 2002

[7] GUOXIANG z., JUN Z.; CHENGLIANG L.; JAY L.,"Development and application of a GSM-based remote monitoring controller**",** Jisuanji Gongcheng/Computer Engineering, v 31, n 19, Shanghai Computer Society ,Oct 5, 2005, p 203-205,

[8] WU, JUN-JI, WANG, WEN-BIN; ZHANG, PENG," Remote metering system based on GSM", Dianli Zidonghua Shebei / Electric Power Automation Equipment, 4 April, 2006

[9] JURKOVIC, GPRAN, ZAGAR, MARIO , "GSM wireless solutions in distributed embedded systems designed for automatic control",Proceedings Elmar-International Symposium Electronics in Marine, Proceedings Elmar-2004 - 46th International Symposium Electronics in Marine, 2004, p 205-210

[10] BEKİROĞLU E., DALDAL N., " Remote control of an ultrasonic motor by using a GSM mobile phone ",Elsevier ,Sensors and Actuators, A: Physical, v 120, n 2, May 17, 2005, p 536-542

[11] KAMEL S., WAHBA K.,"GPRS security as a QoS in the telecommunication industry case of Vodafone Egypt ",International Journal of Information Management, Volume 24, Issue 1, February 2004, Pages 5-27

[12] WU C.H., JAN R.H., " System integration of WAP and SMS for home network system ",Computer Networks, Volume 42, Issue 4, 15 July 2003, Pages 493-502.

[13] http://antrak.org.tr/gazete/052004/cizimler/kenan-atasoy/edge.jpg

[14] www.telekomunikasyonkurumu.gov.tr

[15] Data Circuit Terminating Equipment (DTE-DCE) Interface for Short Message Service (SMS) and CELL Broadcast Service (CBS) (3GPP TS 27.005 version 4.0.0 Release 4), 1999

[16] www.tk.gov.tr/Yayin/Uzmanlik_Tezleri/tktezler/tez.pdf

[17] http://www.bilgiportal.com/v1/idx/55/1851/Cep-Telefonlar/makale/GSM.html

[18] www.nokia.com.tr/id4170.html - 26k

[19] GRANBOHM H. And WIKLUND J. "GPRS-General Packet Radio Services" Ericsson Review No:2, 1999

[20] ETSI GSM 09.60:"Digital cellular telecommunications system (Phase2+); General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp Interface", Release, 1999

[21] http://www.telepati.com.tr/subat02/konu47.htm

[22] International Engineering Consortium, "Local Multipoint Distribution System (LMDS)", http://www.iec.org/online/tutorials/lmds

[23] KHOBARE, A., "Simulation Study of Local Multipoint Distribution Service (LMDS)",Virginia Polytechnic Institute and State University, Master of Science in Computer Science, Blacksburg Virginia, 2000

[24] GURUMOORTHY, K.K., "Local Multipoint Distribution Service" Electrical Engineering and Computer Sciences-EECS KUID-706525.EECS., 2002, http://www.ittciukans.edu.

[25] KOÇAK, C., "ATM ve LMDS Ağlarda MPLS Kullanarak servis Kalitesi Desteği Sağlanmış Gerçek Zamanlı Veri Transferi", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ağustos 2004.

[26] http://egitek.meb.gov.tr

[27] www.siemens.com/wm

[28] www.mobildev.com

[29] www.tc65.com

[30] KARAGÜLLE İ., Borland Delphi 7, Türkmen Kitabevi, 2003

[31] OĞURLU H., SMS Kontrollü Akıllı Ev Otomasyonu, Konya Selçuk Üniversitesi, 2004

8. EKLER

EK 1: SMS'le Kablosuz Ortam Kontrolü Sağlayan Yazılım Kodu

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, OoMisc, ADTrmEmu, AdPort, ExtCtrls, AdWnPort,
AdStMach,
  AdPgr, AdStatLt, AdMdm,idglobal,math, DB, DBTables, Grids, DBGrids;

type
  TForm1 = class(TForm)
    ctrlbutton: TButton;
    com: TApdComPort;
    Timer1: TTimer;
    klmac: TButton;
    klmkapat: TButton;
    kombiac: TButton;
    mdlac: TButton;
    mdlkapat: TButton;
    sicaklik: TButton;
    ctrlbutton1: TButton;
    kombikapat: TButton;
    lambaac: TButton;
    lambakapat: TButton;
    firinac: TButton;
    firinkapat: TButton;
    isiticiac: TButton;
    isiticikapat: TButton;
    motorac: TButton;
    motorkapat: TButton;
    alarmac: TButton;
    alarmkapat: TButton;
    garajac: TButton;
    garajkapat: TButton;
    penac: TButton;
    penkapat: TButton;
    kameraac: TButton;
```

```
kamerakapat: TButton;
liste: TListBox;
CHZDRM: TTable;
CHZDRMCihaz_Numarasi: TStringField;
CHZDRMCihaz_Tamim: TStringField;
Button2: TButton;
DataSource1: TDataSource;
DBGrid1: TDBGrid;
CHZDRMCihaz_Durumu: TBooleanField;
Edit3: TEdit;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Edit4: TEdit;
Label3: TLabel;
Edit5: TEdit;
Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
Edit8: TEdit;
Edit9: TEdit;
Edit10: TEdit;
Edit1: TEdit;
AdTerminal1: TAdTerminal;
Edit20: TEdit;
procedure ctrlbuttonClick(Sender: TObject);
procedure comTriggerAvail(CP: TObject; Count: Word);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure klmacClick(Sender: TObject);
procedure klmkapatClick(Sender: TObject);
procedure kombiacClick(Sender: TObject);
procedure mdlacClick(Sender: TObject);
procedure mdlkapatClick(Sender: TObject);
procedure ctrlbutton1Click(Sender: TObject);
procedure kombikapatClick(Sender: TObject);
procedure lambaacClick(Sender: TObject);
procedure lambakapatClick(Sender: TObject);
procedure firinacClick(Sender: TObject);
procedure firinkapatClick(Sender: TObject);
procedure isiticiacClick(Sender: TObject);
procedure motoracClick(Sender: TObject);
procedure alarmacClick(Sender: TObject);
procedure isiticikapatClick(Sender: TObject);
procedure motorkapatClick(Sender: TObject);
procedure alarmkapatClick(Sender: TObject);
procedure kameraacClick(Sender: TObject);
procedure garajacClick(Sender: TObject);
procedure penacClick(Sender: TObject);
procedure kamerakapatClick(Sender: TObject);
procedure garajkapatClick(Sender: TObject);
```

```
    procedure penkapatClick(Sender: TObject);
    procedure sicaklikClick(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure Edit4Change(Sender: TObject);
   //    function komut(istek:string):string;
//  function mesaj(koda:string):string;
  private

    { Private declarations }
  public


    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  vu,b:integer;
  r:string;
  klm,kmb,lmb,frn,kmr,ist,mtr,alr,grj,pnc:integer;
implementation

uses Unit3;

{$R *.dfm}
function mesaj(koda:string):string;
var isl,msg:string;
begin
//örnek: kod=01 ise 0 numaralı cihaz(klima) açılacak
isl:=copy(koda,2,1);
form1.CHZDRM.Filter:='cihaz_numarasi='+copy(koda,1,1);
form1.CHZDRM.Filtered:=true;
msg:=' '+FORM1.CHZDRM.fieldbyname('cihaz_tamim').AsString  + ' ';
if form1.CHZDRMCihaz_Durumu.AsBoolean=false then
        begin
        if isl='0' then msg:=msg+'ZATEN KAPALI';
        if isl='1' then
                begin
                msg:=msg+'ACILDI';
                form1.CHZDRM.Edit;
                form1.CHZDRMCihaz_Durumu.AsBoolean:=true ;
                form1.CHZDRM.Post;
                end;
        end else
        begin
        if isl='1' then msg:=msg+'ZATEN ACIK';
        if isl='0' then
                begin
```

```
                msg:=msg+'KAPATILDI';
                form1.CHZDRM.Edit;
                form1.CHZDRMCihaz_Durumu.AsBoolean:=false;
                form1.CHZDRM.Post;
                end;
            end;
        form1.CHZDRM.Filtered:=false;
        form1.liste.Items.Add(timetostr(time)+msg);
        result:=msg;
        end;
        function komut(istek:string):string;
        //örnek: 0 numaralı pin 1 olacak '01'
        begin
        form1.com.PutString('at^spio=1'+#13);
        sleep(100);
        if istek='60' then form1.com.PutString('AT^scpin=1,'+copy(istek,1,1)+',1'+#13)
        else if copy(istek,2,1)='1' then
form1.com.PutString('AT^scpin=1,'+copy(istek,1,1)+',1,1'+#13) else
form1.com.PutString('AT^scpin=0,'+copy(istek,1,1)+',0'+#13);
        form1.com.PutString(#13);
        form1.com.PutString('at'+#13);
        sleep(200);
        form1.com.PutString(#13);
        form1.com.PutString('at+cmgs='+form1.Edit3.text+#13);
        sleep(200);
        form1.com.PutString(mesaj(istek)+#26);
        end;

        procedure TForm1.FormShow(Sender: TObject);
        begin
        com.PutString('at^spio=0'+#13);
        com.PutString('at^spio=1'+#13);
        end;

        procedure TForm1.mdlacClick(Sender: TObject);
        begin
        form1.Enabled:=false;
        form3.show;
        mdlkapat.Enabled:=true;
        com.PutString('at^spio=0'+#13);
        com.PutString('at^spio=1'+#13);
        com.PutString('at'+#13);
        sleep(200);
        com.PutString(#13);
        com.PutString('at+cmgs='+edit3.text+#13);
        com.PutString('MODUL ACILDI'+#26);
        r:='';
        end;
```

```
procedure TForm1.mdlkapatClick(Sender: TObject);
begin
com.PutString('at^smso'+#13);
timer1.Enabled:=false;
mdlac.Enabled:=true;
mdlkapat.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.comTriggerAvail(CP: TObject; Count: Word);
 var s:integer;
begin
b:=b+1;
if b=2 then ctrlbutton.Click;
sleep(1000);
if b=2 then ctrlbutton1.Click;

end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
vu:=vu+1;

if vu=1 then
      begin
      form1.Caption:='Ortam Sıcaklığı Kontol Ediliyor';
      com.FlushInBuffer;
      b:=0;
      com.PutString('at^sradc=1'+#13);
      sleep(300);
      end;
if vu>1 then
      begin
      form1.Caption:='Yeni Mesaj Kontol Ediliyor';
      com.FlushInBuffer;
      b:=0;
      com.PutString('at+cmgl="rec unread"'+#13);
      sleep(300);
      vu:=0;
      end;

end;

procedure TForm1.ctrlbuttonClick(Sender: TObject);
var z:integer;
tel,kmt:string;
begin
//gelen mesajlar kontrol ediliyor ve ilgili kısma yönlendiriliyor
```

```
        for z:=0 to com.InBuffUsed  do
          begin
          r:=r+ com.PeekChar(z);
          end;
edit1.Text:=r;
tel:=edit3.Text;
if (Pos(tel,r)>0) then
        begin
        if Pos('AA',r)>0 then alarmac.Click;
        if Pos('KA',r)>0 then klmac.Click ;
        if Pos('KK',r)>0 then klmkapat.Click ;
        if Pos('CA',r)>0 then kombiac.Click ;
        if Pos('CK',r)>0 then kombikapat.Click ;
        if Pos('LA',r)>0 then lambaac.Click ;
        if Pos('LK',r)>0 then  lambakapat.Click ;
        if Pos('FA',r)>0 then firinac.Click ;
        if Pos('FK',r)>0 then firinkapat.Click ;
        if Pos('IA',r)>0 then isiticiac.Click ;
        if Pos('IK',r)>0 then isiticikapat.Click ;
        if Pos('MA',r)>0 then motorac.Click ;
        if Pos('MK',r)>0 then motorkapat.Click ;
        if Pos('AA',r)>0 then alarmac.Click ;
        if Pos('AK',r)>0 then alarmkapat.Click ;
        if Pos('GA',r)>0 then garajac.Click ;
        if Pos('GK',r)>0 then garajkapat.Click ;
        if Pos('PA',r)>0 then penac.Click ;
        if Pos('PK',r)>0 then penkapat.Click ;
        end;
com.PutString('at+cmgd=1'+#13);
sleep(100);
r:='';
end;

procedure TForm1.ctrlbutton1Click(Sender: TObject);
var x:integer;
f,s:string;
t1,t2,t3:string;
begin
//sıcaklık değeri cihazdan alınıyor ve edit1 nesnesine yazılıtor
b:=0;
f:='';
sleep(200);
for x:=0 to com.InBuffUsed  do
          begin
          f:=f+ com.PeekChar(x);
          end;
t1:=(copy(f,22,1));
t2:=(copy(f,23,1));
```

```
t3:=(copy(f,24,1));

if (t1='0') or (t1='1') or (t1='2') or (t1='3') or (t1='4') or
   (t1='5') or (t1='6') or (t1='7') or (t1='8') or (t1='9') then
if (t2='0') or (t2='1') or (t2='2') or (t2='3') or (t2='4') or
   (t2='5') or (t2='6') or (t2='7') or (t2='8') or (t2='9') then
if (t3='0') or (t3='1') or (t3='2') or (t3='3') or (t3='4') or
   (t3='5') or (t3='6') or (t3='7') or (t3='8') or (t3='9') then

    begin
     if (strtoint(copy(f,22,3))>500) and (s<>'bilgi verildi') then
           begin
           sicaklik.Click;
           s:='bilgi verildi';
           end
           else
           begin
           s:='ısı normal';
           end;
    end;
edit20.Text:= copy(f,22,2);
end;

procedure TForm1.sicaklikClick(Sender: TObject);
begin
com.PutString('at^spio=1'+#13);
com.PutString('at'+#13);
sleep(200);
com.PutString(#13);
com.PutString('at+cmgs='+edit3.text+#13);
sleep(200);
com.PutString('ORTAM ISISI 50 DERECENIN UZERINDE'+#26);
liste.Items.Add(timetostr(time)+' ORTAM ISISI 50 DERECENIN
UZERINDE');
liste.Items.Add('ISI BILGISI GÖNDERİLDİ');
//r:='';
end;

procedure TForm1.Edit4Change(Sender: TObject);
begin
if strtoint(edit4.Text)>5 then timer1.Interval:=strtoint(edit4.Text)*1000 else
timer1.Interval:=10000;
end;
procedure TForm1.klmacClick(Sender: TObject);
begin
komut('01');
end;
```

```
procedure TForm1.klmkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('00');
end;

procedure TForm1.kameraacClick(Sender: TObject);
begin
komut('11');
end;

procedure TForm1.kamerakapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('10');
end;

procedure TForm1.kombiacClick(Sender: TObject);
begin
komut('21');
end;

procedure TForm1.kombikapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('20');
end;

procedure TForm1.lambaacClick(Sender: TObject);
begin
komut('31');
end;

procedure TForm1.lambakapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('30');
end;

procedure TForm1.firinacClick(Sender: TObject);
begin
komut('41');
end;

procedure TForm1.firinkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('40');
end;

procedure TForm1.isiticiacClick(Sender: TObject);
begin
komut('51');
```

```
end;

procedure TForm1.isiticikapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('50');
end;

procedure TForm1.motoracClick(Sender: TObject);
begin
komut('61');
end;


procedure TForm1.motorkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('60');
end;

procedure TForm1.alarmacClick(Sender: TObject);
begin
komut('71');
end;

procedure TForm1.alarmkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('70');
end;


procedure TForm1.garajacClick(Sender: TObject);
begin
komut('81');
end;

procedure TForm1.garajkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('80');
end;

procedure TForm1.penkapatClick(Sender: TObject);
begin
komut('90');
end;

procedure TForm1.penacClick(Sender: TObject);
begin
komut('91');
end;
```

end.

EK 2: AT Komutları

TC65 AT Command Set Alphabetical List of AT Commands

^SSTN : SAT Notification
A/ : Repeat previous command line
AT&C : Set circuit Data Carrier Detect (DCD)
AT&D : Set circuit Data Terminal Ready (DTR)
AT&F : Set all current parameters to manufacturer defaults
AT&S : Set circuit Data Set Ready (DSR)
AT&V : Display current configuration
AT&W : Stores current configuration to user defined profile
AT+CACM : Accumulated call meter (ACM) reset or query
AT+CALA : Set alarm time
AT+CAMM : Accumulated call meter maximum (ACMmax) set or query
AT+CAOC : Advice of Charge information
AT+CBST : Select bearer service type
AT+CCFC : Call forwarding number and conditions control
AT+CCLK : Real Time Clock
AT+CCUG : Closed User Group
AT+CCWA : Call Waiting
AT+CEER : Extended Error Report
AT+CFUN : Set phone functionality
AT+CGACT PDP : context activate or deactivate
AT+CGANS : Manual response to a network request for PDP context activation
AT+CGATT : GPRS attach or detach
AT+CGAUTO : Automatic response to a network request for PDP context activation
AT+CGDATA : Enter data state
AT+CGDCONT : Define PDP Context
AT+CGEQMIN : 3G Quality of Service Profile (Minimum acceptable)
AT+CGEQREQ : 3G Quality of Service Profile (Requested)
AT+CGMI : Request manufacturer identification
AT+CGMM : Request model identification
AT+CGMR : Request revision identification of software status
AT+CGPADDR : Show PDP address
AT+CGQMIN : Quality of Service Profile (Minimum acceptable)
AT+CGQREQ : Quality of Service Profile (Requested)
AT+CGREG : GPRS network registration status
AT+CGSMS : Select service for MO SMS messages
AT+CGSN : Request International Mobile Equipment Identity (IMEI)
AT+CHLD : Call Hold and Multiparty
AT+CHUP : Hang up call

AT+CIMI : Request International Mobile Subscriber Identity (IMSI)
AT+CIND : Indicator control
AT+CLCC : List current calls of ME
AT+CLCK : Facility lock
AT+CLIP : Calling Line Identification Presentation
AT+CLIR : Calling line identification restriction
AT+CLVL : Loudspeaker volume level
AT+CMEE : Mobile Equipment Error Message Format
AT+CMER : Mobile Equipment Event Reporting
AT+CMGC : Send an SMS command
AT+CMGD : Delete short message
AT+CMGF : Select SMS message format
AT+CMGL : List SMS messages from preferred store
AT+CMGR : Read SMS messages
AT+CMGS : Send Short Message
AT+CMGW : Write Short Messages to Memory
AT+CMSS : Send short messages from storage
AT+CMUT : Mute control
AT+CMUX : Enter multiplex mode
AT+CNMA : New Message Acknowledgement to ME/TE, only phase 2+
AT+CNMI : New short Message Indication
AT+CNUM : Read own numbers
AT+COLP : Connected Line Identification Presentation
AT+COPN : Read operator names
AT+COPS : Operator Selection
AT+CPAS : Mobile equipment activity status
AT+CPBR : Read from Phonebook
AT+CPBS : Select phonebook memory storage
AT+CPBW : Write into Phonebook
AT+CPIN : PIN Authentication
AT+CPIN2 : PIN2 Authentication
AT+CPMS : Preferred SMS message storage
AT+CPOL : Preferred Operator List
AT+CPUC : Price per unit and currency table
AT+CPWD : Change Password
AT+CR : Service reporting control
AT+CRC : Set Cellular Result Codes for incoming call indication
AT+CREG : Network registration
AT+CRLP : Select radio link protocol parameters for originated nontransparent data calls
AT+CRSM : Restricted SIM Access
AT+CSCA : SMS Service Center Address
AT+CSCB : Select Cell Broadcast Message Indication
AT+CSCS : Select TE character set
AT+CSDH : Show SMS text mode parameters
AT+CSMP : Set SMS text Mode Parameters

AT+CSMS : Select Message Service
AT+CSNS : Single Numbering Scheme
AT+CSQ : Signal quality
AT+CSSN : Supplementary service notifications
AT+CUSD : Supplementary service notifications
AT+CXXCID : Display card ID
AT+FCLASS : Fax Select, read or test service class
AT+FRH : Receive Data Using HDLC Framing
AT+FRM : Receive Data
AT+FRS : Receive Silence
AT+FTH : Transmit Data Using HDLC Framing
AT+FTM : Transmit Data
AT+FTS : Stop Transmission and Wait
AT+GCAP : Request complete TA capabilities list
AT+GMI : Request manufacturer identification
AT+GMM : Request model identification
AT+GMR : Request revision identification of software status
AT+GSN : Request International Mobile Equipment Identity (IMEI)
AT+ICF : Serial Interface Character Framing
AT+IFC : Set Flow Control separately for data directions
AT+ILRR : Set TE-TA local rate reporting
AT+IPR : Set fixed local rate
AT+VTD : Tone duration
AT+VTS : DTMF and tone generation
AT+WS46 : Select wireless network
AT\Q : Flow control
AT\V : Set CONNECT result code format
AT^MONI : Monitor idle mode and dedicated mode
AT^MONP : Monitor neighbour cells
AT^SAADC : Show ADC Adjustment Values
AT^SACM : Advice of charge and query of ACM and ACMmax
AT^SAIC : Audio Interface Configuration
AT^SALS : Alternate Line Service
AT^SBC : Battery Charge Control
AT^SBV : Battery/Supply Voltage
AT^SCCNT : Configure Pulse Counter
AT^SCFG : Extended Configuration Settings
AT^SCID : Display SIM card identification number
AT^SCKS : Query SIM and Chip Card Holder Status
AT^SCML : List Concatenated Short Messages from preferred store
AT^SCMR : Read Concatenated Short Messages
AT^SCMS : Send Concatenated Short Messages
AT^SCMW : Write Concatenated Short Messages to Memory
AT^SCNI : List Call Number Information
AT^SCPIN : Pin Configuration
AT^SCPOL : Polling Configuration

AT^SCPORT : Port Configuration
AT^SCSL : Customer SIM Lock
AT^SCTM : Set critical operating temperature presentation mode or query temperature
AT^SDLD : Delete the 'last number redial' memory
AT^SDPORT : Delete a Port Configuration
AT^SFDL : Enter Firmware Download Mode
AT^SGACT : Query all PDP context activations
AT^SGAUTH : Set type of authentication for PPP connection
AT^SGCONF : Configuration of GPRS related Parameters
AT^SGIO : Get IO state of a specified pin or port
AT^SHOM : Display Homezone
AT^SHUP : Hang up call(s) indicating a specific GSM04.08 release cause
AT^SICS : Internet Connection Setup Profile
AT^SIND : Extended Indicator Control
AT^SISC : Internet Service Close
AT^SISO : Internet Service Open
AT^SISR : Internet Service Read Data
AT^SISS : Internet Service Setup Profile
AT^SISW : Internet Service Write Data
AT^SJNET : Set Dialup Network Access Parameters
AT^SJOTAP : Over The Air Application Provisioning
AT^SJRA : Run Java Application
AT^SJSEC : Write Binary Java Security Data
AT^SLCC : Siemens defined command to list current calls of ME
AT^SLCD : Display Last Call Duration
AT^SLCK : Facility lock
AT^SLMS : List SMS Memory Storage
AT^SM20 : Set M20 compatibility mode
AT^SMGL : List Short Messages from preferred store without setting status to REC READ
AT^SMGO : Set or query SMS overflow presentation mode or query SMS overflow
AT^SMGR : Read short message without setting status to REC READ
AT^SMONC : Cell Monitoring
AT^SMOND : Cell Monitoring
AT^SMONG : GPRS Monitor
AT^SMSO : Switch off mobile station
AT^SNFA : Set or query of microphone attenuation
AT^SNFD : Set audio parameters to manufacturer default values
AT^SNFI : Set microphone path parameters
AT^SNFM : Set microphone audio path and power supply
AT^SNFO : Set audio output (= loudspeaker path) parameter
AT^SNFPT : Set progress tones
AT^SNFS : Select audio hardware set
AT^SNFTTY : Signal TTY/CTM audio mode capability

AT^SNFV : Set loudspeaker volume
AT^SNFW : Write audio setting in non-volatile store
AT^SOPS : Extended Operator Selection
AT^SPBC : Find first matching entry in sorted phonebook
AT^SPBD : Purge phonebook memory storage
AT^SPBG : Display phonebook entries in alphabetical order
AT^SPBS : Step through the selected phonebook alphabetically
AT^SPIC : Display PIN counter
AT^SPIO : General Purpose IO Driver Open/Close
AT^SPLM : Read the PLMN list
AT^SPLR : Read entry from the preferred operators list
AT^SPLW : Write an entry to the preferred operators list
AT^SPWD : Change Password
AT^SRADC : Configure and Read ADC Measurement
AT^SRSA : Remote SIM Access Activation
AT^SRSM : Remote SIM Access Message
AT^SRTC : Ring tone configuration
AT^SSCNT : Start and Stop Pulse Counter
AT^SSCONF : SMS Command Configuration
AT^SSDA : S et SMS Display Availability
AT^SSET : Indicate SIM data ready
AT^SSIO : Set IO state of a specified pin or port
AT^SSMSS : Set Short Message Storage Sequence
AT^SSPI : Serial Protocol Interface
AT^SSTA : SAT Interface Activation
AT^SSTGI : SAT Get Information
AT^SSTR : SAT Response
AT^SSYNC : Configure SYNC Pin
AT^STCD : Display Total Call Duration
AT^STPB : Transmit Parity Bit (for 7E1 and 7O1 only)
AT^SWDAC : Configure and Read PWM Signal for DAC
AT^SXSM : Extended SIM Access
ATA : Answer a call
ATA : Manual response to a network request for PDP context activation
ATD : Mobile originated call to specified number
ATD*98# : Request GPRS IP service
ATD*99# : Request GPRS service
ATD><mem><n> : Mobile originated call using specific memory and index number
ATD><n> : Mobile originated call from active memory using index number
ATD><str> : Mobile originated call from active memory using corresponding field
ATDI : Mobile originated call to ISDN number
ATDL : Redial last number used
ATE : Enable command echo
ATH : Disconnect existing connection

ATH : Manual rejection of a network request for PDP context activation
ATI : Display product identification information
ATL : Set monitor speaker loudness
ATM : Set monitor speaker mode
ATO : Switch from command mode to data mode / PPP online mode
ATP : Select pulse dialing
ATQ : Set result code presentation mode
ATS0 : Set number of rings before automatically answering a call
ATS0 : Automatic response to a network request for PDP context activation
ATS10 : Set disconnect delay after indicating the absence of data carrier
ATS18 : Extended call release report
ATS3 : Set command line termination character
ATS4 : Set response formatting character
ATS5 : Write command line editing character
ATS6 : Set pause before blind dialing
ATS7 : Set number of seconds to wait for connection completion
ATS8 : Set number of seconds to wait for comma dialing modifier