



T.C.

HALIÇ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MOBİL SİSTEMLER VE MOBİL PHONE
ÇALIŞMA MİMARİSİ**

Hazırlayan

Harun ÖZKAN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Murat BEKEN

İSTANBUL, 2007

Çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ali OKATAN hocama teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLOLAR LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
ÖZ	xii
ABSTRACT	xvi
1. GİRİŞ	1
2. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMİ	2
2.1. Birinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri.....	2
2.2. İkinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri.....	2
2.3. Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri.....	3
3. GSM SİSTEMLERİ	4
FDMA (Frequency Division Multiple Access).....	5
TDMA (Time division Multiple Access).....	5
3.1. GSM Sisteminin Genel Mimarisi.....	7
3.1.1. GMSC (Gateway Mobile Switching Centre).....	7
3.1.2. MSC (Mobile Switching Centre).....	7
3.1.3. VLR (Visitor Location Register).....	8
3.1.4. HLR (Home Location Register).....	8
3.1.5. AUC (Authentication Centre).....	8
3.1.6. EIR (Equipment Identity Register).....	8
3.1.7. BSS (Base Station System).....	8
3.1.8. OMC (Operations and Maintenance Centre).....	9
3.1.9. VAS Sistemleri.....	9
3.2. GSM de Servis Alanları.....	10
4. HÜCRE PLANLAMA	13
4.1. Hücre Planlama Kriterleri	13
4.2. Hücre Kapsama Şekilleri.....	14
4.3. Hücre Planlamada Kullanılan ücre Desenleri.....	15
4.4. Frekans Planlama ve Taşıyıcı Frekansların Tekrar Kullanılması.....	17
4.5. Hücre Trafik Hesabı.....	20
5. ELEKTRO MANYETİK DALGANIN KAYIBI	22

6. GÜVENLİK, KİMLİK NUMARALARI, MOBILITY VE TRAFİK AKIŞLARI.....	25
6.1. Güvenlik Fonksiyonları.....	25
6.1.1. Authentication Prensipleri.....	25
6.1.2. Security Algoritmaları.....	25
6.1.3. RAND.....	27
6.1.4. SRES.....	27
6.1.5. Kc.....	27
6.1.6. Authentication Triplet.....	28
6.1.7. Şifreleme (Cipheryng / Speech Eneyption).....	29
6.1.8. IMEI Kontrol.....	31
6.1.9. Kullanıcı Gizliliği (User Confidentiality).....	31
6.2. Kimlik Numaraları.....	31
6.2.1. MSISDN (Mobile Subscriber International ISDN Number).....	31
6.2.2. IMSI (International Mobile Subscriber Identity).....	32
6.2.3. TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity).....	33
6.2.4. IMEI (International Mobile Station Equipment Identity)....	34
6.2.5. LAI (Location Area Identity).....	34
6.2.6. CGI (Cell Global Identity).....	35
6.2.7. BSIC (Base Station Identity Code).....	35
6.2.8. HON (Hand Over).....	36
6.3. Mobility.....	37
6.3.1. SIM (Subscriber Identity Module).....	37
6.3.2. Location Update.....	37
6.3.3. Location Registration.....	39
6.3.4. Generic Location Update.....	39
6.3.5. Periodic Location Update.....	41
6.3.6. Handover.....	41
6.3.6.1. Ölçümlerden Dolayı Handover.....	42
6.3.6.2. Trafik Sebeplerinden Dolayı Handover.....	42
6.3.6.3. Intra cell- Intra BSC Handover.....	42
6.3.6.4. Inter cell- Intra BSC Handover.....	43
6.3.6.5. Inter cell- Inter BSC Handover.....	44
6.3.6.6. Inter MSC Handover.....	45
6.4. Trafik Akışları.....	47
6.4.1. Mobile terminated call.....	48
6.4.2. Paging.....	50
6.4.3. Mobile Originated Call.....	50
6.5. Ücretlendirme.....	52
7. GSM SİSTEM VE IT ENTEGRASYONU.....	56
8. GSM SİSTEMİNDE IT PLATFORMLARI VE YAZILIMLAR...	64
8.1. Faturalama ve Abonelik İşlemleri Sistemi.....	64
8.2. Müşteri İlişkileri Sistemi.....	64
8.3. Raporlama Sistemi.....	64
8.4. Tahsilât Sistemi.....	64

8.5. Arşivleme Sistemi.....	65
8.6. Sahtekârlık Yönetim Sistemi.....	65
8.7. Yasal Takip Sistemi.....	65
9. MS (Mobil Station) MOBİL İSTASYON MİMARİSİ.....	68
9.1. Mainboard da Bulunan Standart Elemanlar.....	69
9.1.1. İşlemciler (CPU).....	73
9.1.2. Güç Katları (Power IC).....	74
9.1.3. Helga (RF IC) Şebeke Kontrol Ünitesi.....	76
9.1.4. Flash, SDRAM, EEPROM.....	77
9.1.5. Klavye Tuş Takımı (Keyboard).....	79
9.1.6. Şarj Katı (Charge Unit).....	80
9.1.7. Sim Kart Bağlantısı.....	81
9.2. Ek Özellikler.....	81
9.2.1. Kızılötesi (Infrared).....	81
9.2.2. Kamera.....	82
9.2.3. Bluetooth Bağlantısı.....	83
9.2.4. MMC Kart Bağlantısı.....	85
9.2.5. Radio.....	88
9.2.6. Wireless Lan.....	89
10. Mobil Telefon Tamir Yöntemleri.....	92
10.1 Birinci Kademe Tamir Yöntemi.....	92
10.2 İkinci Kademe Tamir Yöntemi.....	92
10.3 Üçüncü Kademe Tamir Yöntemi.....	92
10.4 Dördüncü Kademe Tamir Yöntemi.....	93
10.5 Servislerde Tamir Edilemeyen Arızalar ve Yeni Yöntemler..	93
10.6 Path (Ayak Bağlantısı) Kopuğunun Giderilmesi.....	94
10.7 Laglı (Silikonla Yapıştırılmış) Entegrelerin Değiştirilmesi....	95
11. SONUÇ	96
KAYNAKÇA	99
EKLER	102
EK-1. Mobil Telefon Lojik Devre Şeması.....	102
EK-2. Mobil Telefon Şebeke Katı Devre Şeması.....	103
EK-3. Mobil Telefon Güç Katı Devre Şeması.....	104
EK-4. Güç, Radyo ve Bluetooth Devre Şeması.....	105
EK-5. Sistem ve Ekran Soket Bağlantı Şeması.....	106
EK-6. Parça Dizilim Devresi, Data bağlantı Soketi	107
ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 3.1	Uplink ve Downlink.....	4
Şekil 3.2	TDMA Frame.....	5
Şekil 3.3	MS ve BTS arasındaki TDMA frame'ler.....	5
Şekil 3.4	GSM şebekesinin genel görünümü.....	10
Şekil 3.5	GSM' de kapsama alanları arasındaki ilişki.....	11
Şekil 4.1	Hücre kapsama şekilleri	14
Şekil 4.2	3/9 Hücre deseni	15
Şekil 4.3	4/12 Hücre deseni	16
Şekil 4.4	7/21 Hücre deseni	16
Şekil 4.5	Aynı taşıyıcı frekansların birbirlerini etkileme oranı (C_r/I)...	17
Şekil 4.6	Yedi hücreli bir sistemde frekansın tekrar kullanımı.....	18
Şekil 5.1	Kablosuz bir iletişim sisteminin öğeleri	22
Şekil 6.1	Authentication.....	25
Şekil 6.2	Güvenlik (Security) algoritmaları.....	26
Şekil 6.3	Authentication Triplet.....	27
Şekil 6.4	Authentication Prosedürü.....	29
Şekil 6.5	Speech Encryption (Systra Gsm, 2000).....	30
Şekil 6.6	ISDN numarası açılımı.....	32
Şekil 6.7	IMSI numarası açılımı.....	32
Şekil 6.8	GSM' de numaraların kullanılışı.....	33
Şekil 6.9	IMEI Int. Mobile Station Eq. Idn.....	34
Şekil 6.10	LAI (Location Area Identity).....	35
Şekil 6.11	CGI Cell Global Identity.....	35
Şekil 6.12	Ülkeler arası sınırda GSM operatörleri (Mobile Com., 1996,12).....	36
Şekil 6.13	Aynı MSC altında (Location Update Prosedürü).....	38

	Sayfa No
Şekil 6.14 İki farklı MSC arasında gerçekleşen "Generic location update" prosedürü.....	40
Şekil 6.15 Periodic Location Update.....	41
Şekil 6.16 Intra cell - Intra BSC handover.....	43
Şekil 6.17 Inter cell - Intra BSC handover.....	44
Şekil 6.18 Inter cell - inter BSC handover.....	45
Şekil 6.19 Inter cell - Inter MSC handover.....	46
Şekil 6.20 Inter MSC handover prosedürü.....	47
Şekil 6.21 GSM şebekesine giden arama.....	48
Şekil 6.22 Mobile terminated call.....	49
Şekil 6.23 Paging işlemi.....	50
Şekil 6.24 Mobile Originated Call.....	51
Şekil 6.25 PSTN network ünde ücretlendirme prensibi.....	53
Şekil 6.26 GSM network ünde ücretlendirme kayıtları.....	55
Şekil 7.1 GSM network ünde ücretlendirme kayıtları (Koç, 2003,45)..	57
Şekil 7.2 GSM-IT entegrasyonu.....	61
Şekil 7.3 GSM-IT arayüzü ve işlem adımları.....	62
Şekil 7.4 IT-GSM Arayüzü.....	63
Şekil 8,1 GSM ve IT sistemleri entegrasyonu.....	66
Şekil 8.2 Dağıtık sistem mimarisinin GSM-IT sistemindeki Uygulaması.....	67
Şekil 9.1 Main board ön parça dizilimi (component layout).....	70
Şekil 9.2 Main board arka parça dizilimi (component layout).....	71
Şekil 9.3 Ön devre elemanları ve görevleri.....	72
Şekil 9.4 Arka devre elemanları ve görevleri.....	73
Şekil 9.5 MS Nokia Serisi CPU çeşitleri.....	74
Şekil 9.6 TKUEDGE işlemci ve OEM bağlantı devre şeması.....	75
Şekil 9.7 RF devre şeması	76
Şekil 9.8 EEPROM devre Şeması.....	77
Şekil 9.9 FLASH devre Şeması.....	78
Şekil 9.10 SDRAM RAM bellek devre şeması.....	79
Şekil 9.11 Tuş takımı devre şeması.....	79

		Sayfa No
Şekil 9.12	Tuş takımı bağlantı şeması.....	80
Şekil 9.13	Şarj ünitesi bağlantı şeması.....	80
Şekil 9.14	Sim kartı okuyucu devre şeması.....	81
Şekil 9.15	Kızılötesi (IRDA) devre şeması.....	82
Şekil 9.16	Kamera bağlantı devre şeması.....	82
Şekil 9.17	Bluetooth devre şeması.....	85
Şekil 9.18	MMC Kart bağlantı devre şeması.....	87
Şekil 9.19	Radyo bağlantı devre şeması.....	88
Şekil 9.20	WLAN Devre şeması	91

TABLolar LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1	GSM' de taşıyıcı frekans aralıkları.....	5
Tablo 3.2	Hücre tipleri ve yarıçapları	12
Tablo 4.1,	3 / 9 Hücre deseni için frekans grupları ve kanal Dağılımları.....	19
Tablo 4.2	4/12 hücre deseni için frekans gurupları ve kanal Dağılımları.....	20
Tablo 4.3	7/21 hücre deseni için frekans gurupları ve kanal Dağılımları.....	20
Tablo 4.4	Servis kalitesine göre kanal ihtiyacı	21

KISALTMALAR

AUC	: Authentication Centre
BSC	: Base Station Controller
BSIC	: Base Station Identity Code
BSS	: Base Station System
BTS	: Base Transceiver Station
CC	: Country Code
CDR	: Charging Data Record
CEPT	: Conference for European administration of Post and Telecommunications
CGI	: Cell Global Identity
CI	: Cell Identity
CMR	: Cellular Mobile Radio
EIR	: Equipment Identity Register
ETSI	: European Telecommunication Standards Institute
FAC	: Final Assembly Code (imalatçıyı belirtir)
FDMA	: Frequency Division Multiple Access
FHSS	: Frequency Hopping Spread Spectrum
GFSK	: Gaussian Frequency Shift Keying
GMSK	: Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	: General Packet Radio Service
GR	: Anten kazancı
GSM	: Groups Special Mobile
GT	: Anten kazancı
HLR	: Home Location Register
HON	: Handover
IMEI	: International Mobile Station Equipment Identity
IMSI	: International Mobile Subscriber Identity
IN	: Intelligent Network
ITU	: International Telecommunication Union
IVR	: Interactive Voice Response
LA	: Location Area
LAC	: Location Area Code
LAI	: Location Area Identity
LBS	: Location Based Server
LR	: Besleyici kaybı
LT	: Besleyici kaybı
MCC	: Mobile Country Code
MMC	: Multi Media Card
MNC	: Mobile Network Code
MS	: Mobile Station
MSC	: Mobile Switching Centre
MSI	: Mobil abonenin unique kimliği
MSIN	: Mobile Subscriber Identification Number
MSISDN	: Mobile Subscriber International ISDN Number
MSRN	: Mobile Station Roaming Number
NDC	: National Destination Code

NMT	: Nordic Mobile Telephone
NSS	: Network Switching System
OMC	: Operations and Maintenance Centre
PIN	: Personal Identification Number
PLMN	: Public Land Mobile Network
PSTN	: Public Switched Telephone Network
RF	: Radio Frekansı
RMI	: Remote Method Invocation
RPC	: Remote Procedure Call
SD	: Secure Digital
SIG	: Bluetooth Special Interest Group
SIM	: Subscriber Identity Module
SMS	: Short Message Service
SMSC	: Short Messages Service Centre
SN	: Subscriber Number
SNR	: Serial Number
SRES	: Signed Response
TACS	: Total Access Communication System
TAC	: Type Approval Code
TDD	: Time Division Duplexing
TDMA	: Time Division Multiple Access
TMSI	: Temporary Mobile Subscriber Identity
TS	: Time Slot
UMTH	: Uzak Mesafe Telefon Hizmetleri
UMTS	: Universal Mobile Telecommunication System
VAS	: Value Added Services, Katma Değerli Servisler
VLR	: Visitor Location Register
WLAN	: Wireless Local Area Network

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİL SİSTEMLER VE MOBİL PHONE
ÇALIŞMA MİMARİSİ

Hazırlayan

Harun ÖZKAN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Murat BEKEN

Mayıs, 2007

ÖZET

Gsm dünya çapında en çok kullanılan mobil telekomünikasyon sistemidir. GSM in orijinal açılımı Özel mobil gurubu' ydu (Groupe Special Mobile), fakat standart olarak yaygın kullanımıyla Evrensel mobil haberleşme (Global Mobil Communication) olmuştur. İlk 1991 de uyulamaya geçmiştir ve dünya çapında en çok kullanılan haberleşme sistemi olmuştur.

GSM ikinci nesil haberleşme sistemi olarak dizayn edilmiştir. Ana amacı birinci nesil haberleşmeye nazaran çok daha geniş kapasiteye ulaşmak olmuştur.

GSM haberleşme sisteminde kullanılan birimler şunlardır; BTS küçük grup kontrolü yapan temel alıcı verici istasyonudur. BSC ise BTS kontrol edicidir. BSS BTS leri ve radyo bağlantılarını kontrol eder, ayrıca konuşurken hücre değiştirme (handover) gibi fonksiyonları yerine getirir. Daha üstü MSC (Mobile Switching Centre) ise Mobil abonelerin yaptığı veya aldığı aramalarda anahtarlama görevi yapan santraldir. Ayrıca, kendi içerisinde sonuçlanan veya diğer şebekelerle arasında olan aramaları yönlendirir ve kontrol eder. HLR abone kimlik bilgileri burada

tutulur. Ayrıca, abonenin hangi MSC'nin kapsama alanında olduğu bilgisi de HLR' da tutulur. VLR(Visitor Location Register) ise bağlı bulunduğu MSC'nin kapsama alanında bulunan bütün mobil abonelerin o anda buldukları adres ve abone kimlik bilgilerini geçici üzerinde tutar. Abonelere ait, güvenlikle ilgili sorgulama parametreleri ve şifreleme bilgileri bulunur. Ek olarak Doğrulama merkezi Authentication Centre (AuC) ve Equipment Identify Register (EIR), Abonenin doğrulanması ve ücretlendirilmesini sağlar.Son olarak en küçük birim ise mobil telefondur(ME). GSM ilk tanımlanan önemli özelliklerden biride SIM (Subscriber Identity Module) sim kartıdır. Bu kartta abone kimlik bilgisi ve diğer bilgiler bulunur. Bu sayede abonenin bir mobil telefona bağlılığı olmaz ve rahatlıkla değiştirebilir.

Mobil istasyon, abonenin haberleşme için kullanması gereken telefon cihazı, faks makinesi vb. terminal cihazdır. Halk arasında cep telefonu olarak adlandırılmaktadır. Mobil telefonlar yapıları itibariyle iki ana başlıkta toplayabiliriz; Standard elemanlar ve ek özelliklerdir. Standard elemanlar, telefonun çalışması için gerekli olan minimum parçalardan oluşmaktadır. Bunlar, işlemciler (CPU), Güç katları (Power IC), Helga (RF IC) şebeke kontrol ünitesi, Flash ,SDRAM ,EEPROM, Klavye tuş takımı (Keyboard), Şarj katı (Charge unit) ve Sim kart kontrol devresidir. Ek özellikleri ise; Kızılötesi (Infrared), Kamera, Bluetooth bağlantısı, MMC Kart bağlantısı , Radyo, Modem ve Wireless Lan olarak sınıflandırabiliriz. Mobil telefonun iç devre şeması ve elemanların bağlantı şekilleri, görevleri ve devrede kullanılışları verilmiştir.

Mobil telefon arıza durumları ve arıza takipleri yetkili servislerde dört kademedede yapılmaktadır. Birincisinde mobil cihazın programlanması ve yazılımının güncellenmesi yapılmaktadır. İkinci kademedede tamirde ise cihazın soketli aparatlarının değiştirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Üçüncü kademe tamir ise ara devre elemanlarının değiştirilmesidir. Direnç, kondansatör, transistor, diyotların değiştirilmesini kapsamaktadır. Son kademe tamirde ise UEME, CPU, Flash, Helega gibi tümleşik entegrelerin değiştirilmesini kapsamaktadır. Son kademe tamirde de arızası giderilemeyen cihazların anakartı değiştirilerek tamir yoluna gidilmektedir. Bütün yetkili servislerde geçerli olan bu yöntemler uygulanırken birçok devre tamiri mümkün iken yol kopuğu nedeniyle ve de silikon ve lag yöntemiyle yapıştırılmış entegrelerden kaynaklanan hatalardan kaynaklanan sorunlarda müdahale edilememektedir. Çünkü bilgisayar kontrollü devre tamiri uygulandığından kopup

hatlarda ve soğuk lehimlerde iletim hattı üzerindeki parçanın arızalı olduğu tespitinde bulunmaktadır. Bu parça değiştirildiği halde arıza devam ediyorsa ana kart değişimi yapılmaktadır veya arızalı gösterilen parça devreye silikon ile sabitlenmişse yine anakart değişimi yapılmaktadır. Bu Yüzden 3 ve 4 seviye tamire gelen cihazların yüzde kırk civarında anakart değişimi kararı ile tamirleri sonlandırılmaktadır. Biz bu kademelere iki yöntem daha ekleyerek tamirde verimliliği çok daha iyi seviyelere çıkarılması amaçlanmıştır. Bu yöntemlerden biri kopuk hattın jumper (tel atma) yöntemiyle giderilmesidir. Bu yöntem iki türlü yapılmaktadır; birincisinde devre şeması kullanılarak arıza takibinin yapılarak hat takibiyle kopuk yolun tel atmayla düzeltilmesidir. İkincisinde ise entegreler altındaki kopuk ayakların (path) alt bağlantı yolunun kazınarak açılmasıyla lehimle doldurularak düzeltilmesidir. Mobil telefonlarda anakart yedi katmandan oluşmaktadır. Orta katman şaseyi oluşturmaktadır. Arka ikinci katman ise besleme hattıdır. Ön ikinci katman RF katı için kullanılmaktadır. Ön üçüncü ve arka üçüncü katman ise data hattı için kullanılmaktadır. En üst arka ve ön katmanlarda ise yakın parçalar arası iletim hatları bulunmaktadır. Düşme ve esneme esnasında bu katmanlar arasındaki geçiş atlamalarının (jumper) kırılmasıyla hat kopukluğu oluşmaktadır. Kırılan hattın yeterli incelikte çelik tel ile bölgenin selülozik tinerle nemli tutularak alt bağlantı ayağı(path) çıkarılır. Sıvı lehim ile 370 derecelik ısı ile path lehimle kabartılır ve sonra parça takılarak tamir gerçekleştirilir. Diğer ek yöntemse silikonlu entegrelerinin değiştirilmesidir. Board tutucular ile sabitlenir. Değiştirilecek olan entegre üzerine petrol türevi saf alkol ile reçine karışımını kenarlarına gelecek şekilde sürülür. Sıcak hava tabancasıyla 430 derecede ısıtılarak silikonun yumuşaması ve lehimlerin sıvı hale gelmesi beklenir. Yeterli sıcaklıkta iken entegrenin uygun bir köşesinden cımbızın bir ucuyla altından esnetilerek kaldırılır. Entegre söküldükten sonra zemindeki lehimler temizlenir. Temizlenen zemine alkol ve reçine karışımı sürülerek 380 derecede anakart ısıtılarak ağzı dar ve düz bir neşter ile kart üzerinde kalan silikonlar temizlenir. Daha sonra yeni entegre takılmasıyla veya eski entegreye ayak yapılarak takılır ve işlem tamamlanır. Bu yöntemler tamirde verimliliği 4. kademedeki %60-65 lerden %90-95 lere çıkarmaktadır. Ancak birinci yöntemin uygulanması ve zaman kullanımı performansı etkilemeyecek boyutta olmasına karşılık ikinci yöntemde ise teknik elemanın zamanını diğer tamirlere nazaran daha fazla harcamaktadır. Buna karşılık değişim kararı alınmış telefonlardaki prosedür ve bekleme süresi göze alındığında ise mantıklı bir

yöntemdir.

Sonuç olarak bir telefondan diğeri bir telefona kadar iletişim esnasında aradaki platformlar ve bu platformların görevleri incelenmiştir. Bununla birlikte mobil telefonun içyapısı, devre elemanları şemalarla anlatılarak telefon çalışma mimarisi ve prensibi gösterilmiştir. Bununla birlikte mobil telefonların arıza takipleri ve servislerde kullanılan tamir yöntemleri anlatılmıştır. Tamirde verimliliği artırmada etkili olan iki yöntem anlatılmıştır. Bu şekilde mobil telefonun arızalardaki başarı oranı yükseltilmiş ve daha kolay bir şekilde yapılması amaçlanmıştır.

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MOBILE SYSTEMS AND MOBILE PHONE
WORKING ART**

Prepare

Harun ÖZKAN

Counselor

Yrd. Doç. Dr. Murat BEKEN

May, 2007

ABSTRACT

The GSM system is the most widely used mobile telecommunications system in use in the world today. The letters GSM originally stood for the words Groupe Speciale Mobile, but as it became clear this standard was to be used world wide the meaning of GSM was changed to Global System for Mobile Communications. Since it was first deployed in 1991, the use of GSM has grown steadily, and it is now the most widely cell phone system in the world.

The GSM system was designed as a second generation (2G) cellular communication system. One of the basic aims was to provide a system that would enable greater capacity to be achieved than the previous first generation analogue systems.

GSM systems have the stations; the base transceiver stations (BTS) are organized into small groups, controlled by a base station controller (BSC) which is typically co-located with one of the BTSs. The BSC with its associated BTSs is termed the base station subsystem (BSS). Further into the core network is the main switching area. This is known as the mobile switching centre (MSC). Associated with it is the location registers, namely the home location register (HLR) and the visitor location register (VLR) which track the location of mobiles and enable calls to be routed to them. Additionally there is the Authentication Centre (AuC), and the Equipment Identify Register (EIR) those are used in authenticating the mobile before it is allowed onto the network and for billing. Last but not least is the mobile itself. Often termed the ME or mobile equipment, this is the item that the end user sees. One important feature that was first implemented on GSM was the use of a Subscriber Identity Module. This card carried with it the user's identity and other information to allow the user to upgrade a phone very easily

Mobil Station (MS) is terminal equipment for user communication. In public is named as mobile phone. Mobile phone production can be classified in two main groups; Standard components and extra properties. Standard components are the minimum features for working mobile phone. These are; Coprocessor (CPU), Power IC, Helga (RF IC), Network control unit, Flash, SDRAM, EEPROM, Keyboard, Charge unit and SIM control unit. Extra properties are; Infrared, Camera, Bluetooth Connection, MMC Multimedia Card Connection, Radio, Modem and Wireless. Mobile Phone interface diagram and component layout functions were explained.

When mobile phone failure or breakdown, at authorized services is being followed to repairing them in four phases, in first phase, Mobile phones is programmed and original main software upgraded. At second phase, broken plugging equipments in mobile phones are changed with a new one. This phase included only plugging equipment and interval films. In the third phase circuit equipment is changed. Especially Resistor, Capacitor, Transistor, Diode and etc... to be controlled on the main board. Having any failure these equipments, technical personals mend by changing failure equipment with new one. At the last phase UEME, CPU, Flash, Helega etc. integers are changing. After this rank un repairing mobile phone board is send to swap that is changing with new board. All of authorized services era using these method to mending, but most of the un repairing boards can be mending. For example, the reason of the some of the board's failure is broken of the soldering in

circuit or the failure integers in brokenness silicone that can not changed by the services due to testing failure by computer software with that connections. So that testing programs showing the failure result on integers even short cut or broken soldering. In these sections the productivity in low. To make it high, We need to add new methods that as a five phase, to jumpering broken off the lines or soldering, and six phases to changing the sticking integers on board by silicone. At the five phase, Firstly, to finding the broken off the line by using circuit diagrams of the phones. Secondly, to mending the broken paths between integers and board by digging the second layer of the pertinence to opening lay under the path and to join it by soldering. Mobile phone main board is produced in seven layers. In the centre of the pertinences have the ground circuits. The second layers have the power circuits. RF circuit connection is at the back second layer. Data bus connections and circuits are placed on upper layers. On the surface of the pertinence, the last layer's circuits are designed for to connect nearer components. While using the mobile phone some problems can be occurred due to stretching or falling as snapping connections between layers. Snapping line can be mending with jumpering by soldering. The last phase is changing fastening integers with silicone. Firstly board is holding with tools then mixing resin with alcohol is applying on brokenness silicone integers. After that Failure integer is heating with heat gun at 430 C to softing silicone and liquefies the solder. In enough heat, integer is pulling up with tweezers After these operation integers and board is cleaning from silicones and then soldered integer is plug on the board at 380 C by heat gun. These new methods are increase the productivity of the repairing achieves from %60-65 to % 90-95 degrees. However while repairing the phone, working time is longer from 30 minute to 1 hour for new methods. But if we compare with swapping time to repairing time and service's cost of swapping to repairing, these methods is very useful for low cost and to return to costumer times because of the swapping time is too longer by legal procedures.

As a result, while communication from one mobile phone to another, having some platforms and their functions were examined. However, Mobile phone circuit, component layout and schematic circuit diagrams were explained that to showing architectures and principles of the mobile phones. In addition to this to intend become easier to mending mobile phone.

1- GİRİŞ

Mobil iletişim zamana ve mekâna bağı kalmadan, kablosuz, radyo frekansları üzerinden iletişim sağlayan bir haberleşme biçimidir. Telekomünikasyon teknolojisindeki arayışlar mobil haberleşmesinin hızla gelişmesine sebep olmuştur. 1985 yılında Fransa, Almanya ve İtalya tarafından gerçekleştirilmeye başlanan mobil iletişim sistemi standardının ilk aşaması 1991 yılında tamamlanmış ve bu yılın sonunda ilk mobil haberleşme sistemi Cenevre’de kurulmuştur.

Önce analog hücrese mobil sistemler geliştirilmiştir. Analog mobil uygulamalar, kullanım amacı, kapasite, kalite ve kapsama alanı açısından ülkelere göre farklılıklar göstermiştir. Bu şebekeler genellikle global yapıdan uzak bölgesel ve ulusal uygulamalarla sınırlı kalmıştır. Her ne kadar analog hücrese mobil sistemlerle, mobil haberleşme global bir yapıya kavuşturulmak istenmişse de bu tam olarak sağlanamamıştır. Analog şebekelerin yapılarından kaynaklanan kısıtlamaların olması ve bunların gelişmelere kolayca adapte olamamaları, farklı ülkeler tarafından ortakça kullanılacak ve yeni teknolojik gelişmelere açık olan sayısal hücrese mobil şebekelerin geliştirilmesine yol açmıştır. GSM sistemleri, mobil haberleşmede dünyada en yaygın olarak kullanılanıdır (iec.org, [14.03.2007], 2).

GSM (Global System For Mobile Communication) 1991 yılı sonunda Avrupa’da kullanılmak üzere geliştirilmiş olan ilk GSM 900 Sistemi, dijital iletişim teknolojisiyle çalışan, uluslar arası sayısal, hücrese mobil haberleşme sistemidir. Zaman dilimi içerisinde mobil telefonlara olan talep her geçen gün daha da arttığından GSM 900 sistemi ihtiyaca cevap vermede yetersiz kalması sebebiyle 1993 yılında ilk DCS 1800 (Digital Cellular System) sistemi işletilmeye başlandı. Bu iki sistemin kullanıldığı teknoloji birbirine benzediğinden dolayı 1997 yılından itibaren DGC 1800 sistemi GSM 1800 olarak adlandırılmıştır.

2. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ

2.1. Birinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri

NMT (Nordic Mobile Telephone), TACS (Total Access Communication System) gibi birinci nesil mobil haberleşme sistemleri, analog hücreli mobil teknoloji üzerine kurulmuş olup, temel olarak ses servisi sunmak üzere tasarlanmışlardır. Bu şebekeler, buldukları ülkelere göre farklı frekans yapısında olmalarından dolayı büyük ölçüde ülkelere özgü, global yapıdan uzak uygulamalar olmuştur (Barakçı, 2002, 187).

2.2. İkinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri

Birinci nesil mobil haberleşme sistemlerindeki sıkıntıları aşmak için 1982 yılında CEPT (Conference for European administration of Post and Telecommunications) tarafından GSM (Groupe Special Mobile) adında bir çalışma grubu oluşturularak Avrupa genelinde sayısal hücreli mobil haberleşme sistemi çalışmaları başlatılmıştır. İkinci nesil mobil haberleşme sistemleri sayısal hücreli mobil teknoloji üzerine kurulmuştur. Öngörülen sistem, ses servisi yanında Faks, SMS (Short Message Service) gibi servislerin verilebilmesi, verilen servisin kaliteli ve güvenli olması, uluslararası dolaşımın ve el tipi terminallerin desteklenmesi için tasarlanmışlardır. 1989 yılında GSM çalışmalarının sorumluluğu ETSI (European Telecommunications Standards Institute)'e aktarılarak, I.faz GSM standartları 1990 yılında yayınlanmıştır. Ticari GSM servisi ise 1991 yılının ortalarında başlamıştır. 1993 yılında yalnız Avrupa'da 22 ülkede toplam 36 GSM işletmecisi varken, bugün tüm Dünya'da yüzlerce GSM işletmecisi bulunmaktadır. GSM sistemi başlangıçta 900 MHz frekans bandında çalışmak üzere tasarlanmıştır. GSM 900'deki sınırlı band aralığından dolayı hızla artan abone sayısı kapasite sorunu yaratmış ve daha geniş bir band ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaç karşısında ETSI, GSM 900 standardıyla tamamen aynı olan fakat 1800 MHz frekans bandında daha geniş bir band aralığına sahip GSM 1800 standardını geliştirmiştir (Barakçı, 2002, 187; Keser, 2002, 3).

2.3. Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri

Global düzeyde mevcut ses, faks ve data servislerine ilave olarak, 2 Mbit/s hızına kadar interaktif mültimedya servislerinin sağlanması hedeflenmiştir. ITU (International Telecommunications Union) tarafından geliştirilen 3.nesil mobil haberleşme sistemlerinin Avrupa'daki kolunun adı UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)'dir. GSM operatörleri, UMTS'e geçiş sürecinde oluşacak yüksek hızlı data taleplerini karşılamak için GPRS (General Packet Radio Service) servislerini sunmayı planlamışlardır. GPRS ve UMTS servisleriyle, mevcut GSM servislerine ilave olarak sağlanacak yeni hizmetlerden bazıları; internet, video konferans, resim, grafik aktarımı, eğlence servisleri, bilet rezervasyonları, banka işlemleri, tele çalışma (evden ofis işlerini yürütebilme), dosya transferi gibi servislerdir (Koç, Bayır, 2003,141-142; Candan, 2002, 27).

3. GSM SİSTEMLERİ

GSM 900 ve 1800 sisteminde baz istasyonlar ile mobil telefonlar arasında hava ara yüzünde kullanılan frekans bandları aşağıda verilmiştir. Her bir taşıyıcı frekans 200 kHz bandına sahip olup, 8 konuşma ve sinyalleşme kanalı taşımaktadır (Ateş, 2007, 7-14).

GSM 900 (124 iki yönlü taşıyıcı frekans, 124×8 kanal = 992 kanal):

Uplink 890 – 915 Mhz (MS'den BTS'e doğru)

Downlink 935 – 960 Mhz (BTS'den MS'e doğru)

Taşıyıcı frekans bandı: 200 kHz

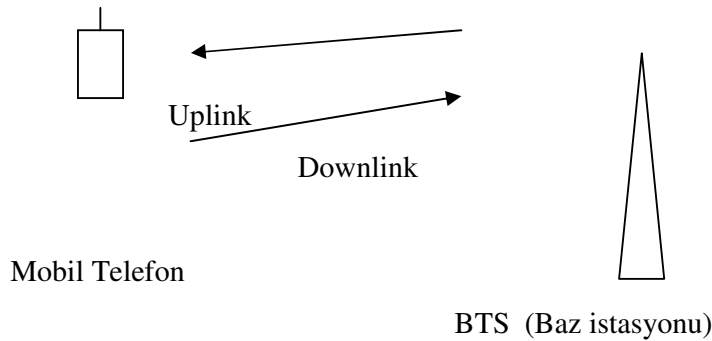
GSM 1800 (374 iki yönlü taşıyıcı frekans, 374×8 kanal = 2992 kanal) :

Uplink 1710 – 1785 Mhz (MS'den BTS'e doğru)

Downlink 1805 – 1880 Mhz (BTS'den MS'e doğru)

Taşıyıcı frekans bandı: 200 kHz

GSM şebekelerinde, baz istasyonu ve mobil telefon arasındaki iletim dijital teknolojiye dayalıdır. GSM' de sayısal iletim; FDMA (Frequency Division Multiple Access) ve TDMA (Time Division Multiple Access) olarak bilinen iki metodu kullanarak gerçekleştirilir (Koç, Bayır, 2003,83-86).



Şekil 3.1 Uplink ve Downlink

FDMA:

Her bir BTS'e farklı radyo kanalları tahsis edilir. Birbirine bitişik cell'lerdeki (veya aynı cell'deki) mobil telefonlar aynı anda farklı frekansları kullanarak görüşme yapabilirler. FDMA metodu; GSM 1800'de 374, GSM 900'de 124 farklı taşıyıcı frekans kullanılarak gerçekleştirilir. Bir taşıyıcı frekans belirli kurallar çerçevesinde birden fazla kullanılabilir (Forouzan, 2007, 383).

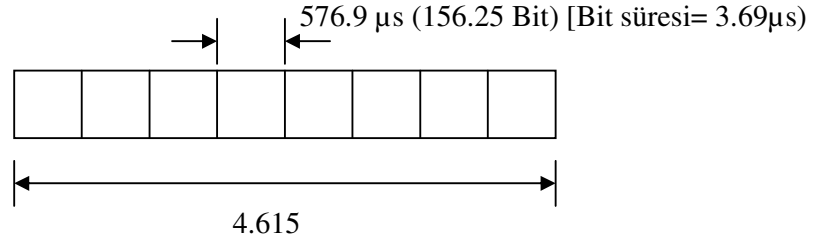
Tablo 3.1 GSM' de taşıyıcı frekans aralıkları

Kanal	Uplink	Downlink
1	890.1-890.3 (890.2 centre freq.)	935.1-935.3 (935.2 centre freq.)
2	890.4 (centre freq.)	935.4 (centre freq.)
3	890.6 (centre freq.)	935.6 (centre freq.)
.....
124	914.8 (centre freq.)	959.8 (centre freq.)

Hem uplink hem de Downlink yönünde frekans bandının başı ve sonundaki 100 kHz'lik bandlar interference'dan (frekans karışması / etkileşimi) korunmak için kullanılmamıştır.

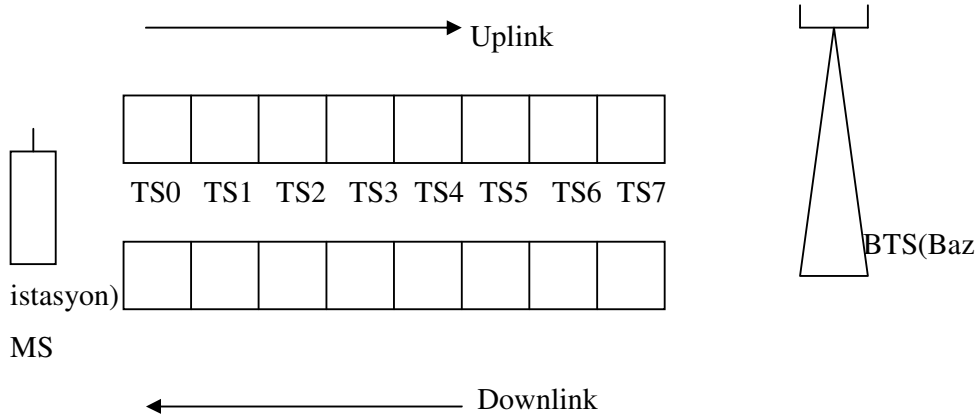
TDMA:

Bu metot adından da anlaşılacağı gibi, her bir kullanıcıya (Mobile Station) time slot (TS) adı verilen belirli bir zaman tahsis edilerek birçok kullanıcının aynı kaynağı paylaşma metodudur (iec.org, [14.03.2007], 4). TDMA' DE, her bir mobil kendisine tahsis edilen TS üzerinden bilgi burst'lerini ya alır ya da verir. Bu TS'lar, bir kullanıcı aramayı kurduğu zaman yalnızca konuşma için tahsis edilir. Ancak, bazı TS'lar sinyalleşme, location update gibi diğer işlevleri sağlamak için kullanılırlar. Bir taşıyıcı frekans sekiz TS'u taşır ve her bir TS'da bir aboneye ait konuşma bilgisini taşır. Aşağıda bir TDMA frame ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir(iec.org, [14.03.2007], 6).



Şekil 3.2 TDMA Frame

Şekil 2.2 deki TDMA frame, mobil abone (MS) ve baz istasyonu (BTS) arasında hava ara yüzü üzerinden bilgi iletimini sağlar. Her bir TS'a burst adı verilir. Burst süresi ve bit sayısı değişmemek kaydıyla değişik amaçlı burst'ler vardır (Normal burst, Frequency correction burst, Synchronization burst, Access burst). Bir burst'ün içerisinde 156.25 bit olup, bir bit'in süresi 3.69 μ s'dir. Aşağıda, MS ve BTS arasındaki uplink ve downlink yönündeki TDMA frame'ler gösterilmiştir(iec.org, [14.03.2007], 7).



Şekil 3.3 MS ve BTS arasındaki TDMA frame'ler

GSM, konuşma ve kontrol bilgisinin 0 ve 1 olarak gösterildiği sayısal teknikleri kullanır. Bir analog radyo ara yüzü üzerinden sayısal bilginin iletimi nasıl mümkün olmaktadır? Önceden belirlendiği şekilde bir analog sinyalin karakteristiklerinden birini değiştirmek için kullanılan sayısal değerler 0 ve 1 dir. Sayısal sinyaldeki her "bit" için bir radyo sinyalinin karakteristiği değiştirilerek bilgi iletimi sağlanır. Kullanılan bu tekniğe modülasyon denir. Analog sinyaller üç temel özelliğe sahiptir:

amplitude (genlik), frequency (frekans) ve phase (faz). Böylelikle temel olarak üç tip modülasyon tekniği ortaya çıkmaktadır.

- Genlik modülasyonu (amplitude modulation)
- Frekans modülasyonu (frequency modulation)
- Faz modülasyonu (phase modulation)

GSM, GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) olarak bilinen hava ara yüzü üzerinden bir faz modülasyon tekniğini kullanır. Bu teknikte, iletilecek bit'in 0 veya 1 olmasına göre analog radyo sinyalinin fazı değiştirilir. Bu şekilde bilgiler bit düzeyinde MS ve BTS arasında iletilmiş olur (Forouzan, 2007, 384).

3.1. GSM sisteminin genel mimarisi

GSM şebekesi temel olarak; NSS (Network Switching System), ve BSS (Base Station System) olmak üzere iki kısma bölünebilir. Bu iki kısımdan herbiri bütün sistem fonksiyonlarının gerçekleştirildiği fonksiyonel üniteleri ihtiva eder. Bu üniteler çeşitli hardware ekipmanlarından meydana gelmiştir (Forouzan, 2007, 472).

NSS anahtarlama sistemi aşağıda belirtilen fonksiyonel üniteleri kapsar. Bu üniteler ve görevleri aşağıda kısaca açıklanmıştır (Keser, 2002, 4-5).

- **GMSC (Gateway Mobile Switching Centre):**

Bir operatöre ait GSM şebekesinin, diğer PLMN (Public Land Mobile Network, Kamusal Kara Mobil Şebekesi) şebekeleri, PSTN (Public Switched Telephone Network, Kamusal Anahtarlama Telefon Şebekesi) şebekesi ve UMTS (Uzak Mesafe Telefon Hizmetleri) şebekeleri ve diğer şebekeler ile bağlantılarda anahtarlama görevi yapan santral sistemidir. Bir operatöre ait şebekenin dış dünyaya açılan kapısıdır.

- **MSC (Mobile Switching Centre):**

Mobil abonelerin yaptığı veya aldığı aramalarda anahtarlama görevi yapan santraldir. Ayrıca, kendi içerisinde sonuçlanan veya diğer şebekelerle arasında olan aramaları yönlendirir ve kontrol eder. Görüşmelerle ilgili arama ve ücretlendirme bilgilerini üzerinde tutar (Forouzan, 2007, 472; Koç, 2003, 74).

- **VLR (Visitor Location Register):**

Bağlı bulunduğu MSC'nin kapsama alanında bulunan bütün mobil abonelerin o anda buldukları adres ve abone kimlik bilgilerini geçici olarak üzerinde tutar(Forouzan, 2007, 473).

- **HLR (Home Location Register):**

Abonelerin, kimlik ve adres bilgilerinin sabit olarak tutulduğu yerdir. Abonelerin kullandığı servisler (arama bekletme, arama yönlendirme, arama sınırlama vs.) ile abone kimlik bilgileri burada tutulur. Ayrıca, abonenin hangi MSC'nin kapsama alanında olduğu bilgiside HLR'da tutulur. Bu sayede abone arandığında HLR'a gelen arama abonenin kapsamı altında bulunduğu MSC'ye yönlendirilir (iec.org, [04.01.2007], 5).

- **AUC (Authentication Centre):**

Abonelere ait, güvenlikle ilgili sorgulama parametreleri ve şifreleme bilgileri bulunur. Abonenin yapmış olduğu aramalarda bu birimden onay alınır ve arama sonuçlandırılır. Ayrıca, abonenin konuşma süresince abone ile baz istasyon arasındaki iletişimde konuşma bilgisine ilave edilen şifreleme algoritması bu birimde bulunur (Schubiger, 2007, 44).

- **EIR (Equipment Identity Register):**

Mobil telefon makinelerine ait kimlik bilgileri bu birimde bulunur. Her telefon makinesine ait IMEI (International Mobile Station Equipment Identity, Uluslararası Telefon Cihazı Kimliği) bilgisi kullanılarak makine ve SIM (Subscriber Identity Module, Abone Kimlik Modülü) kart eşleştirmesi yapıp aramaya izin verilebilir. Böylelikle telefon makinesi çalınmalarının önüne geçilebilir. Ancak, abonelerin sık telefon makinesi değiştirmelerinden dolayı uygulaması zor olduğundan, uygulamada telefon makinesi çalınmalarında abone müracaatına göre işlem yapılmaktadır(Systra Gsm, 2000, 15).

BSS (Base Station System)

BSS, aşağıda belirtilen fonksiyonel üniteleri kapsar.

- **BSC (Base Station Controller):**

Hücreleri ve radyo bağlantılarını kontrol eder, ayrıca güç kontrol, konuşurken hücre değiştirme (handover) gibi fonksiyonları yerine getirir (Bayrakçı, 2002, 197).

- **BTS (Base Transceiver Station):**

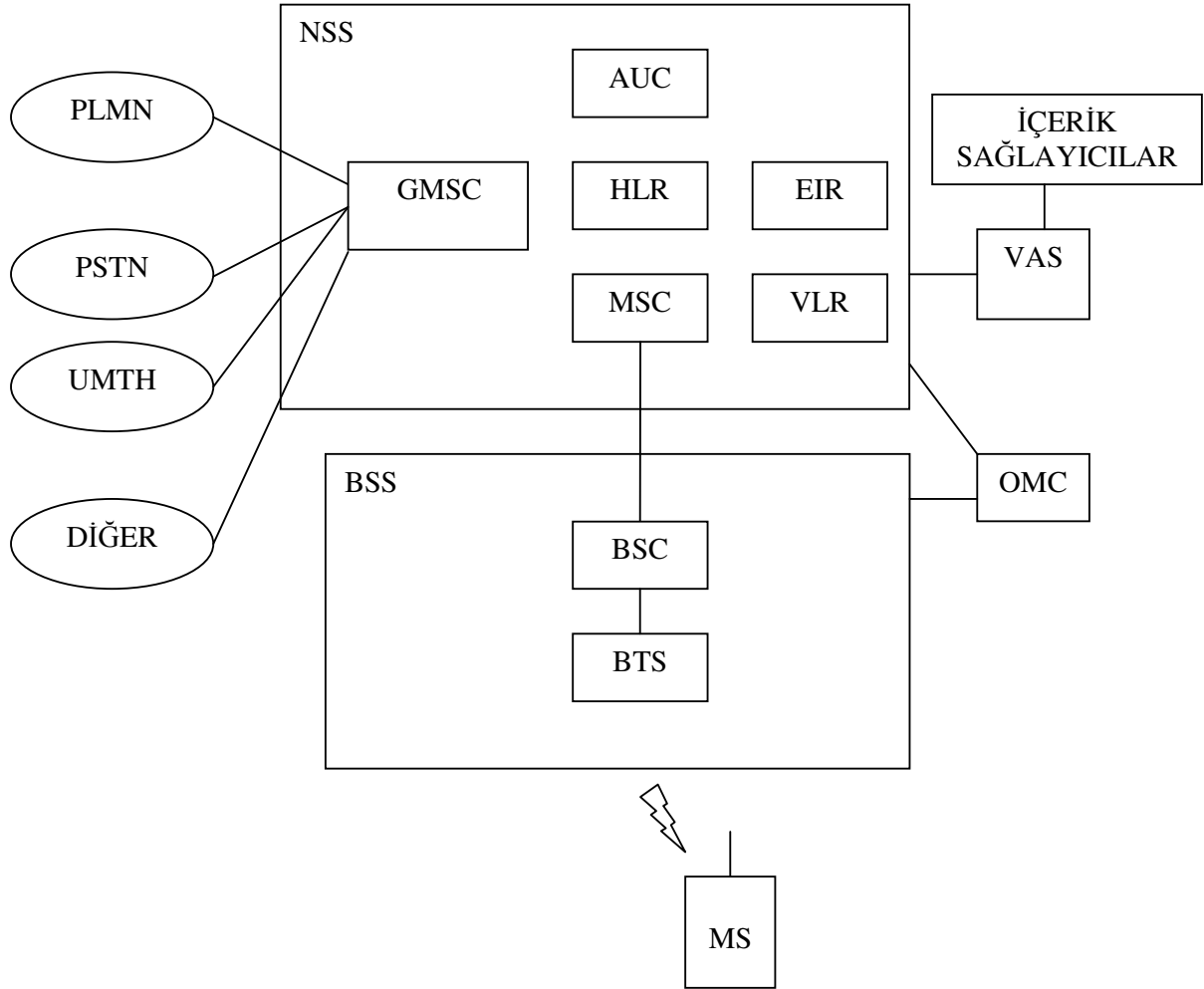
Bir hücrenin ihtiyaç duyduğu radyo ekipmanıdır. Radyo frekans güç yükselticileri ve sayısal sinyal işleme ekipmanlarını içerir. MS (Mobile Station, Mobil Birim) ile yani abone telefon makinesi ile iletişimi sağlayan ünedir.

OMC (Operations and Maintenance Centre, Operasyon ve Bakım Merkezi):

- GSM şebekesinin iki ana bölümü olan NSS ve BSS içerisinde bulunan bütün ünitelerin arıza bildirim, bakım, raporlama işlevlerinin gerçekleştirildiği merkezdir. Ayrıca, GSM şebekesine bağlanan VAS platformları ile de bağlantılı olup, VAS platformlarına ait arıza bildirim, bakım ve raporlama işlevlerini de yerine getirir (Agraval, Zeng, 2003, 87).

Birde GSM şebekesine bağlanan ve abonelere ses, mesaj, location-based, hücre yayını, önödemeli servisler gibi hizmetlerin verilmesini sağlayan VAS (Value Added Services, Katma Değerli Servisler) sistem platformları bulunmaktadır.

- **VAS sistemleri,** GSM şebekesine bağlanan IVR (Interactive Voice Response, Etkileşimli Sesli Yanıt), SMSC (Short Messages Service Centre, Kısa Mesaj Servis Merkezi), IN (Intelligent Network, Akıllı Şebeke), LBS (Location Based Server, Adrese Dayalı Servis Sunucusu) gibi ünitelerdir. Bu üniteler, abonelere sesli mesaj servisleri, kısa mesaj servisleri, ön-ödemeli kontrollü hat hizmetleri, abonenin o anda bulunduğu adrese bağlı çeşitli servislerin verilmesi gibi imkânları sağlamaktadırlar (Agraval, Zeng, 2003, 146).

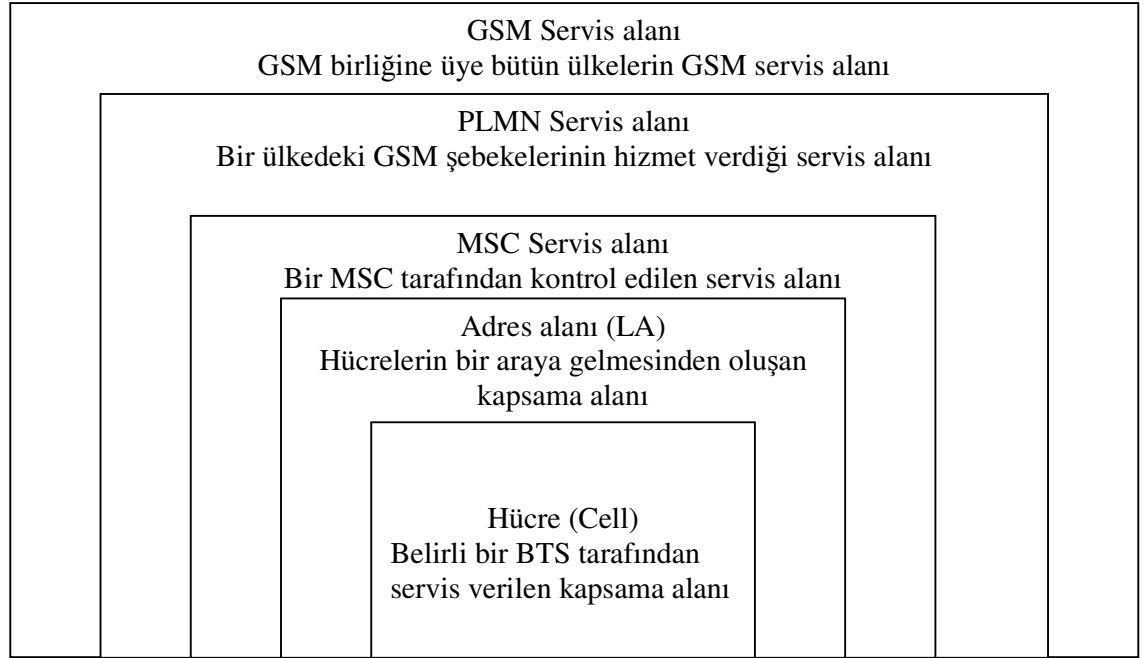


Şekil 3.4 GSM şebekesinin genel görünümü

3.2. GSM' de servis alanları

GSM şebekesinin en önemli kısımlarından birisi baz istasyonları ve baz istasyonlarının oluşturduğu kapsama alanlarıdır. GSM şebekesinde en küçük kapsama alanı hücre kapsama alanı olup belirli sayıda hücrenin bir araya gelmesinden oluşan kapsama alanına LA (Location Arca) kapsama alanı denir. Adres kapsama alanlarının (LA) birleşmesinden de MSC servis kapsama alanı meydana gelir. MSC servis kapsama alanı içinde bulunan abonelerin arama yapmaları veya aranmaları, yer değişim hareketleri ve diğer hizmetleri bu MSC tarafından kontrol edilir. Bir operatörün sahip olduğu bütün MSC'lere ait kapsama alanlarının toplamı PLMN kapsama alanını meydana getirir. Bir ülkede bulunan her bir operatöre ait

PLMN kapsama alanlarının toplamı PLMN servis kapsama alanını meydana getirir. GSM'e üye bütün ülkelerdeki PLMN servis kapsama alanlarının birleşmesinden GSM servis kapsama alanı meydana gelir(iec.org, [04.01.2007], 7).



Şekil 3.5 GSM' de kapsama alanları arasındaki ilişki

CMR (Cellular Mobile Radio) sistemlerine talep arttıkça, bu sistemler için tahsis edilen frekansların tekrar kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Frekansların tekrar verimli bir şekilde kullanımı özellikle büyük şehirlerde hücre kapsama alanlarının çok iyi hesaplanması gerekliliğini ortaya koymuştur. Başlangıçta tahmin metotları bazı şehirlerde yapılan ölçümlere dayandırılarak geniş kapsama alanlarına ait modeller çıkarılmış ve bu modeller deneysel modeller olarak adlandırılmıştır. Zaman ilerledikçe, yarı-deneysel ve teorik modeller geliştirilmiş ve bu modellerde, şehrin coğrafi yapısı ve binaların boyutları gibi bilgilerin kullanılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu yarı-deneysel ve teorik modeller genellikle şehirlerde yayılım'da en etkili faktör olan elektromagnetik dalganın kırılımı olayına dayanır. Abone sayısı arttıkça hücre boyutu küçülüp, yeni modeller ortaya çıkmıştır. Önceleri, mobil radyo sistemlerinin tasarımındaki hedef yüksek yerlere yerleştirilen yüksek güçlü antenlerle geniş kapsama alanları elde etmek olmuştur. Bu çözüm başlangıçta mobil sistemlere

talebin düşük olması sebebiyle geçerli olmuştur. Ancak abone sayısının artmasıyla daha fazla baz istasyona ve kanala ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Her bir servis alanının belirli sayıda kanala sahip olmasından dolayı da artan talebe cevap verebilmek için aynı kanalların bir başka servis alanında kullanılmasına başlanmıştır. Ayrıca mobil sistemlere talebin artmasıyla birlikte hücre'lerin sayısı artmış ve kapsama alanları küçülmüştür. Hücre boyutu ve vericinin bulunduğu yere bağlı olarak hücreler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır.

Mini hücre, makro ve mikro hücre arasında olan ve sık kullanılmayan hücre boyutudur. Ayrıca, Piko hücre bina içi yayılım'da kullanılan hücre boyutudur(iec.org, [04.01.2007], 8).

Tablo 3.2 Hücre tipleri ve yarıçapları

Hücre Tipi	Hücre Yarıçapı	Antenin Durumu
Makro Hücre	1 – 30 km	Anten dışarıda ve çevre yükseklikleri ile bina çatı seviyelerinin üzerinde
Mini Hücre	0,5 – 3 km	Anten dışarıda ve bazı çevre binaların çatı seviyelerinin altında
Mikro Hücre	0 – 1 km	Anten dışarıda ve bina çatı seviyelerinin altında
Piko Hücre	0 – 0,5 km	Anten bina içinde veya dışında, bina çatı seviyelerinin altında

4. HÜCRE PLANLAMA

Hücreler, GSM şebekesinin aboneye açılan noktaları olduğundan, hücrelerin iyi planlanıp abone ile GSM şebekesi arasında problemsiz bir iletişim sağlamaları gerekmektedir. Ayrıca, hücrelerin problemsiz iletişimi sağlamalarının yanı sıra, abone hareketlerinden kaynaklanan trafiği de karşılayacak şekilde planlanmaları çok önemlidir. Aksi halde kapsama problemi olmasa dahi trafik talebini karşılayamamaktan kaynaklanan abone memnuniyetsizlikleri meydana gelecektir(iec.org, [14.03.2007], 4).

4.1 Hücre Planlama Kriterleri

Hücre planlaması yapılırken ilk adımda aşağıdaki kriterler belirlenir.

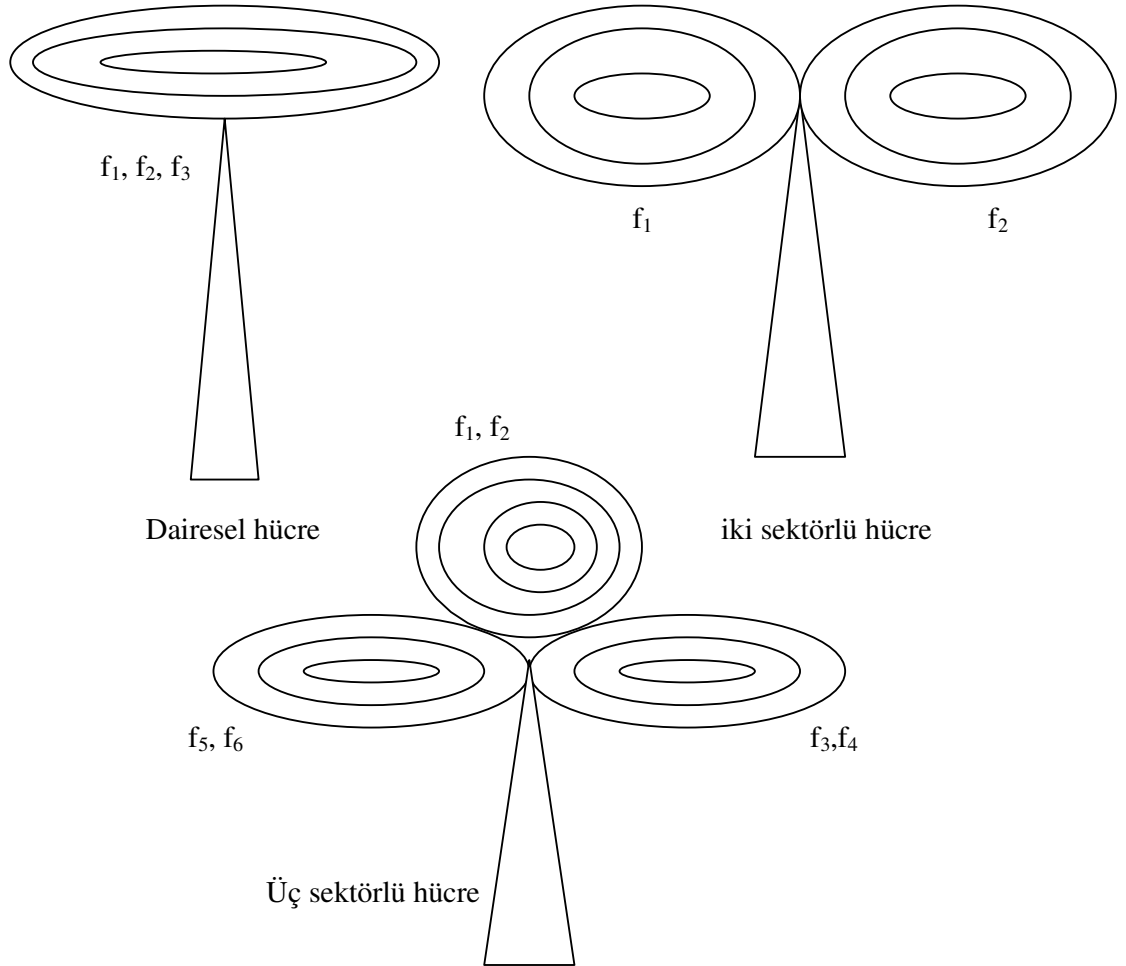
- Fiyat
- Kapasite
- Kapsama
- Ses kalitesi
- Sistem gelişim kabiliyeti
- Trafik talebi

Ne kadar insanın sisteme katılacağı ve ne kadar trafik oluşturacakları hücre planlama açısından hesaplanması gereken en önemli kriterdir. Trafik talebinin coğrafi dağılımı aşağıda belirtilen bilgiler kullanılarak hesaplanabilir (iec.org, [14.03.2007], 5–7).

- Nüfus dağılımı
- Araba kullanım dağılımı
- Gelir seviyesi dağılımı
- Telefon kullanım istatistikleri
- Toprak kullanım bilgileri
- Abonelik, arama ücreti, mobil telefon fiyatları diğer kriterler.

4.2 Hücre Kapsama Şekilleri

Bir hücrenin (BTS) yeri ve tipi, bulunduğu çevrenin karakteristiğine bağlıdır. Şehir merkezindeki hücrelerin kapsama alanları, genellikle kırsal bölge hücrelerinin kapsama alanlarından daha küçüktür. Ayrıca, bir hücrenin trafiğinin artması o hücrenin kanal sayısını etkilemektedir. Teorik olarak bir hücrenin servis verebildiği mesafe 35 km yarıçapında bir dairenin alanıdır. Hücre kapsama alanını etkileyen faktörlerden birisi, frekansın dalga boyudur. Örneğin, GSM 900 deki hücre kapsama alanı GSM 1800 deki hücre kapsama alanından daha geniştir. Hücrenin kapsama alanını etkileyen bir diğer faktör de, coğrafi şartlardır. Kapsama alanı oluşturmada kullanılan üç farklı tipte hücre konfigürasyonu vardır (Koç, Bayır, 2003, 121–122).



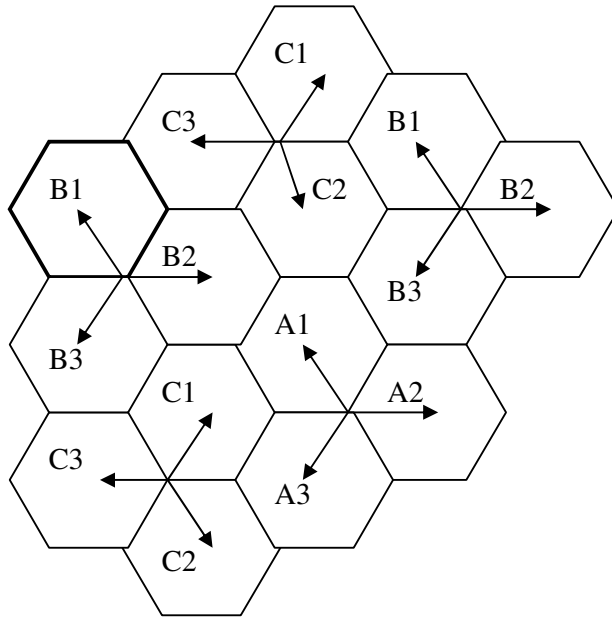
Şekil 4.1 Hücre kapsama şekilleri

Hücre kapsama alanı için üç farklı konfigürasyonun kullanıldığı yerler aşağıda belirtilmiştir.

- Dairesel kapsama: Bu tip kapsamada, 360° 'lik kapsama alanı bir anten ile sağlanmaktadır. Bu tip kapsama şekli genellikle trafiği düşük, kırsal kesimlerde kullanılır.
- İki sektörlü kapsama: Bu şekilde bir kapsama aynı noktada ve iki farklı yöne yönlendirilmiş iki anten ile yapılmakta olup, bu tip kapsamalar genellikle ana yol güzergâhlarında yolu boydan boya kapsamak için kullanılır.
- Üç sektörlü kapsama: Bu kapsama şekli, genellikle fazla kanal ihtiyacı duyulan yoğun trafiğe sahip yerlerde ve şehir merkezlerinde kullanılır. Böyle bir kapsamayı elde etmek için üç sektörlü antenler kullanılır ve her bir anten 120° 'lik açının taradığı bir alanı kapsayacak şekilde yönlendirilir. Aynı noktaya dikilen üç anten ile 360° 'lik kapsama sağlanmış olur.

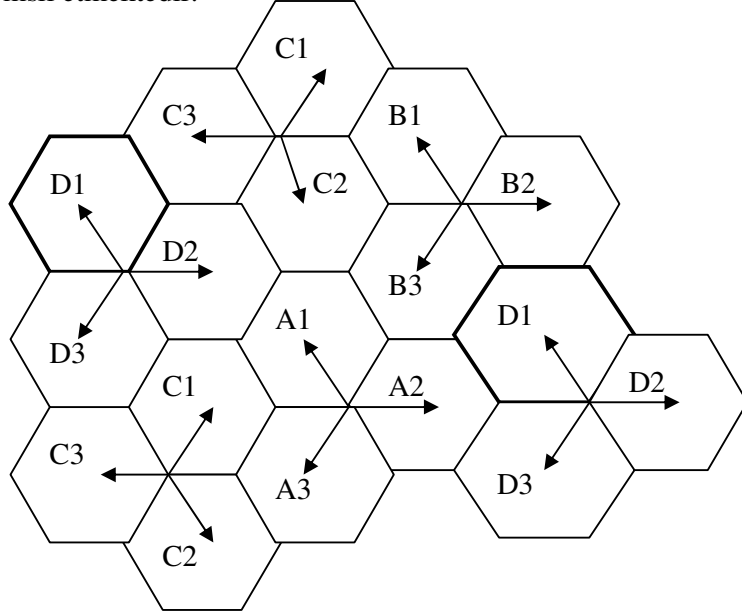
4.3 Hücre Planlamada Kullanılan Hücre Desenleri

3 / 9 hücre deseninde 3 grup (1 grup, 3 antenin birlikte dikildiği noktadır.) bulunmakta olup, her grupta 3 hücre bulunmaktadır. Böylelikle 3/9 hücre deseninde, üç grupta üçer hücreden toplam 9 hücre bulunmaktadır. Yani 3/9 hücre deseninde 3 grup sayısını, 9 ise bu üç gruptaki toplam hücre sayısını temsil etmektedir (Forouzan, 2007, 468).



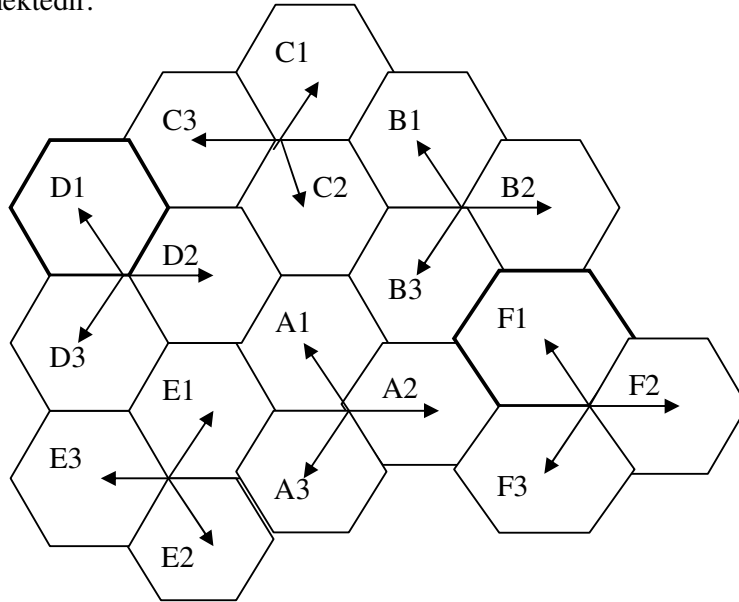
Şekil 4.2 3/9 Hücre deseni

4 / 12 hücre deseninde ise 4 grup bulunmakta olup, her grupta 3 hücre toplamda 12 hücre bulunmaktadır. Yani 4 / 12 deki 4 grup sayısını, 12 ise bu 4 gruptaki toplam hücre sayısını temsil etmektedir.



Şekil 4.3 4/12 Hücre deseni

7 / 21 hücre deseninde, 7 grup bulunmakta olup, her grupta 3 hücre bulunmaktadır. Böylelikle 7 / 21 hücre deseninde, yedi grupta üçer hücreden toplam 21 hücre bulunmaktadır. Yani 7 / 21 deki 7 grup sayısını, 21 ise bu 7 gruptaki toplam hücre sayısını temsil etmektedir.

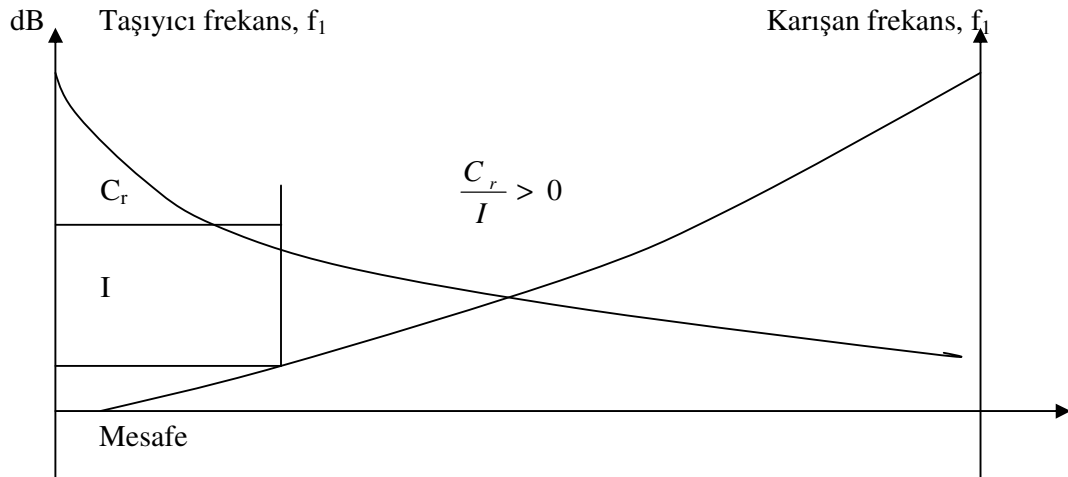


Şekil 4.4 7/21 Hücre deseni

4.4 Frekans planlama ve Taşıyıcı Frekansların Tekrar Kullanması

GSM şebekesinde trafik hesaplamalarına dayanılarak, hücre deseninin seçimi ve frekans planları ileriye yönelik yapılmalı, trafik talep artışları da göz önünde bulundurulmalıdır. Hücresel sistemlerde ana prensip, frekansların hücrelerde tekrar kullanılmasıdır. Bunun için şebekenin ilk planlaması yapılırken, tüm kapsama alanını oluşturacak olan hücre desenlerinin seçimi ve trafik tahminlerine göre kanal tahsisinin yapılması çok önemlidir. Ayrıca, aynı taşıyıcı frekansların farklı hücrelerin kapsama alanlarında tekrar kullanılabilmesi için aralarında belirli bir mesafe olmalıdır. Bu bölümde bu mesafenin hesaplanması anlatılacaktır.

GSM 900 şebekesinde, mobil birimden baz istasyonu yönünde kullanılan frekans bandı: 890 – 915 MHz, baz istasyondan mobil birim yönünde kullanılan frekans bandı: 935 – 960 MHz'dir. Bir taşıyıcı frekansın, frekans bandı aralığı: 200 kHz'dir. Hem mobil birimden baz istasyon yönünde hem de baz istasyondan mobil birim yönünde 124'er taşıyıcı frekans bulunmaktadır. Her taşıyıcı frekans 8 konuşma kanalını taşımakta olup, her iki yönde de $124 \times 8 = 992$ 'şer konuşma kanalı bulunmaktadır. Şebekenin sahip olduğu 124 taşıyıcı frekans, aşağıda belirtilen minimum tekrar kullanma mesafesinin sağlanması şartıyla defalarca kullanılabilir. Hücre planlamasında önemli olan kriterler vardır, bu kriterlerden iki tanesi C_r / I ve D_c / R oranlarıdır. GSM de $C_r / I = 7,94$ alınması tavsiye edilmektedir (Bayrakçı, 2002, 206-207).

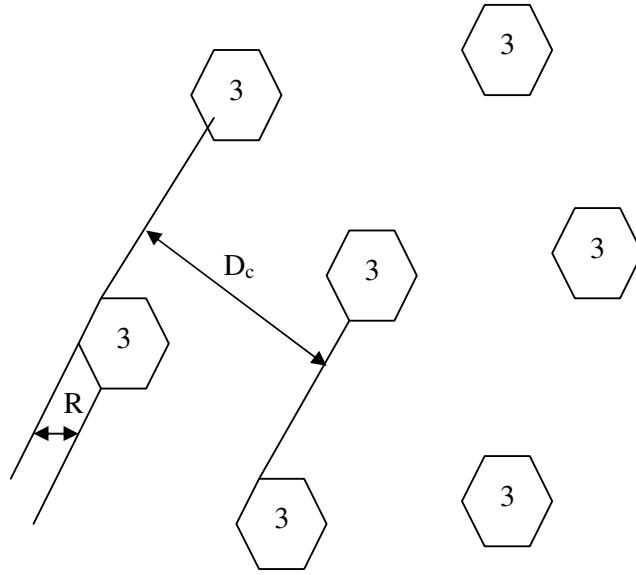


Şekil 4.5 Aynı taşıyıcı frekansların birbirlerini etkileme oranı (C_r/I)

C_r / I için GSM' de tavsiye edilen değer olan 7,94 değerini aşağıdaki denklemde yerine koyarsak;

$$N_{dB} = 10 \times \log_{10} \frac{C_r}{I} = 10 \times \log_{10} 7,94 = 9dB$$

bulunur. Bunun anlamı, bir hücredeki taşıyıcı frekans ile başka bir hücrede kullanılan aynı taşıyıcı frekans arasındaki zayıflama farkı 9 dB'den küçük olmamalıdır.



Şekil 4.6 Yedi hücreli bir sistemde frekansın tekrar kullanımı

Yedi hücreli bir sistemde, guruplardan 3 nolu hücreler alınıp, Şekil 4.6'da gösterildiği gibi merkezdeki hücre referans alınarak, diğer 6 hücre'nin taşıyıcı frekanslarının merkezdeki hücrenin taşıyıcı frekansını etkileyen hücreler olduğu düşünüldüğünde;

$$\frac{C_r}{I} \approx \frac{1}{R^4} \left/ \sum_{k=1}^6 \frac{1}{D_c^4} \right. = \frac{1}{6} \left(\frac{D_c}{R} \right)^4$$

elde edilir. Burada, merkez hücrenin kapsama alanında bulunan mobil birim ile diğer 6 hücre arasındaki mesafelerin yaklaşık eşit olduğu, baz istasyonların da aynı yükseklik ve güçte olduğu varsayılmıştır. Şekil 4.6'da ki geometriden, tekrar kullanım mesafesi ve kümedeki hücre sayısı (N) arasındaki ilişki;

$$\frac{D_c}{R} = \sqrt{3xN}$$

şeklinde elde edilir. Burada N, seçilen hücre desenindeki küme hücre sayısıdır. N ilgili denklemlerde yerine koyulduğunda;

$$\frac{C_r}{I} = \frac{1}{6}(3xN)^2$$

farklı hücrelerdeki aynı taşıyıcı frekansların birbirlerini etkileme oranı ile hücre desenindeki kümelerde bulunan toplam hücre sayısı arasındaki ilişki elde edilir. Hücre deseni 3/9, 4/12, 7/21 için tekrar kullanım mesafeleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

3 / 9 hücre deseni için,

$$\frac{D_c}{R} = \sqrt{3xN} \Rightarrow D_c = \sqrt{3x9}xR = 5,2xR$$

4 / 12 hücre deseni için,

$$\frac{D_c}{R} = \sqrt{3xN} \Rightarrow D_c = \sqrt{3x12}xR = 6xR$$

7 / 21 hücre deseni için,

$$\frac{D_c}{R} = \sqrt{3xN} \Rightarrow D_c = \sqrt{3x21}xR = 7,9xR$$

olarak elde edilir. Taşıyıcı frekansın tekrar kullanım mesafesinin hesaplanmasından sonra, Tablo 4.1’de, 24 frekansın, Şekil 4.2’deki 3 / 9 hücre desenine nasıl dağıtıldığı gösterilmiştir. Her bir taşıyıcı frekans sekiz konuşma kanalını taşımaktadır.

Tablo 4.1, 3 / 9 Hücre deseni için frekans grupları ve kanal dağılımları

Frekans Gurupları	A1	B1	C	A2	B2	C2	A3	B3	C3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kanallar	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24			

Yine 24 frekansın, 4/12 hücre deseni ve 7/21 hücre deseni için frekans gurupları ve kanal dağılımları tablo 4.2 ve tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 4/12 hücre deseni için frekans gurupları ve kanal dağılımları

Frekans Gurupları	A1	B1	C ₁	D1	A2	B2	C2	D ₂	A3	B3	C3	D3
Kanallar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Tablo 4.3 7/21 hücre deseni için frekans gurupları ve kanal dağılımları

Frekans Gurupları	A1	B1	C ₁	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	F3	G3
Kanallar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24																

4.5 Hücre Trafik Hesabı

Bir hücrenin kanal sayısı planlanırken, bu hücrenin servis vereceği abone sayısı ve izin verilebilecek taşan arama yüzdesi önem kazanmaktadır. Taşan arama yüzdesi aboneye verilecek servis kalitesini belirler. Bir hücre için trafik, (3.8)’deki gibi hesaplanmaktadır (Bayrakçı, 2002, 201-202).

$$T = \frac{A_s \cdot t}{3600} [\text{Erlang}]$$

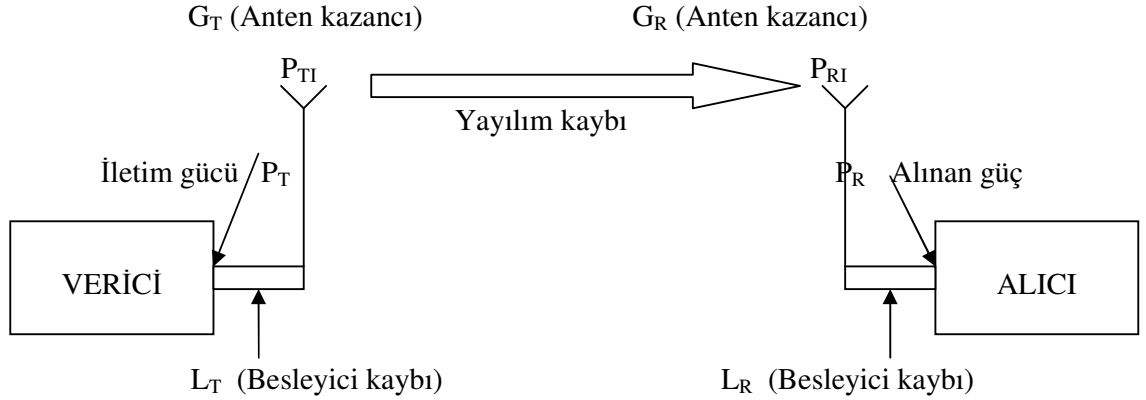
Burada; A_s saatteki ortalama arama sayısını, t ortalama konuşma süresini (sn), T Erlang cinsinden trafiği göstermektedir. Örneğin, $A_s = 1000$ ve $t = 120$ sn alındığında; $T = 33$ Erlang olarak bulunur. Hangi servis kalitesinin kullanılacağı, izin verilebilecek olan taşan arama sayısının yüzdesi ile tespit edilir. Servis kalitesi tablosunda, genellikle %2–5 aralığı kullanılır. Servis kalitesi %2 olarak seçildiğinde 33 Erlang trafiği karşılamak için ihtiyaç duyulan kanal sayısının 43 olduğu görülmektedir. Hücre başına kanal sayısı hesaplamaları, hücre planlama kriterleri göz önünde bulundurularak bütün hücreler için yapılır ve sonrasında nominal plan çıkartılır.

Tablo 4.4 Servis kalitesine göre kanal ihtiyacı

Kanal Sayısı	Servis Kalitesi						
	%1	%2	%3	%5	%10	%20	%40
41	29,88 8	31,91 6	33,35 7	35,58 4	39,86 1	47,38 1	66,01 6
42	30,77 1	32,83 6	34,30 5	36,57 4	40,93 6	48,61 6	67,67 9
43	31,65 6	33,75 8	35,25 3	37,56 5	42,01 1	49,85 1	69,34 2
44	32,54 3	34,68 2	36,20 3	38,55 7	43,08 8	51,08 6	71,00 6
45	33,43 2	35,60 7	37,15 5	39,55 0	44,16 5	52,32 2	72,66 9

5. ELEKTROMAGNETİK DALGANIN YAYILIM KAYBI

İki anten arasında elektromagnetik dalga hareket ederken meydana gelen yol kaybı, genellikle dB olarak iletilen güç ile alınan güç arasındaki oran şeklinde belirtilir. Bu kayıp, alıcı ve verici antenler arasındaki nesnelere ile yayılan dalganın birbirlerini etkileşiminden kaynaklanan mümkün olabilecek bütün kayıpları kapsar. Bu yol kaybını doğrudan ölçmek, radio sisteminde düşünülmesi gereken çeşitli kayıp ve kazançlardan dolayı zordur. Yayılım kaybını en doğru biçimde belirleyebilmek için sistemdeki bütün kayıp ve kazançları göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Basit bir kablosuz haberleşme sisteminin öğeleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir(Bayrakçı, 2002, 223-225).



Şekil 5.1 Kablosuz bir iletişim sisteminin öğeleri

Şekil 5.1’deki konfigürasyona göre alıcının girişinden alınan güç;

$$P_R = \frac{P_T \times G_T \times G_R}{L_T \times L_R}$$

olarak ifade edilebilir. Denklem’de; kazançlar G, kayıplar L olarak gösterilmiş ve güç birimi olarak watt alınmıştır. Anten kazançları:

$$P_{TI} = \frac{P_T \times G_T}{L_T}$$

$$P_{RI} = \frac{P_R \times L_R}{G_R}$$

olup, yayılım kaybı (path loss) sistem parametrelerinden bağımsız olarak iletilen ve alınan güç oranları olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$P_L = \frac{P_{TI}}{P_{RI}} = \frac{P_T \times G_T \times G_R}{P_R \times L_T \times L_R}$$

İdeal bir sistemde ($G_{R,T} = 1, L_{R,T} = 1$)’dir. Yayılım modellemenin ana amacı, tasarlanan radyo sistemi kurulmadan önce, yayılım kayıplarının mümkün olduğu kadar gerçeğe yakın hesaplanıp radyo sisteminin menzilini ortaya koymaktır. Radyo sistemin en uzun menzili, alınan gücün kabul edilebilir iletişim kalitesini sağlayan seviyenin altına düştüğü yerdir. Bu seviye, alıcı duyarlılığı diye bilinmektedir. Bu güç seviyesinin alındığı noktadaki L_p değeri, kabul edilebilir en yüksek yol kaybıdır. Bu yol kaybı, genellikle dB olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P_{LdB} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P_{TI}}{P_{RI}} \right)$$

Kabul edilebilir kayıplar ve duyarlılıklar farklı olabileceği gibi, kabul edilebilir en yüksek yayılım kaybı da iki yönde farklı olabilir. Mobil birim’den azalarak gelen gücü karşılayabilmek için hücre (BTS), mobil birim’den daha fazla duyarlılığa sahiptir. Sonuç olarak, işlemler ilerletilip gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra uzay boşluk kaybı aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$P_{LF}(dB) = 32,4 + 20x \log_{10} d + 20x \log_{10} f_c$$

Bu denklemde;

d: verici ve alıcı arasındaki mesafe (km)

f_c : taşıyıcı frekans (MHz)

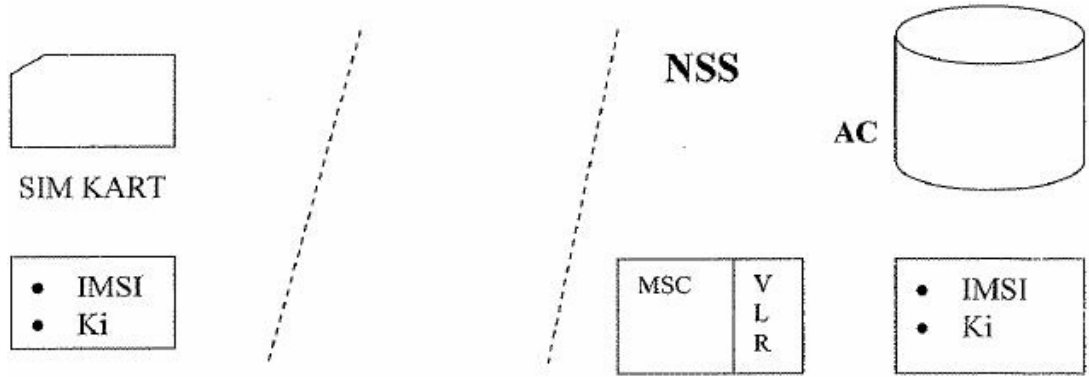
Uzay boşluk kaybı, alıcı ve verici birbirlerini doğrudan görüyorsa yani aralarında engel yoksa mesafe ve frekansa bağlı olarak gerçekleşen yol kaybıdır. Uygulamada, uzay boşluk kaybına elektromagnetik dalganın zayıflamasına neden olan etmenlerin (dağ-tepe gibi coğrafi yükseltiler, çeşitli yüksekliklerdeki yapılaşmalar, ormanlık alanlar vs.) sebep olduğu kayıpları da ilave etmek gerekmektedir. Yayılım kayıpları konusunda çok fazla bilimsel çalışma bulunmaktadır (Bayrakçı, 2002, 165-169).

6. GÜVENLİK, KİMLİK NUMARALARI, MOBİLYE ve TRAFİK AKIŞLARI

6-1. Güvenlik fonksiyonları

- **Authentication prensibi**

Authentication, abone data'sının doğruluğunu, geçerliliğini ve bütünlüğünü kontrol etmede kullanılan bir prosedürdür. Bu prosedür yardımıyla. Operatör şebekesinde taklit/koçak SİM Kartların kullanımını önler. Bu prosedür, abone datası HLR'da oluşturulduğunda her bir aboneye verilen bir kimlik anahtarına (Kİ) dayalıdır. Prosedür sonuç olarak Kİ'nin, şebeke ve abone tarafında aynı olup olmadığını doğrular (Frouzan, 2007, 976-981).



Şekil 6.1 Authentication

Authentication, her aramanın kurulmasının başında, Authentication update'de ve aramanın sonlandırılmasında (aranan abone tarafında) VLR tarafından yapılır. VLR'ın yapabilmesi için bazı temel bilgilere ihtiyaç vardır.

- **Security Algoritmaları**

GSM sistemi, Authentication (doğrulama) ve ciphering (şifreleme) amacı için üç algoritma kullanır. Bu algoritmalar; A3, A5 ve A8 dir.

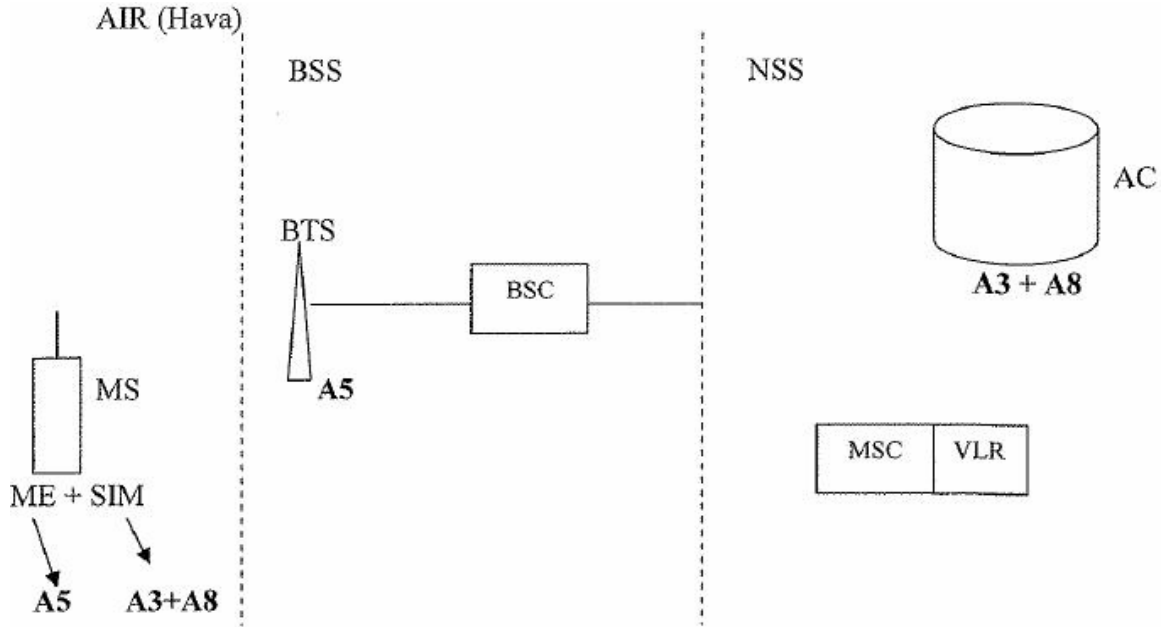
A3; Authentication için,

A5: Ciphering (şifreleme) için,

A8' Şifreleme anahtarı üretmede kullanılır.

A3 ve A8 algoritmaları hem SIM modülünde hem de AC'da bulunur.

A5 algoritması da; Mobile Equipment ve BTS'de bulunur.



Şekil 6.2 Güvenlik (Security) algoritmaları

Bir operatör security fonksiyonlarını kullanmaya başlamadan önce AC'de mobil abone yaratılır. Abonenin yaratılması için aboneye ait ihtiyaç duyulan bilgiler(Koç,Bayır, 2003,52);

- MSI (Mobil abonenin unique kimliği)
- Ki (32 Hex Dijit)
- Kullanılan algoritma versiyonu

Yukarıdaki bilgiler aynı zamanda abonenin SIM modülünde de bulunur. OSM security fonksiyonlarının en temel prensibi; abonenin Sim'in de depolanan data ile şebeke tarafından depolanan datayı karşılaştırmaktır. AÇ, bir işlem sırasında bütün security amaçları için kullanılacak bilgiyi üretir. Bu bilgi authentication triplet olarak isimlendirilir.

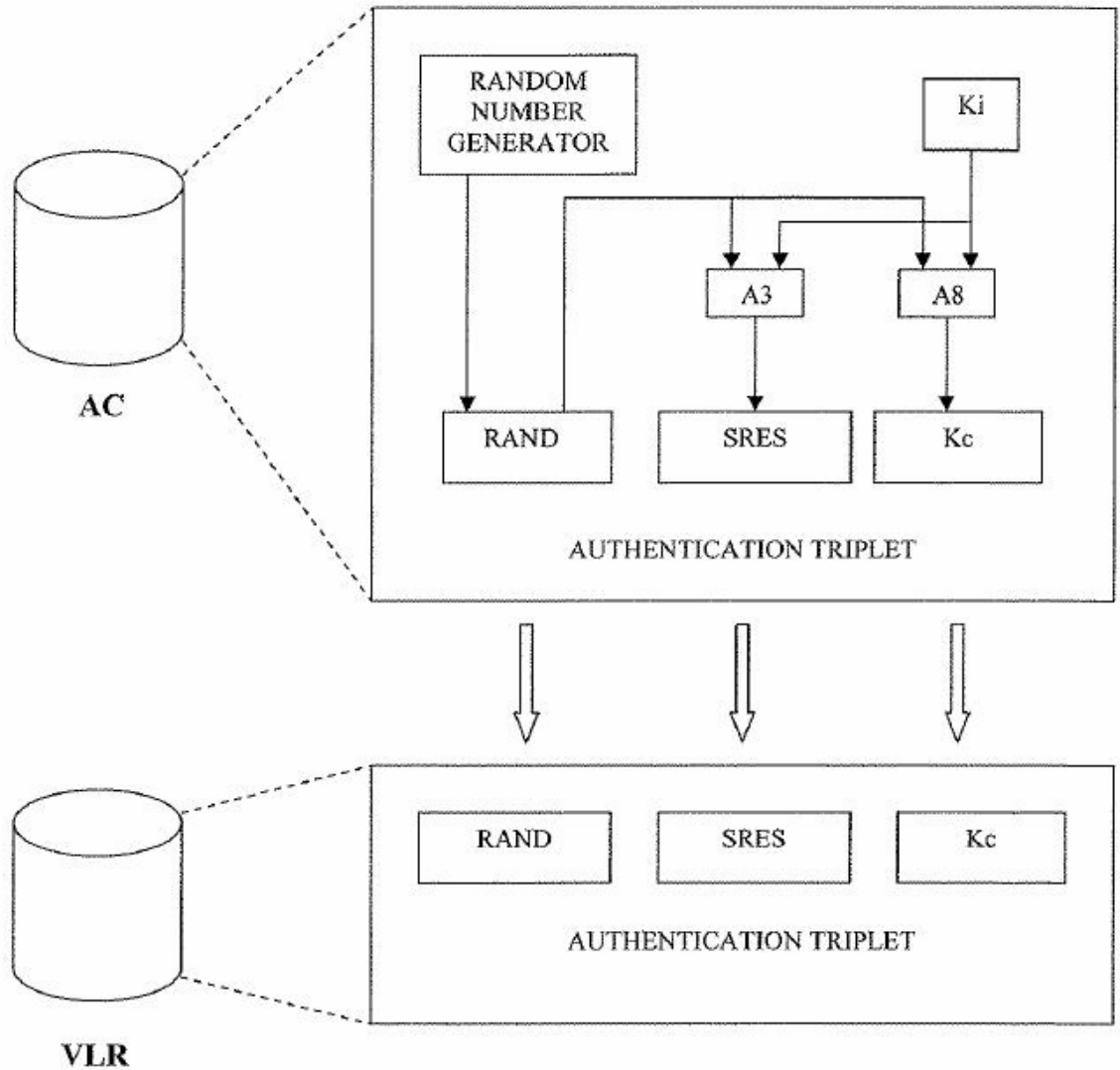
Authentication triplet aşağıdaki bilgilerden oluşur;

- RAND
- SRES
- Kc

RAND: Bir random (rasgele) sayıdır.

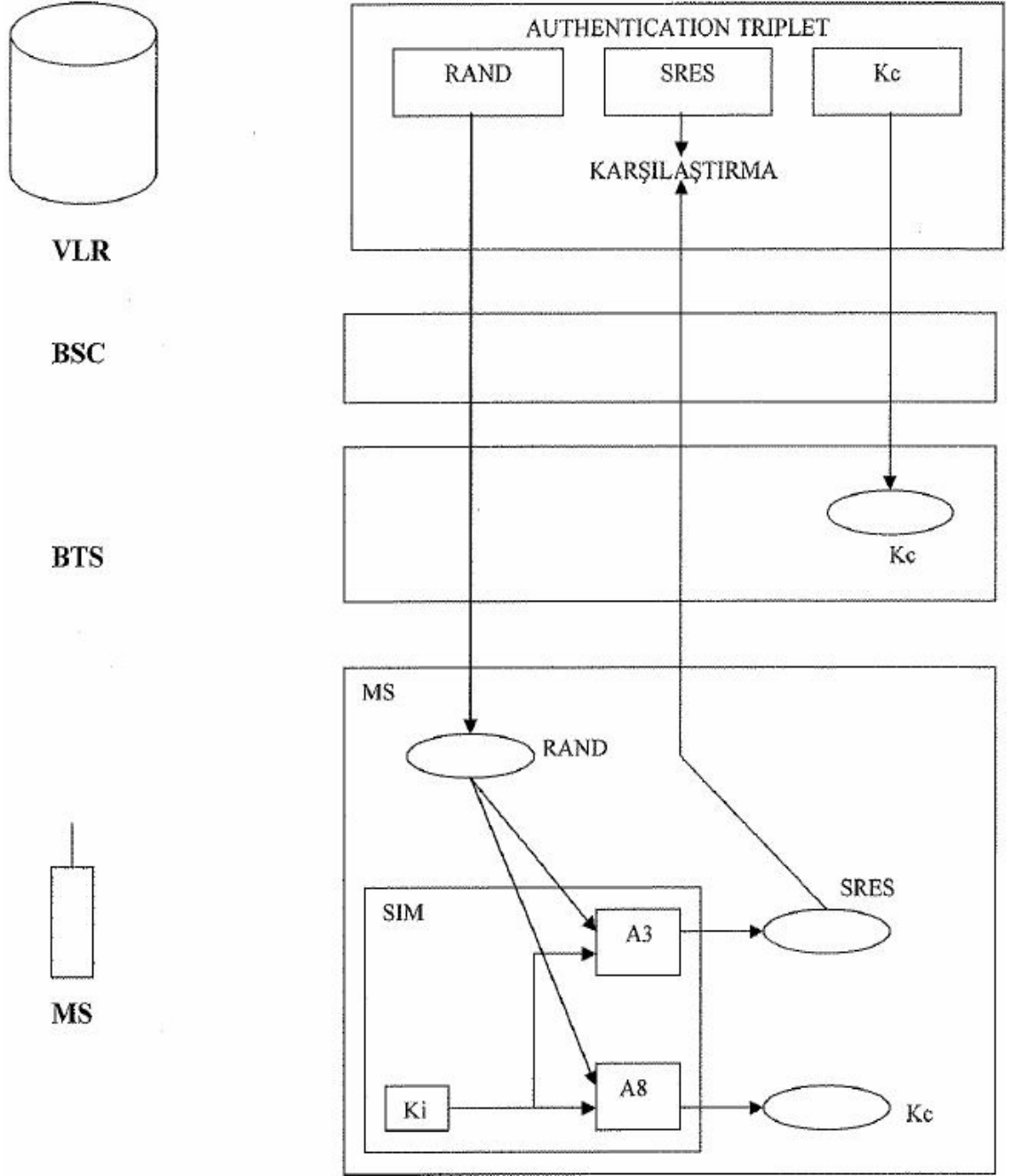
SRES (Signed Response): As algoritmasının belirli kaynak bilgisine dayanarak istediği bir sonuçtur. (RAND, Ki)

Kc: Belirli kaynak bilgisine dayanarak A8 algoritmasının ürettiği ciphering key'dir (Koç, Bayır, 2003, 53).



Şekil 6.3 Authentication Triplet

Authentication triplet'teki bütün değerler birbirlerine bağlı olup, belirli bir Ki ile bütün algoritmalara sokulan belirli bir RAND, daima belirli bir SRES ve Kc Üretirler. RAND ise AC'da rasgele üretilmektedir. VLR, bu bilgilere sahip olduğunda mobil abone Authentication prosedürü başlatılır, VLR, rasgele üretilen RAND'ı BSS üzerinden mobil telefon makinesindeki SIM karta gönderir. Network tarafındaki algoritmaların aynısı (A3, A5) SIM kart üzerinde de bulunmakta olup, SIM kart tarafından alınan RAND number Ki ile birlikte bu iki algoritmaya sokularak SRES Ve Kc üretilir. Network tarafında authentication triplet'teki SRES değeri, MS tarafından hesaplanan ve networke gönderilen SRES değerinin aynısı ise Authentication prosedürü başarılıdır denir.

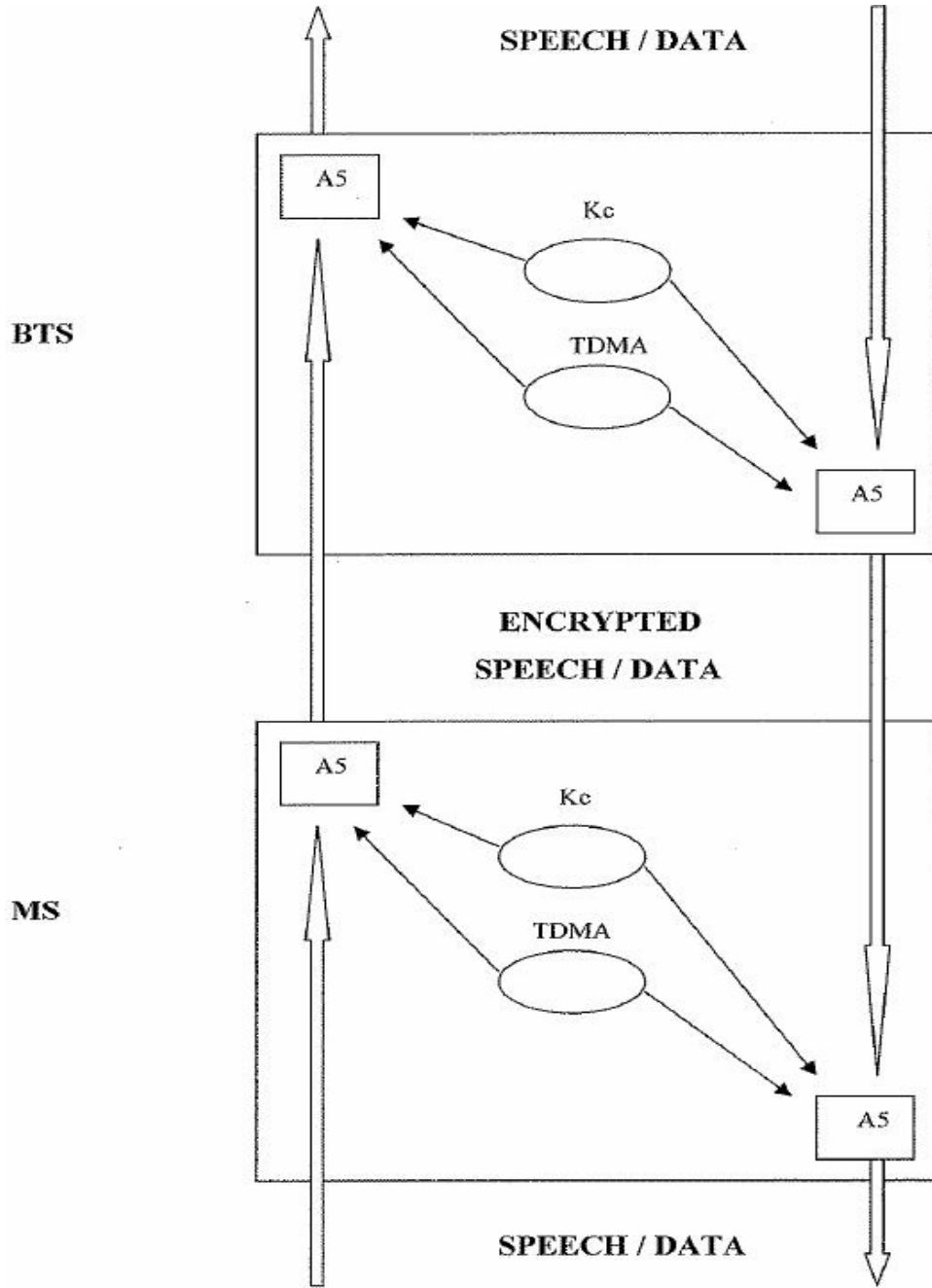


Şekil 6.4 Authentication Prosedürü

- **Şifreleme (Ciphering / Speech eneryption)**

Şifreleme, havadaki sinyalleşme ve ses trafiğinde güvenlik ve gizliliği sağlamak için kullanılır. Authentication prosedürü başarılı bir şekilde tamamlandığında, BTS ve MS daha sonraki sinyalleşme ve ses iletimi ile ilgili şifreleme prosedürünü başlatmaya hazırdırlar. Kullanıcının sesi ve şifreleme anahtarı Kc, şifreleme

algoritması A5 tarafından işleme tabi tutulur bu işlem sonucunda kodlanmış ses sinyali üretilir ve havaya verilir. Ters yönde de havadan gelen kodlanmış ses sinyali bu algorithmadan geçirilerek kullanıcıya ses olarak iletilir(Koç,Bayır, 2003,54).



Şekil 6.5 Speech encryption (Systra Gsm, 2000)

- **IMEI kontrol**

GSM' de bir opsiyon olarak MS hardware'inin doğruluğunda kontrol edilebilir. Yani cep telefonlarının kontrolü de yapılabilir. Abonelere ait IMEI makine bilgileri EIR'da (Equipment Identity Register) depolanır. Bu bilgisayar kütüğünde bulunan siyah, beyaz ve gri listeler ile istenen kısıtlamalar yapılabilir(Systra Gsm, 2000, 18).

- **Kullanıcı Gizliliği (user Confidentiality)**

Genelde kullanıcı gizliliği denildiğinde bir kişinin başkasının adına arama yapamaması gelir. Bu durum son kullanıcının bakış açısından, mobil telefonu açıldığında PIN (Personal Identification Number) numarası sorularak yanlış kullanımların önlenmesidir. Girilen PIN numarası doğru ise telefon kullanıma hazır hale getirilir. Kullanıcı kimliği, TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) kullanılarak gizli tutulur, ilk başarılı location update den sonra mobil aboneye bir TMSI tahsis edilir. Daha sonra GSM networku ve MS arasında bir işlem başlatılır, abone kullanılan TMSI ile teşhis edilir. Bu, mobile originating (kanal talebi gibi) ve network originating (paging gibi) işlemlerin her ikisinde de kullanılır. TMSI, her authentication doğrulamadan sonra tekrar tahsis edilir. TMSI formatı operatör bağımlı olup, 32 bit binary numaradır ve TMSI şifrelenmiş bir formatta tekrar tahsis edilir,

6.2. Kimlik Numaraları

GSM şebekesi kompleks olup birçok parçadan meydana gelmiştir. Bir aramayı mobil aboneye bağlayabilmek için şebeke içerisindeki varlıkları doğru olarak adresleyebilmek çok önemlidir. Bir GSM PLMN networku içerisinde kimlikleri teşhis etmek için kullanılan numaralar aşağıda tanımlanmıştır. Numaralama planları; hem network içerisindeki varlıkları hem de farklı networkleri teşhis edebilmek için kullanılırlar.

- **MSISDN(Mobile Subscriber International ISDN Number)**

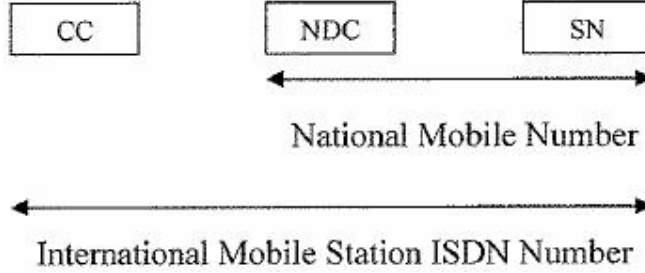
MSISDN = CC + NDC + SN

CC = Country Code

NDC = National Destination Code

SN = Subscriber Number

NDC, her bir GSM PLMN şebekesi için bir tane tahsis edilmesine rağmen, bazı ülkelerde ihtiyaç durumuna göre aynı GSM PLMN şebekesi için birden fazla tahsis edilebilir (Heine, Horner, 1999, 74).



Şekil 6.6 ISDN numarası açılımı

Uluslar arası MSISDN numarası değişik uzunluklarda olabilir. MSISDN için maksimum uzunluk 15 dijittir.

- **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)**

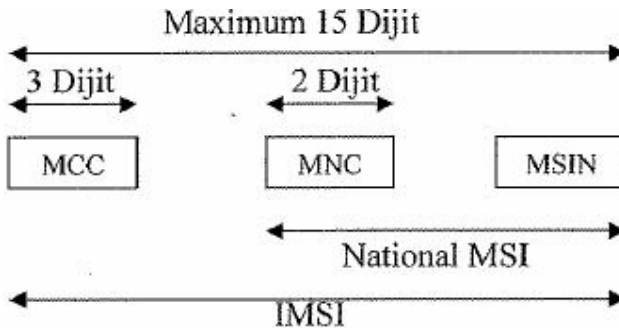
$IMSI = MCC + MNC + MSIN$

MCC = Mobile Country Code (daima 3 dijit)

MNC = Mobile Network Code (daima 2 dijit)

MSIN = Mobile Subscriber Identification Number (10 dijite kadar)

Maksimum 15 Dijit



Şekil 6.7 IMSI numarası açılımı

IMSI, PLMN şebekesi içinde bütün sinyalleşmelerde kullanılır. IMSI, SIM kartta, HLR da sistem kayıtlarında, VLR' da da geçici kayıtlarda bulunur. Network ile ilgili bütün abone bilgileri IMSI'ye irtibatlandırılır (Taun, Schilling, 1996, 126).

- **TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity)**

TMSI, abonenin gizliliği için kullanılır, IMSI'nin yalnızca lokal (MSC/VLR içerisinde) anlamı olduğu için yapısı her bir yönetim (operatör) tarafından seçilebilir (Taun, Schilling, 1996, 142).

- **MSRN (Mobile Station Roaming Number)**

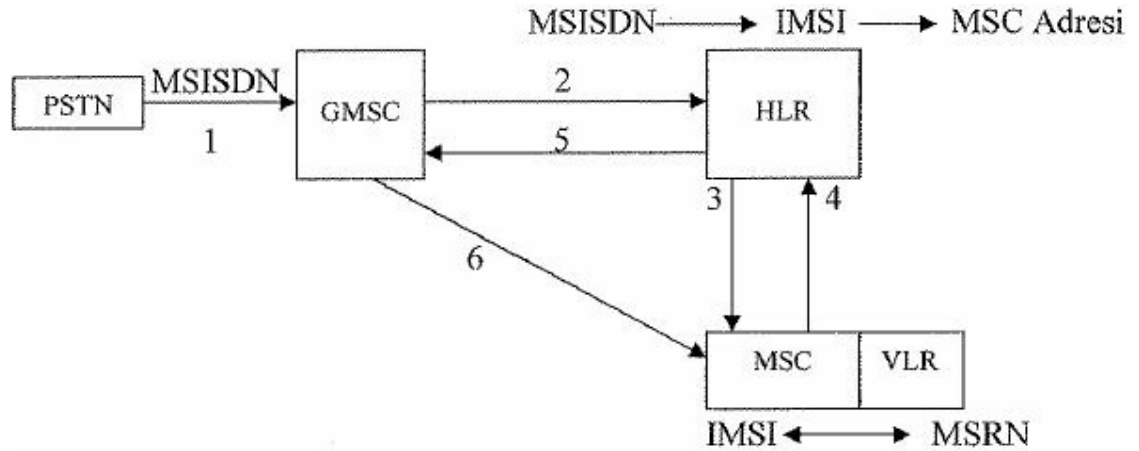
MSRN = CC + NDC + SN

CC = Country Code (Ziyaret edilen ülkesin)

NDC = National Destination Code (Servis veren şebekenin)

SN = Subscriber Number

MSRN numarasının nasıl kullanıldığını anlamak için aşağıda bir Örnek verilmiştir.



Şekil 6.8 GSM' de numaraların kullanılışı

HLR, abonenin o anda hangi MSC/VLR'in servis alanında (kapsama alanında) olduğunu bilir ve şebeke içerisinde yönlendirmede kullanılacak olan geçici bir numara sağlamak için o MSC/VLR' dan bir MSRN numarası tahsis edip kendisine

gönderilmesini ister. HLR'a gelen bu MSRN numarasını HLR GMSC' YE göndererek, GMSC'nin abonenin o anda kapsama alanında bulunduğu MSC/VLR'a bağlanmasını sağlar (universalbox.com,[12.02.2007]).

- **IMEI (International Mobile Station Equipment Identity)**

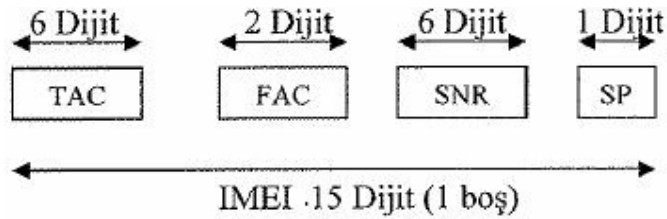
IMEI = TAC + FAC + SNR + SP

TAC = Type Approval Code (Merkezi GSM heyeti tarafından belirlenir)

FAC = Final Assembly Code (imalatçıyı belirtir,)

SNR = Serial Number (makinenin seri numarasıdır).

SP = Gelecekte kullanılmak üzere boş bırakılan, dijital



Şekil 6.9 IMEI Int. Mobile Station Eq. Idn.

IMEI, mobil abone makinesi ile ilgili işlemlerde kullanılır, EIR' da (Equipment Identity Register) mobil abone telefon makinelerine ait IMEI numaraları ile ilgili listeler bulunur(Nokia Gsm Katalog, 1994, 14).

- **LAI (Location Area Identity)**

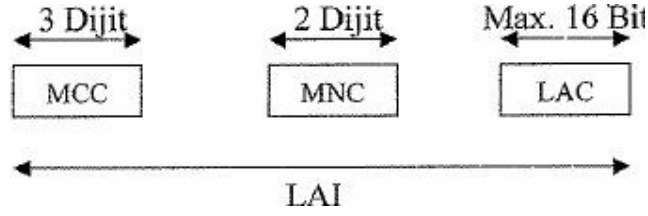
LAI = MCC + MMC + LAC

MCC = Mobile Country Code (IMSI'nin 3 dijiti ile aynı)

MNC = Mobile Network Code (IMSI'nin 2 dijiti ile aynı)

LAC = Location Area Code(GSM PLMN şebekesi içinde location area yi tanımlar, max. 16 bit'tir.

Bu da GSM PLMN şebekesinde 65.536 farklı location anlamına gelir. LAI, mobil abonelerin adres değiştirmelerinde kullanılır(Taun, Schilling, 1996, 130).



Şekil 6.10 LAI (Location Area Identity)

- **CGI (Cell Global Identity)**

$$\text{CGI} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{LAC} + \text{CI}$$

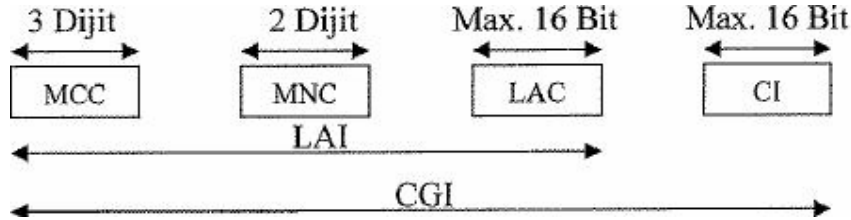
MCC = Mobile Country Code (ziyaret edilen ülkenin)

MNC = Mobile Network Code (Servis veren PLMN'in)

LAC = Location Area Code

CI = Cell Identity

CGI, bir location area içinde cell tanımlamak için kullanılır. Bu, LAI' ya bir cell kimliği (CI)ilave ederek yapılır.



Şekil 6.11 CGI Cell Global Identity

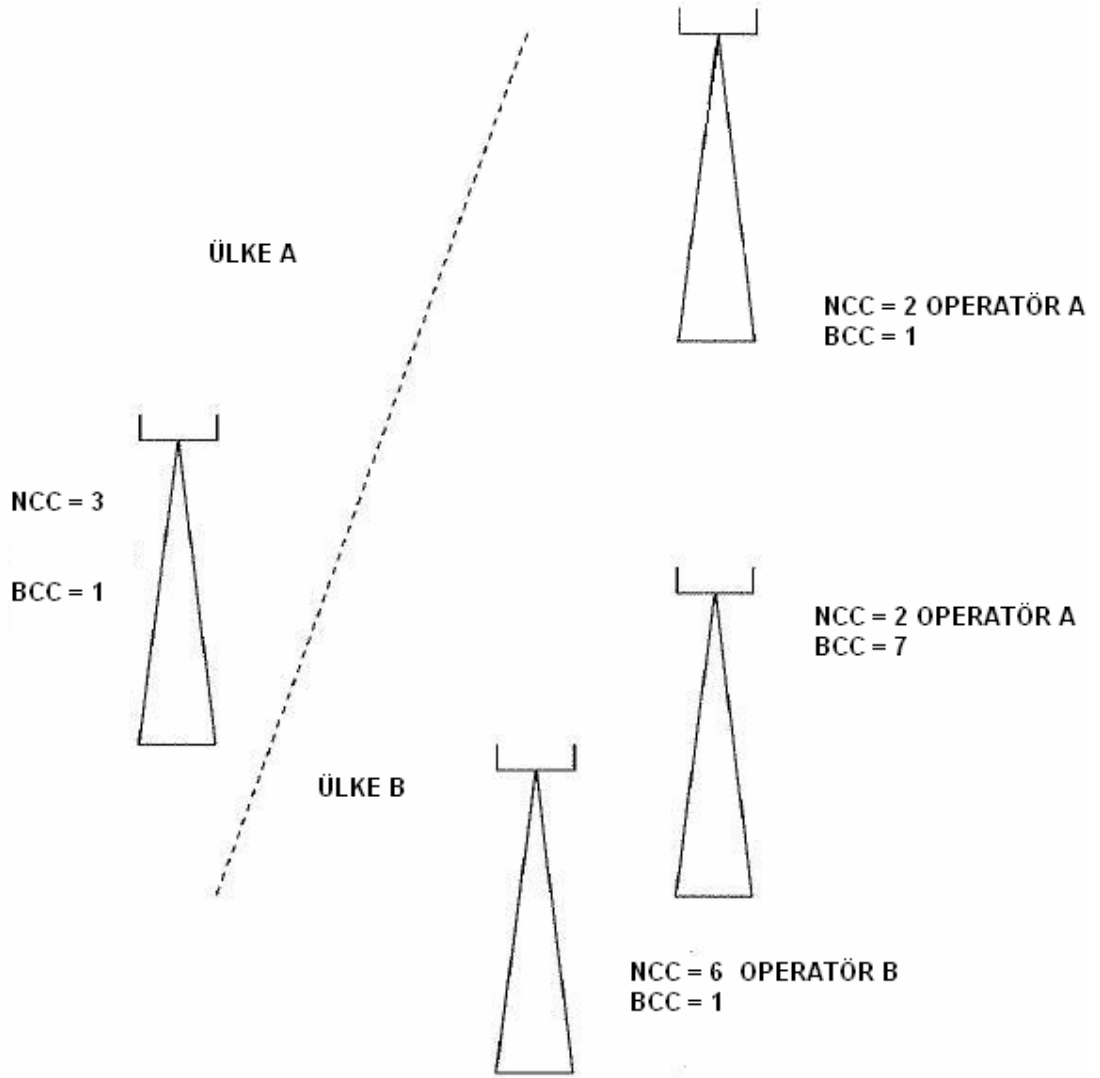
- **BSIC (Base Station Identity Code)**

$$\text{BSIC} = \text{NCC} + \text{BCC}$$

NCC = National Colour Code, ülke sınırlarının her iki tarafındaki operatörleri ayırt edebilmek için kullanılır.

NCC = x y y x=operatör, yy=country (ülke tanımlama için 4 farklı bit kombinasyonu).Birbirine yakın PLMN'lerde aynı NCC kullanılmaz.

BCC = Base Station Country Code, baz istasyonunu tanımlar.



Şekil 6.12 Ülkeler arası sınırda GSM operatörleri(Mobile Com., 1996,12)

- **HON (Hand over)**

$$\text{HON} = \text{CC} + \text{NDC} + \text{SN}$$

CC = Country Code

NDC = National Destination Code (Servis veren şebekenin)

SN = Subscriber Number

Handover numarası, sonraki bölümde açıklanacak olan MSC'ler arası handover işlemin yerine getirilmesi sırasında kullanılır (Keser, 2002, 8; iec.org, [14.03.2007], 7-8).

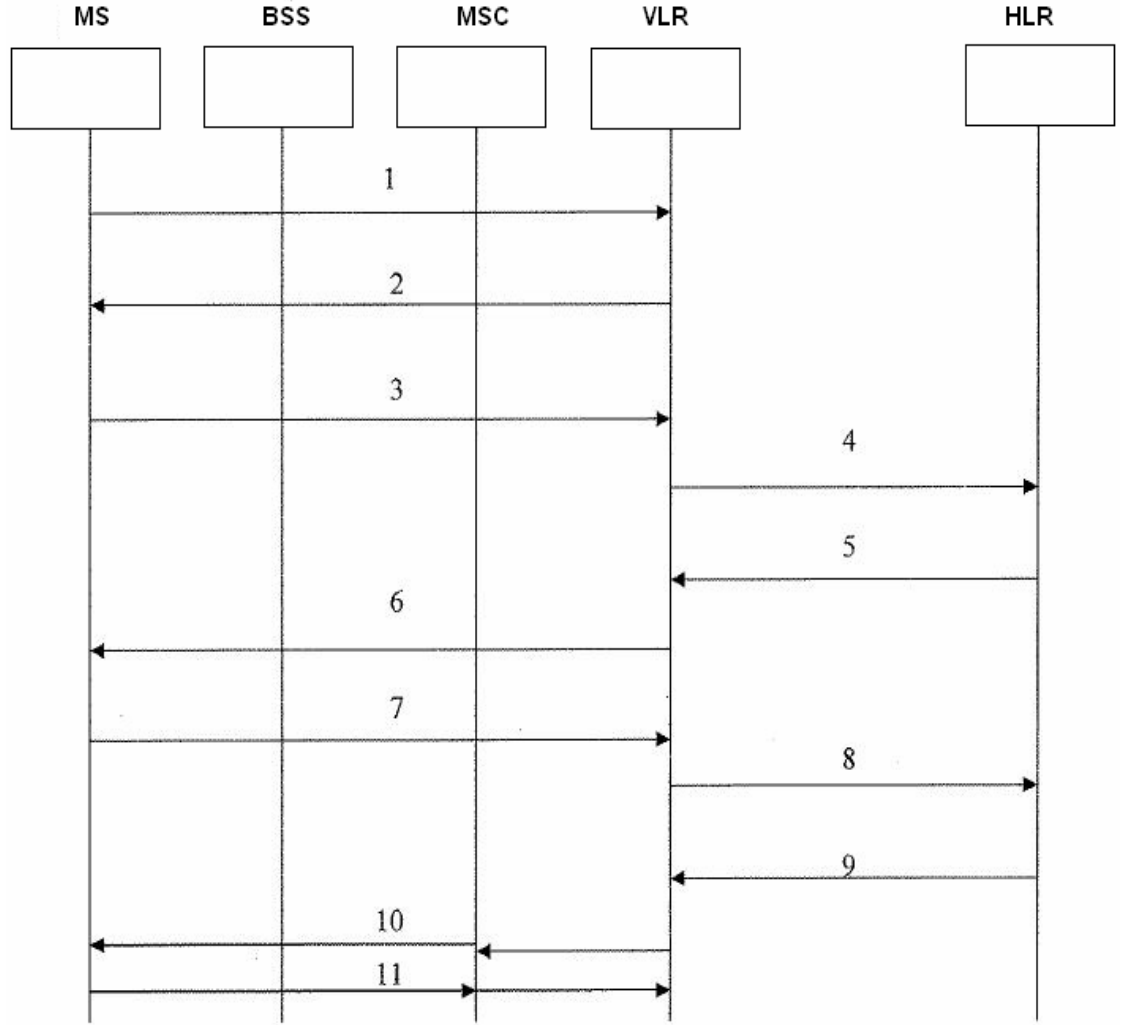
5.3. MOBILITY

- **SIM (Subscriber Identity Module)**

SIM, bir kart üzerinde monte edilen küçük bir hafızadır ve kullanıcıya özel kimlik bilgilerini içerir. SIM kart bir mobil telefondan çıkarılıp diğerine takılabilir. Bir SIM kart, kullanıcının kimlik numaraları, mevcut GSM şebekelerinin listesi, doğrulama, ve şifreleme ile ilgili algoritmalar, kartın tipine bağlı olarak mesajlar ve telefon rehberi için hafıza gibi bilgileri içerir(Koç, Bayır, 2003,157).

- **Location Update**

Bir mobil telefon abonesi bir yerden başka bir yere hareket ettiği zaman şebekenin o mobil abonenin bulunduğu yeri adresleyebilmesi yani bilmesi gerekmektedir. Çünkü bu mobil abonenin aranması durumunda bulunabilmesi için son bulunduğu adresinin merkezde kayıtlı olması gerekir. Mobil abonenin location değişikliklerinde gerçekleşen prosedüre location update denir. Bir mobil abone şebekeden devamlı olarak gönderilen kimlik bilgisini alır. Bu bilgi o mobil abonenin o anda kapsama alanında bulunduğu VLR kimlik bilgisidir. Şebeke devamlı olarak VLR kimlik bilgisini yayınladığı için mobil abone üzerinde saklamış olduğu; kimlik bilgisini yenisi ile karşılaştırır. Bu bilgiler farklı olduğunda şebekeye location update talebinde bulunur ve aşağıdaki prosedür gerçekleştirilir (Bayrakçı, 2002, 195).



Şekil 6.13 Aynı MSC altında (Location Update Prosedürü)

1. Location update talebi
2. Abone bilgi sı talebi
3. Abone bilgisi gönderme
4. Authentication bilgisi talebi
5. Authentication bilgisi gönderme
6. Authentication
7. Authentication cevabı
8. Location update talebi
9. Onay ve abone bilgisi
10. Location Update enayinin aboneye bildirilmesi
11. Aboneden gelen onay

Location update tipleri:

1. Location registration (power on)
2. Generic
3. Periodic

Location registration

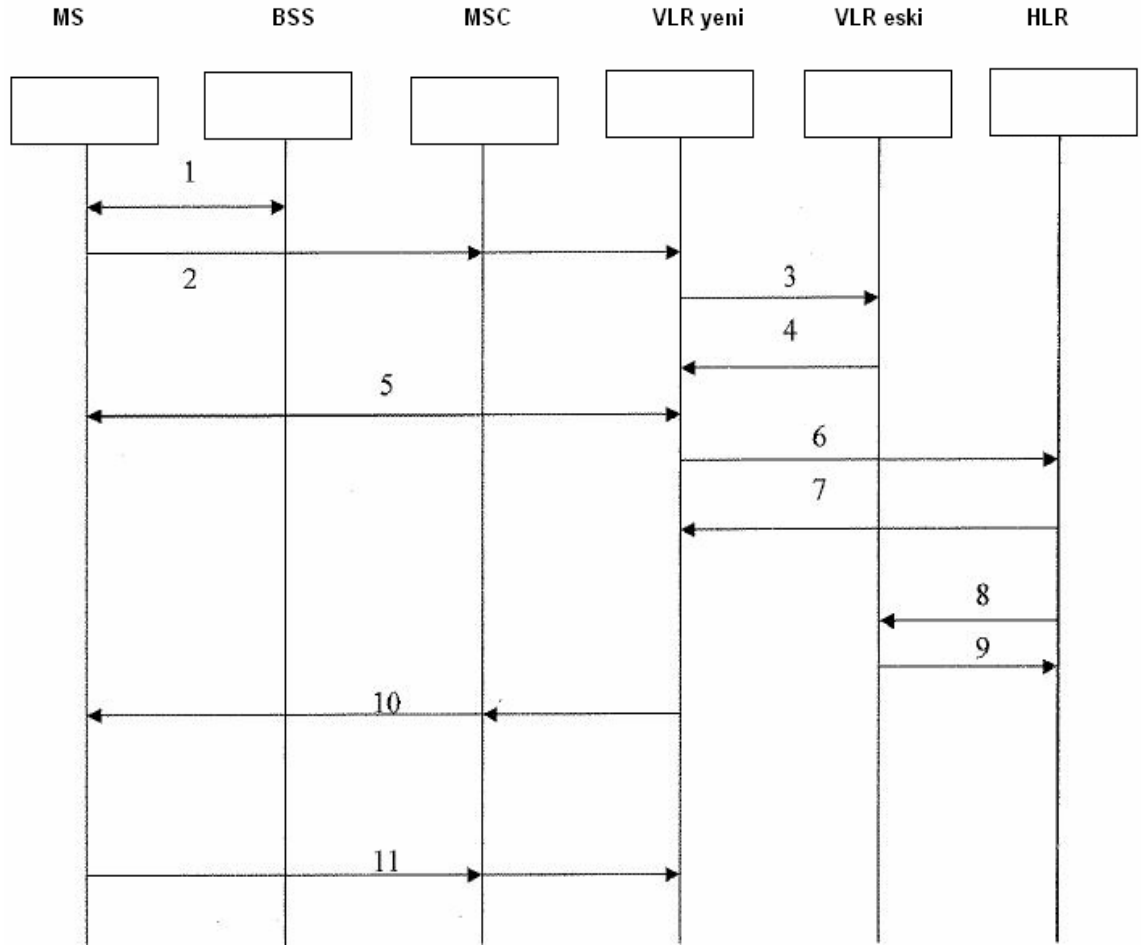
Bir mobil telefon açıldığı zaman meydana gelir ve bu durum IMSI attach olarak bilinir. Çünkü,MS açılır açılmaz VLR'ı bilgilendirir, bunun anlamı artık servisedir ve arama alabilir. Başarılı registration'ın bir sonucu olarak, network MS'e SIM kartında depoladığı iki numarayı gönderir. Bu numaralar, LAI ve TMSI dir. Network, LAI yi kontrol kanalları vasıtasıyla hava interface'inden gönderir. TMSI, aboneye ait IMSI'nın hava arayüzü vasıtasıyla gönderilmesin diye security amaçlı olarak kullanılır. TMSI düzenli olarak değiştirilen geçici bir kimliktir.

LAI : Global unique number

LAC :Belirli bir network içerisinde unique'dir.

Generic Location update

MS, her an kontrol kanallarından data alır ve LAI bilgisini okuyarak SIM kartında depoladığı LAI bilgisiyle karşılaştırır. Bu SIM bilgi farklı ise bir generic location update yapılır. MS, kendisine location datasını yollayan MSC/VLR'a erişecek bir location update prosesi başlatır. MSC'ler arası "Generic Location Update" ile ilgili prosedür aşağıdaki şekilde verilmiştir. Bu tip location update, abonenin aynı MSC altında location Area değiştirdiği zaman da gerçekleştirilir.

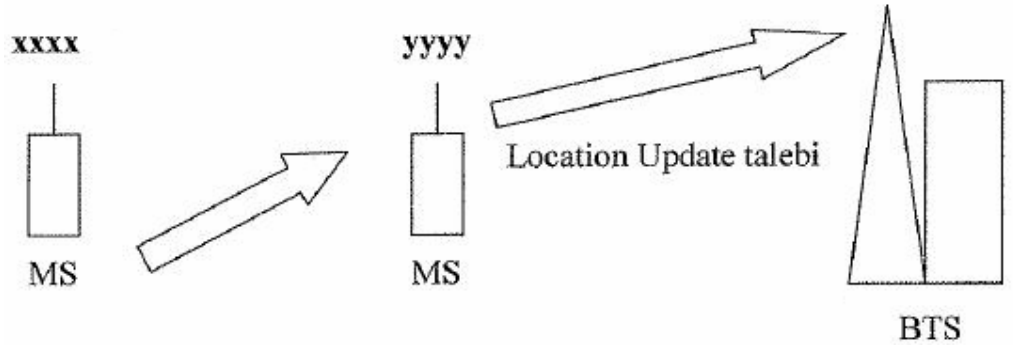


Şekil 6.14 İki farklı MSC arasında gerçekleşen "generic location update" prosedürü

1. Kanal tahsisi
2. Location update talebi
3. Abone kimlik talebi
4. Abone kimlik ve güvenlik bilgisinin gönderilmesi
5. Güvenlik prosedürlerinin uygulanması
6. HLR update'i
7. Abone bilgisinin onayı
8. Eski location'nin iptali
9. Eski location'nın iptalinin kabulü
10. Localion update onayı (Yeni TMSI)
11. TMSI onayı

Periodic Location Update:

Network, belirlenen bu zaman içerisinde MS'den bir location update talebi almaz ise "Periodic Location Update" prosedürü başlatılır. BTS'deki her cell için bir "Periodic Location Update" zamanı set edilir. O cell altında MS makinasını açtığı halde belirlenen zaman aralığında trafik olmaz ise BTS tarafından MS'e gönderilecek olan "Periodic Location Update" bilgisi ile MS, Location Update prosedürünü başlatır. Şayet, abone belirli bir alan içerisinde hareket ediyorsa o zaman abonenin network'e "Location Update" bilgisini göndermesine gerek olmaz.



Şekil 6.15 Periodic Location Update

Operatörün set ettiği timer süresince bir timer periodic updateleri kontrol eder, Şebeke bu timer değerini MS bilsin diye yayınlar. Böylelikle set edilen zaman geldiğinde MS, bir location update talebi göndererek registration işlemi başlatır. VLR, aynı location area içerisindeki MS'in talebini alır ve teyit eder, MS bu prosedürü takip etmez ise ya bataryası bitmiş ya da kapsamı olmayan bir bölgede demektir. Böyle bir durumda VLR, MS'in location bilgisini "Unknown" olarak değiştirir (Bekkers, 2001, 167).

- **Handover**

Bir MS network ile iletişimde iken abone şebeke içerisinde hareket halinde olabilir. Böyle durumlarda bağlantıyı nasıl sürdürebiliriz? Hareket eden bir abonenin trafik bağlantısını sürdürme, handover fonksiyonunun yardımıyla yapılır. Abone bir hücrenin kapsama alanından diğerinin kapsama alanına hareket ettiği zaman, gidilen

hücre ile bir bağlantı kurulmalı ve terk edilen hücre ile olan eski bağlantı çözülmelidir(Tomasi ,2005, 322).

Handover yapmak için iki sebep vardır:

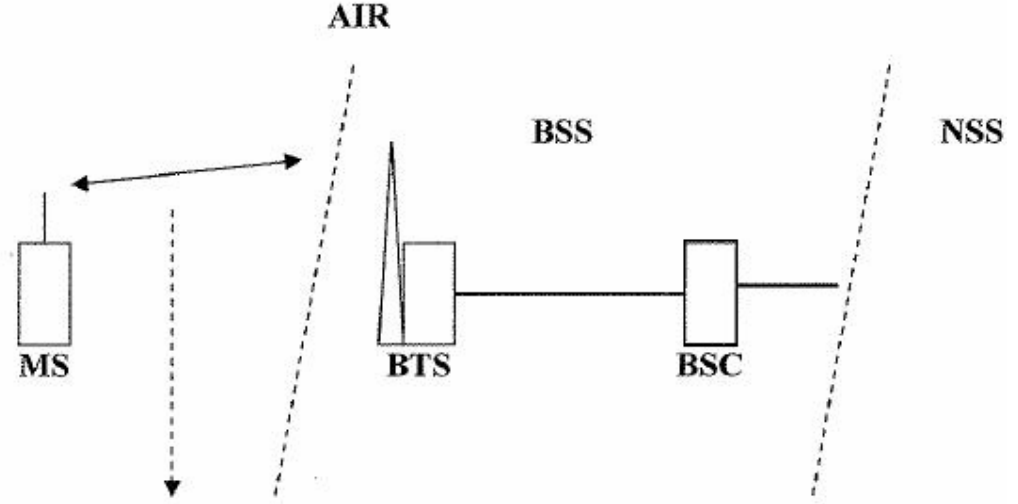
1.Ölçümlerden dolayı handover: Bu handover, radyo sinyalinin gücü ve kalitesi BSC'de belirlenmiş olan belirli parametrelerin altına düştüğü zaman gerçekleşir. Sinyalin kötüleşmesi, BTS ve MS tarafından yapılan sabit sinyal ölçümleri ile fark edilir. Sonuç olarak, bağlantı daha güçlü sinyale sahip olan hücreye devredilir(Tomasi ,2005, 324).

2.Trafik sebeplerinden dolayı handover: Bu handover, bir hücrenin trafik kapasitesi max. seviyesine veya bu seviyeye yakın, bir değere ulaştığında yapılır. Böyle bir durumda, hücrenin kenarına yakın bir MS, daha az trafik yüküne sahip olan komşu hücrelere devredilebilir(Tomasi, 2005, 325).

Handover yapma kararı, daima aboneye o anda hizmet veren. BSC tarafından verilir. (Trafik sebeplerinden dolayı handover durumu hariç). Değişik handover tipleri için MSC üzerinden yapılan handover'da vardır. Dört farklı tipte handover vardır:

Intra cell - Intra BSC handover

Handoverların en küçüğü Intra cell handover olup, burada abone aynı hücre içerisindeki bir diğer trafik kanalına devredilir. (genellikle bir başka taşıyıcı frekanstaki). Bu durumda, hücreyi kontrol eden BSC handover yapma kararını verir(Koç, Bayır, 2003, 37).

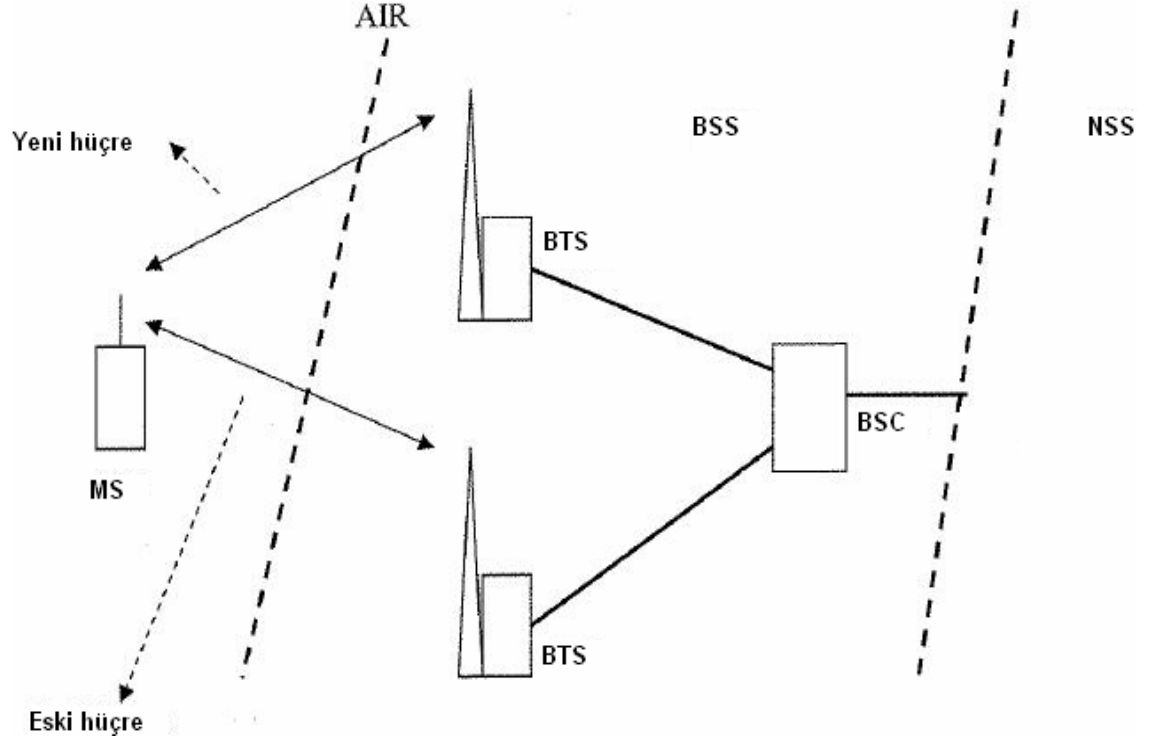


Eski ve yeni kanal aynı hücre içinde

Şekil 6.16 Intra cell - Intra BSC handover

Inter cell - Intra BSC handover

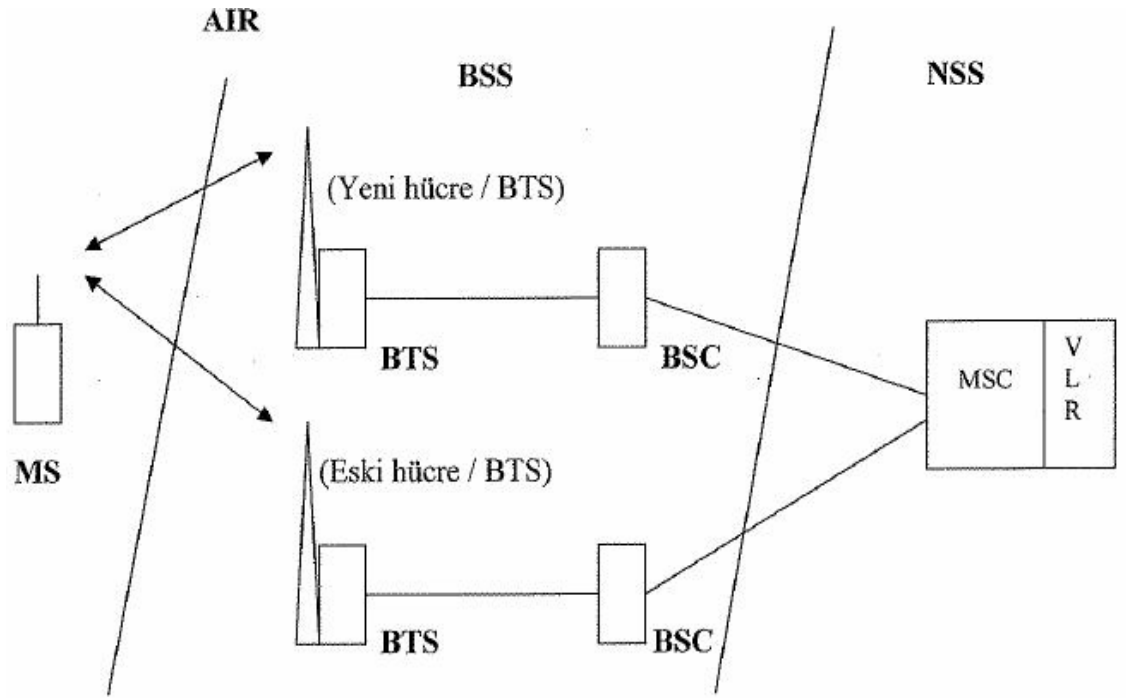
Abone, bir hücreden başka bir hücreye doğru hareket ettiği durumda BSC tarafından handover işlemi denetlenir. Gidilen hücre ile bağlantı başarılı bir şekilde tamamlandığında, terk edilen hücre ilk trafik bağlantısı çözülür(Koç, Bayır, 2003, 38).



Şekil 6.17 Inter cell - Intra BSC handover

Inter cell - inter BSC handover

Bir abone, bir hücreden başka bir hücreye doğru, hareket ettiğinde gittiği hücreye başka bir BSC tarafından hizmet veriliyorsa handover işlemi MSC tarafından yapılır. Ama handover yapma kararı hala ilk BSC tarafından alınır. Yeni BSC (ve BTS) ile bağlantı başarılı bir şekilde kurulduğunda ilk BSC ile bağlantı çözülür(Koç, Bayır, 2003, 39).

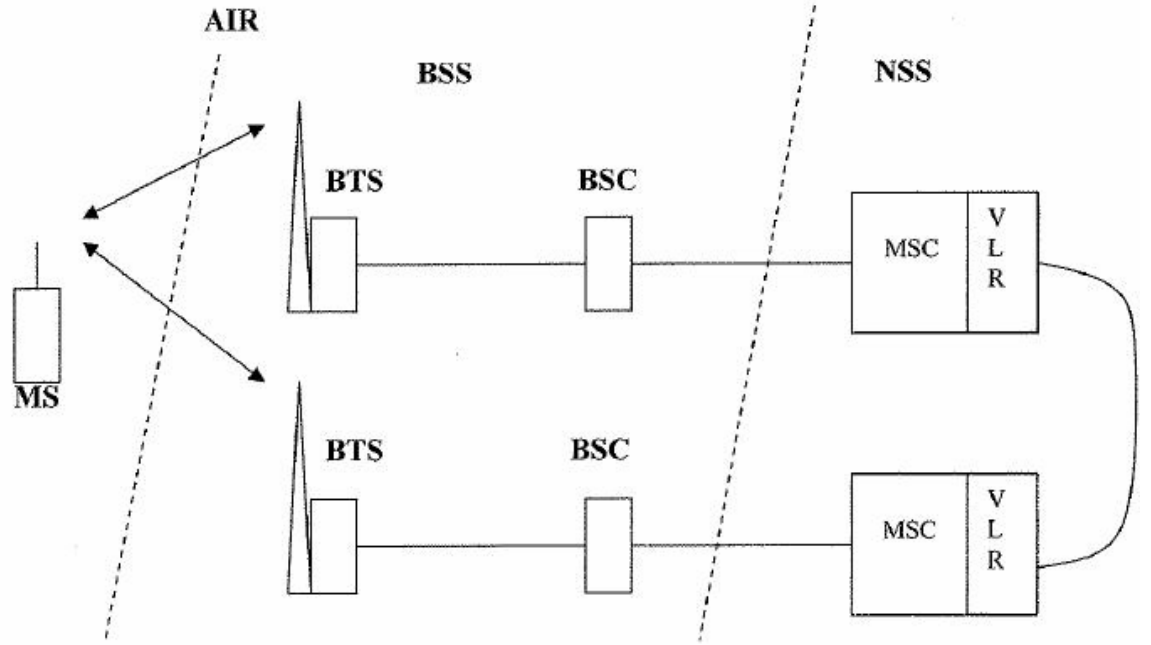


Şekil 6.18 inter cell - inter BSC handover

Inter MSC Handover

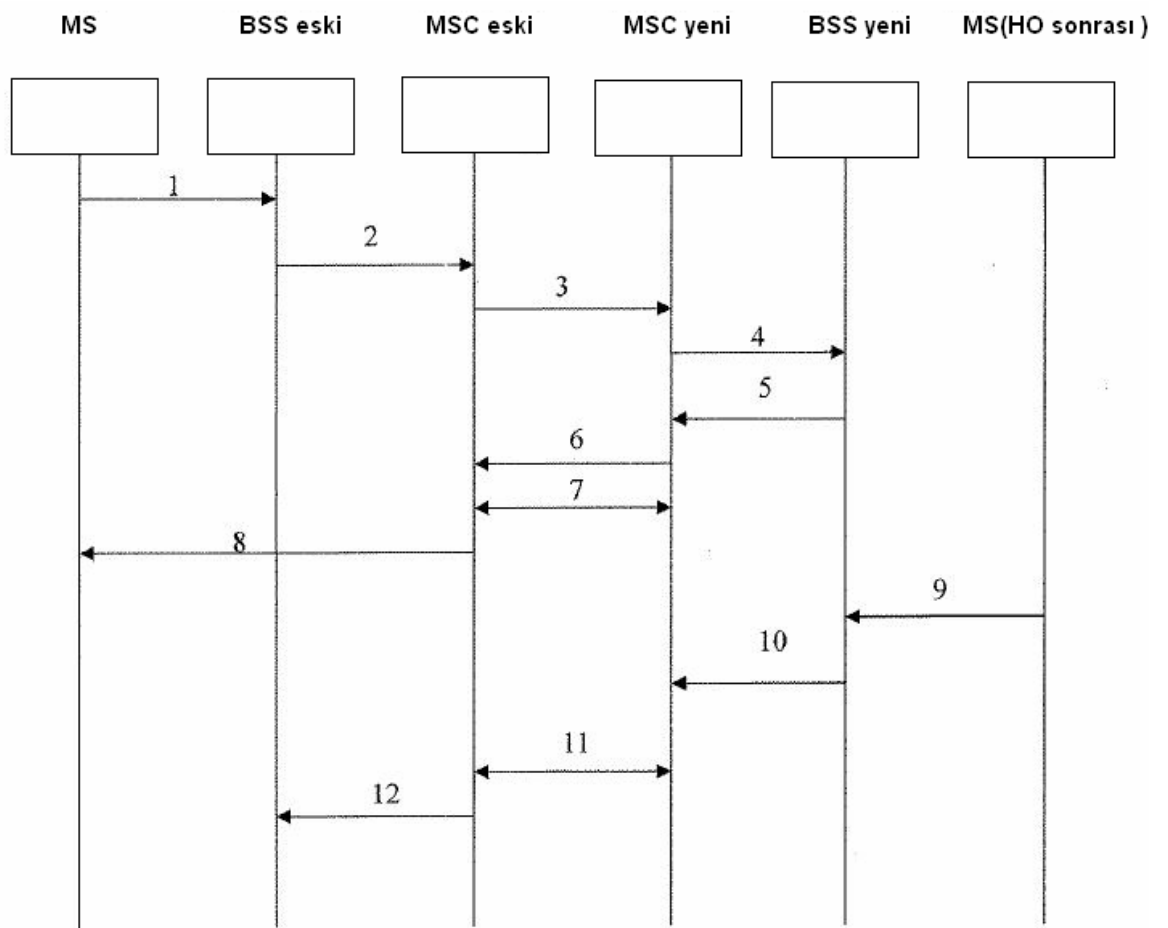
Bir abone, bir MSC/VLR tarafından kontrol edilen bir hücreden bir başka MSC/VLR tarafından kontrol edilen bir başka hücreye hareket ettiği anda Inter MSC handover meydana gelir. Bu durumda o anda aboneye servis veren MSC/VLR, hedefteki MSC/VLR ile temas kurarak trafik bağlantısı bu hedef MSC/VLR'a aktarılır. Her iki MSC/VLR'da aynı şebekenin bir parçası olduklarından bağlantı çok yumuşak bir şekilde gerçekleştirilir. Burada iki MSC birer telefon santrali olduklarından bağlantının, transfer edilebilmesi için target MSC'yi tanımlayan bir numara olmalıdır. Bu durum yeni bir numara üretmeyi gerektirir ki bu numara HON (Handover Number) numarasıdır. Servis veren MSC/VLR, BSS'den handover bilgisini alır ve target MSC'yi anlayarak handover talebini sinyalleme networkü üzerinden target MSC'ye bildirir. Target MSC, bir HON numara üreterek gerekli yönlendirme bilgisini elde etmek için dijital analizi yapacak olan servis veren MSC'ye gönderir. Bu bilgi, servis veren MSC ile target MSC arasında bağlantı kurulmasını

sağlar, iki MSC birbirlerine bağlandığı zaman arama yeni istikamete transfer edilir (European Handset Maker, [19.04.2005]).



Şekil 6-19 Inter cell - Inter MSC handover

Aşağıdaki şekilde inter MSC handover prosedürü verilmiştir.



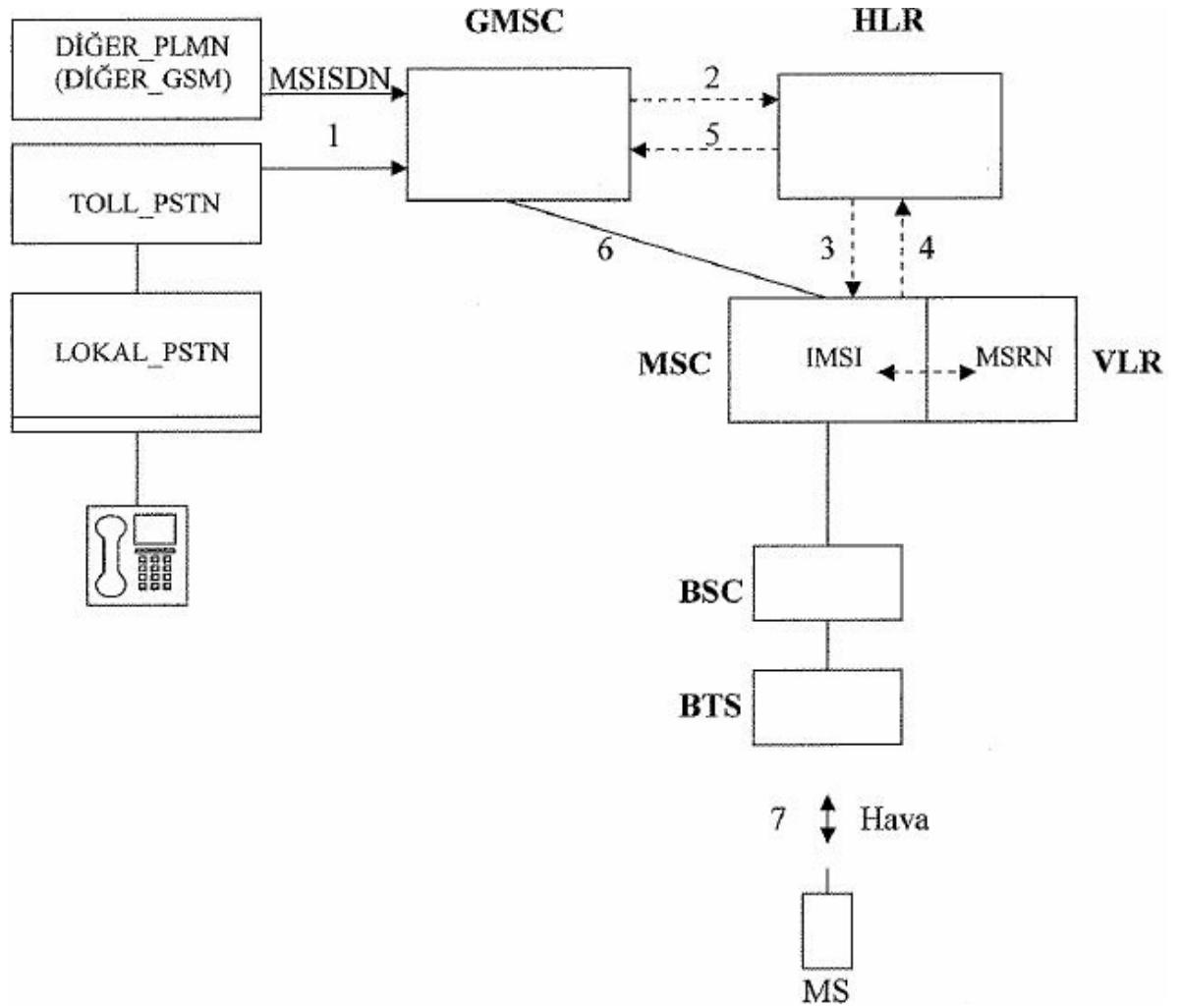
Şekil 6.20 Inter MSC handover prosedürü

1. Ölçüm raporları
2. Handover talebi
3. HON talebi
4. Radio kaynak talebi
5. Radio kaynakları ayrıldı bilgisi
6. HON ve target hücre bilgisini sulama
7. Konuşma bağlantısının kurulması (HON)
8. Handover komutu
9. Handover tamamlandı bilgisi
10. Handover tamamlandı bilgisi
11. MSC'ler arası bağlantının kurulması,
12. Eski bağlantıları çöz.

6.4. TRAFİK AKIŞLARI

- **Mobile terminated call**

Bir PLMN şebekesine gelip mobil abonede sonlanan aramalardır. O, PLMN şebekesine gelen arama, PSTN şebekesinden geleceği gibi başka bir PLMN şebekesinden de gelmiş olabilir, içinde bulunulan PLMN şebekesi kendisinde sonlanacak olan bu iki aramayı da "mobil terminated call" olarak görür. Aşağıdaki şekilde GSM şebekesine gelen arama için blok diyagram verilmiştir,



Şekil 6.21 GSM şebekesine giden arama

- Bir PSTN abone, bu mobil abonenin telefon numarasını (MSISDN) çevirdiği Zaman, PSTN abonenin bağlı olduğu PSTN lokal santral n.umara analizi yapar ve

bunun bir PLMH numarası olduğunu anlayarak kendisinin bağlı bulunduğu bir PSTN TOLL santrale aramayı yönlendirir.

- PSTN TOLL santral numarayı analiz ederek PLMN şebekesine ait olduğu anlar ve bu aramayı ait olduğu (prefix'e göre) GSM_PLMN şebekesindeki GMSC santrale yönlendirir.

- GMSC numarayı analiz ederek aranan aboneye ait numaranın hangi HLR'da bulunduğunu tespit eder ve o HLR'a MSISDN numarayı gönderir.

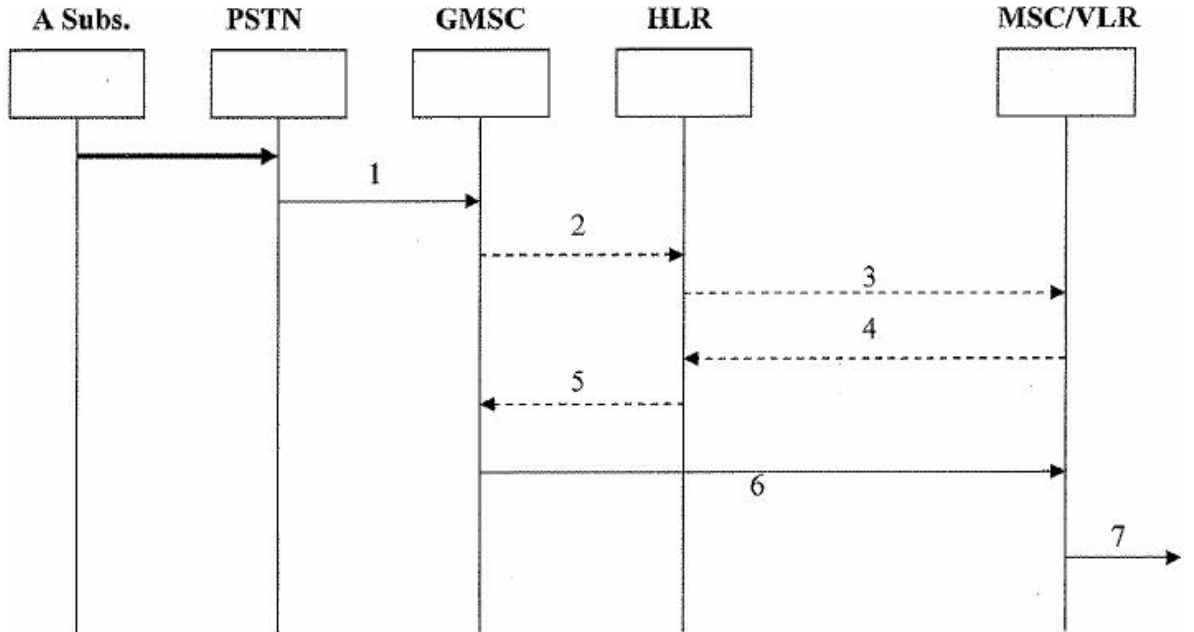
- HLR, bu MSISDN numaraya ait olan IMSI'yi ve abonenin hangi MSC/VLR altında bulunduğunu (lokasyon bilgisini) belirler ve bu MSC/VLR'a bağlanarak IMSI bilgisini verir.

- MSC/VLR, gelen IMSI'ye karşılık bir MSRN belirleyerek HLR'a döndürür.

- HLR, bu MSRN'i GMSC'ye döndürerek, GMSC'nin bağlanacağı MSC/VLR'ı bildirmiş olur.

- GMSC, bu MSRN'in ait olduğu MSCA/VLR ile bağlantıyı kurar.

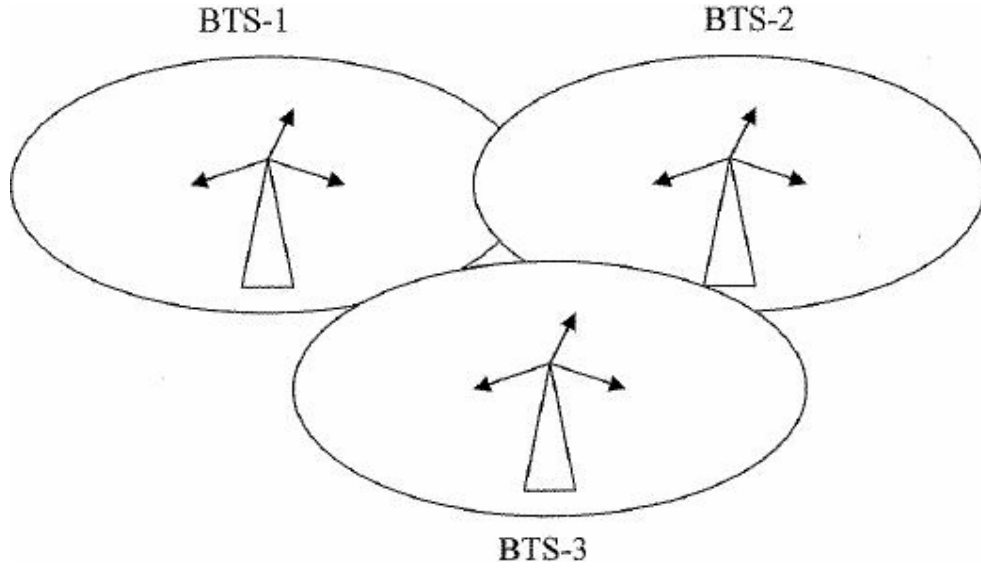
- MSC/VLR, abonenin kapsamı altında bulunduğu LA'a paging yapar ve aboneden dönen bilgiye göre gerekli işlemi yapar. (telefonu çaldırır, ulaşamıyorsa anons verir vs,)



Şekil 6.22 Mobile terminated call

- **Paging**

Paging, bir LA içerisindeki bütün cell' lere iletilen bir sinyaldir. Bu sinyalde abone kimliği ile ilgili bilgi bulunur. LA içerisindeki bütün MS'ler bu sinyali alır ama sadece bir tanesi bunu tanır ve onu cevaplandırır. Bu cevabın sonucu olacak bir uçtan uca bağlantı kurularak iki aboneye ait trafik şebeke içerisinde taşınmaya başlanır.



Şekil 6.23 Paging işlemi

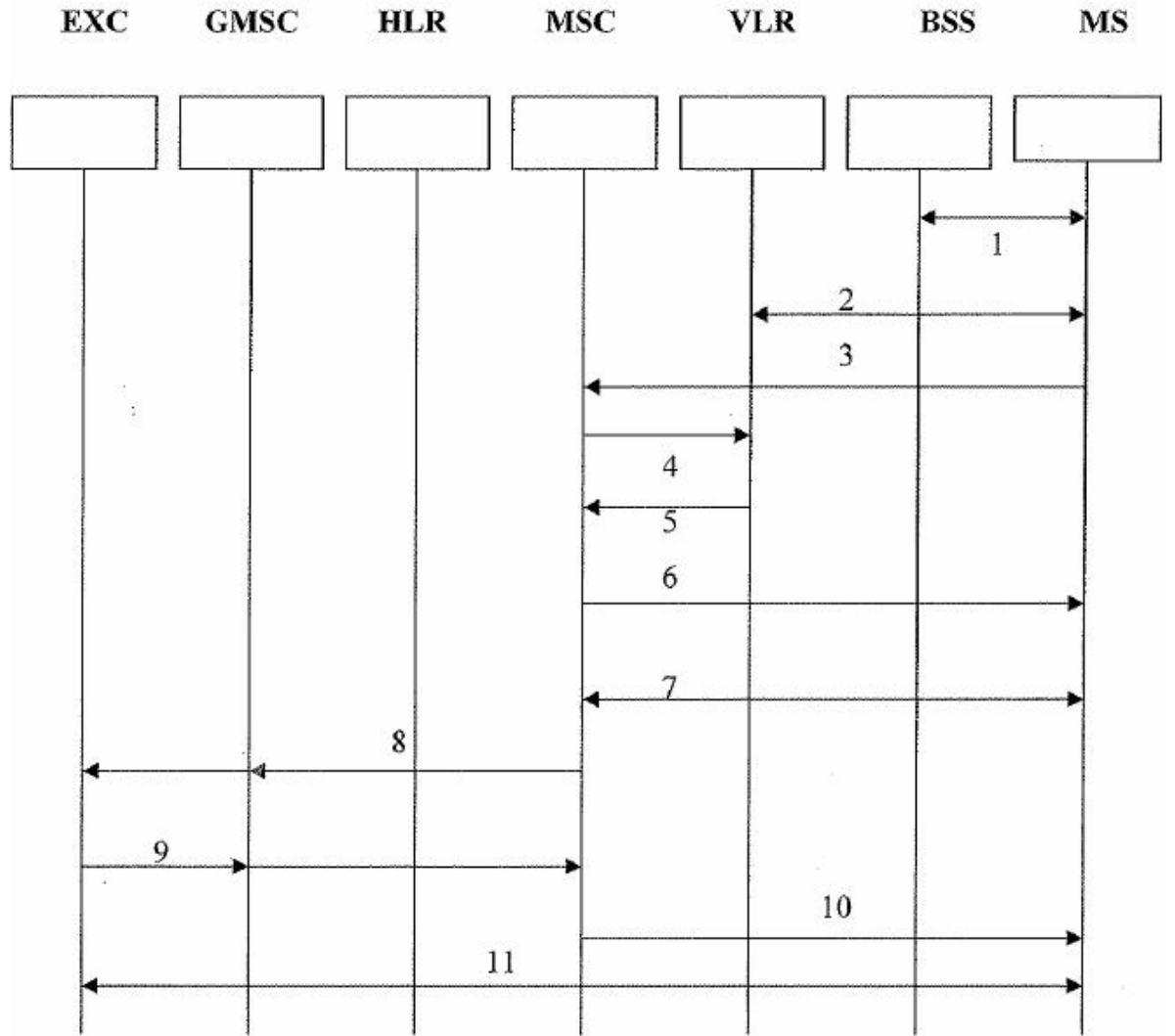
- **Mobile Originated Call**

Mobil abonenin başlatmış olduğu aramalar "Mobile Originated Call" diye isimlendirilir. Bir mobil abone ziyaretçi olacak İçinde bulunduğu networkte bir taleple bulunduğu zaman network arayan abonenin data sini aşağıdaki üç şeyi yapmak için analiz eder.

- Network kullanımı için yetki vermek veya engellemek.
- Talep edilen servisi sağlamak.
- Aramayı yönlendirmek.

Yapılan arama iki tip destinasyona sahip olabilir; PSTN veya bir mobil abone. Aranabone aynı GSM network'unun abonesi ise MSC bir HLR Enquiry prosedürü

başlatır, bu da PSTN Originated Call (Mobile Terminated Call) ile aynı şekildedir (Şekil 6.21)(Koç, 2003, 32).



Şekil 6.24 Mobile Originated Call

1. Kanal tahsisi
2. Security prosedürleri
3. Call setup
4. Servis kontrolü
5. Her şey OPL
6. Arama ilerliyor bilgisi
7. Trafik kanalı tahsisi
8. Aramanın kurulması

9. Aramanın kurulma işlemi tamamlandı
10. Uyan, bilgi
11. B answer (Aranan numara cevap verdi)

6.5. ÜCRETLENDİRME

Aboneler, haberleşme sistemlerinde network kullanımından dolayı ücretlendirilirler. Bir abonenin yapmış olduğu aramadan dolayı (bazen arama almasından) nasıl ücretlendirileceği ile ilgili birçok faktör bulunmaktadır. Ücretlendirme için kullanılan temel parametreler aşağıda listelenmiştir (Koç, Bayır, 2003, 42-46).

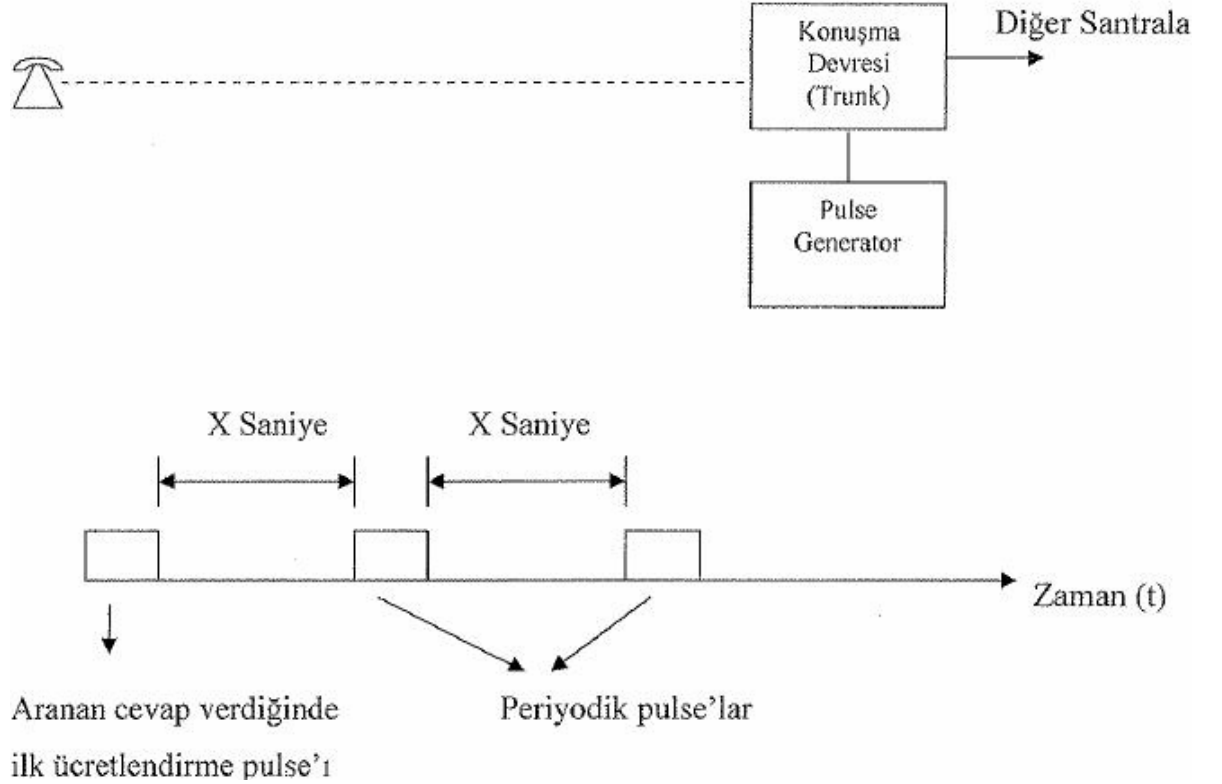
- Servis tipi (Speech, short message service vs)
- Arama süresi
- Aramanın yapıldığı gün ve saat (Normal gün, hafta sonu, bayram, iş saatleri veya akşam)
- Aramanın sonlandığı nokta (destination).
- Aramanın başladığı orijin (Belirli bir cell gibi)
- Kullanılan network'e göre (PSTN, Diğer PLMN)
- Kullanılan ilave - servisler (Call forwarding, call barring vs.)
- Radyo kaynaklarının kullanımı
- Uluslar arası dolaşım (roaming)
- GPRS data.hacmine bağlı ücretlendirme (Volume based Charging)

GSM sisteminde, bir abone numara çevirip bir görüşme gerçekleştirirse bu aramaya ait ücretlendirme kendisine (arayan aboneye) yapılacaktır. Ancak, aranan abone kendi networkü dışında (yurtdışında) ise bu durumda ücretlendirme aşağıdaki prensibe göre yapılacaktır,

- Arayan numara, çevirdiği numaraya yapılabı bağlantının ücretini
- Aranan numara, uluslar arası dolaşım (roaming) ile ilgili kısmın ücretini ödeyecektir.

Aynı prensip, mobil abonenin kendisine gelen aramayı forward ettiği durum içinde uygulanır. Arayan abone yalnızca aradığı mobil aboneye yapılan bağlantının ücretini, forward eden abone de call forward ücretini öder.

PSTN networkünde ücretlendirme, aranan yere göre değişen yani belirli sıklıkta üretilen pulse'lar toplanarak santral tarafından aramanın ücreti hesaplanır. Bu metoda time charging denir. "Time Charging" prensibi aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 6.25 PSTN networkünde ücretlendirme prensibi

GSM networkünde ise ücretlendirme, MSC'de oluşturulan CDR (Charging Data Record) kayıtlarının işlenilmesi sonucunda yapılır. Prepaid (ön ödemeli/kontrollü) aboneler için real time ücretlendirme GSM şebekesine bağlı IN (Intelligent Network) platformları tarafından yapılır. Bu platformlar, prepaid abonelerin yaptığı atamaları takip ederek tarifeye göre kontör düşümünü sağlarlar. GMSC ve MSC'lerde oluşan CDR kayıtlarında; hem ücretlendirme hem de raporlamaya yönelik ihtiyaç duyulan her türlü bilgi bulunmaktadır. Çeşitli ve farklı

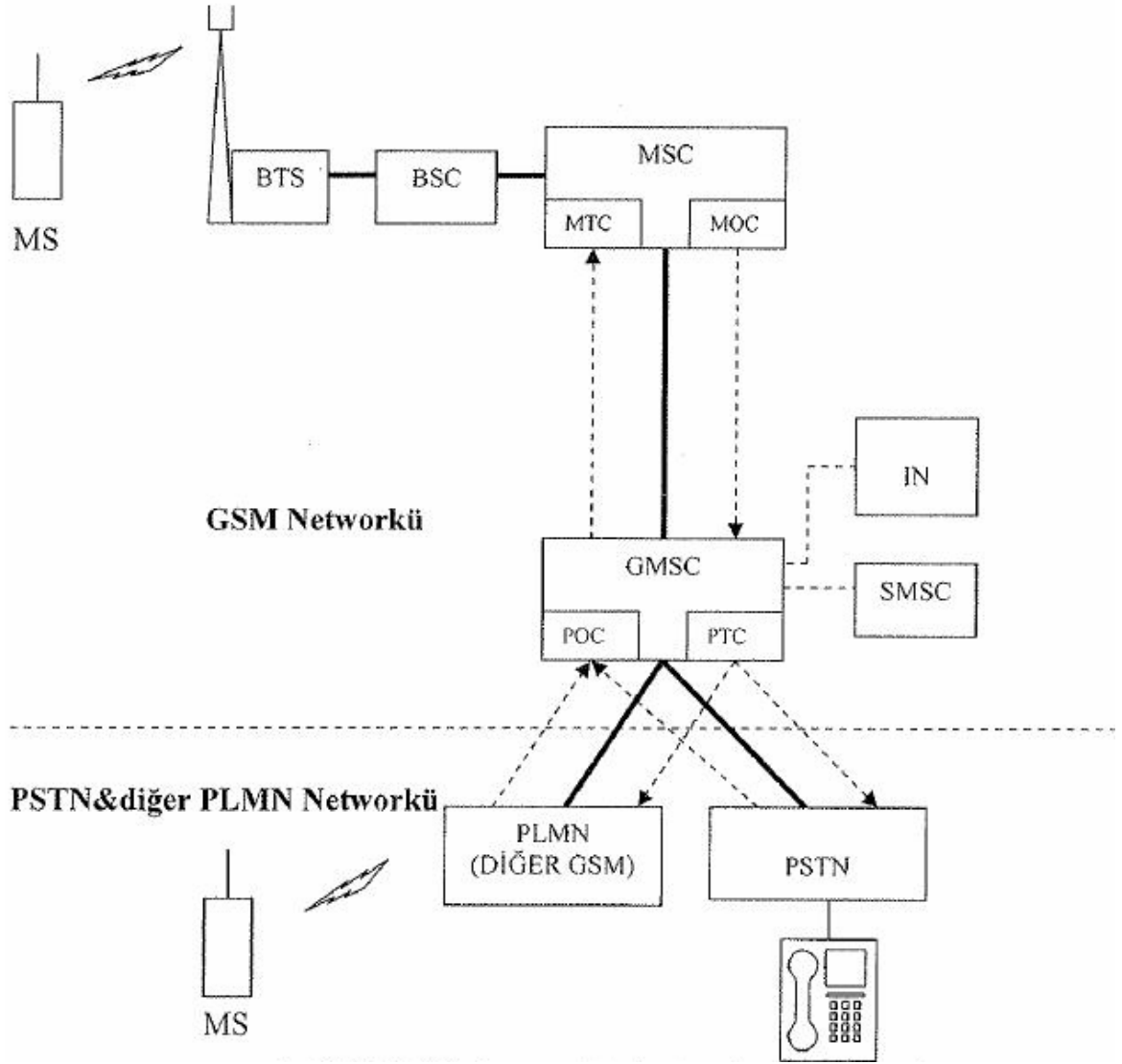
ücretlendirme kaydı tipleri vardır, her bir tip farklı format ve uzunluğa sahiptir. CDR'deki alanlar ya BCD (4 bit, her decimal digit için) ya da hexadecimal code olarak bulunurlar(Technical Article, [13.03.2007]).

Bir mobil abone;

- Kendi şebekesi dışına arama yaparsa servis aldığı MSCde MOC COR'ı, GMSC'de PTC CDR'i oluşur.
- Mobil abonenin bulunduğu şebekeye dışarıdan (başka bir şebekeden) gelen aramada,.mobil abonenin kapsama alanında bulunduğu MSC'de MTC CDR'ı, GMSC'de POC CDR'ı oluşur.
- İki mobil abonede aynı şebekeye ait ve aynı MSC'nin kapsama alanında iseler, o MSC'de hem MOC hem de MTC CDR'ı oluşur.
- CDR kayıtları, abonenin konuşmayı başlattığı MSC'de tutulur, konuşma anında abone başka bir MSC servis alanına girmiş ve görüşmeyi orada tamamlamış olsa bile (InterMSC-handover) bu aramaya ait kayıt konuşmanın başladığı ilk MSC de tutulur.

Bazı ücretlendirme kayıt tipleri:

- Mobile-Originated call
- Mobile-terminated call
- Call to a mobile that has call forwarding on
- Call to a roaming subscriber
- Location update
- Mobile-Originated short message service
- Mobile-terminated short message service
- PSTN-Originated call
- PSTN-terminated call
- Intelligent network data
- Device-Originated call
- Camel-originated call
- Camel-terminated call
- Location services:



Şekil 6.26 GSM networkünde ücretlendirme kayıtları

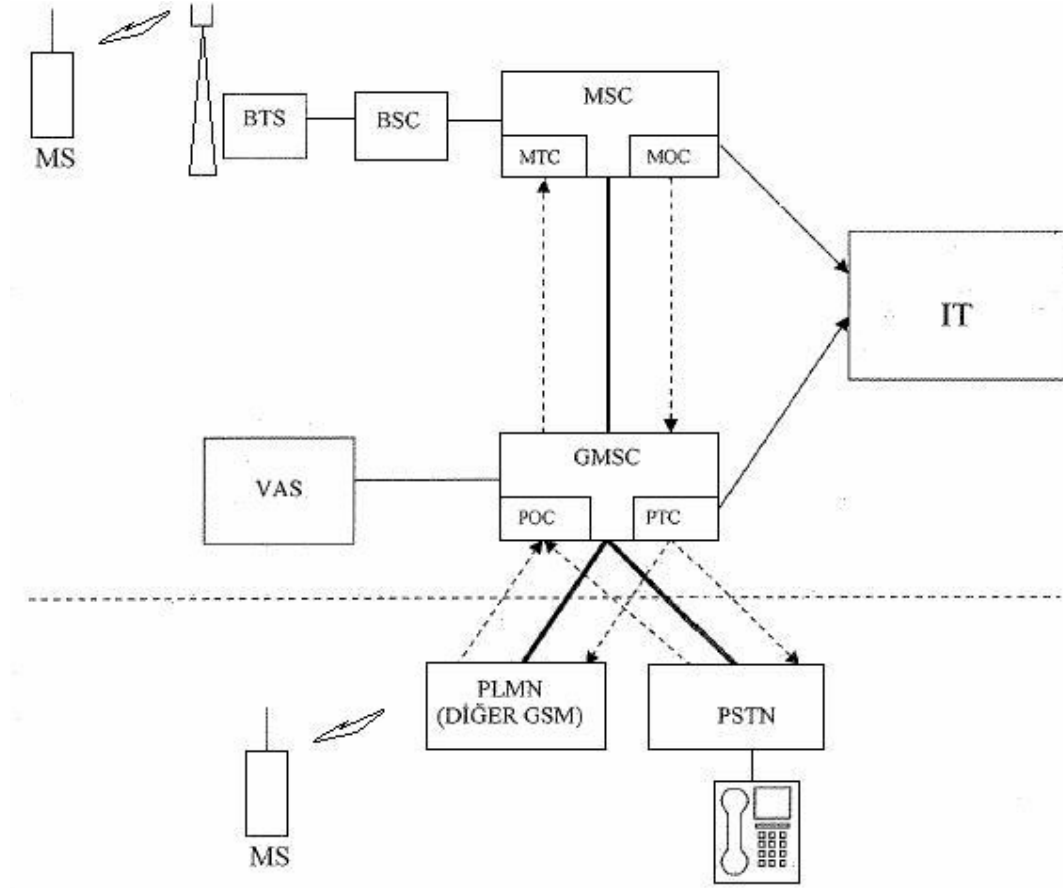
7. GSM SİSTEMİ VE IT ENTEGRASYONU

GSM sisteminde;

- Abonelik aktivasyonlarının ve abone sair işlemlerinin (abonelik paketi değiştirme gibi) yapılabilmesi
- Yapılan görüşmelerin, alınan çeşitli hizmetlerin ücretlendirilmesi,
- Diğer operatörler (PSTN, PLMN), 3.parti içerik sağlayıcı firmalar ve uluslar arası trafik taşıyan UMTH firmaları ile karşılıklı parasal mutabakatın sağlanması,
- Abonelerin bankalar veya shop'lar Üzerinden fatura ödemelerini yapabilmemesinin sağlanması(Bekkers, 2001, 137),
- Planlama, kontrol etme ve yönetsel amaçlı çeşitli raporların üretilebilmesi,
- Müşterilerin talep ettiği işlemlerin veya problemlerin çözümü ile ilgili çeşitli hizmetlerin verilebilmesi (Call Centre hizmeti gibi)
- Çeşitli sahtekârlıkların tespit edilmesi veya yasal takip gerektiren konularda işlemlerin otomatik olarak yapılabilmesinin sağlanması.
- Real time ücretlendirme gerektiren durumlarda(SMS.MMS vs) gerekli teknik, altyapısının sağlanması.
- Konfor satış ve yükleme kanalları ile ilgili gerekli teknik alt yapının sağlanması
- Gerekli olan veya yasa gereği belirli bir süre tutulması gereken dataların arşivlenmesi,

gibi hizmetlerin sağlanması ve teknik desteğin verilebilmesi GSM-IT entegrasyonu sayesinde gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlemlerin büyük bir kısmını gerçekleştirebilmek için CDR referans alınmaktadır. GSM networkünde ücretlendirilmenin GMSC ve MSG'de oluşan CDR (Charging Data Record) kayıtlarının işlenmesi sonucunda yapıldığı daha önce söylenmişti. CDR kayıtlarında hem ücretlendirme hem de raporlamaya yönelik ihtiyaç duyulan her türlü bilgi bulunmakta olup, çeşitli ve farklı ücretlendirme kaydı tipleri vardır. Her bir tip farklı format ve uzunluğa sahiptir. CDR'daki alanlar ya BCD (4 bit, her decimal dijital için)

ya da hexadecimal code olarak bulunurlar. Aşağıdaki şekilde, GSM şebekesinde oluşan kayıtlar gösterilmiştir(Koç, 2003,143;Bekkers,154);



Şekil 7.1 GSM networkünde ücretlendirme kayıtları (Koç, 2003,45)

GMSC ve MSC' de oluşan bu kayıtların (CDR) içerisindeki alanların bazıları aşağıda açıklanmıştır. Bu CDR kayıtları içerisinde bulunan alanlardaki bilgiler kullanılarak amaca göre çeşitli işlemler gerçekleştirilebilir.

CDR' da bulunan bilgilerin bazıları(Bayrakçı, 2002, 196);

IMSI,

Abonenin IMSI' si

TARİH

Arama tarihi (YYYYMMDD)

ZAMAN

Arama zamanı (HHMMSS)

SÜRE

Arama süresi

ARAMA TİPİ

XX-MOC	= Ücretli
XX-MTC	= Roamer' lar için ücretli
XX-EC	= Adi aramalar (ücretsiz)
KX-SUPS-REG	= ilave servis-Registration (ücretsiz)
XX-SUPS-ACT	= ilave servis-Activation (ücretsiz)
XX-SUPS-INT	= ilave servis-iterrogation (ücretsiz)
XX-FORW	= Call Forwarding (ücretli)
XX-SMMT	= Roamer' lar için ücretli
XX-SMMO	= Ücretli
XX-INI	= IN Record-1 (uccretsiz)

KAYIT TİPİ

Kayıt tipi, uzun bir konuşmada parçalı kayıtları ayırt edebilmek için kullanılır. (30 dakikadan uzun süren konuşmalarda her bir 30 dakika için bir kayıt)

XX: Single Record

XX: Intermediate Record

XX: Last Record

XX: First Record

MSISDN

Abonenin MSISDN'i

Arayan numara (MOC,SMMO)

Transfer edilen numara (FORW)

Servis verilen numara (SUPS)

Aranan numara (MTC, SMMT)

IMEI

Abonenin IMEI'si

ARAMANIN DİĞER TARAFI

Çevrilen dijitaler (MOC)

Transfer edilen numara (FORW)

Aranan numara (SMMO)

Arayan numara (MTC, SMMT)

ARAMANIN 3. TARAFI

Orig Calling Number (FORW)

SMS Cemre (SMMO, SMMT)

TELE SERVİS NUMARASI

XX – Telephony

XX - Emergency calls

XX - Short message MT

XX - Short message MÖ

XX - Facsimile

LAC

Localion Area Code

HÜCRE KİMLİĞİ

Cell identifier

ÇIKAN TRUNK BİLGİSİ

Outgoing Trunk

GİREN TRUNK BİLGİSİ

Incoming Trunk

SONLANDIRMA SEBEBİ

Sonlandırma sebebi

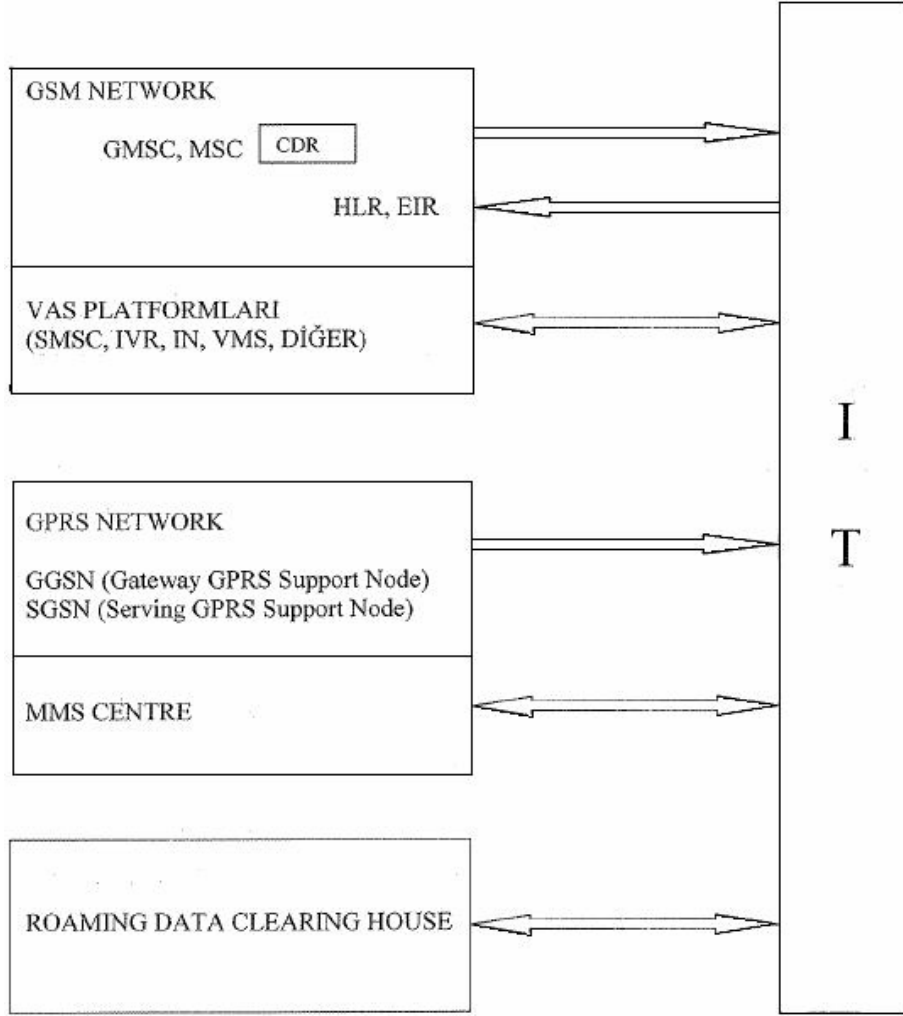
ARANAN ÜCRETLENDİRME ALANI

Location based charging için

ARAYAN ÜCRETLENDİRME ALANI

Location based charging için

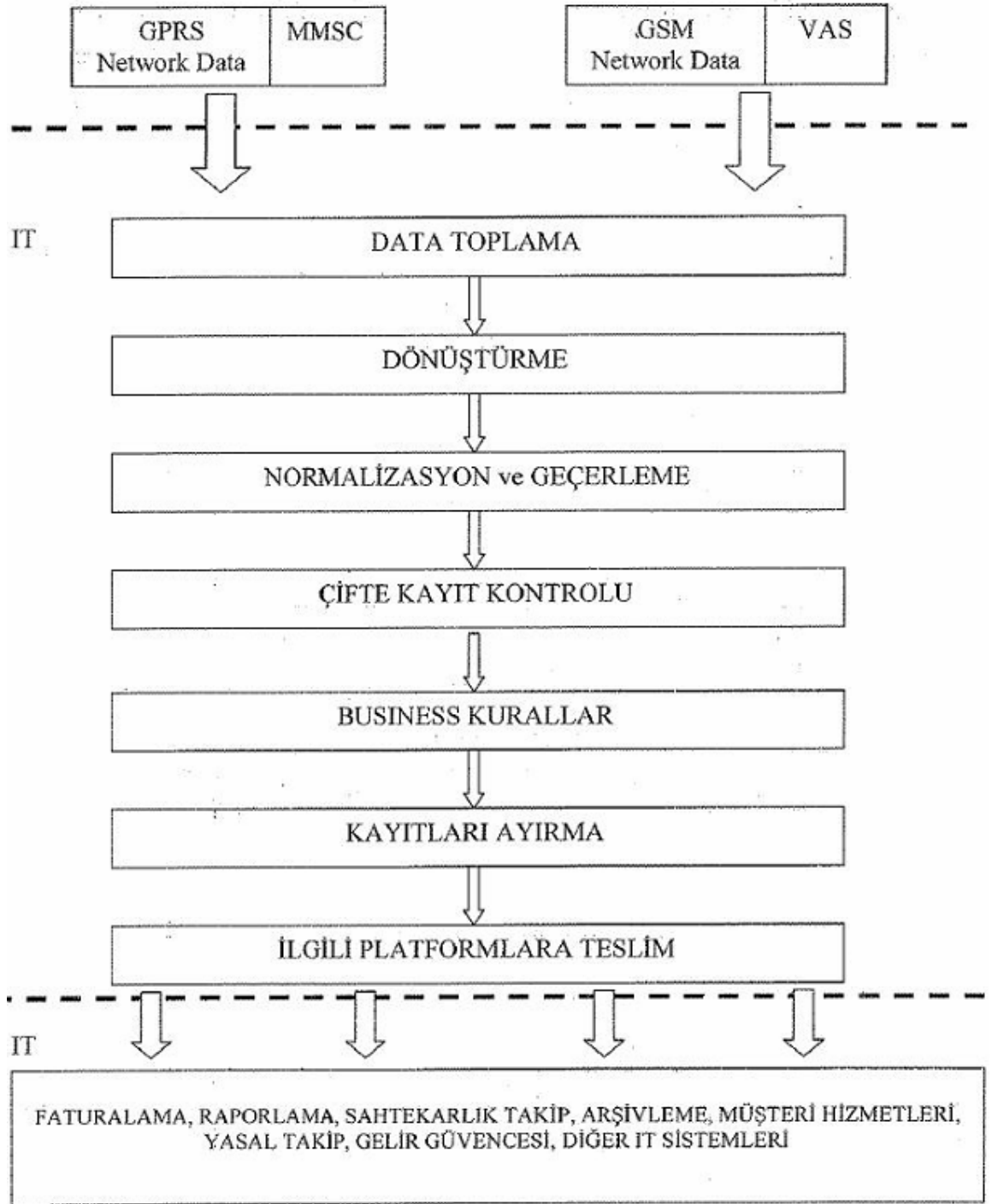
GSM-IT ara yüzü, GSM ve GPRS şebekelerindeki bütün elemanlardan kullanım datalarının kopyalanmasından sorumludur. Toplanan datalar işlenerek beklenen formatta ilgili platformlara aktarılır. Aktarım yapılacak platformlar, kullanım amaçlarına göre belirli bir formatta ve belirli bilgileri beklemektedirler. Bu platformlar istedikleri bilgileri aldıktan sonra kendi işlevlerini yerine getirirler. (Koç,2003,46)



Şekil 7,2 GSM-IT entegrasyonu

Şekil 7,2'de gösterildiği gibi IT network elemanlarından veya şebekelerden aldığı kullanım datasını aşağıdaki yolu izleyerek bir ön işlemde geçirir. Bu işlem adımları Şekil 7,3'de gösterilmiştir

DİĞER ŞEBEKELER



Şekil 7.3 GSM-IT ara yüzü ve işlem adımları

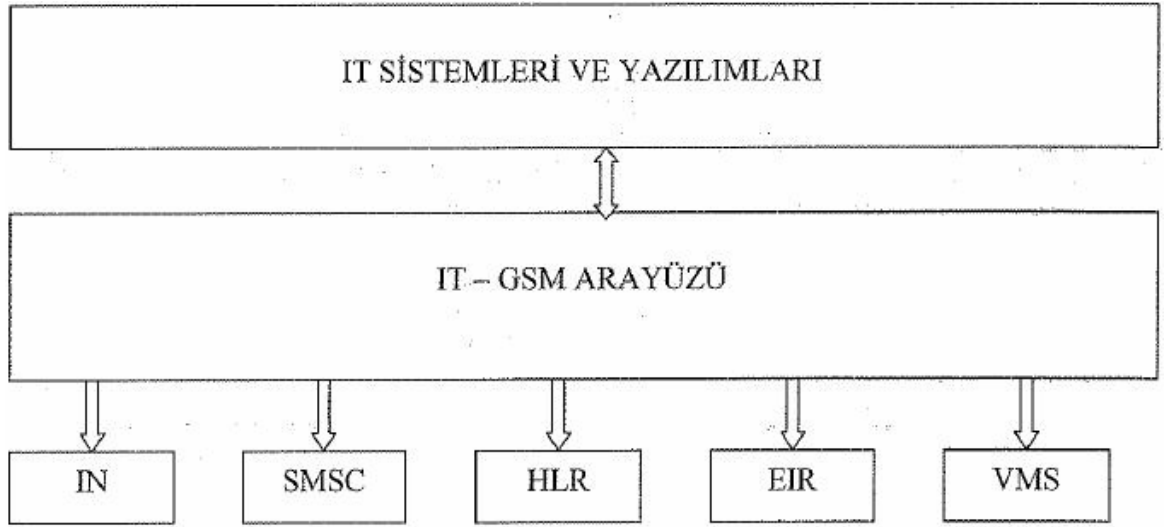
GSM-IT ara yüzü aşağıda belirtilen ana işlevleri yerine getirir(Bekkers, 2001, 198);

- GSM ve GPRS şebekelerindeki bütün elemanlardan kullanım datalarının toplanması(Koç, 2003, 45),

- Toplanan bu dataların doğru olarak işlenmesi
- Her bir teslim adımında file ve kayıt bazında gerekli kontrollerin yapılması,
- Bütün küçük ve büyük hataların sorumlulara raporlanması,
- Datanın ulusal ve uluslararası kurallara göre geçerliliği ve business kurallara dayalı olarak işlenmesi.

- Her bir file ve kayıt için çifte kayıt kontrolünün yapılması.
- Datanın ayrıştırılarak ait olduğu platforma teslim edilmesi

IT-GSM ara yüzü ile de, IT tarafında proses edilip GSM şebekesi elemanlarına bilgi aktarımı gerçekleştirilmektedir. Bununla ilgili blok diyagram şekil 6,4'de verilmiştir;



Şekil 7.4 IT-GSM Ara yüzü

IT-GSM.ara yüzü, abone datasını çeşitli network elemanları ve DB' lere gönderir. Bunu yaparken de; çeşitli network elemanlarına ve DB' lere gidip alınan, işlenen ve dağıtılan abone datası ile ilgili iç ve dış kuyrukları içerir. IT-GSM ara yüzü;

- Düzenli olarak fonksiyonlarını icra eder.
- Öncelik sıralaması yapar,
- Hata durumunda tekrar deneme mekanizmasını çalıştırır,
- Paralel kanallar ve dinamik yük dengelemesine sahiptir,
- Esnek interface adaptörleri vardır (Diğer platform ve sistemlere),
- SMS notification gönderir.

Çeşitli işlevlerin yönetimini yapar,

8. GSM SİSTEMİNDE IT PLATFORMLARI VE YAZILIMLAR

GSM sistemi IT sinde ihtiyaca göre birçok sistem kullanılabilir. Bu sistemlerden bazıları GSM tarafı ile bilgi alış-verişi sağlarken bazıları da bankalar, shop'lar, üçüncü parti firmalar (İçerik sağlayıcılar, kontör satan firmalar vs.) veya IT içi diğer sistemler ile bilgi alış verişinde kullanırlar. Bu platformlardan bazıları aşağıda verilmiştir(iec.org, [4.01.2007], 9-11);

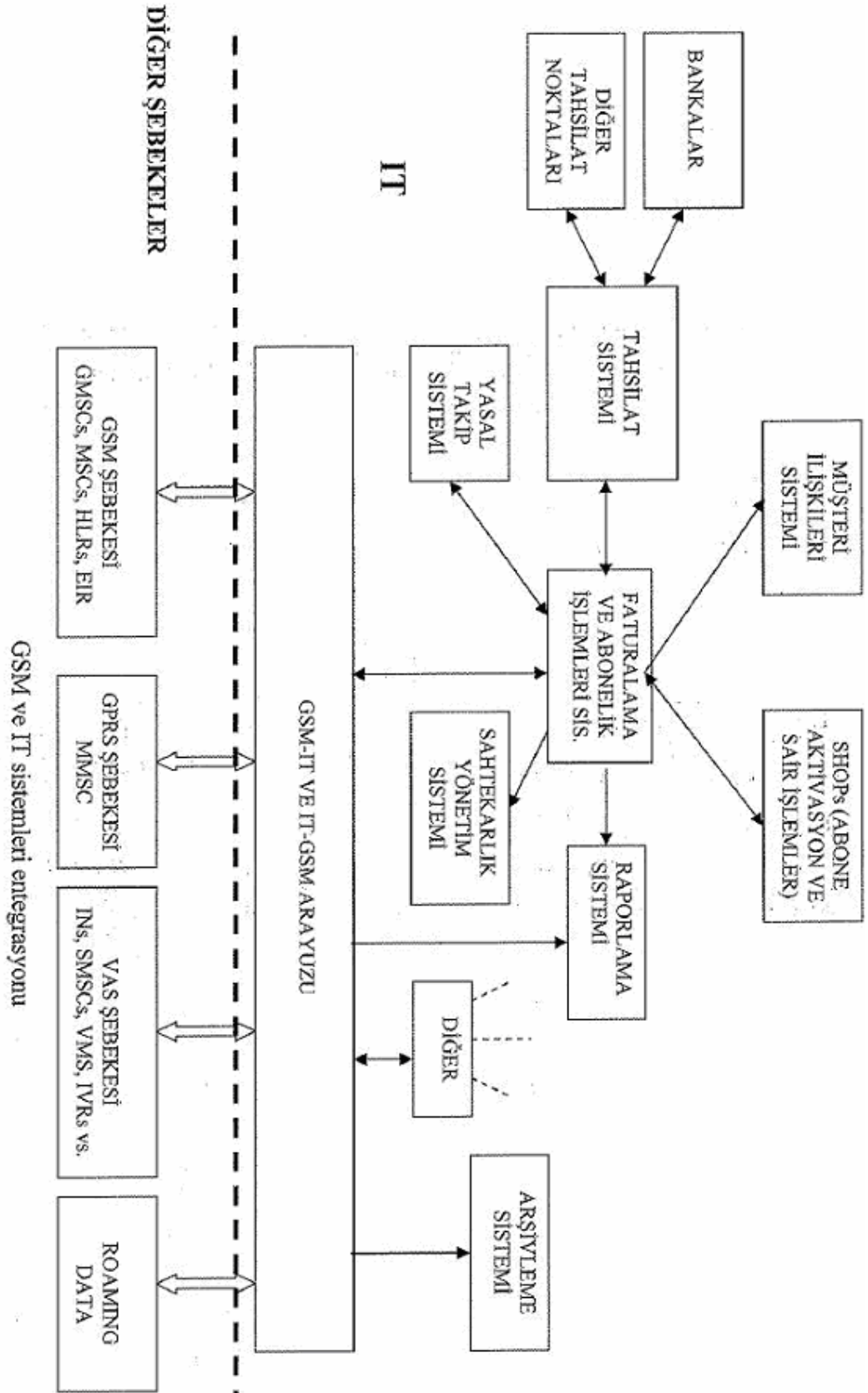
- **Faturalama ve abonelik işlemleri sistemi;** Bu sistem, yeni abonelik aktivasyonları, abonelik sair istemleri, postpaid abonelere ait faturaların çıkarılması, yapılan tahsilâtların abone hesaplarına yansıtılması gibi işlemleri yapar(Koç, 2003, 42-43),
- **Müşteri ilişkileri sistemi:** GSM aboneleri müşteri hizmetlerini aradıklarında Bu sistem kullanılarak; aboneye ait çeşitli bilgilere erişilip aboneye geri bildirim yapılması sağlanır veya problem kaydı alınarak problemin çözümü için ilgili bölümlere aktarımı ve problem çözümlene kadar takibi yapılır.
- **Raporlama sistemi:** Bu sistem; firma gelirini ve abone sayışım arttırmak, resmî kurumlara verilecek raporları elde etmek, istatistikî verilerin incelenerek yönetimin kararlarını doğru almasını sağlamak, üçüncü parti firmalarla karşılıklı olarak verilen hizmetler için mutabakat sağlanması gibi çeşitli konularda ve detayda raporlar üretir. Bu raporları; firma, içi bölümler, yönetim, diğer firmalar ve resmi kurumlar çeşitli amaçlar için kullanırlar,
- **Tahsilât sistemi:** Faturalı abonelerin fatura borçlarını bankalar ve shop'lar üzerinden yatırabilmelerini sağlayan sistemdir. Bu sistem; bankalar ve shop'lar ile faturalama sistemi arasında bulunmakta olup aldığı bilgileri faturalama platforma aktarır.

- **Arşivleme sistemi:** Abonelerin kendi yaptıkları ve aldıkları bütün cevaplı arama kayıtlarının ve yine gönderdikleri ve aldıkları bütün SMS kayıtlarının belirli bir formatta arşivlendiği sistemdir.

- **Sahtekârlık yönetim sistemi:** Bu sistem vasıtasıyla risk taşıyan veya sahtekârlık ihtimali olabilecek durumlar takip edilerek gerekli önlemler alınır(kamubib.tbd.org.tr, [21.02.2007]).

- **Yasal takip sistemi;** Borcunu ödememiş ve yasal tabibe düşmüş abone bilgilerinin bulunduğu ve yasal takip süresince abonelerle ilgili gerekli işlemlerin yapıldığı sistemdir(kamubib.tbd.org.tr, [21.02.2007]).

Yukarıda bahsi geçen sistemlerin yanı sıra çeşitli amaçlar için kullanılabilecek diğer sistemlerde GSM IT şebekesine kolayca entegre edilebilir. Bunlardan bazıları, doküman yönetim sistemi, mali sistemi, gelir güvencesi sistemi vs.).

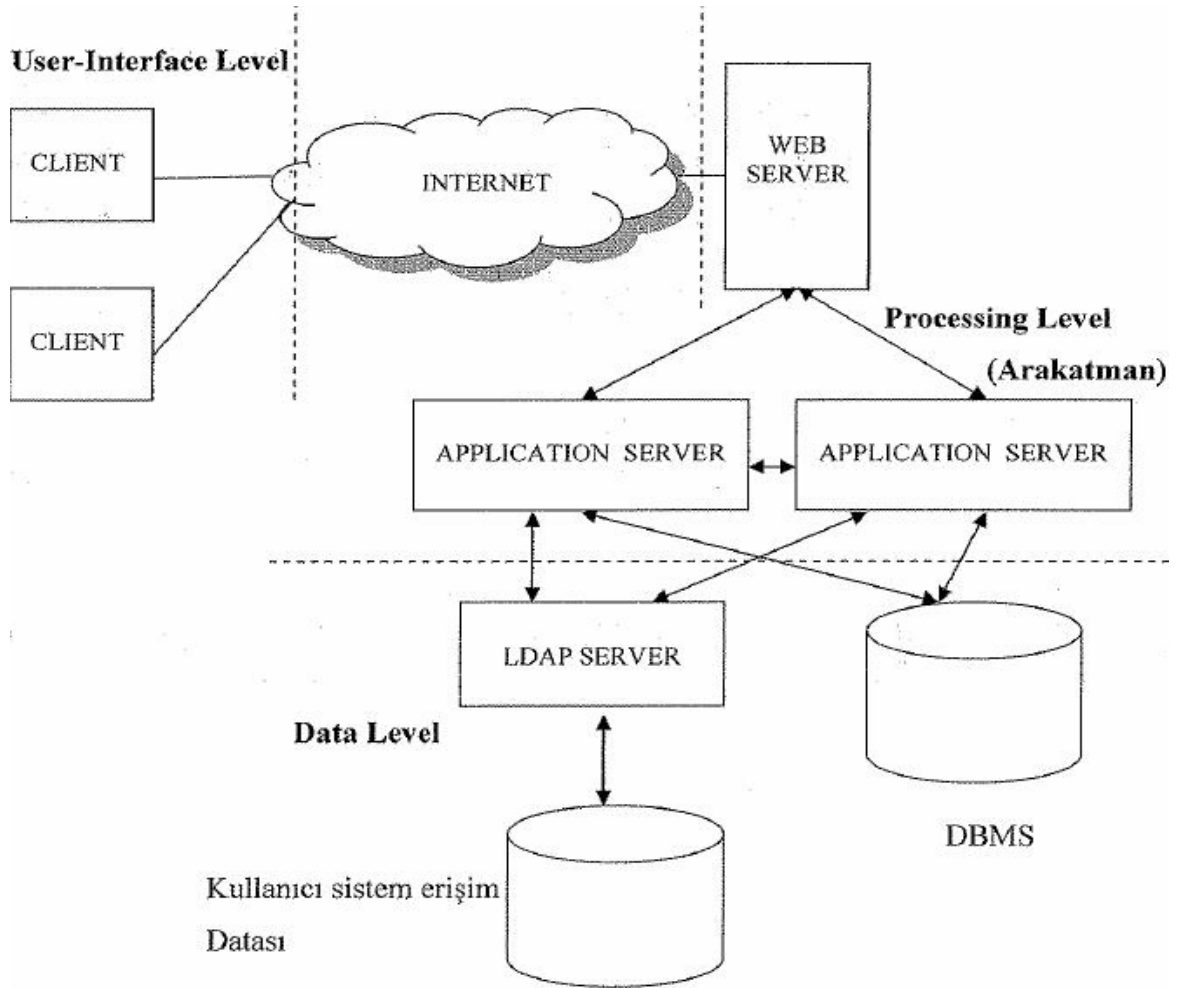


Şekil 8,1 GSM ve IT sistemleri entegrasyonu

Dağıtık sistem mimarisi, GSM IT sistemlerinde oldukça yaygındır. Çünkü GSM IT sistemlerinde genellikle bir servisi verebilmek için datalar ve uygulamalar çok farklı platformlar üzerinde bulunmaktadır. Bu platformlar, aşağıda belirtilen çeşitli Communication yöntemlerini kullanarak birbirleriyle haberleşirler (European Handset Maker, [19.04.2005]).

- RPC (Remote Procedure Call)
- Message-Oriented Communication
- Stream-Oriented Communication
- RMI (Remote Method Invocatlon)

Şekil. 7.2 de GSM IT sistemlerinde dağıtık sistemler mimarisine bir örnek olarak kullanılan üç katmanlı client server mimarisi gösterilmiştir. Bu mimari ile client'ların internet üzerinden merkezdeki işleme erişip abone aktivasyonları veya abone ile ilgili sair işlemleri yapabilmeleri sağlanmaktadır,



Şekil 8.2 Dağıtık sistem mimarisinin GSM-IT sistemindeki uygulaması

9. MS (Mobile Station) Mobil İstasyon Mimarisi

Mobil istasyon, abonenin haberleşme için kullanması gereken telefon cihazı, faks makinesi vb. terminal cihazdır. MS, aboneyi ve aldığı hizmetleri Ev Konum kütüğü (Home Location Register, HLR) 'ne bildirmek üzere tutan Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity module, SIM) kartını içerir. Halk arasında cep telefonu olarak bilinen mobil telefonlar ilk üretimlerinde yalnızca ses iletiminde kullanılırdı. Bununla birlikte Ericsson ilk olarak 388 modelinde Kısa mesaj (SMS) özelliğini ekledi. Telefon firmaları arasındaki rekabet ve hızlı gelişen teknolojiyle birlikte telefonların özellikleri artırıldı. Zamanla WAP, GPRS ve EDGE teknolojileri cep telefonundan internete erişimi olanaklı hale getirildi. LCD teknolojisi sayesinde renkli ekranlar kullanılmaya başlandı, bununla birlikte telefonlara ilk olarak data soketi vasıtasıyla kamera bağlantısı olanağı sağlandı. Önceden düşük hızdaki MAD2 işlemcileri yerine UPP işlemcileri kullanılmasıyla birlikte, telefonda on board olarak kamerayı ilk olarak Nokia firması 7250 modelinde kullandı. Hızların yeterli olmasından dolayı modem, kızıl ötesi iletişim aygıtı ve Bluetooth veri bağlantı noktası da kullanıma girdi. Bir üst model işlemci olan UPPWD2 işlemcisiyle birlikte yazılımların gelişmesiyle video özelliği telefonlara girmiş oldu. Gelişen teknoloji telefonlarda kamera ve ekran çözünürlüğünü artırdığı gibi ebat olarak ta küçüldü. En son olarak cep bilgisayarları olarak tarif edilen telefonlar ile wireless bağlantısı eklendi. Kısacası MS Teknoloji ve rekabetin etkisiyle hızla gelişmektedir (Lamp, 1997, 88).

Mobil telefon Mimarisini ve eklenen özelliklerin devre şemasını göre şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Main board da bulunan standart elemanlar;

1. İşlemciler (CPU)
2. Güç katları (Power IC)
3. Helga (RF IC) şebeke kontrol ünitesi
4. Flash ,SDRAM ,EEPROM
5. Klavye tuş takımı (Keyboard)

6. Şarj katı (Charge unit)
7. Sim kart konektörü

2. Ek özellikler;

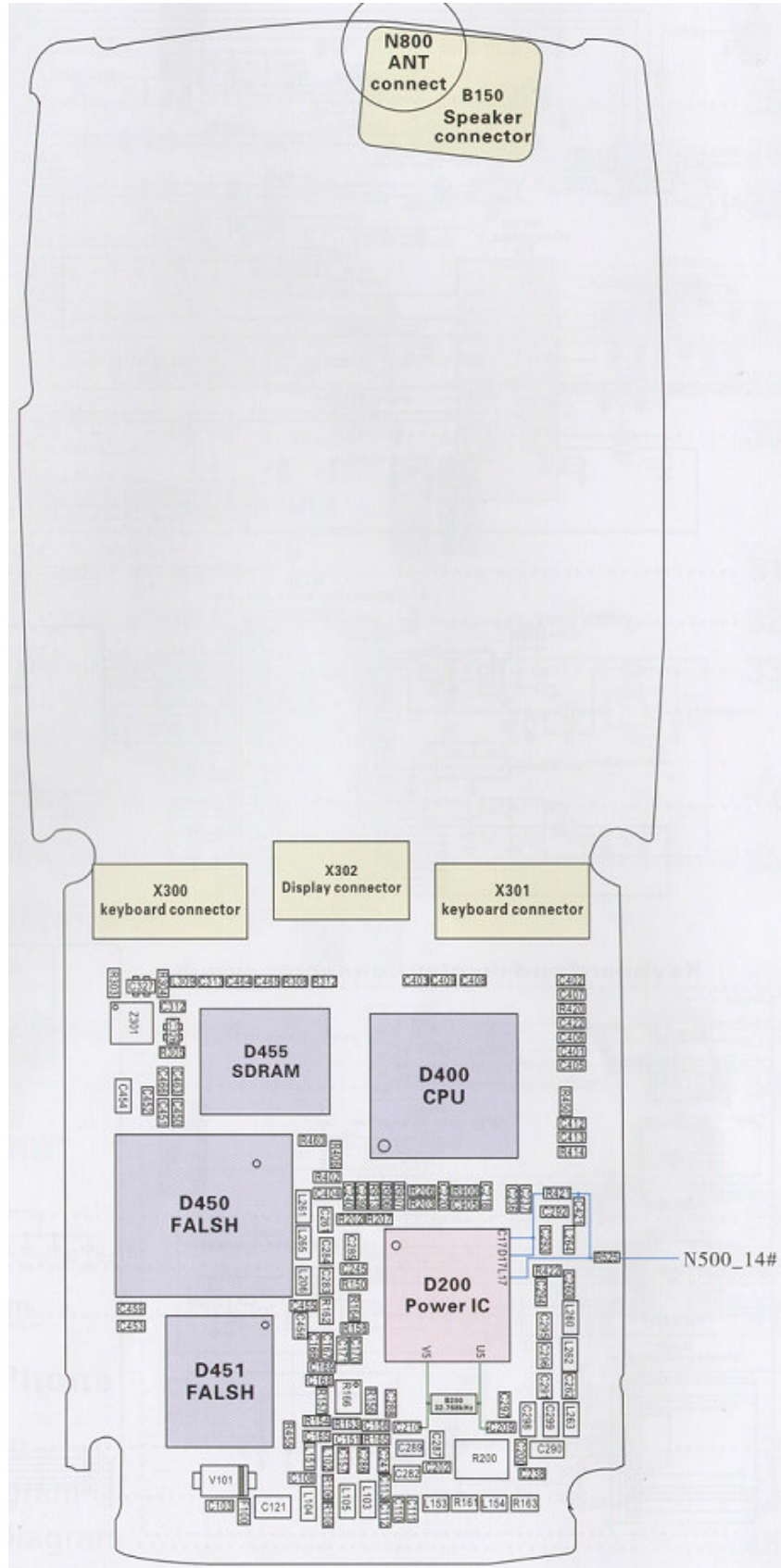
1. Kızılötesi (Infrared)
2. Kamera
3. Bluetooth bağlantısı
4. MMC Kart bağlantısı
5. Radio
6. Modem
7. Wireless Lan

Telefonların devre şemalarının temel işlevleri ve çalışma prensibi birbirleriyle aynı oldukları için burada bir model üzerinden anlatımını yapacağız diğer tüm modellerin şema ve bağlantı diyagramları CD şeklinde verilecektir. Tüm özellikleri üzerinde bulunduran bir model ile başlayacağız.

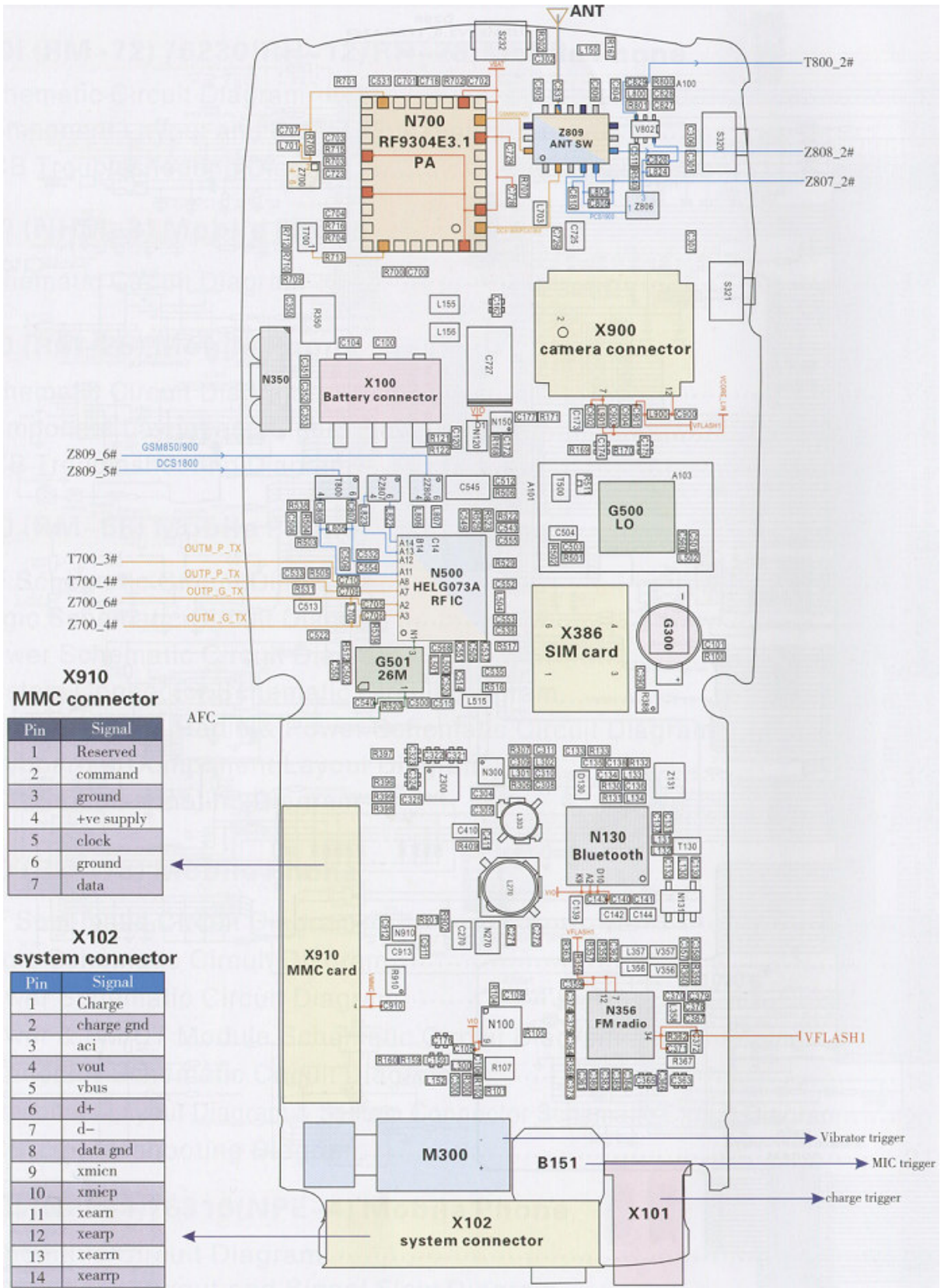
Nokia nın RM-72 modeli olan 6230i nin devre seması ve çalışma prensibi aşağıdadır;

1. Main board Standart özellikler;

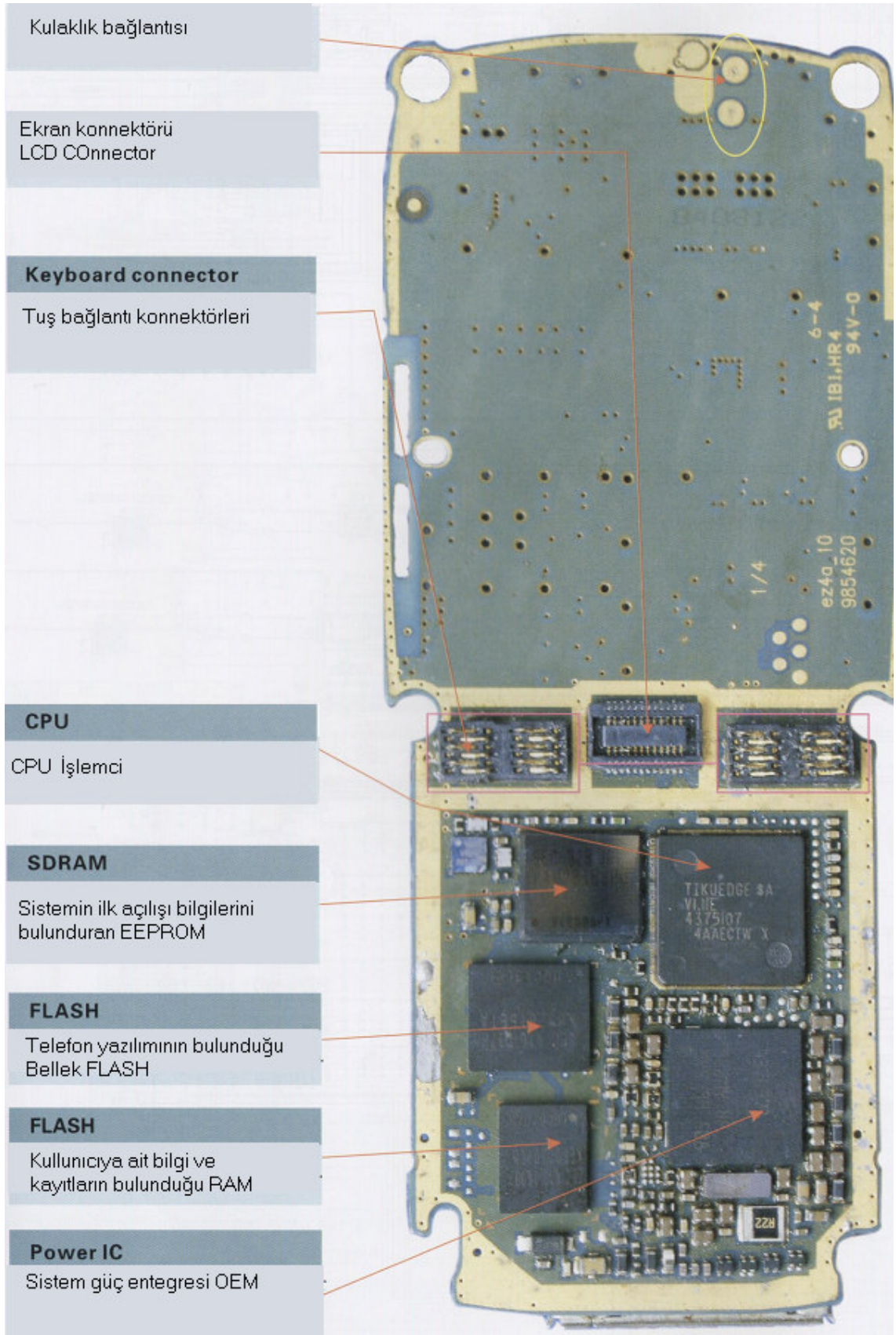
Main board telefonun tümleşik bir bütün devresidir. Ana kart olarak adlandırılan bu karta, tuş takımı ekran, kulaklık, buzzer, mikrofon ve titreşim motoru konektörler vasıtasıyla bağlantıları yapılmıştır. RM-72 modeli TIKUEDGE (4375107) işlemcisinin hızı 180 MHz olduğu için çalışma başarımı dalında iyi derecededir. Board şeması aşağıdaki şekildedir (Repairing Hand Book for Nokia 6230i, 2005,26-29);



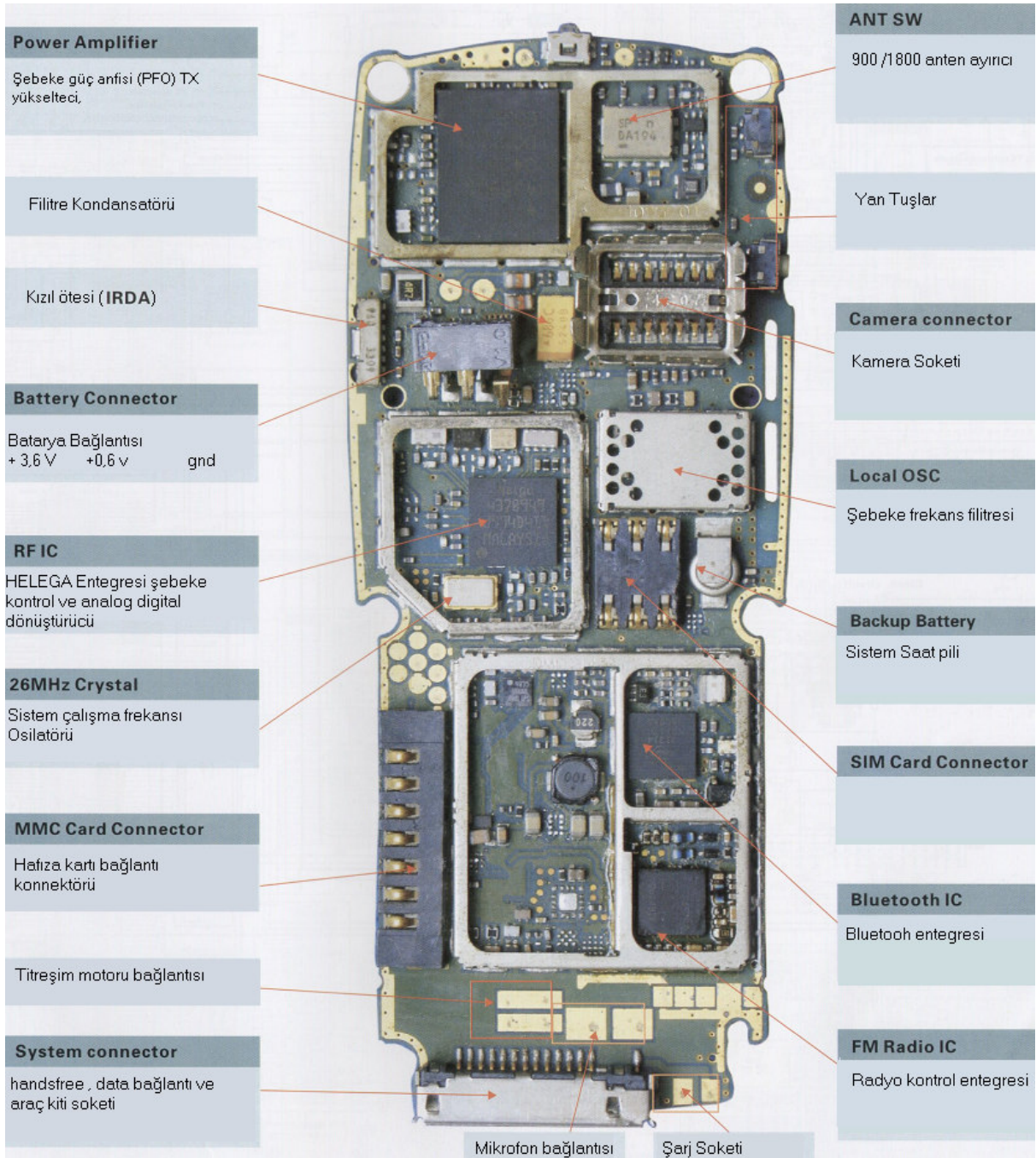
Şekil 9.1 Main board ön parça dizilimi (component layout)



Şekil 9.2 Main board arka parça dizilimi (component layout)



Şekil 9.3 Ön devre elemanları ve görevleri

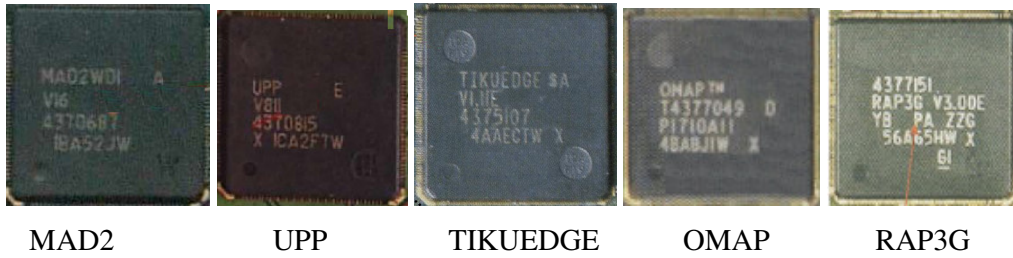


Şekil 9.4 Arka devre elemanları ve görevleri

- **İşlemci (CPU)** Telefonda kullanılan işlemciler ana kontrol entegresidir. İlk üretilen işlemci 2400 Khz hızındaydı. Daha sonra **MAD2** işlemcileriyle bu hızı 2Mhz ye çıkardı. 32 Mhz' lik **UPP** işlemcilerin girmesiyle renkli LCD ve Kamera telefonlarda kullanılmaya başlandı. Java uygulamaları ve görsel programlar, **WD2** işlemcileriyle birlikte gelişme gösterdi. **WD2** işlemcilerinin hızları 120 Mhz dir.

Telefonların işlevleri arttıkça işlemcinin hızı büyük önem arz etmektedir (Nokia Service Manuals, 2006, 34).

Başarılı işlemciler arasında gösterilen **TIKUEDGE** işlemcisi 180 Mhz hızında olup sınıfında performans olarak gayet iyidir. Visual uygulamaların telefonlarda kullanımı hız ile doğrudan bağlantılı olduğu için rekabet telefonların hızı üzerinde yoğunlaştı bunun üzerine çift işlemcili telefonlar üretildi. PDA CPU ve GSM CPU olarak iki işlemci kullanılmıştır. PDA CPU olarak **OMAP** işlemcisi kullanılmıştır. Mültimedya işlemleri ve çevre aygıtları bu işlemciden kontrol edilmektedir. **RAP3G** işlemcisi ise GSM ile iletişimde kullanılmaktadır. Ayrılmasının nedeni ise 3G sisteminde görüntülü görüşmenin kesintisiz sürmesini sağlamaktır. Hızı 220 Mhz olup 3G sistemine uyumlu bir işlemcidir, Sonra işe RAP3GS işlemcisi N73 ve yukarıları telefonlarda kullanılmaya başlandı. Hızı 250 Mhz dir ve cache belleği ile performansı mükemmel sayılabilir(universalbox.com, [12.02.2007])..

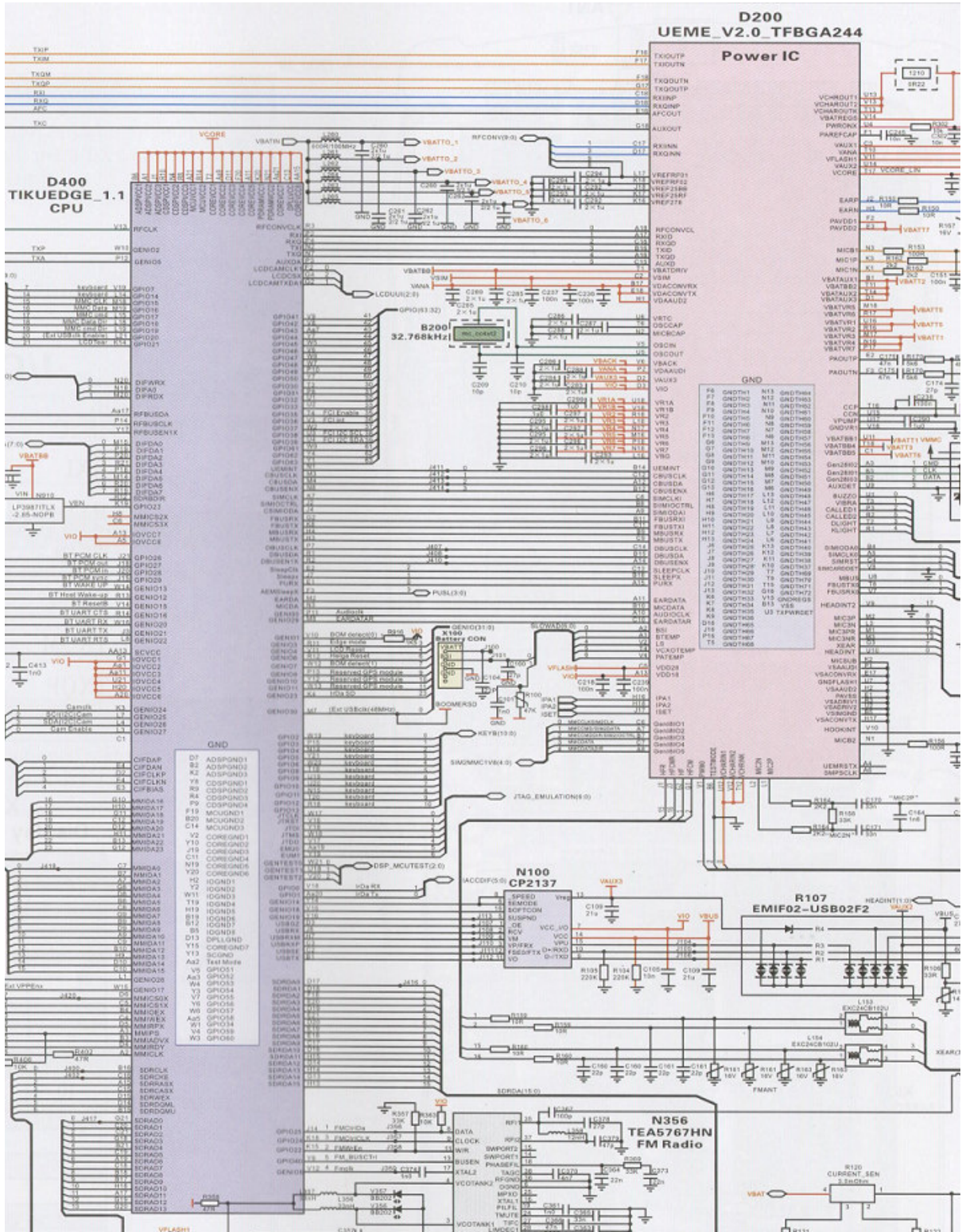


Şekil 9.5 MS Nokia Serisi CPU çeşitleri

- **Güç Katları (Power IC)**

Telefonların besleme devresinin bütününe Power IC denir. Tek bir entegrede birleştirilmiştir. Power IC ler işlemcelere birlikte gelişmiştir sırayla şu şekildedir;

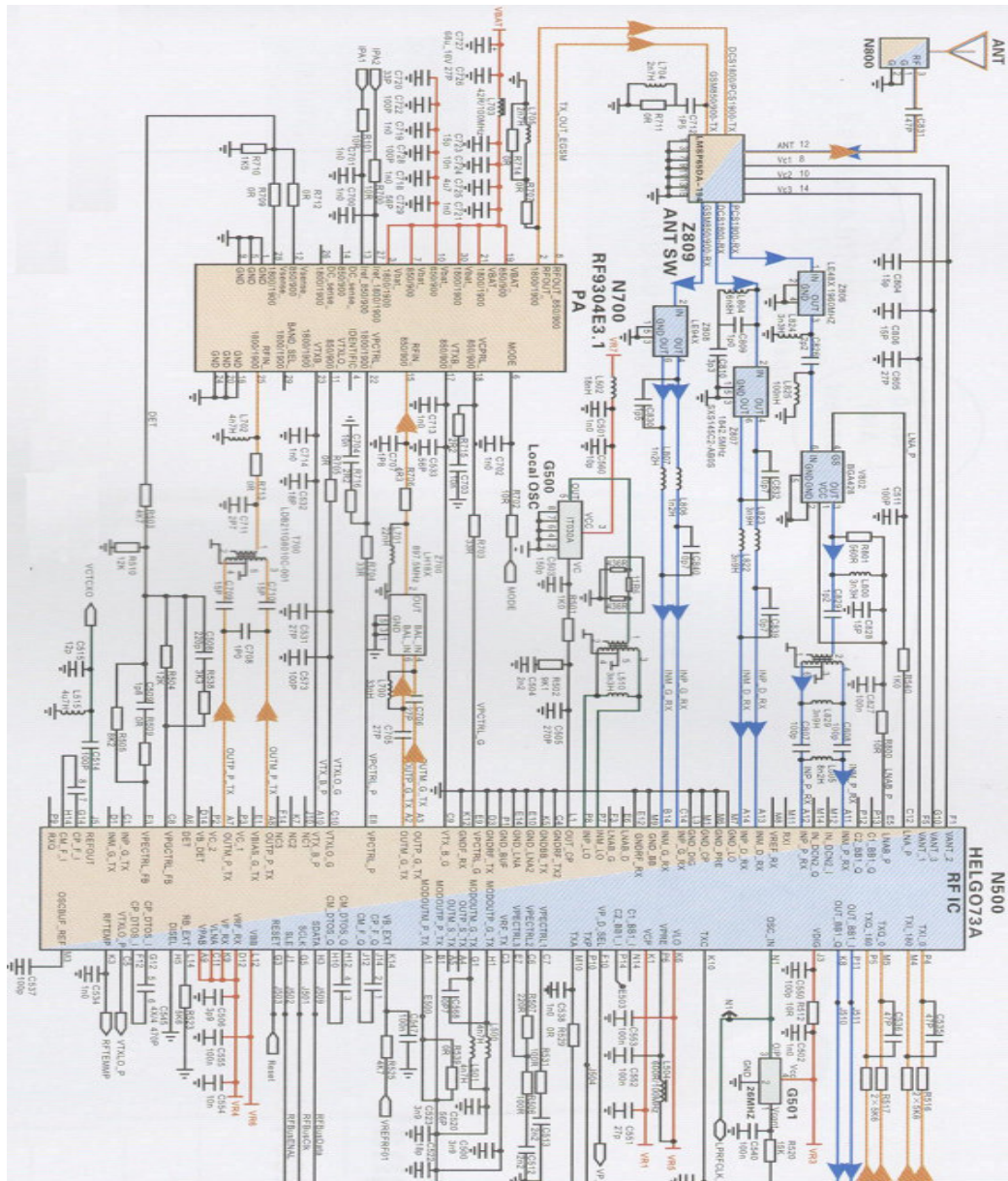
- **Mad2** işlemciyle CCONT kullanılmıştır. initial Current 350 mA
- **UPP** serisinde UEME (4370805) kullanılmıştır. initial current 280 mA ve Power saving sistem mevcuttur (ieeexplore.ieee.org. [12.03.2007]).
- **TIKUEDGE** serisinde küçük UEME (4370825) kullanılmıştır. initial current 200 mA ve Power saving sistem mevcuttur. Enerjiyi minimum seviyede kullanır (Cellular Power IC pack, [12.03.2007]).
- **RAP3G** ve **RAP3GS** serisinde 4396177 ve RETU 4376533 entegreleri kullanılmıştır (Segar, 2003, 67).



Şekil 9,6 TKUEDGE işlemci ve OEM bağlantı devre şeması

• **RF IC (Şebeke Kontrol)** Mobil telefonlarda RF IC Sinyal ayırıcı , sinyal ayarlayıcı ve ön yükselteç olarak görev yapmaktadır. Dijital sinyalleri GSM taşıyıcı bandı olan 900 Mhz veya 1800 Mhz üzerine bindirir, aynı şekilde de gelen sinyali taşıyıcı frekanstan ayırır. RF IC ler işlemcilerle göre sırayla şu şekildedir(Davis, 2003, 117; RF IC Design Engineer, [24.03.2007]);

- **Mad2** işlemciyle HAGAR kullanılmıştır(Mortalvo, 2003, 124).
- **UPP ve TIKUEDGE** serisinde HELEGA kullanılmıştır.
- **RAP3G ve RAP3GS** serisinde 4396245 kullanılmıştır.

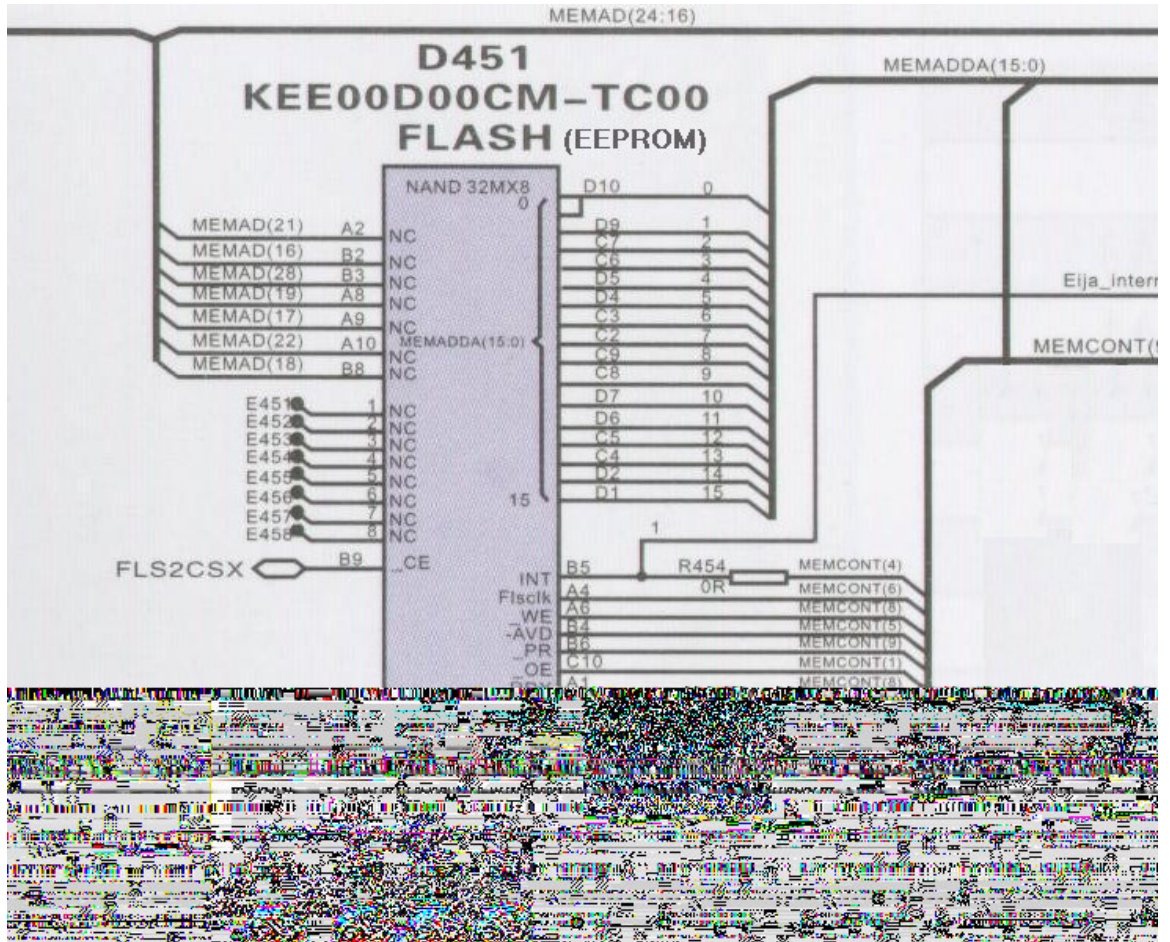


Şekil 9.7 RF devre şeması

- **Flash, SDRAM, EEPROM**

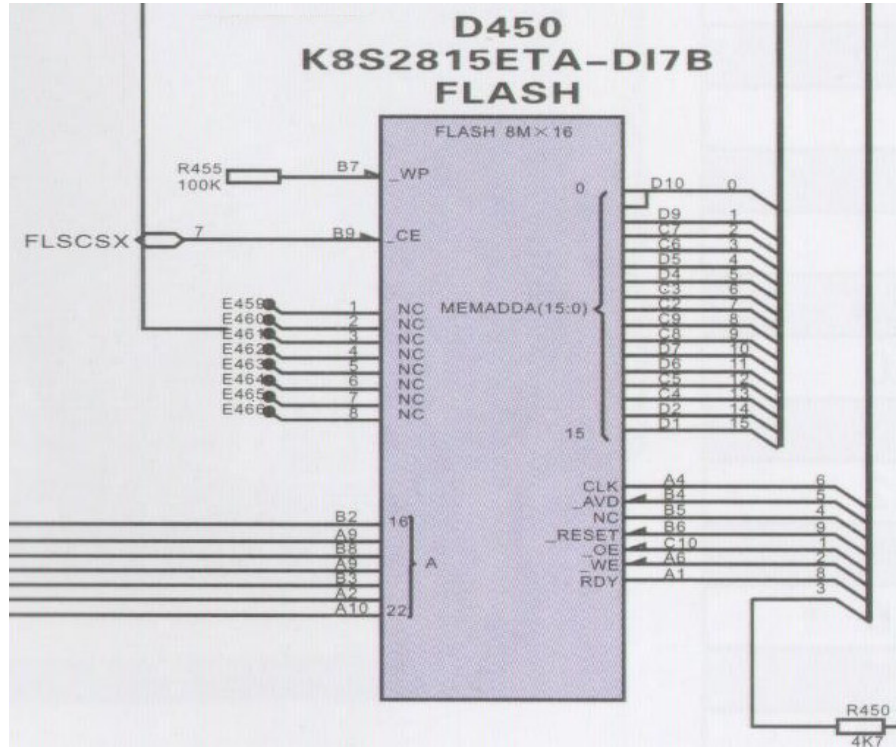
Flashlar mobil telefonlarda 3 farklı tipte kullanılmaktadır (Diagrams Collection on Popular Mobile Phones, 2006, 8-10);

- **EEPROM** ; EEPROM' lar telefonun ilk çalışması ve sistem entegrelerinin aralarındaki iletişim kuralları bilgisi bulunur. Bu hafızaya program yüklemesi fabrikasyondur. Daha sonra müdahale veya yükle yapılamamaktadır.



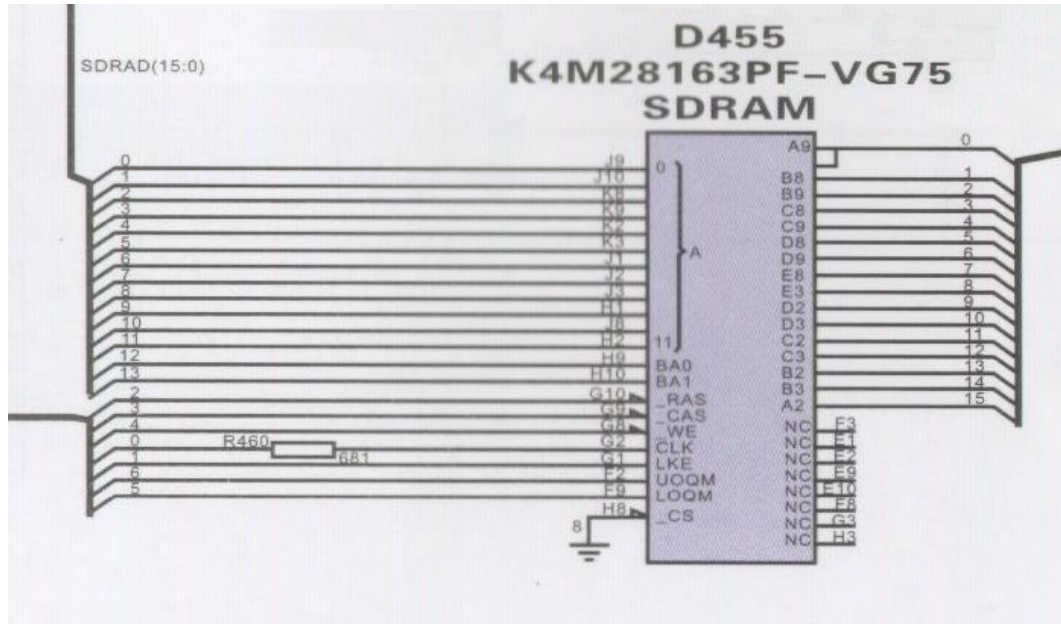
Şekil 9.8 EEPROM devre Şeması

- **Flash** ; Telefonun işletim programı ve yazılımları bulunur. Özel aparatları ve programları sayesinde Software yüklemesi veya update imkânı sağlanmıştır.



Şekil 9.9 FLASH devre Şeması

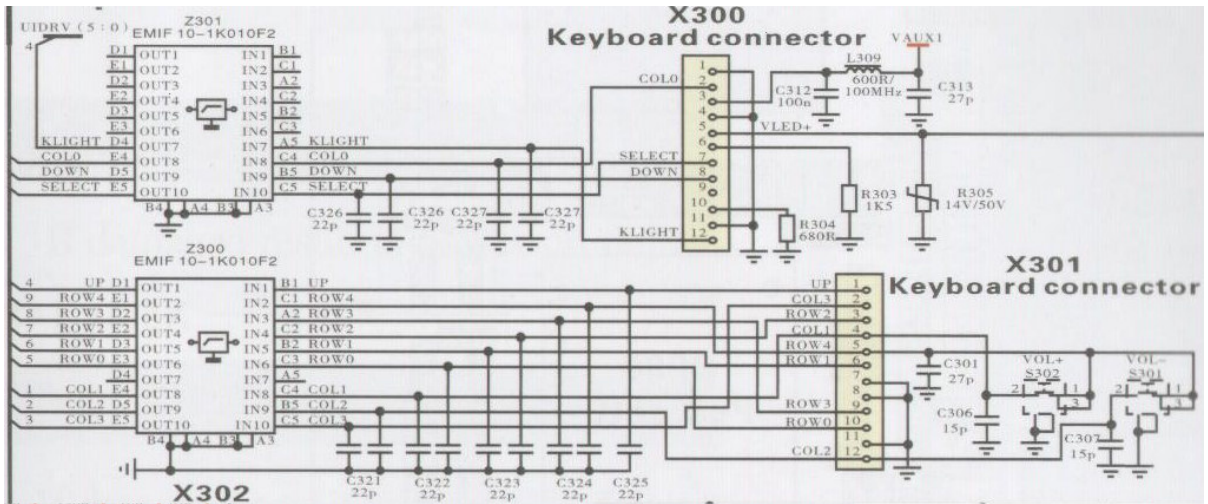
- **SDRAM (RAM)** ; Bu hafıza birimi ise kullanıcının telefondan bilgilerini kayıt yaptığı birimdir. Aynı zamanda telefon dil paketleri de bu hafızada bulunmaktadır (Bateman, 2003, 74).



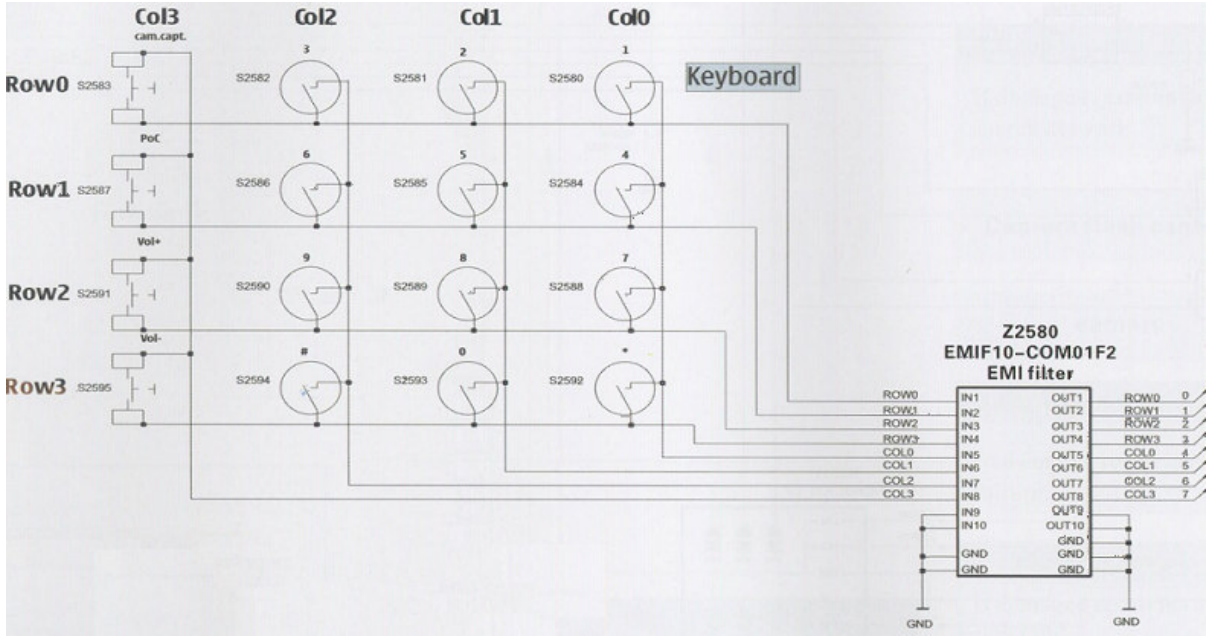
Şekil 9.10 SDRAM RAM bellek devre şeması

8. Klavye tuş takımı (Keyboard)

Telefonlarda tuş takımı matris yöntemiyle kontrol edilmektedir. Kontrolünü bir filtre üzerinden işlemci tarafından yapılmaktadır. (How to Dismantle Mobile Phones for DCT4 series, 2004, 20)



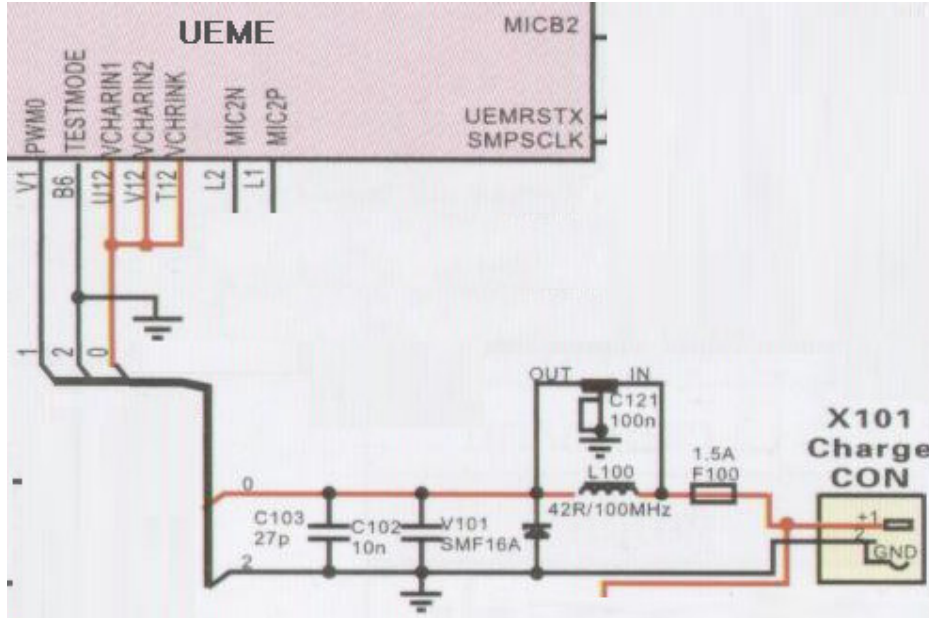
Şekil 9.11 Tuş takımı devre şeması



Şekil 9.12 Tuş takımı bağlantı şeması

9. Şarj katı (Charge unit)

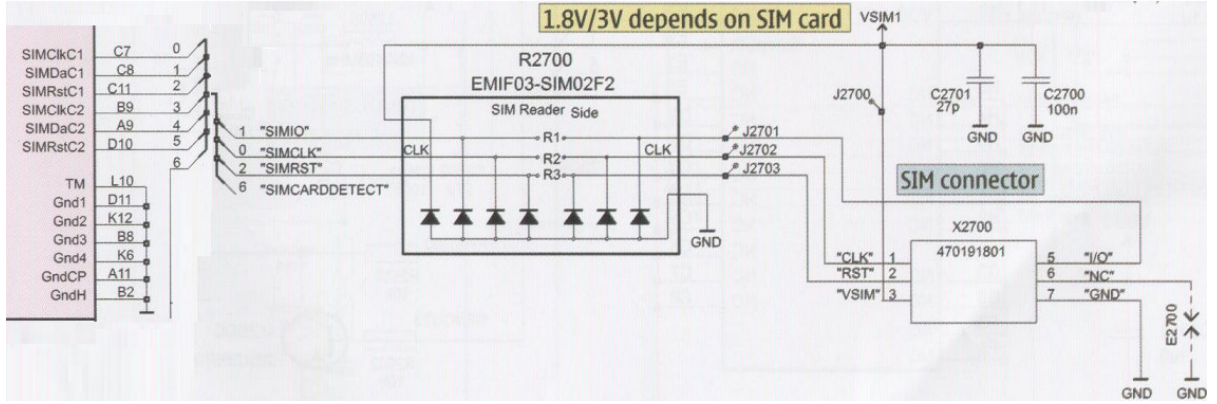
Mobil telefonun şarj üniteleri dışarıdan tam doğrultmalı 3.7 Volt 500 mA lik bir güç kaynağından şarj edilir. Kontrol devresi ise mainboard' tadır. Şarj kontrol ünitesi pil sıcaklığını ve dolun akımlarını ayarlar. Buda Power IC tarafından yapılır. Yani CCONT, UEME ve RETU 4396177 güç entegreleri (How to Dismantle Mobile Phones for DCT4 series, 2004, 11-19).



Şekil 9.13 Şarj ünitesi bağlantı şeması

10. Sim kart konektörü

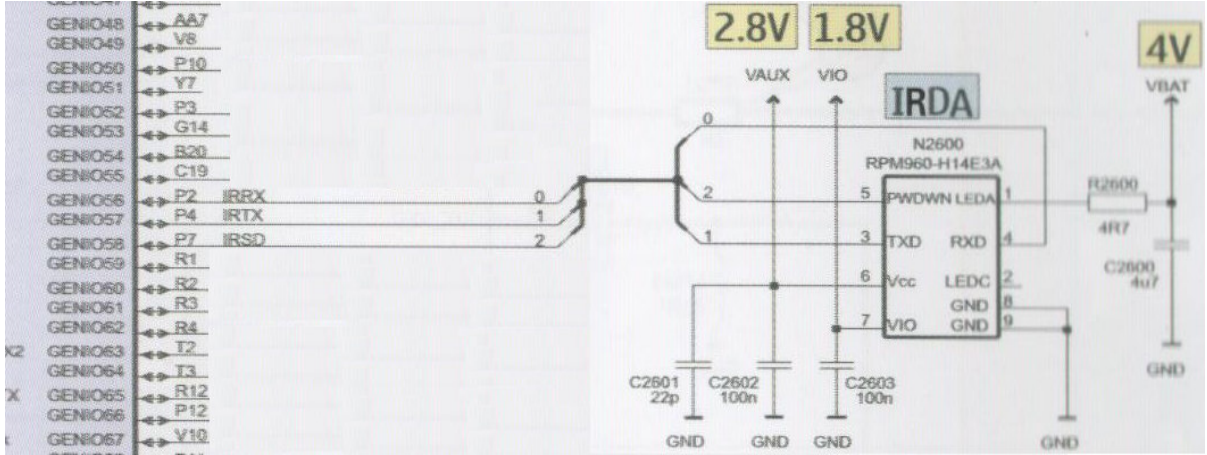
Sim kartı PIC entegre ve EEPROM entegresinden meydana gelen şifreli hafıza birimi olarak üretilmiştir. PIC entegresi gerekli yazılım ve şifre bilgisi bulundurur. EEPROM ise sistemle PIC entegre arasında ilk iletişim protokollerini içerir ve iletimin sağlanması için gerekli şifreleri karşılaştırarak sistemle PIC bağlantısını yapar(Koç, Bayır, 2003,157; universalbox.com,[12.02.2007]). Sim kart soketine sim kartı takıldığında besleme voltajı UEME tarafından 1.8 volt mu yoksa 3 volt ile besleme yapacağını kart EEPROM undan okuyarak işlem yapar. Pin kodu girişi sim kartta ki PIC entegre tarafından kontrol edilir. EMF03 üzerinden de kartın PIC entegresindeki şebeke bağlantı gerekli olan A3 ve A8 algoritmalarının alınması sağlanır.(Sim Article, [21.04.2007]; iec.org,[04.01.2007])



Şekil 9.14 Sim kartı okuyucu devre şeması

3. Ek özellikler;

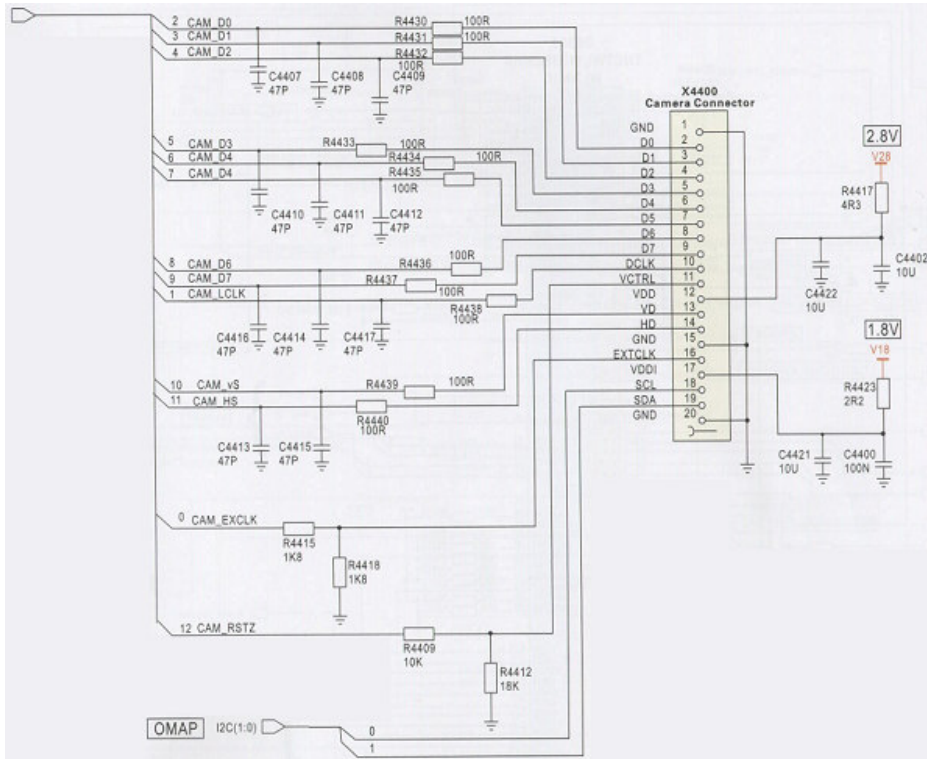
- **Kızılötesi (Infrared)** Kızılötesi (Infrared-IR) sistemleri veri taşımak için elektromanyetik spektrumda gözle görülebilir ışığın hemen altındaki yüksek frekansları kullanır. Işık gibi kızıl ötesi ışınlar da saydam olmayan cisimlerden geçemezler. Ya doğrudan iletilebilirler (görüş hattında) ya da difüzyon teknolojisi ile iletirler. Telefonlarda kızılötesi bağlantısı hemen hemen hepsinde aynıdır (Tomasi, 2005, 386-388).



Şekil 9.15 Kızılötesi (IRDA) devre şeması

1. Kamera

Ms de kullanılan kameralar çalışma yapıları, telefon modelleri geliştikçe kalitesi ve çözünürlüğü artmıştır. 350 kilo pikselden 4 mega piksele kadar çeşitleri bulunmaktadır. RM-72 modeli olan 6230i de ise 1.3 mega piksel kamera kullanılmıştır. Çalışma voltajı 2.8 voltur. Aktif durumda iken çektiği akım 8 ile 15 mA arasındadır. Bekleme konumunda iken OMAP güç kontrol entegresi besleme voltajını 0 volta çeker (Repairing Hand Book, 2005, 21)



Şekil 9.16 Kamera bağlantı devre şeması

- **Bluetooth bağlantısı Bluetooth SIG**

Dünyanın neresinde olursa olsun kısa erişimli dalga radyo sinyallerini kullanarak kablosuz ses ve veri iletişimini mümkün kılan teknolojinin ortaklaşa sözleşmesidir. Bluetooth Tarihiçesi Mavi diş ismini 10. yüzyılda İskandinavya'yı birleştiren Danimarka kralı Harald Bluetooth'dan almıştır. Bu isim, Mavi diş Özel İlgi Grubu çalışmalarında etkili olan Ericsson ve Nokia firmalarının öncülüğünde ortaya çıkmıştır. Mavi diş Özel İlgi Grubu amacı;

- Açık mimari yapıya sahip olan,
- Telif ve kullanım hakkı gerektirmeyen,
- Kablo bağlantısını ortadan kaldırarak mobil cihazların kablosuz bağlantısını sağlamaktır.

3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia ve Toshiba gibi girişimci şirketler ile 2000'in üzerinde üye şirketten oluşmaktadır. Bluetooth Kablosuz İletişim Teknolojisi, 1994'te İsveç iletişim üreticisi Ericsson da çalışan mühendisler tarafından cep telefonlarıyla bunların aksesuarları arasındaki bağlantı kablolarını ortadan kaldırmak amacıyla gücü ve maliyeti düşük arayüz olarak kablosuz iletişimi için tasarlanmıştır(Frouzan, 2007, 434).

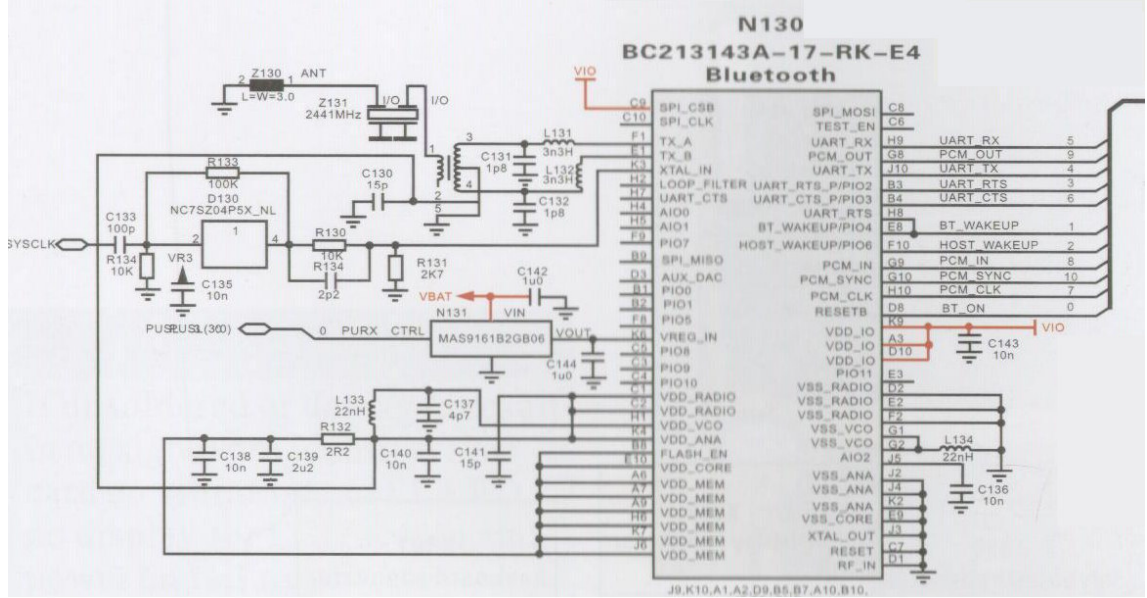
Bluetooth SIG sözleşmesi (Bluetooth Special Interest Group-SIG Özel İlgi Grubu) kablosuz iletişimin halk tarafından serbestçe ve bedelsiz olarak kullanılabilceğini bildirmektedir. Bu sözleşmedeki madde dünya çapında yaygın olarak kabul görmesinin temelini oluşturur. İletişimin çoğu kablolar üzerinden yapılmaktadır. Bu kablolar bir sürü aletlere bağlanmakta bu aletler biçim, büyüklük ve iğne sayıları bakımından çeşitli fişlerle donatılmıştır. Kabloların meydana getirdiği bu anormal sıkışıklık kullanıcılara büyük bir sıkıntı vermektedir. Bluetooth kablosuz iletişim teknolojisi, havanın arayüz olarak kullanıldığı dar alanda (ortalama olarak 30 metre) iletişim için özel olarak planlanmıştır(Frouzan, 2007, 436). Bu planlanmanın bir sonucu; güç tüketiminin çok düşük olması bu teknolojinin tipik olarak pille çalışan küçük taşınabilir kişisel aygıtlarda kullanımına olanak sağlamıştır. Bluetooth kablosuz iletişim hem ses hem de veri için olanaklar yaratmaktadır. Bu yüzden bunlardan birini ya da ikisini birden kullanarak her türlü aygıtın iletişimini mümkün kılmak suretiyle ses ve veri birleştirmede ideal bir teknoloji olmaktadır. Bluetooth kablosuz iletişimi, tüm dünyada lisans alınmadan seçilmiş bir frekans bandı içerisinde yapılmaktadır. Bluetooth kablosuz iletişim

teknolojisini kullanan aygıtlar sayesinde herhangi bir değişiklik yapılmadan nerede olursa olsun kullanılabilir. Bluetooth, teknolojik bir sözleşmenin açıklamasıdır. Bu sözleşme çeşitli şirketlerin Bluetooth SIG adı verilen bir kuruluş içinde çalışmak üzere bir araya gelişlerinin ifadesidir. Ne bir Bluetooth ana merkezi, ne bir Bluetooth ortaklığı ne de herhangi bir çeşit yasal kuruluş mevcuttur değildir. SIG, üye kuruluşlar arasında yapılmış yasal sözleşmelerle yönetilmekle birlikte bir şirket değildir. SIG, yasal bir standartlar birliği olarak yorumlanmamalıdır. Bu daha ziyade teknolojiyi tanıtan ve teşvik eden hedefi ve prensipleri olan bir birliktir (Bray, 2000, 18-21).

Teknik özellikleri;

Bluetooth standardı 10 metre uzaklığa kadar ses ve veri haberleşmesinin sağlanmasını öngörmektedir. Ancak opsiyon olarak bu uzaklık 100 metreye çıkabilmektedir. Haberleşme radyo-link bir yapıyla sağlanmakta ve kanal başına asimetrik 723.2 kbit/sn, simetrik olarak ise 433.9 kbit/sn'lik veri haberleşmesini, aynı anda 64 kbit'lik 3 adet senkron ses kanalını ve aynı anda bir adet senkron ses, bir adet asenkron veri kanalını da destekleyebilmektedir. Frekans bandı 2.4 GHz ile 2.48 GHz arasındadır (Frouzan, 2007, 438-439). Bu bandın kullanımı lisanssız olup endüstriyel, bilimsel ve medikal (ISM) bant olarak adlandırılmaktadır. Kanal sayısı 1 MHz'lik aralıklarla toplam 79 adet olmakla birlikte Fransa ve Japonya'da 23 adedi kullanılmaktadır. Giriş tekniği olarak, Zaman Bölmeli Çoklu Giriş (TDMA, Time Division Multiple Access) tekniğinin bir türeği olan Zaman Bölmeli İkileme (TDD, Time Division Duplexing) tekniği kullanılmaktadır. Çevre gürültülerine bağışık olabilmesi için ise Frekans Atlamalı Yayılmış Spectrum (FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum) tekniğini FM modülasyonla birleştirerek kullanılmaktadır. Taşıyıcı frekansı saniyede 1600 atlama yapmakta, bir başka deyişle saniyede 1600 defa kanal değiştirmekte, dolayısıyla ortam gürültüsü ve karışımdan etkilenme asgari düzeye inmektedir. Temel band (Baseband) modülasyonu olarak da GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) modülasyon tekniği kullanılmaktadır (Brent, 2001, 47).

RF (Radyo Frekansı) çıkış gücü nominal 0dBm (1 mW), opsiyon olarak da 20dBm (100 mW) olarak belirlenmiştir (global.kyocera.com, [01.05.2007])



Şekil 9.17 Bluetooth devre şeması

2. **MMC(Multi Media Card) Kart bağlantısı** Flash Bellekler, güç kesintisinde dahi içerdiği bilgileri kaybetmeyen ve tekrar tekrar yazılıp silinebilen bir bellek çeşididir. Flash belleklerin yapısı RAM'lara, kullanımı Hard Disk'lere benzer. Flash belleklerin yapısı mekanik değildir; elektrondur. İçerisinde hareket eden bir parça yoktur. Bu özelliklerinden dolayı bu tarz bellekler "solid-state" olarak, yani "durağan" olarak adlandırılırlar. Hareket eden parça olmamasından dolayı hassasiyet değerleri yüksek değildir ve özellikle mobil alanda kullanımları çok yaygındır. MP3 Player'larda, cep telefonlarında, el bilgisayarlarında, dijital fotoğraf makinelerinde ve dijital görüntü aygıtlarında yaygınca kullanılırlar (Bateman, 2003, 57-59).

Flash bellekler, bir EEPROM çeşidi olarak adlandırılabilir. "Elektriksel olarak programlanabilen sadece okunabilen bellek" olarak çevirebileceğimiz EEPROM'ların üzerindeki veriler elektriksel yolla değiştirilebilir. Sadece okunabilir bellek denilmesinin sebebi, bilgilerin kalıcı olmasından kaynaklanır. Klasik bellek yapılarından bilindiği üzere, flash bellekler de hücrelerden oluşur. Her hücrenin kendi transistörleri vardır. Bilgisayar ortamında bilgiler 0 ve 1'lerden oluşur. 0'lar düşük voltaj, 1'ler ise yüksek voltaj anlamına gelir. Veri yazılmak istendiği anda, transistörlerin voltaj seviyeleri değiştirilerek bilgiler yazılır / silinir / yenilenir. Flash belleklerin genel özelliklerini ise şöyle sıralayabiliriz (universalbox.com, [12.02.2007], 8-9):

Ufak boyut: eşidine göre, kredi kartının yarısı veya çeyrek büyüklüğünde olabilir.

Sessiz, hafif

Hızlı erişim

Sağlam yapı

Günümüzde birkaç çeşit Flash Bellek çeşidi bulunuyor. Bunların başlıcaları şöyle:

CompactFlash

SD (Secure Digital)

MultimediaCard

Memory Stick

Smart Media

MultimediaCard (MMC) ve Secure Digital (SD)

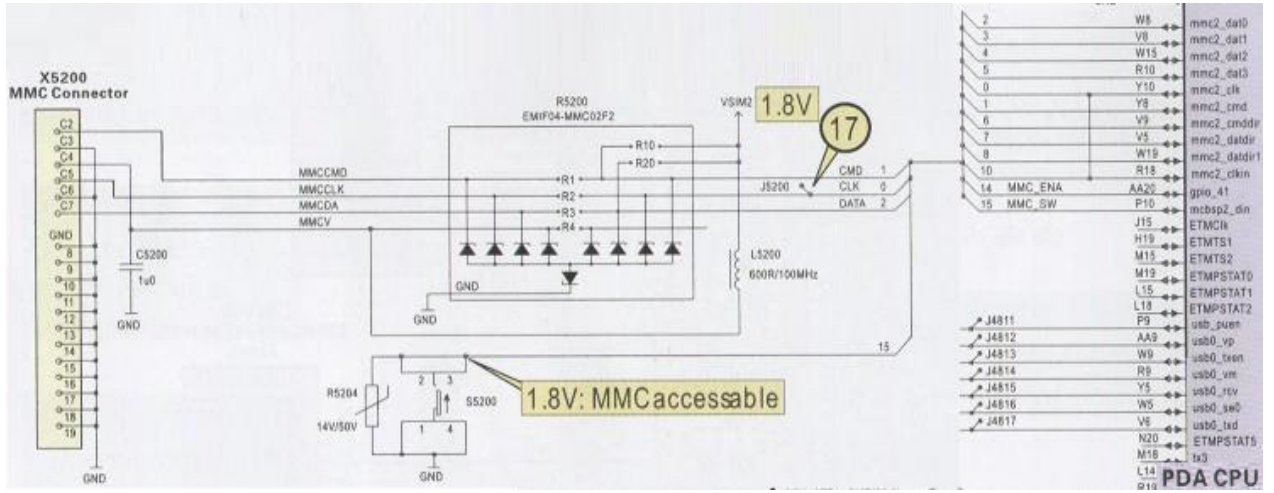
MMC, 1997 yılında Sandisk ve Siemens tarafında geliştirilen ufak yapıdaki flash bellektir. Pul büyüklüğündedir. MMC'ler ağırlıklı olarak PDA'lar, telefonlar ve bazı dijital fotoğraf makinelerinde halen destekleniyor. En son ulaşılan kapasite 4 GB. MMC ile aynı boyutlarda (çok ufak kalınlık farkını saymazsak) olan Secure Digital (SD) kartlar, MMC kartların yerini yavaş yavaş alıyor.

MMC ve SD kartlar yüzeysel olarak aynı boyutlar ve cihazınız eğer SD kart destekliyorsa, buna MMC kartları da takabilirsiniz. Yani bir uyumluluk söz konusu fakat sadece MMC destekli bir aygıtta SD kart takamazsınız. SD kartlar, MMC kartlardan daha kalın olduğundan böyle bir uyumsuzluk oluyor. Kalın olma sebebi ise farklı kontrolcü ve yapısal iç değişikliklerin olmasıdır.

SD kartlar, yine Sandisk başta olmak üzere Matsushita(Panasonic) ve Toshiba tarafından geliştirildi. Geliştirilmiş kopya koruma sistemi vaat ediyor. Bu kopya koruma sistemi, yazma koruması ile karıştırılmalı. Buradaki koruma sistemi telif haklarıyla ilgili. Örneğin, telif haklı bir müzik dosyasını sadece kendi bilgisayarınızda kopyala bilirsiniz. Bir tür şifreleme tekniği getiriliyor. SD kartların okuma hızları kapasiteleri ile doğru orantılı olarak artıyor. SD kartlar, CompactFlash'tan daha ufaklardır ve kullanım alanları ufak olmalarından dolayı zamanla genişliyor. MMC, SD, CF ve MS'den başka Smart Media adlı bir Flash bellek çeşidi daha var. Fakat bu ürün yerini diğer flash belleklere bırakıyor. Yeni taşınabilir cihazlarda bu standart desteklenmiyor (universalbox.com, [12.02.2007],

13). SD kartlar özellikle telefonlarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılıyor. Hafıza kart çeşitleri su şekildedir;

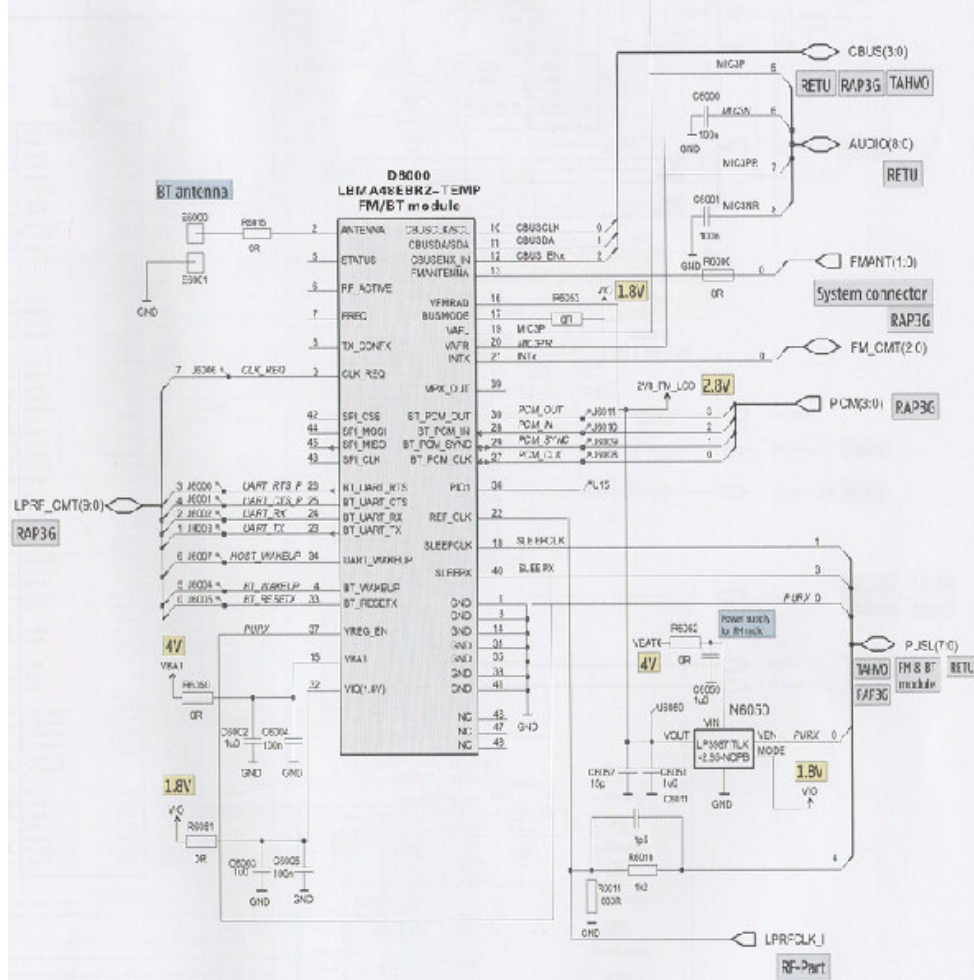
- sd kart(128 mb 256 mb 512 mb 1 gb)
- Mini sd (128 mb 256 mb 512 mb 1 gb 2 gb)
- microSD (128mb 256mb 512mb 1gb 2gb)



Şekil 9.18 MMC Kart bağlantı devre şeması

3. Radio

Rm-72 Mobil Telefon radyo katında normal kullanılan radyo sistemindeki tank devrelerinin tümleşik devresi bulunmaktadır (Tele service, 2007, 13)



Şekil 9.19 Radio bağlantı devre şeması

4. **WLAN (Wireless Local Area Network)** WLAN, kablolu bağlantıya olan ihtiyacı azaltıp ve yeni uygulamaları mümkün kılıp network'e yeni esneklikler sağlayan veri iletişim sistemidir (William, 2005, 35). Kablolu LAN'ın bir uzantısı ya da alternatifi olarak uygulanan esnek veri iletişim sistemidir. Mobil WLAN kullanıcıları, bir toplantıya katılıyormuş, diğer kullanıcılarla birlikte çalışıyormuş gibi ya da diğer bir kampüse gidiyormuş gibi bilgilere ve network kaynaklarına ulaşabilir. WLAN' lar sayesinde network'un kendisi mobildir. WLAN sağlık,

perakende, üretim, depolama veya akademik çalışmalar gibi dikey pazarlarda etkisini gösterdi ve şimdilerde daha geniş iş alanlarında uygulanabileceğini göstermektedir.

Yaygın Band Spektrumu

Çoğu kablosuz LAN sistemi yaygın band spektrum teknolojisini kullanır(askeriye tarafından güvenilir ve güvenli kritik görev iletişiminin kullanılabilmesi için geliştirilen radyo frekansı). Dar banda göre daha fazla band genişliği kullanır ve alıcının yayınlanan yaygın band sinyallerinin parametrelerini bileceği şekilde daha yüksek ve dolayısıyla algılanması daha kolay sinyaller yaratır(Tuttle, 2003, 92; Oestges, 2007,81).

Dar band Teknolojisi

Dar band radyo, sadece bilginin geçişi için radyo sinyal frekansını mümkün olduğunca dar tutmaya çalışır. Farklı kullanıcıları farklı kanallara doğru bir şekilde yönlendirerek iletişim kanalları arasındaki istenmeyen konuşmaları engellenmiş olur (Tuttle, 2003, 95).

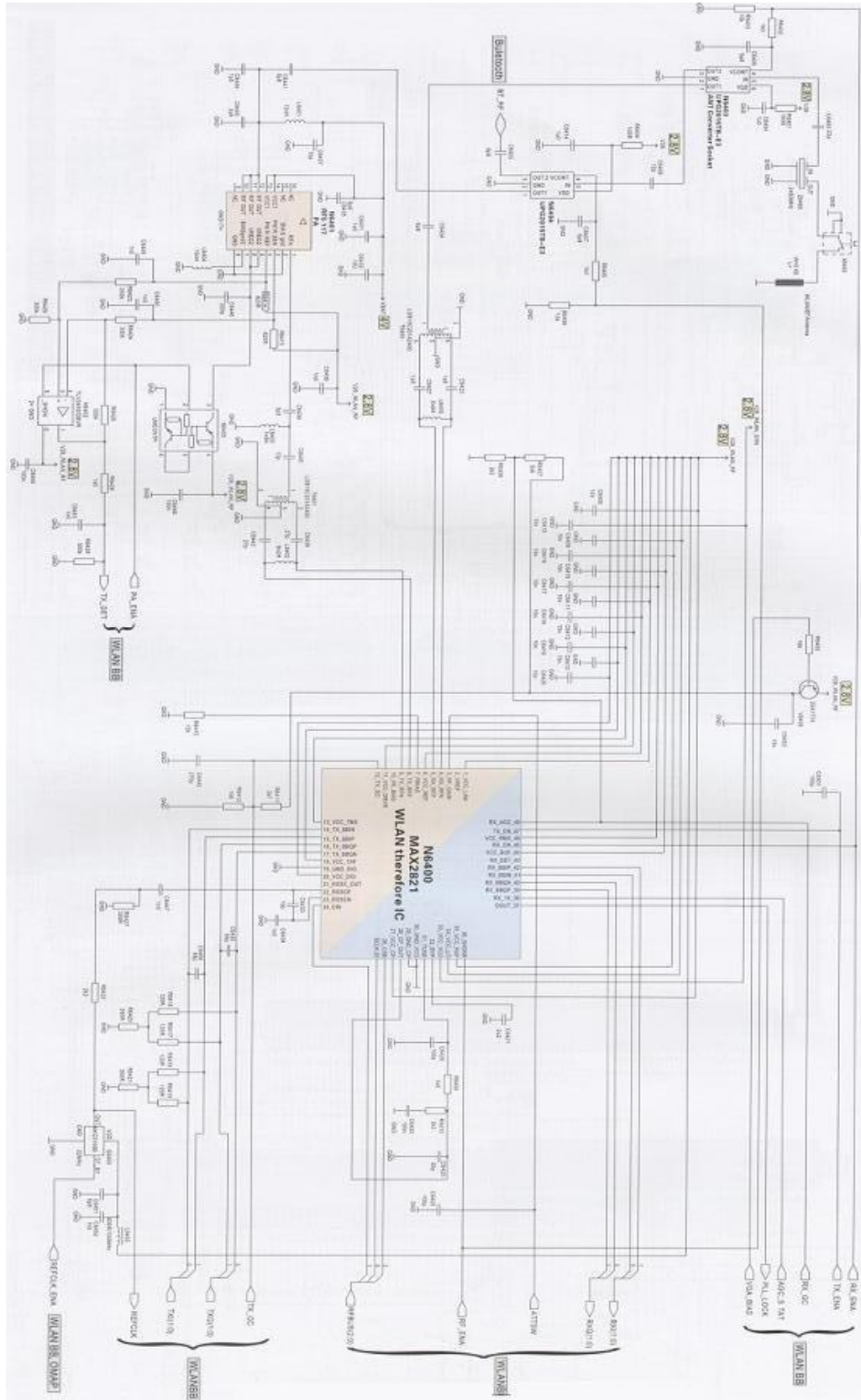
Özel telefon hatları radyo frekanslarına benzer. Bir mahalledeki her evin kendi telefon hattı olduğunda bir evdeki insan diğer bir evdeki insanların telefon konuşmalarını dinleyemezler. Radyo frekanslarının iletişim mesafesi ürün tasarımına (iletilecek güç ve alıcı tasarımına da) ve özellikle iç mekânlarda yayılma yoluna bağlıdır.

WLAN sistemi için mesafe 30 m ile 150 m arasında değişir. Kapsama alanı genişletilebilir ve mikro hücreler sayesinde dolaşım yaparak gerçek mobilite özgürlüğü yaşanılmış olur(Agraval, 2003, 122).

WLAN'daki veri akışı;

- Ürüne ve ürün konfigürasyonuna,
- Havadaki dalga yoğunluğu(kullanıcı çokluğu),
- Mesafe ,
- Çoklu yol gibi nüfuz etmeye etki eden faktörler ,
- Kullanılan WLAN sisteminin tipine bağlıdır.
- Tipik veri hızı 1Mbps ve 11 Mbps arasında değişir.

Kablosuz LAN'ler çoğu kablolu sisteme göre daha yüksek güvenlik sağlarlar. İstenmeyen alıcıların kablosuz WLAN trafiğine dâhil olmaları oldukça zordur. Karmaşık kodlama teknikleri çoğu gelişmişler de dâhil olmak üzere network trafiğine izinsiz erişimi imkânsız kılar. Kablosuz LAN sistemlerinin çıkış gücü oldukça düşüktür hatta cep telefonlarından bile daha düşüktür. Radyo dalgaları mesafeler arasında hızlı olduğundan, o kablosuz LAN sistemi içerisinde radyo frekansı enerjisine çok az maruz kalır. Performans IEEE 802.11b standardını destekleyen 11 Mbps hızındaki kablosuz ağlar, 2.4 GHz'lik frekans bandında çalışıyorlar IEEE'nin kısa süre önce yayınladığı 802.11a spesifikasyonu, kablosuz cihazların 54 Mbps veri hızını destekleyen 5 GHz'te çalışmasını olanaklı kılıyor. 5.7 GHz bandı ise, 100 Mbps'lık hızları gündeme getiriyor(Oestges, 2007, 124-127).



Şekil 9.20 WLAN Devre şeması (Teleservice, 2007, 17)

10. Mobil Telefon Tamir Yöntemleri

Mobil telefonların iç mimarisinden bahsettik. Günlük hayatımıza giren bu cihazların garanti sürelerince bakım ve onarımı satıcı firmalar tarafından verilmek zorundadır. Her firma kendi pazarladığı cihazların garanti takibini kurmuş olduğu yetkili servislerinde yapmaktadır. Cihazların bakım ve onarımı bu yetkili servislerde dört kademe yapılmaktadır.

10.1. Birinci Kademe Tamir

Birinci kademe mobil cihazın programlanması ve yazılımının güncellenmesi yapılmaktadır. Mobile telefonların arıza takibinde test programlarında ilk yazılımları kontrol edilir. Cihazlarda birçok arıza programsal nedenlerden kaynaklanmaktadır. Mesela cihazlara telefonların kilitlemesi, sim tanımama, şebeke çekmeme, resetleme, açılmama ve menü eksiklikleri gibi yazılım arızaları cihazların programlarının güncellenmesi suretiyle düzeltilmektedir.

10.2. İkinci Kademe Tamir Yöntemi

İkinci kademe tamirde ise cihazın soketli aparatlarının değiştirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Mobil cihazların içyapılarında en çok arıza yapabilecek parçalar soketli olarak üretilmiştir. Bu şekilde arızalarda parça değişimi basite indirilmiştir. Bu tip parçalar şu şekilde sıralayabiliriz; Ekran, şarj soketi, kulaklık, mikrofon, batarya konektörü, kapak ve kasa gibi. Ekran değişimi düşme sırasında çatlama, kırılma gibi veya sıvı temas durumunda ekran çıkmama durumunda değiştirilir. Diğer soketlerde temassızlık veya deformesi sonucu değiştirilir.

10.3. Üçüncü Kademe Tamir Yöntemi

Üçüncü kademe tamir ise ara devre elemanlarının değiştirilmesidir. Direnç, kondansatör, transistör, diyotların değiştirilmesini kapsamaktadır. Bu kademe cihazların sigorta dirençleri, kısa devre durumuna geçen kondansatörlerin ve değerliği bozulan dirençlerin değiştirilmesini kapsamaktadır. Bununla birlikte lehimli soketler ve ekranların değiştirilmesi bu kademe yapılmaktadır. Ayrıca driver ve IC

entegreleri olarak kullanılan ara devre elemanları, Power Module, anten switch, tuş entegresi, ışık entegresi arızaları üçüncü kademedeki yapılmaktadır.

10.4. Dördüncü Kademe Tamir Yöntemi

Dördüncü kademe tamir, mobil telefonlarının ana kartlarında bulunan UEME, CPU, Flash, Helega gibi tümleşik entegrelerin değiştirilmesini kapsamaktadır. Bu entegrelerin değiştirilmesi farklı bir kademedeki yapılmasının iki nedeni vardır; Birinci nedeni bu ana entegrelerin değiştirilmesi en zor işlem olması ve özenle değiştirilmesi gerekliliği, ikinci nedeni ise cihazın kimlik bilgilerinin bu entegrelerde kayıtlı olması değişimi durumunda cihaz kimliğinin tekrar yazılması gibi önemli durumlar olduğu için sorumluluk nedeniyle ayrı bir kademedeki olması planlanmıştır.

10.5. Servislerde Tamir Edilemeyen Arızalar ve Yeni Yöntemler

İşlemci flash ve ueme entegreleri alttan bacaklı olup ve de bacak aralıkları çok sık oldukları için servislerde eskisi söküldükten sonra yenisi ile değiştirilmektedir. Fakat cihazlarda arızaların en büyük nedeni soğuk lehim ve sıvı temas kaynaklanmaktadır. Yani telefonlarda bu geniş tabanlı entegrelerin düşme durumunda ve kasilma durumlarında bazı bacaklarında lehim kopması meydana gelmektedir kısaca soğuk lehim olarak adlandırılan bu durumda entegre bozulmamaktadır. Yalnızca temas etmeyen hat üzerinde bulunan kısım görevini yerine getiremediği için test cihazlarında entegre arızası olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde suya düşen cihazlarda buna benzer durumla karşılaşmaktadır. Sıvı temas durumunda anakart üzerindeki entegrelerin alt kısımlarına da sıvı girmektedir. Entegre bacaklarının çok sık olması ve elektriğin üzerlerinde olması sıvı temas eden bacaklarda elektroliz oluşmasına neden olmaktadır. Bu sebeple bacaklar üzerinde oksitlenme ve kopmalar oluşmaktadır. Bu yüzden cihazda aşırı akım çekme ve birçok sorunlar çıkmaktadır. Test cihazları soğuk lehimde olduğu gibi bağlantısında sorun olan entegrenin arızalı olduğunu göstermektedir. Servis elemanları entegreyi değiştirerek bu arızaları düzeltmektedir.

Burada servislerin yaptıkları bir eksik olarak söyleyebileceğimiz durum söz konusudur, değiştirilen entegrelerde arızalı olma ihtimali yok denecek kadar çok düşüktür. Bu nedenle değişim yapılan entegreler sıvı lehim kullanarak kalıp ile tekrar ayak yapılarak dönüşümü sağlanabilir. Bu şekilde hem entegre değişmemiş oluruz maliyeti indirmiş oluruz ve de entegreler değiştirildiğinde yeni takılan

entegrede program olmadığı için cihaz tekrar programlanması gerekecektir ama kendi entegresi tekrar takıldığında bu işleme de gerek olmayacağından zamandan da kazanç sağlamış oluruz.

Son olarak bu kademelerde tamir edilemeyen ve arızası devam eden telefonlar anakart arızası teşhisi ile değişim yapılır. Değişim işlemleri aynen yeni bir telefonun ithal edilmesi için gereken tüm işlemlerde olduğu gibi aynı işleme tabidir. Takılacak kartın kimlik bilgileri kayıt altında olması gerekmektedir. Bu nedenle anakart değişim maliyeti üretici firmaya yeni bir telefonun maliyetine yakın bir fiyata mal olmaktadır. Prosedürler ve yasal işlemler nedeniyle harcanan zamanda göz önüne alındığında servis kalitesini ve müşteri memnuniyetini de etkilemektedir.

10.6. Path (Ayak Bağlantısı) Kopuğunun Giderilmesi

Entegre değişiminde olduğu gibi anakart değişiminde de kart üzerindeki bağlantı noktalarında ve entegre altındaki ayaklarda (path) kopukların oluşması durumunda servislerde kart değişimi yapılmaktadır. Lakin bu kopuk yollar servislerde yapılmamaktadır. Kopan hatlar jumper atmak suretiyle giderilebilmektedir. Kopuk pathler ise tamiri pek mümkün gibi görülmemektedir. Entegre tabanına giden bu yollar pertinansın ikinci ve üçüncü katmandan iletimi sağlanmaktadır. Bu yöntemlerden biri kopuk hattın jumper (tel atma) yöntemiyle giderilmesidir. Bu yöntem iki türlü yapılmaktadır; birincisinde devre şeması kullanılarak arıza takibinin yapılarak hat takibiyle kopuk yolun tel atmayla düzeltilmesidir. İkincisinde ise entegreler altındaki kopuk ayakların (path) alt bağlantı yolunun kazınarak açılmasıyla lehimle doldurularak düzeltilmesidir. Mobil telefonlarda anakart yedi katmandan oluşmaktadır. Orta katman şaseyi oluşturmaktadır. Arka ikinci katman ise besleme hattıdır. Ön ikinci katman RF katı için kullanılmaktadır. Ön üçüncü ve arka üçüncü katman ise data hattı için kullanılmaktadır. En üst arka ve ön katmanlarda ise yakın parçalar arası iletim hatları bulunmaktadır. Düşme ve esneme esnasında bu katmanlar arasındaki geçiş atlamalarının (jumper) kırılmasıyla hat kopukluğu oluşmaktadır. En üst noktada oluşan kopuk aslında bir alt katmandan gelmektedir. Entegreler arası kopuğun giderilmesi için jumper atma imkânı yapılamamaktadır. Çünkü bacak aralarının 0,3 mm olması ardan hat geçmesine engel olmaktadır. Bu yüzden kopuk ayağın kazılarak altındaki hattın bağlantının sağlanması suretiyle arıza giderilebilmektedir. Kırılan hattın yeterli incelikte çelik tel ile bölgenin selülozik

tinerle nemli tutularak alt bağlantı ayağı(path) çıkarılır. Sıvı lehim ile 370 derecelik ısı ile path lehimle kabartılır ve sonra parça takılarak tamir gerçekleştirilir.

10.6. Laglı (Silikonla Yapıştırılmış) Entegrelerin Değiştirilmesi

Bunların dışında yetkili servislerin yetersiz kaldığı diğer bir husus ise anakart üzerinde geniş tabanlı entegrelerin bir kısmı soğuk lehim arızasını minimuma indirmek için lag dediğimiz krozif madde ile anakart üzerine sabitlenmiştir. Bu entegrelerden kaynaklanan arızalarda anakart direk değiştirilmektedir. Bunun yerine arızalı silikonlu entegrenin board üzerinden kaldırılarak silikon temizlenerek yenisinin değiştirilmesi suretiyle arızanın giderilmesidir. Bu yöntemde anakart tutucular ile sabitlenir. Değiştirilecek olan entegre üzerine petrol türevi saf alkol ile reçine karışımını kenarlarına gelecek şekilde sürülür. Sıcak hava tabancasıyla 430 derecede ısıtılarak silikonun yumuşaması ve lehimlerin sıvı hale gelmesi beklenir. Yeterli sıcaklıkta iken entegrenin uygun bir köşesinden cımbızın bir ucuyla altından esnetilerek kaldırılır. Entegre söküldükten sonra zemindeki lehimler temizlenir. Temizlenen zemine alkol ve reçine karışımı sürülerek 380 derecede anakart ısıtılarak ağzı dar ve düz bir neşter ile kart üzerinde kalan silikonlar temizlenir. Daha sonra yeni entegre takılmasıyla veya eski entegreye ayak yapılarak takılır ve işlem tamamlanır. Bu yöntemler tamirde verimliliği 4. kademe %60-65 lerden %90-95 lere çıkarmaktadır.

11. SONUÇ

Son yıllarda hızla hayatımıza giren cep telefonların nasıl çalıştığı ve bir telefonda diğer telefona kadar aradaki istasyonların, alanların, platformların ve bunları sağlayan IT sistemin nasıl çalıştığı araştırılmıştır. Yeni kullanılan bu iletişim teknolojisinin rekabetin etkisiyle çok büyük bir yol katmaktadır. 1991 den itibaren kullanıma başlayan ve ikinci nesil haberleşme sistemi olan GSM sistemi başlangıçta yalnız 900 MHz yayın bandı kullanıyordu. Bu dönemde haberleşmede yalnız ses iletimi gerçekleştirilmekteydi. Kullanım aşamasında ihtiyaçların artmasıyla SMS ile haberleşme sisteme dâhil edilmiştir. Bunun takiben Modem bağlantı eklenmiştir. İhtiyaçların daha da büyümesiyle 900 bandı yetersiz kalmaya başladı ve 1800 Mhz sistemi geliştirildi. Telefonlarda Dual Band sisteminin girmesiyle birlikte GPRS bağlantısı ve internet kullanımını başlandı. Renkli ekranların telefonlarda kullanılmaya başlanmasıyla birlikte kameralı telefonlarla tanıştık ve bu takiben mültimedya telefonlarda kullanılmaya başlanmasıyla daha kapsamlı telefonlar üretildi. Bu gelişmeyi takiben üçüncü nesil haberleşme geliştirilmektedir. Bu sistemle görüntülü görüşme ve interaktif iletişim olanaklı hale gelmektedir.

Mobil telefonlar bu kadar hızlı gelişmeyle birlikte artık hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Mobil telefonların nasıl bir iletişim kurdukları ve içyapısının hangi elemanlardan oluştuğu, bu elemanlarının çalışma şekilleri ve devre şemaları belirtilmiştir. Böylece MS (Mobil Station) Cep telefonunun ortak özellikleri hakkında genel bir bilgi edinme amaçlanmıştır. Bununla birlikte cep telefonlarının tamirinde arızaya göre değişmesi gereken parçanın hangisi olduğu daha kolay tespit edilebilmektedir.

Mobil telefon yetkili servislerinde uygulanan tamir yöntemleri 4 kademe yapılmaktadır. Birincisinde mobil cihazın programlanması ve yazılımının güncellenmesi yapılmaktadır. İkinci kademe tamirde ise cihazın soketli aparatlarının değiştirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Üçüncü kademe tamir ise ara devre elemanlarının değiştirilmesidir. Direnç, kondansatör, transistör, diyotların değiştirilmesini kapsamaktadır. Son kademe tamirde ise UEME, CPU, Flash, Helega gibi tümleşik entegrelerin değiştirilmesini kapsamaktadır. Son kademe tamirde de

arızası giderilemeyen cihazların anakartı değiştirilerek tamir yoluna gidilmektedir. Bütün yetkili servislerde geçerli olan bu yöntemler uygulanırken birçok devre tamiri mümkün iken yol kopuğu nedeniyle ve de silikon ve lag yöntemiyle yapılandırılmış entegrelerden kaynaklanan hatalardan kaynaklanan sorunlarda müdahale edilememektedir. Çünkü bilgisayar kontrollü devre tamiri uygulandığından kopuk hatlarda ve soğuk lehimlerde iletim hattı üzerindeki parçanın arızalı olduğu tespitinde bulunmaktadır. Bu parça değiştirildiği halde arıza devam ediyorsa ana kart değişimi yapılmaktadır veya arızalı gösterilen parça devreye silikon ile sabitlenmişse yine anakart değişimi yapılmaktadır. Bu Yüzden 3 ve 4 seviye tamire gelen cihazların yüzde kırk civarında anakart değişimi kararı ile tamirleri sonlandırılmaktadır. Biz bu kademelere iki yöntem daha ekleyerek tamirde verimliliği çok daha iyi seviyelere çıkarılması amaçlanmıştır. Bu yöntemlerden biri kopuk hattın jumper (tel atma) yöntemiyle giderilmesidir. Bu yöntem iki türlü yapılmaktadır; birincisinde devre şeması kullanılarak arıza takibinin yapılarak hat takibiyle kopuk yolun tel atmayla düzeltilmesidir. İkincisinde ise entegreler altındaki kopuk ayakların (path) alt bağlantı yolunun kazınarak açılmasıyla lehimle doldurularak düzeltilmesidir. Mobil telefonlarda anakart yedi katmandan oluşmaktadır. Orta katman şaseyi oluşturmaktadır. Arka ikinci katman ise besleme hattıdır. Ön ikinci katman RF katı için kullanılmaktadır. Ön üçüncü ve arka üçüncü katman ise data hattı için kullanılmaktadır. En üst arka ve ön katmanlarda ise yakın parçalar arası iletim hatları bulunmaktadır. Düşme ve esneme esnasında bu katmanlar arasındaki geçiş atlamalarının (jumper) kırılmasıyla hat kopukluğu oluşmaktadır. Kırılan hattın yeterli incelikte çelik tel ile bölgenin selülozik tinerle nemli tutularak alt bağlantı ayağı(path) çıkarılır. Sıvı lehim ile 370 derecelik ısı ile path lehimle kabartılır ve sonra parça takılarak tamir gerçekleştirilir. Diğer ek yöntemse silikonlu entegrelerinin değiştirilmesidir. Board tutucular ile sabitlenir. Değiştirilecek olan entegre üzerine petrol türevi saf alkol ile reçine karışımını kenarlarına gelecek şekilde sürülür. Sıcak hava tabancasıyla 430 derecede ısıtılarak silikonun yumuşaması ve lehimlerin sıvı hale gelmesi beklenir. Yeterli sıcaklıkta iken entegrenin uygun bir köşesinden cımbızın bir ucuyla altından esnetilerek kaldırılır. Entegre söküldükten sonra zemindeki lehimler temizlenir. Temizlenen zemine alkol ve reçine karışımı sürülerek 380 derecede anakart ısıtılarak ağzı dar ve düz bir neşter ile kart üzerinde kalan silikonlar temizlenir. Daha sonra yeni entegre takılmasıyla veya eski entegreye ayak yapılarak takılır ve işlem tamamlanır. Bu yöntemler

tamirde verimliliği 4. kademede %60-65 lerden %90-95 lere çıkarmaktadır. Ancak birinci yöntemin uygulanması ve zaman kullanımı performansı etkilemeyecek boyutta olmasına karşılık ikinci yöntemde ise teknik elemanın zamanını diğer tamirlere nazaran daha fazla harcamaktadır. Buna karşılık değişim kararı alınmış telefonlardaki prosedür ve bekleme süresi göze alındığında ise mantıklı bir yöntemdir.

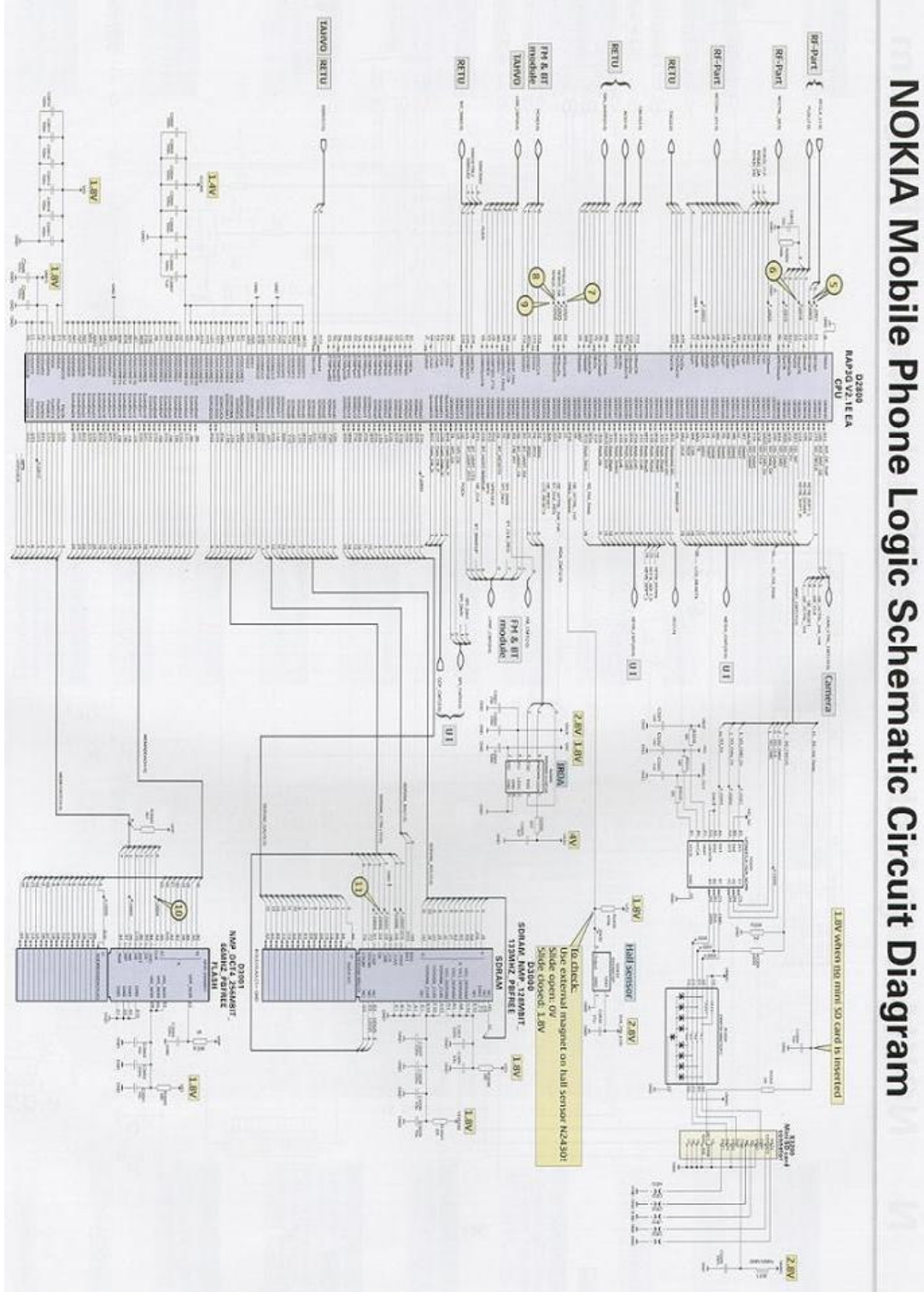
KAYNAKÇA

- Agrawal, D., Zeng, Q. 2003. **Introduction to Wireless and mobile System.**
Pasific Grove, CA, NJ: Brooks Thomson Learning
- An asic aproach to the Power IC Design. [12.03.2007]. Power IC System MS.
www.ieeexplore.org/0091050.pdf
- Ateş, Osman. 2007. Mobil Haberleşme Sistemleri.
Türk Telekomunikasyon Kurumu. Ankara.
- Bateman, Bruce. (2003). **High-Speed SRAM Design.**
Sunnyvale, CA: MicroUnity Systems Engineering.
- Bayrakçı, H. Ergun. 2002. **Uydu ve Hüçresel Mobil Haberleşme Sistemleri.**
İstanbul: Birsen Yay.
- Behrouz, A.Forouzan. 2007. **Data Commnications and Networking.** 4. Baskı.
Toronto: McGray Hill Edition.
- Bekkers, Rudi. 2001. **Mobile Telecommunication Standards;UMH,GSM,TETRA.**
Handover.
- Bilişim Teknolojileri Risk Yönetimi. [21.02.2007]. GSM IT Sahtekârlık Yönetimi.
www.kamubib.tbd.org.tr/dokumanlar/cg2.doc
- Bluetooth. [01.05.2007]. Bluetooth RF Module.
www.global.kyocera.com/prdct/bltrf.pdf
- Bray, Jennifer, Charles F., Sturman. (2000). **Bluetooth: Connect Without Cables.**
Hardcover.
- Brent, A. Miller, Chatschik, Bisdikian. (2001). **Bluetooth Revealed; The Insiders
Guide to an Open Specification for Global Wireless Communications.**
2. Baskı. Belin: Paperpack.
- Bud, Taddiken. (2003).**Broadband Design for Wireless and Wired Systems**
PL: Microtune.
- Candan, Murat. 2002. Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri. Uzmanlık Tezi.
Türk Telekomunikasyon Kurumu. Ankara.

- Cellular Power IC pack. [12.03.2007]. Power IC Cellular phones.
California Eastern Laboratories/ ACTA Academia.
www.engine.cpvip.com/an1040.pdf
- Chandran, N., Valenti M.C. 2001. **Three Generations of Cellular Wireless System.**
IEEE Potentials.
- Couch, L. 2000. **Digital and Analog Communication System.**
Upper Saddke River, NJ: Prentice Hall Ed.
- Davis, Paul. (2003). **RF ICs for Cellular and Cordless Telephones**
Paris: AT&T Bell Labs.
- Diagrams Collection on Popular Mobile Phones. 2006. Volume 5.
China / Sengzen: Nokia Co.
- European Handset Maker. (19.04.2005). Adopts Area II for GSM/GPRS Platform.
Tele-Service News Digital
- Global System for Mobile Communication (GSM). [04.01.2007].
www.iec.org
- Heine, Gunnar, Matt, Horner. 1999. **Gsm Networks;Protokols, Terminology and Implementation.** Berlin: Artech House.
- How to Dismantle Mobile Phones for DCT4 series. 2004.
China: Universal Edition.
- Keser, Şevket. 2002. GSM (Hücresel Telefon Sistemleri). S.Demirel Ü.
Fen Bilimleri Enstitüsü
- Koç, Taner, Nuhi Bayır. 2003. **GSM.**
İstanbul: Beta.
- Lahne, P.H., Petterson, M. 1999. **An Owerview of Smart Antenna Technology for Mobile Communications Systems.** 4. Baskı. IEE Co. Surveys.
- Lamb, George, Yani, Batteau. 1997. **GSM Made Simple.**
London: Paperback.
- Mobile Communication System in the USA & Europe. 1996.
CA: Raleigh Design Center.
- Mobile Phone Repairing Service Manual for RM-72. 2004.
Teleservice.
- Mobile Systems. [12.02.2007]. www.universalbox.com/soft/mbl4520.pdf
- Montalvo, Tony. (2003). **Highly Integrated RF and Wireless Transceivers.**
New york: Raleigh Design Center

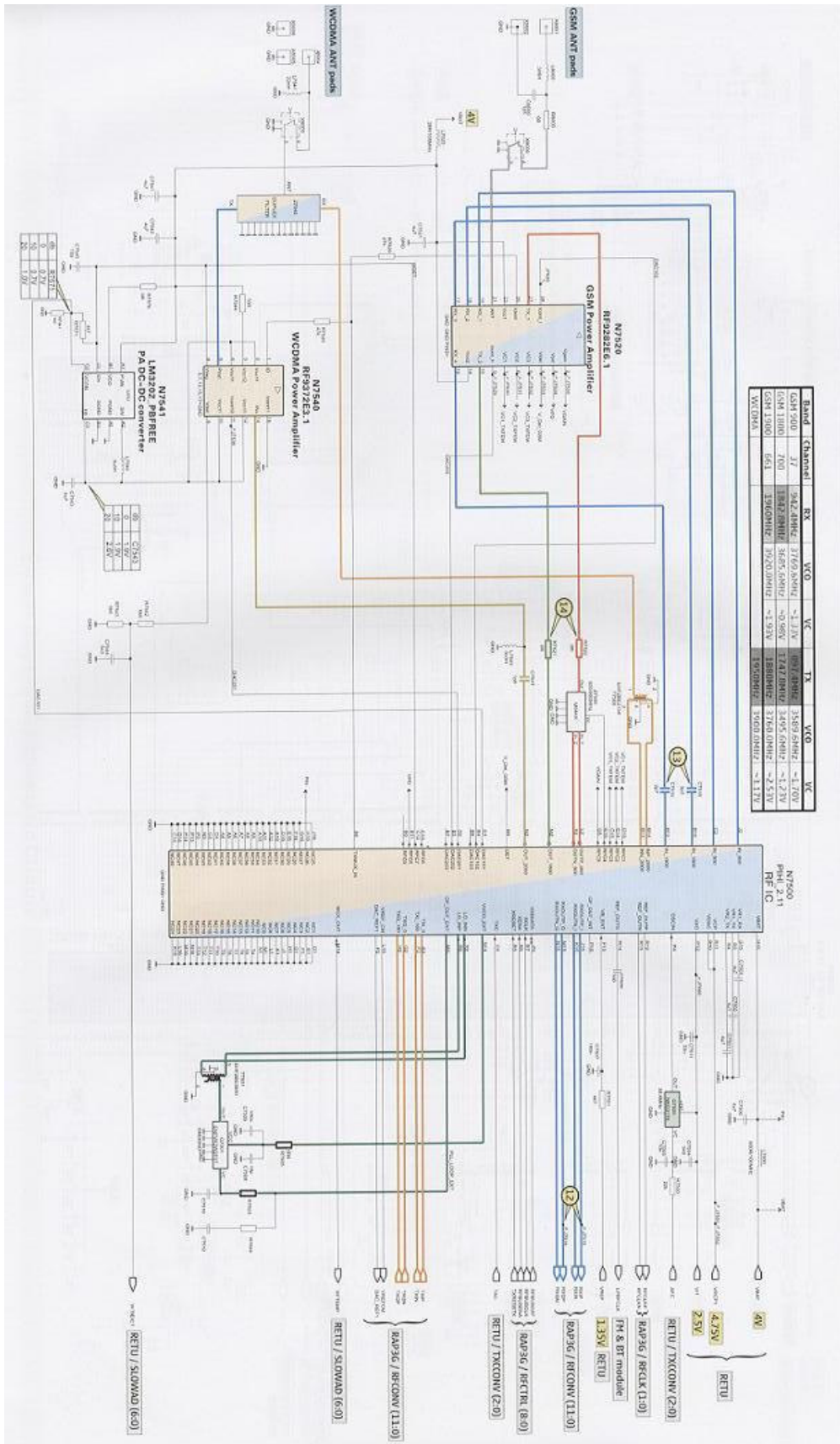
- Nokia GSM Katalog. 1994. Nokia. Dubai.
- Nokia Service Manuals. 2006. Finland: Nokia.
- Oestges, Claude, Bruno, Clerck. (2007). **MIMO Wireless Commnications**. Hardcover.
- Redl, Siegmund, Matthias, K.Weber, Macolm, Oliphand. 1995. **An Introduction to GSM (The Artech House Mobile Commnications)**. Hardcover.
- Repairing Hand Book for Nokia 6230i. 2005.
China: Nokia Co.
- RF IC Design Engineer. [24.03.2007]. RF Power Reduction for CDMA Cellular Phones. Axiom Microdevices Inc.
www.maxim-ic.com/appnotes
- Schubiger, Simon. 2007. **Mobile System Architectures**.
Zurich: ETH Swiss Federal Institute of Technology.
- Segars, Simon. (2003). **Low-Power Design Techniques for Microprocessors**.
Austin, TX: RM Inc.
- Shoemaker, David, Engim, Acton. (2003). **Wireless LAN:Architectures and Design**. MA Instructor
- Sim Article. [21.04.2007]. Evolution of the Rule of the SIM.
www.eurostandards.org/articles/simprg.pdf
- Systra Gsm System Training. 2000. Finland: Nokia.
- Taun, H., Schilling, D.L. 1996. **Principles of Commnication Systems**.
London: McGraw Hill Edition.
- Technical Article. [13.03.2007]. Open Multimedia Platform for Next Generation Mobile Devices. Nomadik. www.st.com/stonline/mobdev.doc
- Tomasi, Wayne. 2005. **Introduction to Data Commnication and Networking**.
Boston: Higher Ed.
- Tuttle, G. Tyson. (2003). **Introduction to Wireless-Receiver Design**.
Austin, TX : Silicon Labs.

EKLER



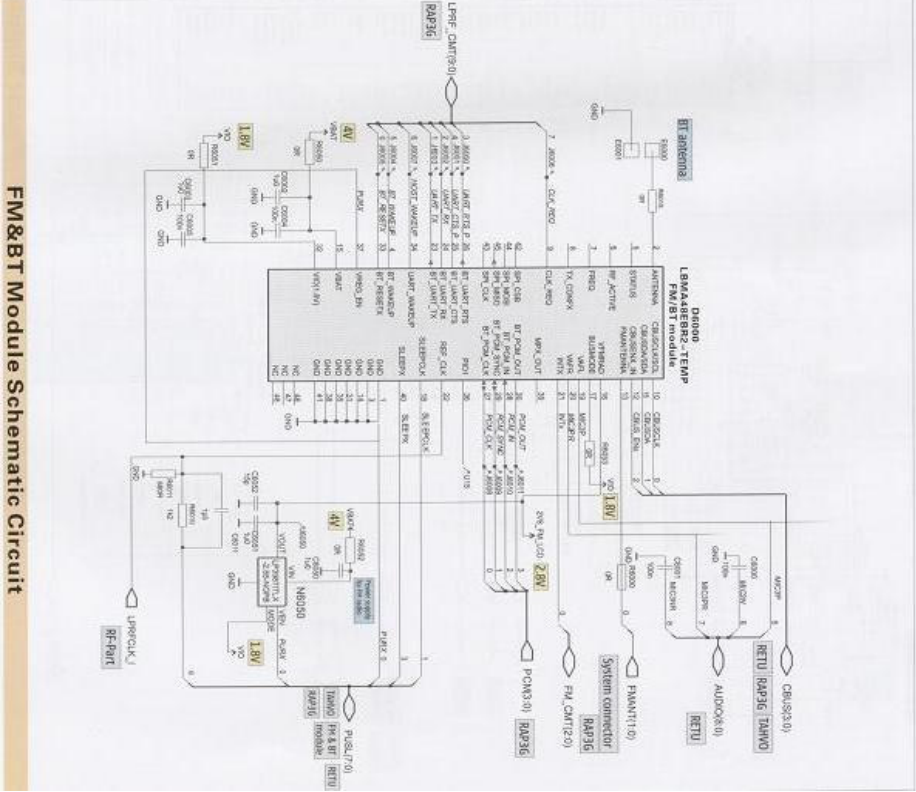
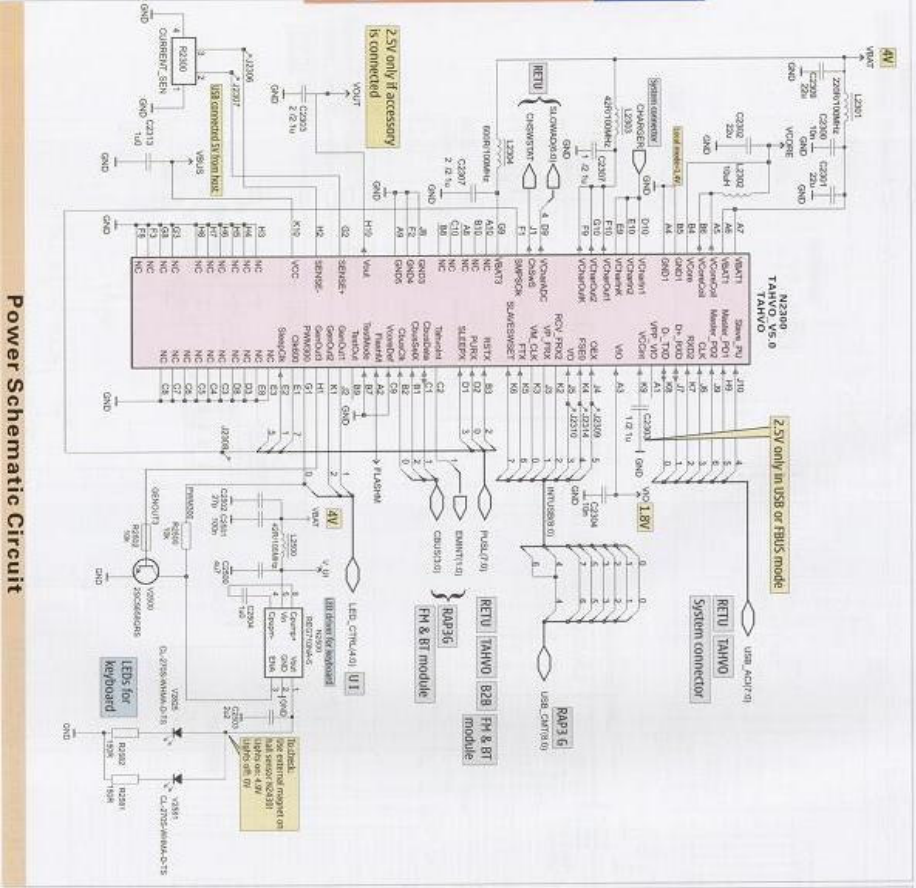
EK-1. Mobil Telefon Lojik Devre Şeması

NOKIA Mobile Phone RF Schematic Circuit Diagram



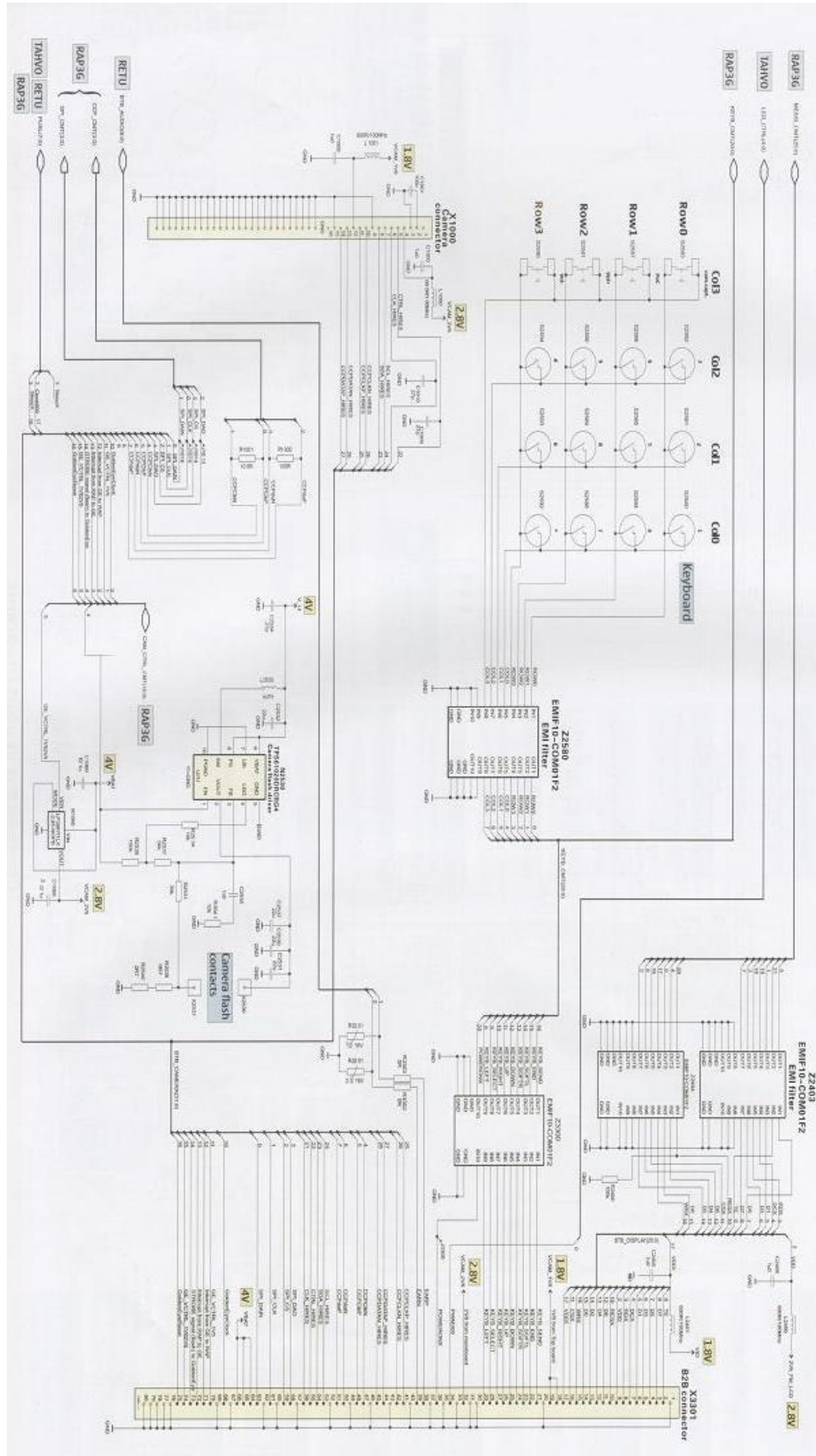
EK-2. Mobil Telefon Şebeke Katı Devre Şeması

NOKIA Mobile Phone Power & FM/BT Module Schematic Circuit Diagram



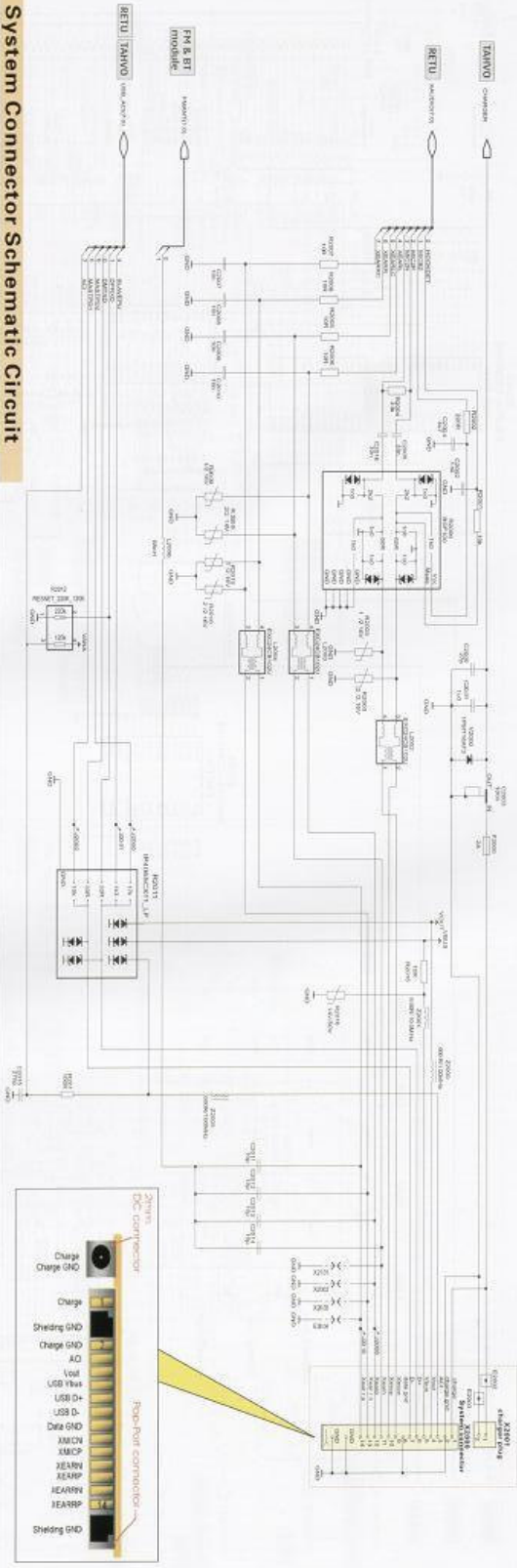
EK-4. Güç, Radyo ve Bluetooth Devre Şeması

NOKIA Mobile Phone Connector Schematic Circuit Diagram

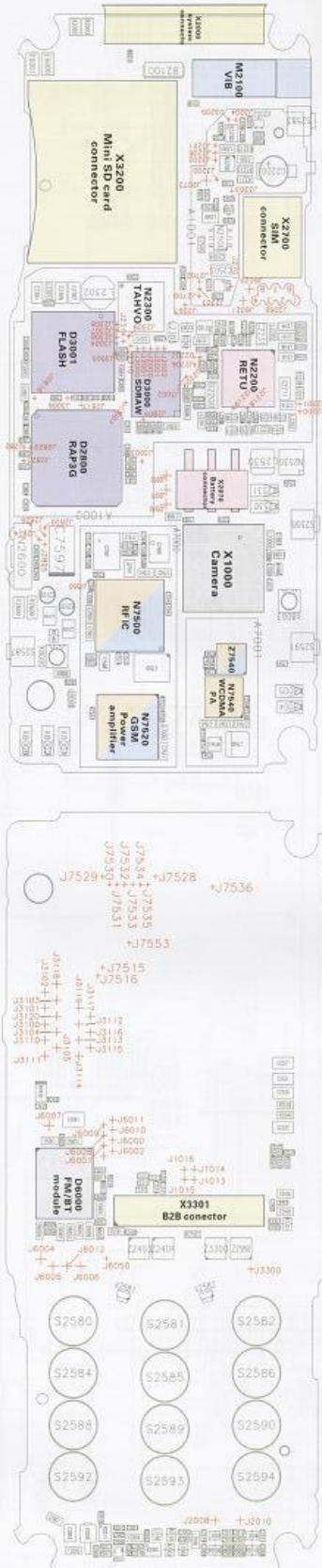


EK-5. Sistem ve Ekran Soket Bağlantı Şeması

NOKIA Mobile Phone Component Layout Diagram&System Connector Schematic Circuit Diagram



System Connector Schematic Circuit



Component Layout Diagrams

EK-6. Parça Dizilim Devresi, Data bağlantı Soketi

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler.....

İsim : Harun ÖZKAN
Adres : Serasker Cad. Diller Apt. No:87 Moda / Kadıköy
Telefon : 0 542 392 21 21
Doğum yeri : Sivas
Doğum Tarihi : 03.07.1976
Medeni Hali : Bekâr
Askerlik Hiz. :Yaptı

Öğrenim.....

1989 - 1993 : Sivas Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Bölümü(Programcılık).
1994 - 1999 : Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Kontrol Öğretmenliği
2000 – 2001 : Mobile Systems and Repairing
2004 - 2005 : MEB. Hiz. İçi Eğitim Mikroişlemciler
2007 – 2008 : PIC Mimarisi, Programlanması ve devre tasarım uzmanlığı
1984 – 1993 : Kung-Fu 1.duan Diploması

İlgili Çalışma ve Projeler.....

1996 – Mobil telefon tamir seti ve yazılım geliştirmesi. Servis tamir cihazlarının üretimi.
1999 – DAC kontrol kartlarının kullanımı

2005 – Rüzgârgülleri uygulama ve araştırma projesi (Milli Eğitim Bakanlığı Leonardo Davinci proje kapsamında)

İş Deneyimi.....

2004 – sonrası : MEB Eğitim kurumları;
2007-Beyoğlu İlçe Milli Eğitim Müd. teknik danışmanlık
2006-2007 ITO and. Mes. Lis. Bilgisayar Öğr.,istanbul
2005-2006 Ç.P.L. Bilgisayar Bölüm Şefliği, D.bakır
2004-2005 ILSIS Bilgi işlem , D.bakır

2001-2003 : Kadircan Elektronik, İstanbul
Teknik servis yönetimi ve teknik danışmanlık

1998-2001 : Anatel Ltd.Şti. (Nokia Yet. Ser.) , İstanbul
Mobil Phone Tamir programı geliştirme ve AR-Ge araştırma üyeliği.

1996-2004 :Süreç Elkt & Bilgisayar Ltd. Şti., İstanbul
Şirket müdürlüğü ve ithalat sorumluluğu

Diğer Yetenekler ve İlgiler.....

Diller : Yazılı ve sözlü ingilizce.
Bilgisayar: Visual Basic, Assembly, GW Basic.
Üyeliler : Teknik Sanatlar Klübü, Nokia Hardware Club.,Doğayla Barış Der.
İlgi alanı : Uzak doğu sporları (Kung-Fu Wu-Su dalı), masa tenisi, kuşu
Diğer : Sürücü Ehliyeti, Masa Tenisi Usta Öğreticiliği setifikası