

**CDMA VE UMTS: ÜÇÜNCÜ NESİL MOBİL HABERLEŞME
TEKNOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI,
TÜRKİYE ÖNERİSİ**

Afşin BÜYÜKBAŞ

UZMANLIK TEZİ

TELEKOMÜNİKASYON KURUMU

Mayıs 2005

Ankara

Afşin BÜYÜKBAŞ tarafından hazırlanan, "CDMA VE UMTS: ÜÇÜNCÜ NESİL MOBİL HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI, TÜRKİYE ÖNERİSİ" adlı bu tezin Uzmanlık Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU
Tez Yöneticisi

Bu çalışma jürimiz tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Ahmet Hamdi ATALAY

Üye : Doç.Dr. Ertuğrul KARAÇUHA

Üye : Doç.Dr. Mustafa ALKAN

Üye : Müminhan BİLGİN

Üye : Ejder ORUÇ

Üye : Prof.Dr. Osman PALAMUTÇUOĞULLARI

Üye : Yrd.Doç.Dr. Ö. Galip SARAÇOĞLU

Bu tez, Telekomünikasyon Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
KISALTMALAR.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. MOBİL ŞEBEKELERİN GELİŞİMİ VE DÜZENLEMELER.....	4
2.1. Temel Tanımlar.....	5
2.1.1. Çekirdek şebeke.....	5
2.1.2. Erişim şebekesi.....	6
2.1.3. İşaretleşme şebekesi.....	6
2.1.4. Hücrel mobil şebeke.....	7
2.2. 2G Hücrel Mobil Şebekeler.....	8
2.2.1. Mobil istasyon (Mobile station, MS).....	10
2.2.2. Baz istasyonu alt sistemi (Base station subsystem, BSS).....	10
2.2.3. Şebeke anahtarlama alt sistemi (Network switching subsystem, NSS).....	11
2.2.4. 2G mobil şebeke çalışma şekli.....	13
2.3. 2,5 G Hücrel Mobil Şebekeler.....	13
2.3.1. Yüksek hızlı devre anahtarlmalı veri (High speed circuit switched data, HSCSD) sistemi.....	14
2.3.2. Genel paket telsiz hizmetleri (General packet radio services, GPRS) sistemi.....	15
2.3.3. Küresel evrim için geliştirilmiş veri hızları (Enhanced data rates for global evolution, EDGE) sistemi.....	16
2.4. 3G Mobil Şebekeler.....	17

2.4.1.3G standartları	18
2.5. Mobil Şebekelere İlişkin AB Düzenlemeleri	21
2.5.1.3G şebekelere ilişkin AB düzenlemeleri	23
2.5.1.1. 128/1999/EC sayılı AB kararı.....	23
2.5.1.2. COM(2001)141 sayılı bildiri	26
2.5.1.3. COM(2002)301 sayılı bildiri	26
2.5.2. Avrupa'da 3G'ye ilişkin frekans düzenlemeleri	27
2.6. Mobil Şebekelere İlişkin Ülkemiz Düzenlemeleri	28
2.6.1. Birincil düzenlemeler	29
2.6.2. İkincil düzenlemeler.....	33
2.6.3. İmtiyaz sözleşmeleri.....	35
2.6.4. Elektronik haberleşme kanunu taslağı.....	37
2.6.5. Ülkemizde mobil şebekelere ilişkin frekans düzenlemeleri.....	38
3. CDMA MC TEKNOLOJİSİ.....	39
3.1. CDMA MC 'nin Temelleri.....	39
3.1.1. CDMA MC sürümleri	40
3.1.1.1. CDMA2000 1X	41
3.1.1.2. CDMA2000 1XEV-DO.....	44
3.1.1.3. CDMA2000 1XEV-DV	48
3.1.1.4. CDMA2000 3X	50
3.2. Şebeke Mimarisi.....	51
3.2.1. Çekirdek şebeke	52
3.2.2. Erişim şebekesi	52
3.2.3. İşaretleşme şebekesi	55
3.3. CDMA2000'e Geçiş Senaryoları	56
3.4. Sunulan Hizmet ve Uygulamalar.....	59
4. UMTS TEKNOLOJİSİ.....	60
4.1. UMTS'nin Temelleri.....	60
4.1.1. UMTS sürümleri	66
4.1.1.1. Sürüm 99.....	67
4.1.1.2. Sürüm 4.....	68

4.1.1.3. Sürüm 5.....	68
4.1.1.4. Sürüm 6.....	69
4.2. Şebeke Mimarisi.....	70
4.2.1. Çekirdek şebeke	72
4.2.2. Erişim şebekesi	73
4.2.3. İşaretleşme şebekesi	76
4.3. Sunulan Hizmet ve Uygulamalar.....	78
5. KARŞILAŞTIRMA VE DÜNYA TECRÜBELERİ.....	82
5.1. 3G Teknolojilerinin Karşılaştırılması	82
5.1.1. Frekans kullanımı.....	83
5.1.2. Kapsama alanı	84
5.1.3. Dolaşım	85
5.1.4. Yatırım maliyetleri	86
5.1.5. Sunulan hizmet ve uygulamalar.....	87
5.2. 3G Şebeke Standartlarına İlişkin AB Ülkelerinin Uygulamaları	87
5.2.1. Almanya	88
5.2.2. Fransa	89
5.2.3. İngiltere.....	90
5.2.4. Yunanistan	90
5.3. 3G Şebeke Standartlarına İlişkin Diğer Ülke Uygulamaları	93
5.3.1. ABD	94
5.3.2. Hong Kong	95
5.3.3. Japonya.....	96
5.3.4. Rusya	98
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
6.1. Sonuçlar	99
6.2. Türkiye İçin Öneriler	102
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ.....	120

CDMA VE UMTS: ÜÇÜNCÜ NESİL MOBİL HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI, TÜRKİYE ÖNERİSİ

(Uzmanlık Tezi)

Afşin BÜYÜKBAŞ

TELEKOMÜNİKASYON KURUMU

Mayıs 2005

ÖZET

Üçüncü nesil teknolojiler ile hizmetlerin en etkin biçimde kullanıcılara sağlanması ve ülke kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı için bu teknolojilerden hangisinin seçilmesi gerektiği önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. UMTS, Avrupa'da 3G teknolojisi olarak kullanılması planlanan ve temel telsiz erişim tekniği olarak WCDMA kullanan 3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemi'ne verilen genel bir isimdir. Mobil iletişim altyapısı olarak GSM sistemini kullanan ülke ve operatörlerin 3G hizmetlerini sunmak için geçiş yapacakları teknolojinin WCDMA olması beklenmektedir. WCDMA'ya rakip olarak gösterilen ve CDMA2000 olarak da adlandırılan CDMA MC arayüzünün temeli Amerika Telekomünikasyon Endüstri Birliği (Telecommunications Industry Association, TIA)'nin önerisine dayanmaktadır. CDMA2000, CDMA teknolojisine dayalı 2G şebekeler için 3. Nesil hizmetlere en uygun geçiş yoludur. Bu tezin amacı, tüketici ve ülke yararı açısından Ülkemizde söz konusu sistemlerin hangisinin kullanılması gerektiği konusunun tartışılması ve öneriler sunulmasıdır. Bu amaçla, konu çok yönlü incelenmiş, ülke uygulamaları karşılaştırılmış ve Türkiye uygulamasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : UMTS, CDMA, Üçüncü Nesil, 3G

Sayfa Adedi : 120

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU

**CDMA & UMTS: COMPARISON OF THIRD GENERATION MOBILE
COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES, A PROPOSAL FOR TURKEY**

(Telecommunications Expert Thesis)

Afşin BÜYÜKBAŞ

TELECOMMUNICATIONS AUTHORITY

May 2005

ABSTRACT

In order for the efficient provision of services to users by using third generation technologies and efficient use of resources, the choice of the technologies comes out to be a crucial issue. UMTS is a general name given to the 3rd generation mobile communications system which is planned to be used as the 3G technology in Europe and which uses WCDMA as basic radio access technique. WCDMA is expected to be the technology which the countries and operators that use GSM as mobile communications infrastructure, migrate in order to provide 3G services. The CDMA MC interface also called the CDMA2000, which rivals WCDMA, is based on the proposal of the American Telecommunications Industry Association (TIA). CDMA2000 is the migration path for the 2G networks based on CDMA to the third generation services. The purpose of this thesis is to discuss the issue on the use of which of the systems regarding the consumer and the country interests and providing proposals. For this purpose, the issue is examined on a multi dimensional basis, country practices are compared and proposals are made for Turkish case.

Key words : UMTS, CDMA, Third Generation, 3G

Number of pages : 120

Advisor : Assist. Prof. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU

TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince, görüş ve önerileri ile tez çalışmamı yönlendiren Yrd. Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU'na, ilgi ve desteğini her zaman için hissettiren Sn. Müminhan BİLGİN'e ve her zaman her konuda sağladıkları destek ve anlayış için aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Afşin BÜYÜKBAŞ

Mayıs 2005

ÇİZELGELER LİSTESİ**Sayfa**

Çizelge 3.1. Ticari hizmet vermekte olan CDMA2000 1X şebekeleri.....	42
Çizelge 3.2. Ticari hizmet vermekte olan CDMA2000 1XEV-DO şebekeleri	46
Çizelge 4.1. Ticari hizmet vermekte olan UMTS şebekeleri.....	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Temel telekomünikasyon şebekesi.....	5
Şekil 2.2. Genel bir GSM şebekesi.....	10
Şekil 2.3. GPRS kullanan bir GSM şebekesi.....	16
Şekil 2.4. EDGE ve GPRS kullanan bir GSM şebekesi	17
Şekil 2.5. IMT2000 kapsamındaki 3G standartları ve teklif eden kuruluşlar.	19
Şekil 2.6. UMTS'ye geçişte izlenen yollar	21
Şekil 3.1. CDMA sürümleri.....	40
Şekil 3.2. CDMA2000 ve WCDMA taşıyıcı frekans kullanımı.	47
Şekil 3.3. CDMA2000 şebeke yapısı	51
Şekil 3.4. Çoklu erişim teknikleri.....	53
Şekil 3.5. CDMA kodlama/kod çözümü süreci	54
Şekil 3.6. GSM'den CDMA2000 1X'e geçiş.	57
Şekil 4.1. UMTS sürümleri ve içerik dondurma tarihleri.	67
Şekil 4.2. UMTS Sürüm 99 şebeke yapısı.....	71
Şekil 4.3. UMTS'de veri iletim protokollerinin sınıflandırılması	77
Şekil 4.4. UMTS taşıyıcı hizmetlerinin yapısı	79

KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
1G	1. Nesil
2G	2. Nesil
3G	3. Nesil
3GPP	3G Partnership Project 3G Ortaklık Projesi
AB	Avrupa Birliği
AMR	Adaptive Multi Rate Uyarlamalı Çoklu Oranlı
ANSI	American National Standards Institute Amerikan Ulusal Standartlar Kurumu
API	Application Programming Interface Uygulama Programlama Arayüzü
ATDMA	Asynchronous Time Division Multiple Access Eşzamansız Zaman Bölmeli Çoklu Erişim
ATM	Asynchronous Transfer Mode Eşzamansız İletim Modu
AuC	Authentication Center Yetki Merkezi
BSC	Base Station Controller Baz İstasyonu Denetleyici
BSS	Base Station Subsystem Baz İstasyonu Alt Sistemi
BTS	Base Transceiver Station Baz İstasyonu
CAMEL	Customized Application For Mobile Enhanced Logic Mobil Gelişmiş Mantık İçin Özelleştirilmiş Uygulamalar
CDMA	Code Division Multiple Access Kod Bölmeli Çoklu Erişim

CDR	Call Detail Record Çağrı Detay Kaydı
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı
DAŞ	Devre Anahtarlama Şebeke
DSL	Digital Subscriber Line Sayısal Abone Hattı
DTÖ	Dünya Ticaret Örgütü
EAD	Erişim ve Arabağlantı Direktifi
ECC	Electronic Communications Committee Avrupa Elektronik Haberleşme Komitesi
ECTRA	European Committee for Regulatory Telecommunications Affairs Avrupa Telekomünikasyon Düzenlemeleri Komitesi
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution Küresel Evrim İçin Geliştirilmiş Veri Hızları
EIR	Equipment Identity Register Chaz Kimlik Kütüğü
EPG	Etkin Piyasa Gücü
ERC	European Radiocommunications Committee Avrupa Telsiz Haberleşme Komitesi
ETSI	European Telecommunications Standards Institute Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
FDD	Frequency Division Duplex Çift Yönlü Frekans Bölmesi
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunication System Gelecek Kamu Karasal Mobil Haberleşme Sistemi
GGSN	Gateway GPRS Support Node GPRS Geçit Destek Düğümü
GSM	Global System for Mobile Communications, Group Special

	Mobile
	Mobil Haberleşme İçin Evrensel Sistem
GPRS	General Packet Radio Services Genel Paket Telsiz Hizmetleri
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data Yüksek Hızlı Devre Anahtarlamaalı Veri
HLR	Home Location Register Ev Konum Kütüğü
IETF	Internet Engineering Task Force İnternet Mühendislik Görev Gücü
IN	Intelligent Network Akıllı Şebeke
IP	Internet Protocol İnternet Protokolü
ISDN	Integrated Services Digital Network Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi
İSS	İnternet Servis Sağlayıcı
ISUP	ISDN User Part ISDN Kullanıcı Kısmı
ITSP	Internet Telephone Service Provider İnternet Telefonu Hizmet Sağlayıcı
ITU	International Telecommunication Union Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
IWF	Interworking Function Birlikte Çalışma İşlevi
MPLS	Multi Protocol Label Switching Çok Protokollü Etiket Anahtarlama
MSC	Mobile Switching Center Mobil Anahtarlama Merkezi
NODE B	B Düğümü (UMTS Baz İstasyonu)
NSS	Network Switching Subsystem

	Şebeke Anahtarlama Alt Sistemi
OSI	Open System Interconnection Açık Sistem Arabağlantısı
PAŞ	Paket Anahtarlama Şebeke
PCS	Personal Communications System Kişisel Haberleşme Sistemi
PDC	Personal Digital Communications Kişisel Sayısal Haberleşme
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy Hemen Hemen Eş Zamanlı Sayısal Hiyerarşi
PDSN	Packet Data Serving Node Paket Veri Hizmet Düğümü
PSTN	Public Switched Telephone Network Kamu Anahtarlama Telefon Şebekesi
RNC	Radio Network Controller Telsiz Şebekesi Denetleyici
RNS	Radio Network Subsystem Telsiz Şebekesi Alt Sistemi
RTP	Real Time Protocol Gerçek Zaman Protokolü
s.	Saniye
SGSN	Serving GPRS Support Node GPRS Hizmet Destek Düğümü
SIP	Session Initiation Protocol Oturum Başlatma Protokolü
SLA	Service Level Agreement Hizmet Seviyesi Anlaşması
SS7	Signalling System No. 7 Numara 7 (No.7) İşaretleme Sistemi
TCP	Transmission Control Protocol İletim Kontrol Protokolü

TDD	Time Division Duplex Çift Yönlü Zaman Bölmesi
TDM	Time Division Multiplexing Zaman Bölmeli Çoklama
TDMA	Time Division Multiple Access Zaman Bölmeli Çoklu Erişim
TDSCDMA	Time Division Synchronous CDMA Zaman Bölmeli Eşzamanlı CDMA
TIA	Amerikan Telekomünikasyon Endüstri Birliği Telecommunications Industry Association
TK	Telekomünikasyon Kurumu
UDP	User Datagram Protocol Kullanıcı Datagram Protokolü
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi
VLR	Visitor Location Register Misafir Konum Kütüğü
VoIP	Voice over IP IP Üzerinden Ses İletimi
VPN	Virtual Private Network Sanal Özel Şebeke
WCDMA	Wide-band CDMA Geniş bant CDMA
WLL	Wireless Local Loop Telsiz Yerel Ağı
YNŞ	Yeni Nesil Şebeke

1. GİRİŞ

Telgrafla sınırlı bir başlangıç yapan, telefonun keşfi ile de bireysel iletişimin yolunu açan haberleşme teknolojileri; mobil telefonların ilk nesli olan analog mobil telefonlar ve 2G¹ sayısal sistemlerden sonra günümüzde; cep telefonu, akıllı telefon gibi mobil cihazlara yüksek hızlı internet erişimi, hareketli resim iletimi gibi yüksek hız ve bant genişliği gerektiren hizmetlerin Tümüleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi (Integrated Services Digital Network, ISDN), Sayısal Abone Hattı (Digital Subscriber Line, DSL) gibi sabit şebeke teknolojileri kalitesinde iletebilmek amacıyla tasarlanan hücresel haberleşme standart ve teknolojilerinin genel adı olan 3G ile bireyleri fiziksel olarak olmasa da iletişim imkanları açısından yakınlaştırmıştır.

Gelişen haberleşme teknolojileri sayesinde artan haberleşme imkanları ile toplumsal ve iktisadi hayatta meydana gelen değişiklik ve gelişmeler karşılıklı olarak birbirlerini etkilemiştir. Haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler bireyleri ve toplumları birbirlerine yaklaştırarak iktisadi hayatta daha önceleri sınırlı bölgelerde oluşan rekabeti, internet gibi yeni yarışma ortamları oluşturarak daha çok sayıda girişimcinin katılımına açmıştır. Bu durum ise girişimcilerin bilgiye daha hızlı ve sürekli şekilde erişmek amacıyla teknoloji üreticileri üzerinde baskı oluşturmalarına yol açmış, böylece diğer teknolojilerde olduğu gibi haberleşme teknolojileri de ihtiyaca binaen daha da ileri boyutlarda gelişme kaydetmiştir.

Bireyler başlangıçta sabit noktalardan haberleşme ile yetinmekte iken teknolojinin insan hayatına katabileceği kolaylıkların farkedilmesiyle birlikte zamanla hareketli durumda da diğer bireylerle haberleşme talebinde bulundular. Bu ihtiyaç ise mobil iletişim sistemleri ile karşılanmıştır. Mobil sistemler, önceleri sadece ses iletimine imkan vermekte iken geliştirilen her

¹ Çalışma içerisinde; sırasıyla 1G, 2G, 3G kısaltmaları ve sırasıyla 1. nesil, 2. nesil, 3. nesil kavramları birbirleri yerine kullanılmaktadır.

yeni nesil mobil haberleşme teknolojisiyle birlikte verilen hizmetlerin sayısı ve çeşitliliği artmıştır.

3G mobil haberleşme teknolojisi, 1G ve 2G sistemlerin sağladığı sesli iletişim ortamına ek olarak esas itibariyle veri iletimine odaklanmakta, şebeke üzerinde katma değeri yüksek yeni uygulama ve hizmetlerin sunulmasına olanak sağlamak suretiyle sadece işletmecilere değil ülke ekonomisine de gelir ve istihdam açısından katkıda bulunmaktadır. 1G ve 2G teknolojilerinden farklı olarak 3G mobil şebekeler kullanıcılara çoklu ortam hizmetleri sunulması için tasarlanmıştır ve sesin yanında görüntü, veri ve yüksek hızda internet bağlantısı sağlanabilmektedir.

1G'de yetersiz standartlaşma sebebiyle yaşanan dolaşıma ilişkin olumsuz tecrübeler dikkate alınarak, farklı özelliklere sahip yeni nesil hücresele haberleşme sistemlerinin bir çatı altında toplanması amacıyla IMT2000 olarak adlandırılan standartlar ailesini oluşturmak için ITU bünyesinde çalışmalara başlanmıştır. Günümüzde, bu çalışmada karşılaştırılan iki 3G teknolojisi olan W-CDMA ve CDMA 2000, diğer standartlar arasında öne çıkmaktadır.

Tezde ele alınan 3G teknolojilerinden ilki olan Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), Avrupa'da 3G teknolojisi olarak kullanılması planlanan ve temel telsiz erişim tekniği olarak Genişbant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) kullanan 3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemi'ne verilen genel bir isimdir. Mobil iletişim altyapısı olarak Mobil Haberleşme İçin Evrensel Sistem (Global System for Mobile Communications, GSM) sistemini kullanan ülke ve işletmecilerin 3G hizmetlerini sunmak için tercih edecekleri en muhtemel teknolojinin WCDMA olacağı düşünülmektedir.

Tezde ele alınan diğer 3G teknolojisi ise WCDMA'ya rakip olarak gösterilen ve CDMA2000 olarak da adlandırılan Çok taşıyıcılı CDMA (CDMA Multi Carrier, CDMA MC) arayüzünün temeli Amerikan Telekomünikasyon Endüstri

Birliği (Telecommunications Industry Association, TIA)'nin önerisine dayanmaktadır. CDMA2000, CDMA teknolojisine dayalı 2G şebekeler için 3. Nesil hizmetlere en uygun geçiş yoludur.

3G teknolojiler ile sunulabilecek hizmetlerin en etkin biçimde kullanıcılara sağlanması ve ülke kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı için bu teknolojilerden hangisinin seçilmesi gerektiği önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tezin amacı, tüketici ve ülke yararı açısından Ülkemizde söz konusu sistemlerin hangisinin kullanılması gerektiği konusunun tartışılması ve bu tartışmalar ışığında öneriler sunulmasıdır. Bu amaçla, konunun çok yönlü incelenmesi, ülke uygulamalarının karşılaştırılması ve temel bir stratejinin belirlenmesine yönelik çalışma yapılması hedeflenmektedir.

Altı bölümden oluşan tezin ikinci bölümünde; 3G sistemlere gelinceye kadar mobil teknolojinin gelişimine kısaca değinilmiş ve 3G sistemlere bir anlamda zemin oluşturan 2G ve 2,5 G sistemler incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, bir 3G Amerikan standardı olan CDMA2000, dördüncü bölümde ise 3G teknolojilerin Avrupa vizyonu olan UMTS, teknik açıdan ele alınmaktadır.

Üç ve dördüncü bölümlerde teknik olarak açıklanan 3G teknolojileri beşinci bölümde karşılaştırılmakta ve bu iki teknolojiye ilişkin dünya uygulamalarına yer verilmektedir.

Sonuç ve Öneriler bölümünde ise, çalışmada yapılan değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar neticesinde Ülkemizde hangi sistemin kullanılmasının uygun olacağına ilişkin önerilerde bulunmaktadır.

2. MOBİL ŞEBEKELERİN GELİŞİMİ VE DÜZENLEMELER

Mobil haberleşmenin temeli olan hücre kavramı, 70'li yılların başlarında Bell Laboratuvarları'nda ortaya atılmış ve analog 1. nesil mobil haberleşme sistemleri geliştirilmiştir. Dünyada kullanılan çeşitli 1G sistemlerin kendi aralarında uyumsuz olmaları ve analog 1G sistemlerin, kullanıcıların farklı ve çeşitli hizmetlere yönelik artan taleplerine tam olarak cevap verememeleri nedeniyle yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla ABD ve Japonya gibi ülkelerde geliştirilen Sayısal İleri Mobil Telefon Sistemi (Digital Advanced Mobile Phone System, D-AMPS), CDMA ve Kişisel Sayısal Haberleşme (Personal Digital Communication, PDC) sistemlerinin yanı sıra, ETSI bünyesinde yeni nesil bir mobil sistem oluşturmak amacıyla kurulan GSM çalışma grubu, bütün Avrupa ülkelerinde kullanılabilen ve ülkelerarası dolaşıma imkan veren, açık standartlarla tasarlanan, ISDN hizmetlerinin sağlanabildiği sayısal teknoloji kullanılan GSM mobil sistemini geliştirmiştir [3].

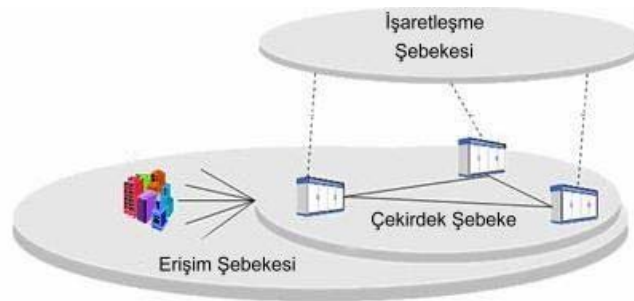
Halen kullanılmakta olan 2G şebekeler, bir çok ülkede kullanıcı taleplerine cevap verebilecek kapasiteye sahiptir. Ancak; internet'in yaygınlaşması ve her alanda kullanılmaya başlanması, mobil haberleşmeye olan ilgideki artış, elektronik ve mobil ticaret (e-ticaret ve m-ticaret) kavramlarının ortaya çıkması ve 2G şebekeler üzerinden sunulan veri hizmetlerine olan talepteki artış gibi gelişmeler dikkate alınarak öncelikle Yüksek Hızlı Devre Anahtarlama Veri (High-Speed Circuit-Switched Data, HSCSD), Genel Paket Telsiz Hizmetleri (General Packet Radio Services, GPRS) ve Küresel Evrim İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (Enhanced Data Rates For Global Evolution, EDGE) gibi 2,5 G sistemler kullanılmak suretiyle mevcut 2G şebekeler üzerinden daha hızlı veri iletimine imkan sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak, esasen ses odaklı olan 2G sistemi yüksek hızda veri iletim taleplerini karşılamakta yeterli olamamıştır [8]. Bu bölümde, esas itibarıyla megabit seviyelerinde veri iletimine odaklanan bir

mobil altyapının oluşturulması amacıyla geliştirilmiş yeni bir haberleşme kavramı olan 3G'ye gelinceye kadarki teknolojik gelişmelere değinilmektedir.

Ayrıca 3G işletmecilerinin tabi olduğu AB ve Ülkemiz düzenlemeleri gözden geçirilmekte ve 3G standartlarına ilişkin olarak anılan düzenlemelerde yer alan hükümler ele alınmaktadır.

2.1. Temel Tanımlar

İki kullanıcı arasında ses, görüntü ya da veri akışını sağlayan haberleşme şebekesi Şekil 2.1'de gösterildiği üzere; çekirdek şebeke, erişim şebekesi ve işaretleşme şebekesi olmak üzere üç alt şebekeye ayrılabilir [1].



Şekil 2.1. Temel telekomünikasyon şebekesi

2.1.1. Çekirdek şebeke

Arayan kullanıcıların çağrı istemlerini anahtarlayan ve bu çağrıları hedef kullanıcılara yönlendiren şebeke elemanları ve bu elemanlar arasındaki iletim hatları çekirdek şebekeyi oluşturmaktadır. Çoğu haberleşme şebekesinin çekirdek şebekeleri anahtarlama ekipmanları, kayıt kütükleri gibi benzer

şebeke birimlerinden oluşmaktadır. Çekirdek şebeke aynı zamanda şebekelerarası arabağlantının da gerçekleştiği bölümdür [1, 6].

2.1.2. Erişim şebekesi

Kullanıcıların hizmet aldıkları şebekeye erişmelerini sağlayan alt şebeke, erişim şebekesi olarak adlandırılır. Sabit haberleşme şebekelerinde kullanıcılar bakır kablolardan oluşan ve yerel ağ olarak da adlandırılan erişim şebekesi ile yerel santrallere bağlanırlar. Örneğin, çevirmeli internet kullanıcılarının hizmet aldıkları İnternet Servis Sağlayıcı (İSS)'nin Varlık Noktası (Point Of Presence, POP)'na kadar Kamu Anahtarlama Telefon Şebekesi (Public Switched Telephone Network, PSTN) üzerinden olan bağlantıları erişim şebekesi olarak ele alınabilir [6].

Başlangıçta bakır kablo kullanmanın mümkün ya da uygulanabilir olmadığı durumlarda (Örn. Kırsal alanlarda) kullanıcılar şebekeye telsiz bağlantılar ile bağlanmaktaydı. Zamanla mobil haberleşmede yaşanan gelişmeler telsiz erişimin bakıra kalıcı bir alternatif olarak kullanılabilmesine imkan sağlamıştır. Hücreli mobil şebekeler sayesinde birden fazla abone sadece bağlantı kurmak istediklerinde şebekeye doğru trafik akıtabilmekte, abonelerin kullandığı frekans bantları diğer hücrelerde aynı zaman dilimi içerisinde başka abonelerce kullanılabilir. Böylece bakır kablo ile ulaşılabilen her aboneye telsiz bağlantı ile de ulaşılabilmektedir [1].

2.1.3. İşaretleşme şebekesi

İlk iki başlık altında anlatılan şebeke parçaları çağrılarının taşınması amacıyla kullanılmaktadır. İşaretleşme terimi şebekenin denetlenmesi için özel denetim mesajlarının iletilmesi için kullanılan verileri tanımlamak için kullanılmaktadır. İşaretleşme şebekesi ise taşınan çağrılarının başlatılması, kurulması,

sonlandırılması ve yönlendirilmesi gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi için gerekli işaretlerin şebeke elemanları arasında iletilmesini sağlar [6, 7].

Günümüzde işaretleşme için ITU ve ETSI tarafından standartlaştırılmış olan No.7 işaretleşme sistemi (Signalling System No.7, SS7) kabul görmüştür. Hücrel şebekeler abone hareketliliğinden dolayı sabit şebekelerden çok daha fazla işaretleşmeye ihtiyaç duymaktadır. GSM, ANSI-41, PDC gibi 2G şebekeler ile CDMA2000 ve UMTS gibi 3G şebekelerin başlangıç sürümleri No.7 işaretleşme sistemini kullanmaktadır [33, 34].

Ancak tümüyle IP tabanlı şebekelerde ayrı bir işaretleşme şebekesine gerek kalmamakta, işaretleşme IP üzerinden noktadan noktaya dinamik atamalarla yapılmaktadır [35]. Böylece iletim şebekesi basitleştirilmekte ve şebeke kaynakları daha etkin kullanılmış olmaktadır. Mevcut şebekelerin büyük bölümü No.7 işaretleşme sistemi üzerine kurulu olduğundan Akış Denetimli İletim Protokolü (Stream Control Transmission Protocol, SCTP) ya da Oturum Başlatma Protokolü (Session Initiation Protocol, SIP) gibi yeni nesil işaretleşme sistemlerine geçişin bir fayda-maliyet dengesi kurularak aşamalı şekilde gerçekleşeceği beklenmektedir [39, 40].

2.1.4. Hücrel mobil şebeke

Hücrel şebekelerin 70'lerin başlarında uygulanabilir hale gelmesine kadar mobil telefon hizmeti yüksek güç (yaklaşık 200-250 Watt), düşük frekans seviyesindeki tek bir verici üzerinden 80 km. çapındaki bir coğrafi alana verilmekteydi. Her frekans kanalı etkin olmayan bir şekilde bir kez kullanılabilirdiğinden tahsis edilebilecek frekans kanalı sayısı sınırlıydı. Bu nedenle az sayıda kullanıcıya verilen hizmetin bedeli de oldukça yüksekti. Hücrel mobil telefon teknolojisi ile, hizmet verilecek olan coğrafi alanın sanal olarak hücrelere ayrılmış ve frekans kullanımında etkinlik sağlanmıştır. Böylece, 800-900 MHz frekans bandındaki 50 MHz'lik bir bantgenişliği 832

adet çift yönlü telsiz kanalının kullanılmasına olanak sağlamıştır. Buna ek olarak ise bir hücrede kullanılan frekans kanallarının diğer hücrelerde tekrar kullanılabilmesi sayesinde daha düşük güç seviyelerindeki vericiler ile hizmet verilebilen kullanıcı sayısı artmıştır [6, 7].

Hücresel şebekelerde; coğrafi alanın, çapları 10 ila 20 km. arasında değişen sanal hücrelere bölündüğü varsayılır. Kullanıcıların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde daha fazla frekans kanalı tahsis edilen daha küçük hücreler de kullanılabilir. Girişimi engellemek amacıyla her bir hücrede farklı frekans kanalları kullanıldığından kullanıcıların hücrelerarası geçişlerinde frekans kanal değişikliği yapmalarına ihtiyaç vardır [6, 7].

2.2. 2G Hücresel Mobil Şebekeler

2G hücresel mobil şebekelerin geliştirilmesi ihtiyacı; iletim kalitesinin, sistem kapasitesinin, ve kapsamanın artırılması gereğinden ortaya çıkmıştır. Yarı iletken teknolojisinde ve mikrodalga cihazlarda meydana gelen gelişim, mobil haberleşmeye sayısal iletim boyutunu eklemiştir. Sesli görüşme halâ iletim kanallarının çoğunluğunu meşgul etmekte olsa da faks, kısa mesaj ve veri iletimine olan yönelim giderek artmaktadır. Kötü niyetli aramalardan korunma ve abone verilerinin şifrenmesi gibi ek hizmetler standart özellikler haline gelmiştir. 2G hücresel sistemlere örnek olarak; GSM, Sayısal AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System, D-AMPS), CDMA ve Kişisel Sayısal Haberleşme (Personal Digital Communication, PDC) verilebilir [20].

Günümüzde birden fazla 1G ve 2G standardı kullanılmaktadır. Farklı standartlar farklı seviyede hareketlilik, kapasite ve kapsama alanına sahip farklı uygulamalara (çağrı sistemleri, kablosuz telefon, telsiz yerel ağlar, kişisel mobil telsiz, hücresel sistemler ve mobil uydu sistemleri) hizmet etmektedir. Birçok standart yalnızca bir ülke veya bölgede kullanılmakta, ancak birçoğu birbirleriyle uyum göstermemektedir. Ülkemizde de kullanılan GSM standardına dayalı hücresel teknoloji ise 186 ülkede kurulan 544

şebekede yaklaşık 1,4 milyar abone tarafından kullanılan ve uluslararası dolaşım sağlayan en başarılı hücresel standartlar (GSM900, GSM1800, GSM1900, GSM400) bütünüdür [21, 22].

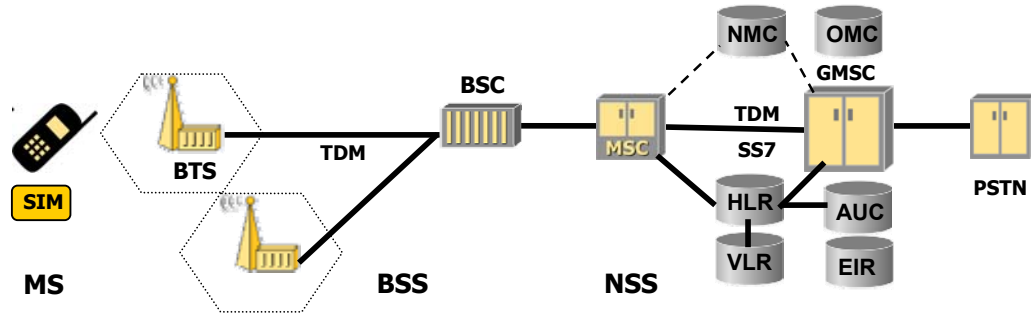
1982’de Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT) tarafından Avrupa’da ortak bir hücresel mobil sistemin geliştirilmesi amacıyla oluşturulan “Groupe Special Mobile” adlı grubun çalışmaları sonucu 1986’da sayısal bir mobil haberleşme sistemi olan GSM’nin kurulması kararlaştırılmıştır [23].

GSM900’ün standartlaştırılmasının ilk aşaması olan Faz 1, ETSI tarafından 1990 yılında tamamlanmıştır ve GSM şebeke işletimi için gerekli tüm tanımlamaları içermektedir. Faz 1’de 9,6 Kb/s’ye kadar hızda veri iletimi de dahil olmak üzere temel bazı hizmetler verilebilmekte olduğundan GSM standartları 1995 yılında Faz 2 ile geliştirilmiştir. Faz 2 ile sabit şebekelerdeki ISDN hizmetleri ile mukayese edilebilen çeşitli ek hizmetler de verilebilir hale gelmiştir. 1996’da ETSI, GSM’e 3G yeteneklerini eklemeyi amaçlayan Faz 2+’yı geliştirmiştir [9].

Faz 2+ ile GSM’e akıllı şebeke (Intelligent Network, IN), mobil gelişmiş mantık için özelleştirilmiş uygulamalar (Customized Application For Mobile Enhanced Logic, CAMEL), gelişkin ses sıkıştırma ve açma yöntemleri ile gelişmiş tam oranlı (Enhanced Full Rate, EFR) ve uyarlamalı çoklu oranlı (Adaptive Multi-Rate, AMR) gibi ses kalitesini artıran kodlama yöntemleri eklenmiştir.[16]

Haberleşme şebekelerinin genel tanımlarından hareketle halen Ülkemizde de kullanılmakta olan GSM şebekesi Şekil 2.2’de görüldüğü üzere mobil istasyon, baz istasyon alt sistemi, şebeke anahtarlama alt sistemi olmak üzere yapısal olarak üç ana bileşene ayrılabilir¹ [1].

¹ GSM şebekesi ile daha ayrıntılı bilgi için bakınız <http://www.gsmworld.com>.



Şekil 2.2. Genel bir GSM şebekesi

2.2.1. Mobil istasyon (Mobile station, MS)

Mobil istasyon, abonenin haberleşme için kullanması gereken mobil telefon cihazı, faks makinesi vb. terminal cihazıdır. 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 [3, 5].

2.2.2. Baz istasyonu alt sistemi (Base station subsystem, BSS)

Bir veya daha fazla BSS, abonenin şebekeye erişimini sağlayan MS ile santral arasındaki telsiz bağlantıyı sağlayan erişim şebekesini oluşturur. Erişim şebekesi olan BSS, bir Baz İstasyonu Denetleyici (Base Station Controller, BSC) ve birden fazla Baz İstasyonu (Base Transceiver Station, BTS)'ndan oluşur. Bu nedenle bir BSS birden fazla hücreye hizmet verebilir. BSS, kanal tahsisi, bağlantı kalitesi, güç yönetimi, işaretleşme ve çağrı trafiği denetimi, BTS'ler arası geçişlerin başlatılması, ve frekans atlaması (hopping)'ndan sorumludur [8].

Yayılı spektrum (spread spectrum) işaret iletiminde kullanılan iki temel modülasyon tekniğinden biri olan frekans atlaması, telsiz iletim sırasında

frekansın tekrarlı olarak anahtarlanması olarak tanımlanmaktadır. Verilerin geniş bant işaretler üzerinden iletilmesi nedeniyle veri gizliliği ve güvenliği konusunda daha başarılı olan yayılı spektrum iletim, ilk olarak askeri amaçlarla, daha sonra ise ticari şebekelerde kullanılmaya başlanmıştır [18].

Yayıllı spektrum iletim sayesinde bir veri işareti, kendi bant genişliğinden çok daha geniş bir frekans bandı üzerinden iletilmektedir. Verici, işaretin dar bir banda yoğunlaştırılmış olan enerjisini daha geniş bir frekans bandındaki kanallara yayarak iletir. Böylece daha gelişmiş bir veri gizliliği, dar bant enterferansında azalma ve iletilen işaret kapasitesinde artış elde edilmektedir [18].

2.2.3. Şebeke anahtarlama alt sistemi (Network switching subsystem, NSS)

Abonenin şebeke içinde veya diğer şebekelerde bulunan aboneler ile bağlantısını sağlayan ve abonelik işlemlerini yürüten şebeke parçası çekirdek şebeke olarak adlandırılmaktadır. GSM, PSTN gibi devre anahtarlmalı bir çekirdek şebekeye sahiptir, yani şebeke NSS elemanları arasındaki bağlantılar Zaman Bölmeli Çoklama (Time Division Multiplexing, TDM) ile sağlanmaktadır [5].

NSS, arabağlantının gerçekleştiği şebeke parçası olması nedeniyle GSM şebekesinin PSTN, ISDN ve Paket Anahtarlmalı Şebeke (PAŞ)'lere çıkış kapısıdır. MS işaretleşmesi, MS konumu güncelleme, BSC'ler arası geçiş denetimi, NSS'de yer alan Mobil Anahtarlama Merkezi (Mobile Switching Center, MSC)'nin işlevleri arasında yer alır. Her MSC'de diğer şebekelerle arabağlantı yapılması iktisadi olarak maliyetli olduğundan tüm MSC'ler birkaç Arageçit Santrali (Gateway MSC, GMSC)'ne bağlanır ve diğer şebekelerle arabağlantı bunlarda gerçekleştirilir [5, 9].

MS'nin gezginlik yönetimi HLR'nin yardımıyla gerçekleştirilir. HLR, bağlı bulunduğu GMSC'nin hizmet verdiği bütün abonelerin Uluslararası Mobil Abone Kimliği Numarası (International Mobile Subscriber Identity, IMSI) gibi kimlik ve kullanıcı bilgileri ile kaydoldukları hizmetlere ilişkin bilgileri tutar. Bu bilgiler ile beraber abonenin etkin olarak bulunduğu Misafir Konum Kütüğü (Visitor Location Register, VLR) adresi de HLR'de tutulur ve abone yer değiştirdikçe güncellenir [5, 9].

VLR aboneye ait aktif işlemleri gerçekleştirmede kullanılan geçici kütüktür. Yapı olarak HLR'nin kopyasıdır. Genellikle MSC ile tümleşik olarak imal edilmektedir. VLR; bağlı olduğu MSC'nin hizmet verdiği alanda bulunan abonelerin konum, Geçici Mobil Abone Kimliği (Temporary Mobile Subscriber Identity, TMSI) numarası gibi bilgileri tutmaktadır. MSC, hizmet verdiği alandaki MS'ler için bütün işaretleme ve anahtarlama işlemlerini yürütür. Ayrıca, HLR ve VLR'de tutulan bilgileri kullanarak abonelerin çağrı istemlerine cevap verir. Örneğin bir abonenin bütün gelen çağrıları kısıtlama isteği, MSC'nin bu aboneye ilişkin bilgileri HLR'den temin etmesiyle mümkün olmaktadır [5, 9].

Yukarıda anlatılanların yanı sıra şebekenin güvenliği, bakımı ve yönetilmesi ile ilgili bazı birimler de yer almaktadır. Örneğin, bir aboneye hizmet verilip verilmeyeceğinin belirlenmesi için HLR, Yetki Merkezinden (Authentication Center, AuC) teyit almak durumundadır. Cihaz Kimlik Kütüğü (Equipment Identity Register, EIR) ise kayıp, çalıntı veya kaçak MS'lerin listesini tutar. Şebekenin yönetimi ile görevli Şebeke Yönetim Merkezi (Network Management Center, NMC) ve şebeke bakımı ile görevli İşletme ve Bakım Merkezi (Operational and Maintenance Center, OMC) şebekenin diğer parçalarıdır [5,10].

GSM şebekesinde de diğer IP tabanlı olmayan haberleşme şebekelerinde olduğu gibi bir işaretleme şebekesi bulunmakta olup işaretleme için No.7 işaretleme sistemi kullanılmaktadır [5].

2.2.4. 2G mobil Şebeke alıŐma Şekli

Şekil 2.2'de görülen Şebeke üzerinde bir çağrının taşınması Şu Şekilde gerçekleşmektedir: MS, yeterli derecede ysek bir işaret seviyesine sahip bir BTS bulunduğunda ağrını baŐlatır. BSS, MS için iki yönlü bir işaretleşme kanalı tahsis eder ve aynı sırada MSC ile bağlantı kurar. MSC, BSS vasıtasıyla gelen MS'ye ait IMSI bilgisini kullanarak HLR'den bu aboneye ait bilgileri alır ve VLR'ye gönderir. Bu iŐlemden sonra MS aranan numarayı bildirir, BSS bir ağrı kanalı kurar ve MSC ağrını hedef abonenin bulunduğu diğer bir BSS'ye veya MSC'ye ya da arabağlantı üzerinden başka bir haberleşme Şebekesine yönlendirir [4, 5].

Haberleşme sırasında MS'nin bir başka hücreye geçmesi halinde aktarım (handover) işleminin gerçekleştirilmesi gerekir. Yeni hücre aynı BSC tarafından yönetiliyorsa, bu iŐlem BSC tarafından yapılır. MS'nin başka bir BSC tarafından hizmet verilen bir hücreye geçmesi durumunda geçiş işlemi MSC tarafından gerçekleştirilir [4, 5].

Bir MS'ye ağrı gelmesi halinde ise BSC tarafından MS'nin bulunduğu hücre içerisinde işaretleşme kanalı üzerinden bir işaret gönderilir. MS'ler bu işaretleşme kanalını sürekli olarak takip etmektedir. MS'nin ağrını kabul etmesi halinde BSC bir ağrı kanalı kurar ve haberleşme sağlanır [4, 5].

2.3. 2,5 G Hücresel Mobil Şebekeler

2G Şebekeler ses haberleŐmesinde oldukça başarılı olmasına rağmen, kablosuz veri hizmetleri mobil telefon pazarında sınırlı bir pay yakalayabilmiŐtir. Bunun nedeni kullanıcıların sadece sabit ortamda değil mobil ortamda da gün geçtikçe sesten ziyade veri hizmetlerine yönelmesi ancak talep ettiği veri hızlarını elde edememesidir [8].

Kullanıcıların yüksek hızda veri taleplerinin karşılanması ve mevcut 2G altyapısının daha etkin biçimde kullanılması amaçlarıyla ETSI tarafından geliştirilen Faz 2+ ile; HSCSD, GPRS ve EDGE gibi eklentiler ortaya atılmıştır [8].

2,5G sistemlerin geliştirilmesi, 3G yetkilendirmesi alamayan 2G işletmecileri için de kendilerine tahsis edilmiş mevcut frekansları kullanarak daha hızlı veri hizmetleri sunabilmeleri adına bir fırsat olmuştur. 2,5 G şebekeler bir yandan kullanıcıları çoklu ortam uygulamaları, mobil internet erişimi gibi 3G hizmetlere hazırlarken diğer yandan ise 3G şebekelerin sunabileceği seviyede veri hızına ihtiyaç duymayan kullanıcılar için 3G'den kaçış yolu olmaktadır.

2.3.1. Yüksek hızlı devre anahtarlamalı veri (High speed circuit switched data, HSCSD) sistemi

Bir GSM şebekesi normal şartlarda devre anahtarlamalı olarak tek frekans kanalından 14,4 Kb/s veri hızını desteklemektedir. HSCSD ise bir kullanıcının birden fazla trafik kanalını aynı anda kullanabilmesini sağlayan bir sistemdir. MSC ile diğer şebeke santrali arasındaki arayüz 64 Kb/s hızla sınırlı olduğundan HSCSD'nin de kuramsal hız sınırı 64 Kb/s'dir. Uygulamada ise, mevcut terminal cihazlarının kapasite ve özellikleri göz önünde bulundurularak bir kullanıcıya 4 kanal tahsis edildiği varsayıldığında $4 \times 14,4 = 57,6$ Kb/s'lik bir veri hızı mümkündür. Ancak HSCSD'nin sağladığı veri hızına erişebilmek için aynı anda birden fazla kanal kullanabilen terminal cihazı gerekmektedir.

Kullanıcının talep ettiği veri hızına uygun sayıda kanal şebeke tarafından tahsis edilir. Bağlantı sırasında kanal sayısı artırılabilir. Mantıksal olarak birleştirilmiş olan kanallar hücrelerarası geçiş gibi şebeke işlemleri

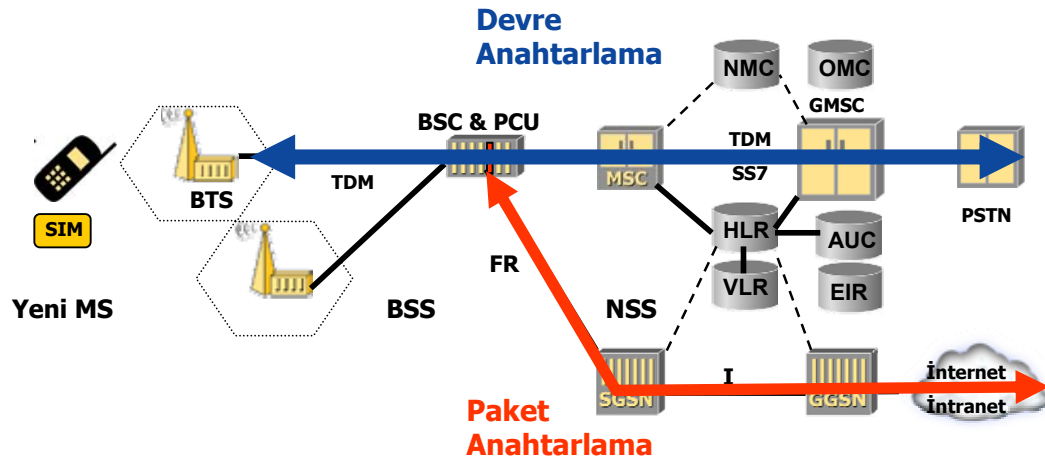
sırasında tek bir kanalmış gibi ele alınır. Çift yönlü bağlantı için bakışimli (simetrik) ve bakışimsız (asimetrik) veri hızları kullanılabilir. HSCSD devre anahtarlama dayandığından veri bağlantıları süre tabanlı ücretlendirilmektedir [8].

2.3.2. Genel paket telsiz hizmetleri (General packet radio services, GPRS) sistemi

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

Şekil 2.3'te de gösterildiği gibi, veri şebekeleri ile bağlantıyı sağlayan GPRS Geçit Destek Düzümü (GPRS Gateway Support Node, GGSN) ve kullanıcılara ait veri trafiğini denetleyen GPRS Hizmet Destek Düzümü (Serving Gateway Support Node, SGSN) elemanları ile GSM şebekesi üzerinde fazla değişiklik gerektirmeden kurulabilmektedir. Talep edilen trafiğe göre paralel GGSN cihazları kurularak GPRS şebekesi genişletilebilmektedir [5, 8].

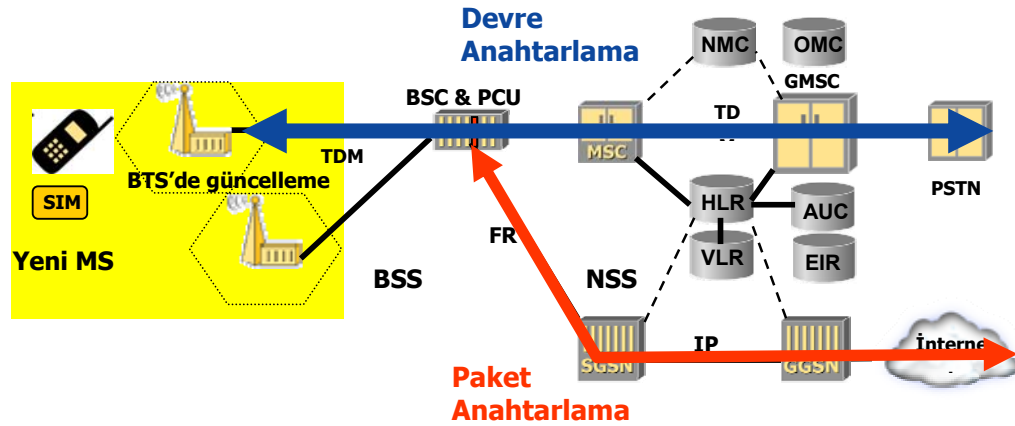
Her bir kullanıcıya 8 kanal veya her kanala 16 kullanıcı tahsis edilebilmektedir. Veri hızı kuramsal olarak 9 ila 115 Kb/s arasındadır. Uygulamada ise veri hızı 50 Kb/s seviyelerinde gerçekleşmektedir. GPRS'de de bakışimli ve bakışimsız bağlantı sağlanabilmektedir. GPRS veri hızlarına erişebilmek için GPRS'yi destekleyen yeni bir terminal cihazı gerekmektedir. Paket anahtarlama dayandığı için miktar tabanlı ücretlendirme mümkün olmaktadır [5, 8].



Şekil 2.3. GPRS kullanan bir GSM şebekesi

2.3.3. Küresel evrim için geliştirilmiş veri hızları (Enhanced data rates for global evolution, EDGE) sistemi

EDGE, GSM'de kullanılan Gauss Önsüzmeli Asgari Kaydırmalı Kipleme (Gaussian Prefiltered Minimum Shift Keying, GMSK) modülasyonundan daha verimli bir bant genişliği bulunan yeni bir modülasyon metodu olan 8 Faz Kaydırmalı Kipleme (8-Phase Shift Keying, 8-PSK) kullanan bir telsiz arayüzüdür. EDGE mevcut GSM sisteminin veri hızını üç kat arttıracak potansiyele sahiptir. GPRS'ye benzer şekilde bir kullanıcı sekiz kanalı da kullanabilir. Her bir kanalda 48 Kb/s'lik veri taşınabilen EDGE ile veri hızı 384 Kb/s'ye ulaşmaktadır. GSM ile aynı TDMA çerçeve yapısını ve mevcut hücre ayarlarını kullandığı için sadece her hücreye bir EDGE alıcı verici birimi eklenmesi ile kolaylıkla mevcut GSM şebekesi üzerine kurulabilir (Şekil 2.4). EDGE hizmetlerinden yararlanmak için yeni terminal cihazlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Halen 52 ülkede 84 EDGE şebekesi hizmet sunmaktadır ve 113 EDGE uyumlu terminal cihazı pazarda yer almaktadır [22].



Şekil 2.4. EDGE ve GPRS kullanan bir GSM şebekesi

2.4. 3G Mobil Şebekeler

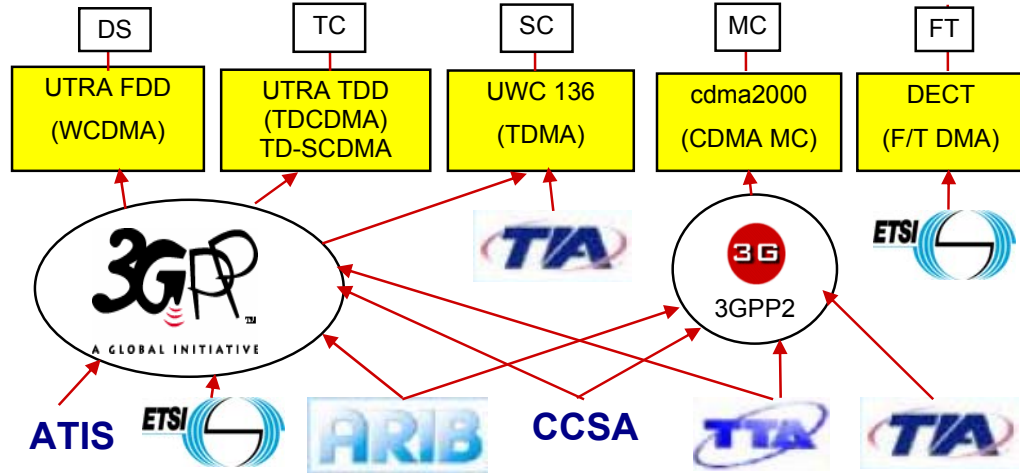
Her alanda kullanıcılar için vazgeçilmez bir bilgi ve iletişim kaynağı olan internetin gelişimi dikkate alındığında, mobil şebekeler üzerinden veri hizmetlerine olan talepteki artış eğiliminin sürmesi beklenmektedir. Ancak, gerek mevcut mobil şebekelere tahsis edilen spektrum, gerekse veri sıkıştırma teknikleri mobil veriye olan talebi tatmin edici şekilde karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Özellikle görüntülü haberleşmenin geleceğin haberleşme şebekelerinde önemli bir trafik kaynağı haline geleceği beklenmektedir. 3G şebekeleri yüksek hızda çoklu ortam ve ses iletimi amacıyla tasarlanmıştır. 3G'nin ana hedefleri, yüksek kalitede ses ve görüntü ile ileri düzeyde küresel dolaşımdır. Böylece kullanıcılar dünya üzerinde her yerde otomatik olarak bir telsiz sistem tarafından algılanarak kaliteli haberleşme imkanı bulabileceklerdir. 3G'nin diğer hedefleri aşağıda sıralanmaktadır [12, 13]:

- Mesajlaşma, internet erişimi ve yüksek hızda çoklu ortam haberleşme desteği,

- Gelişmiş hizmet kalitesi,
- Gelişmiş pil ömrü,
- Sabit uygulamalar ve çeşitli mobil senaryoların desteklenmesi (Örn. Ev içi, kentsel, kırsal ve küresel alanlarda hizmet alabilme desteği)
- Konumlandırma hizmetlerinin sağlanması,
- Bütün katma değerli ses hizmetlerinin sağlanabilmesi,
- İşletim ve bakım kolaylığı,
- Mevcut şebekelerle birlikte çalışabilirlik, 2G'ye dolaşım sağlayabilme
- Mevcut şebekelere geriye doğru uyum sağlayabilme, düşük kurulum maliyeti,
- Gelişmiş güvenlik yöntemleri sayesinde mobil ticarete ortam sağlayabilme,

2.4.1. 3G standartları

3G, ITU tarafından Uluslararası Mobil Haberleşme (International Mobile Telecommunications, IMT2000) adı verilen küresel çerçeve altında tanımlanmıştır. 1986'da ITU'nun Telsiz Haberleşme Bölümünde, Gelecek Kamu Karasal Mobil Haberleşme Sistemi (Future Public Land Mobile Telecommunication System, FPLMTS)'nin standartlaştırma çalışmalarının başlaması ile IMT2000'in ilk adımları atılmıştır. Bir telsiz arayüzünün ITU tarafından IMT2000 kapsamına alınabilmesi için bazı gereklilikler belirlenmiştir. Buna göre; bir 3G telsiz arayüzü araç içerisinde 144 Kb/s, kentsel alanda 384 Kb/s, ev içinde 2048 Kb/s veri hızlarını sağlamak zorundadır [11, 12]. Şekil 2.5'te IMT2000 standartları ve destekleyen kuruluşlar gösterilmektedir [11].



Şekil 2.5. IMT2000 kapsamındaki 3G standartları ve teklif eden kuruluşlar.

ETSI tarafından, çiftli frekans bantlarında Çift Yönlü Frekans Bölmesi (Frequency Division Duplex, FDD) kipinde çalışma için Geniş Bant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) telsiz erişim tekniğini, tekli frekans bantlarında Çift Yönlü Zaman Bölmesi (Time Division Duplex, TDD) kipinde çalışma için Zaman Bölmeli CDMA (Time Division CDMA, TDCDMA) telsiz erişim tekniğini kullanan Evrensel Karasal Telsiz Erişim Şebekesi (Universal Mobile Telecommunication System Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) geliştirilmiştir. 1998 yılında, ETSI'nin teklifi UTRAN'ın geliştirilmesi amacıyla Japonya adına TTC/ARIB, Avrupa adına ETSI, Kore adına TTA, ABD adına ATIS ve Çin adına CCSA'nın katılımıyla 3G Ortaklık Projesi (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) kurulmuş ve IMT2000'e katkıda bulunmuştur [54].

3GPP tarafından IMT2000 için teklif edilen standartlardan ilki olan UTRA FDD, WCDMA ya da Doğrudan Sıralı (Direct Sequence, DS) CDMA olarak da tanımlanmaktadır. FDD kipi çalışma, aboneye doğru ve baz istasyonuna doğru olmak üzere iki ayrı frekans bandı gerektirir. Telsiz erişim tekniği 3,84 Mc/s yonga hızında ve 5 MHz bant genişliğinde veri iletimine sahip doğrudan sıralı CDMA niteliğindedir. Modülasyon tekniği, iki kanallı Faz Kaydırmalı (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK)'dır [93].

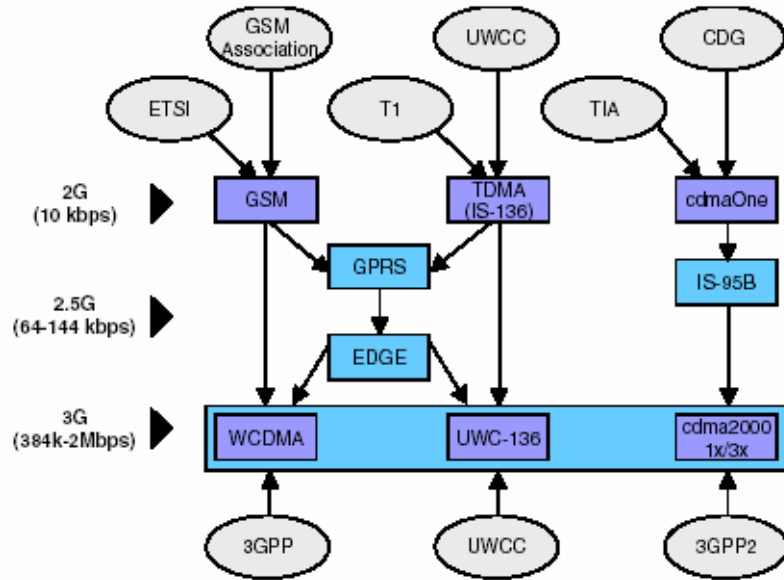
3GPP'nin ikinci teklifi olan UTRA TDD, Zaman Kodlu IMT (International Mobile Telecommunications Time Code, IMT TC) olarak adlandırılmakta ve doğrudan sıralı CDMA telsiz erişimi tekniğini kullanan iki sürümü bulunmaktadır. Bunların ilki 5 MHz bant genişliğinde ve 3,84 Mc/s yonga hızındaki UTRA TDD, ikincisi ise 1.6 MHz bant genişliği ve 1.28 Mc/s yonga hızı kullanan Zaman Bölmeli Eşzamanlı CDMA (Time Division Synchronous CDMA, TDSCDMA)'dır. TDD sistemleri tekli spektrum bölümleri üzerinden çalışabilmektedir [93].

Evrensel Telsiz Haberleşme Konsorsiyumu (Universal Wireless Communications Consortium, UWCC)'nin tek taşıyıcılı (Single Carrier, SC) UWC-136 arayüzü, TIA/EIA-136 ve GSM GPRS teknolojilerinin birbirlerine yaklaştırılması ve TIA/EIA-136 teknolojisinin 3G yeteneklerine yükseltilebilmesi amacıyla TIA'nın öncülüğünde geliştirilmiştir. Bu amaçla 30 kHz kanallarının ses ve veri kapasiteleri artırılmış, yüksek gezginlik uygulamalarında 384 Kb/s için 200 kHz taşıyıcı, düşük gezginlik uygulamalarında ise 2 Mb/s için 1,6 MHz taşıyıcı eklenmiştir [11].

3G'ye ilişkin diğer bir standartlaştırma akımı ise; çok taşıyıcılı CDMA teknolojisi üzerinde çalışmak üzere ABD adına TIA'nın öncülüğünde, Japonya adına TTC/ARIB, Kore adına TTA ve Çin adına CCSA'nın katılımıyla 3GGP2 grubunu oluşturmuş ve IMT2000'e teklifte bulunmuştur. CDMA2000; çok taşıyıcılı (Multi Carrier, MC) CDMA olarak da adlandırılmaktadır. FDD kipinde çalışan CDMA MC TIA/EIA-95-B standardındaki şebekeler için 3G'ye geçiş imkanı sağlamaktadır [71].

ETSI standartlarıyla oluşturulan Sayısal Geliştirilmiş Kablosuz Telekomünikasyon (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT), bileşik FDMA/TDMA tekniği kullanmaktadır [11].

2G şebekesi bulunmayan yeni 3G işletmecileri, idari ve ticari gereklilikleri göz önünde bulundurarak Şekil 2.5'teki 3G standartlarından herhangi birini seçebileceklerdir. Ancak 3G'ye geçiş yapmak isteyen 2G işletmecilerinin kullanacakları 3G standardını seçerken dikkate almaları gereken en önemli ölçüt mevcut şebekelerinin güvenliğini tehlikeye atmaksızın ve en düşük maliyetle 3G'ye geçiş yapabilmektir. Şekil 2.6'da standart uyumluluğu açısından 3G'ye güvenli ve uyumlu geçişin yolları gösterilmektedir [12, 13, 25, 36, 106, 107].



Şekil 2.6. UMTS'ye geçişte izlenen yollar

2.5. Mobil Şebekelere İlişkin AB Düzenlemeleri

Haberleşme teknolojilerinin yakınsaması, bu konudaki yasal düzenlemelerin yeniden yapılandırılması gereğini ortaya çıkarmıştır. AB'de "98 Çerçevesi" olarak da adlandırılan haberleşmeye ilişkin düzenlemeler bütününün gözden geçirilmesinin en önemli nedenlerinden biri de AB ülkelerinde farklı şebekeler

ve hizmetler için farklı kuralların uygulanıyor olması, ancak yakınsamanın aynı hizmetin farklı şebekeler üzerinden sunulmasına imkan vermesi nedeniyle her bir şebeke ve hizmete yönelik olarak getirilen farklı düzenlemelerin tutarsızlığa ve rekabetin bozulmasına sebep olabileceği endişesidir. Bu nedenle 2002 yılında kabul edilen ve 2003 yılında yürürlüğe giren yeni düzenleyici çerçevenin tüm haberleşme şebeke ve hizmetlerini kapsaması öngörülmüştür. 2002 Çerçevesi; sabit, mobil, uydu, kablo tv ve karasal yayın şebekeleri üzerinden verilen tüm hizmetler için ortak hükümler getirmektedir. Bütün şebekeler üzerinden verilen hizmetler, aynı ilkeler doğrultusunda yetkilendirilmekte ve düzenlenmektedir. Böylece, tüm elektronik iletişim şebekeleri ve hizmetleri için uyumlu ortak bir yaklaşım ortaya konmakta ve yakınsamayı dikkate alan ortak kuralların açığa çıkması sağlanmaktadır.[44]

98 Çerçevesinde sayısı yirmiyi bulan Direktif yerine, 2002 Çerçevesinde; elektronik haberleşme şebeke ve hizmetlerinin düzenlenmesi için belirli politikaları ortaya koyan bir Çerçeve Direktif [47], hangi hizmetlerin hangi esaslar çerçevesinde sunulacağını ve işletmecilere hangi koşulların uygulanabileceğini ortaya koyan Yetkilendirme Direktifi [45], şebeke ve hizmetlere erişim usul ve esaslarını ve kamu şebekesiyle hizmet sağlayıcıların arabağlantısının nasıl düzenleneceğini belirleyen Erişim Direktifi [48], evrensel hizmetin korunması ve düzenlenmesinin yanında tüketici haklarının da ele alındığı Evrensel Hizmet Direktifi [49], haberleşmenin güvenliği ve gizliliği konularıyla ilgili Elektronik Haberleşme ve Gizlilik Direktifi [50] bulunmaktadır.

2002 Çerçevesiyle, zararlı girişim tehlikesinin bulunmadığı elektronik haberleşme şebeke ve hizmetleri dışındaki tüm şebeke ve hizmetler genel yetkilendirme çerçevesinde yürütülebilir hale gelmiştir. Böylece pazara girişteki engeller en aza indirilerek yeni elektronik haberleşme şebeke ve hizmetlerinin gelişmesinin teşvik edilmesi ile işletmeci ve kullanıcıların tek Avrupa pazarının ölçek ekonomilerinden yararlanması amaçlanmıştır [51]

Diğer yandan, GSM veya bu tezin konusu olan 3G mobil şebekeler gibi bazı şebeke ve hizmetlerin etkin bir şekilde sunulabilmesi için belirli miktardaki frekans ve numara kaynaklarının, zararlı girişim tehlikesinin ortadan kaldırılması için her bir işletmeciye tahsis edilmesi gerekmektedir. 2002 Çerçevesine göre anılan şebeke ve hizmetler için tahsis edilecek kaynakların etkin biçimde kullanılmasının sağlanması amacıyla bu kaynakların kullanım hakkı talebe bağlı olarak ihale yoluyla verilebilecektir.

Teknoloji-yansız yetkilendirme ve düzenleme yapma ilkesi 2002 Çerçevesine hakim bulunmaktadır [45-47, 138]. Teknoloji-yansızlık ilkesi düzenleyici kurumların belirli bir teknoloji lehine veya aleyhine ayrımcılık yapmaması olarak anlaşılmaktadır. Ancak söz konusu ilke belirli hizmetlerin verilebilmesinin sağlanması için tedbir alınmasını engellememektedir. Örneğin frekansın etkin kullanımının sağlanması amacıyla sayısal TV hizmetlerinin sunulmasına yönelik yükümlülük getirilmesi teknoloji-yansızlık ilkesine aykırı düşmemektedir [47].

2.5.1. 3G şebekelere ilişkin AB düzenlemeleri

AB mevzuatında 3G şebekelerle doğrudan ilgili olarak; AB ülkelerinde birbirine uyumlu UMTS şebeke ve hizmetlerinin hızla ve eşgüdümlü biçimde sunulmaya başlanmasını amaçlayan 128/1999/EC sayılı AB Kararı [52] ve 3G konusunda AB'de yaşanan gelişmelere ilişkin olarak yayımlanan COM(2001)141 ve COM(2002)301 sayılı iki adet bildiri, bulunmaktadır [14,15].

2.5.1.1. 128/1999/EC sayılı AB kararı

128/1999/EC sayılı AB Kararında UMTS; GSM gibi 2G sistemlerin ötesinde yenilikçi çoklu ortam hizmetleri destekleyen, karasal ve uydu bileşenleri birleştirme yetisine sahip üçüncü nesil bir telsiz haberleşme sistemi olarak

tanımlanmaktadır. UMTS'nin sağlaması gereken özellikler ise Karar ekinde aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır [52].

- Çoklu ortam yeteneği, farklı coğrafi alanlarda GSM gibi 2G sistemlerin yeteneklerinin ötesinde tam ve düşük mobiliteli uygulamalar,
- İnternete, intranetlere ve diğer IP tabanlı hizmetlere etkin erişim,
- Sabit şebekelere eşit, yüksek kaliteli ses iletimi,
- Farklı UMTS/IMT2000 ortamları arasında, uygun olduğu durumlarda, hizmet taşınabilirliği (Örn. Kamu/özel/iş; sabit/mobil),
- GSM ile ve UMTS/IMT2000 şebekelerinin karasal ve uydu bileşenleri arasında tam dolaşım ve kesintisiz bir ortamda çalışma,
- Tüm hizmetlere (eşzamansız trafiği destekleyen ve uyumlaştırılmış frekans bantlarında isteğe bağlı bant genişliği / veri hızına izin veren paket veri tabanlı hizmetler dahil) erişim için yeni karasal hava arayüzü, çiftli ve tekli frekans bantlarını kullanmak suretiyle verimli bir spektrum kullanımı sağlayan telsiz erişim şebekesi,
- Sabit/mobil yakınsamasını dikkate alarak mevcut çekirdek şebeke sistemlerinin (Örn. Geliştirilmiş GSM şebekesi) evrimi üzerine kurulu tam bir dolaşım işlevi de dahil olmak üzere çağrı yönetimi, hizmet denetimi, konum ve mobilite yönetimi yeteneğine sahip bir çekirdek şebeke.

Karara göre üye ülkeler, kendi sınırları içerisinde UMTS hizmetlerinin eşgüdüm içerisinde 1 Ocak 2002 tarihine kadar verilmeye başlanması için gerekli yetkilendirme adımlarını atmaları ve UMTS için bir yetkilendirme sistemi kurmaları konularında yükümlü tutulmuşlardır. Bu süre frekans planlamalarında yapılması gereken ayarlamalarda oluşabilecek zorluklar dolayısıyla 12 aya kadar uzatılabilecektir.

Üye ülkeler yetkilendirme sistemlerini kurarken ve uygularken topluluk mevzuatına uygun olarak, UMTS'nin;

- CEPT tarafından uyumlaştırılan frekans bantlarında,
- Özellikle ortak, açık ve uluslararası rekabete açık hava arayüzü standardı olmak üzere, ETSI tarafından onaylanmış veya oluşturulmuş olan UMTS'nin Avrupa standartlarına uygun şekilde

sunulduğundan emin olmak zorundadır. Ayrıca üye ülkeler uluslararası dolaşıma izin veren yetkilendirmeler yapmakla yükümlüdürler. Üye ülkeler, topluluk çapında kesintisiz hizmet kapsamının sağlanabilmesini teminen UMTS şebekeleri sağlayan kuruluşları sınırötesi dolaşım anlaşmaları yapmak için müzakere etmeleri konusunda teşvik etmekle yükümlü kılınmıştır. Üye ülkeler gerekli olduğu durumlarda birlik yasalarına uygun olarak düşük nüfuslu bölgelerin kapsamı konusunda müdahil olabilir.

Telsiz frekanslarının etkin şekilde kullanılması amacıyla üye ülkelerde verilecek UMTS yetkilendirmelerinin sayısının sınırlandırılması gerektiği takdirde yetkilendirmeye ilgili mevzuatın uygulanacağı ifade edilmektedir. AB ülkeleri, farklı tipte sistemlerin mevcut olması halinde birbirine uyumlu sistemlerin yetkilendirilmesi amacıyla eşgüdüm içerisinde hareket etmelidirler.

Karara göre AB Komisyonu, ITU IMT2000 standartlar ailesinde yer alacak bir seçenek olarak ortak bir standardın ITU'ya sunulması gerekliliğini göz önüne alarak pazar ihtiyaçları doğrultusunda, Avrupa çapında uyumlu UMTS hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin ortak ve açık bir standart oluşturulması için ETSI ile birlikte çalışacaktır.

AB Komisyonu UMTS'nin kullanılmaya başlanması ve UMTS terminal cihazlarının birlik dışı ülkelere serbest dolaşımının sağlanması amacıyla birlik dışı ülkeler ve uluslararası kuruluşlarla anlaşmaların yapılması için Konseye

teklif götürecektir. 128/1999/EC'nin bu hükmünün de amacına uygun olarak alınan Avrupa Radyo Haberleşme Komitesi (European Radiocommunications Committee, ERC)'nin ERC/DEC/(00)06 Kararı ile IMT2000 terminallerinin serbest dolaşımı sağlanmıştır.

2.5.1.2. COM(2001)141 sayılı bildiri

AB'nin 3G'ye ilişkin politikasını açıklayan düzenlemelerinden biri olan Mart 2001 tarihli ve COM(2001)141 sayılı bildiri 3G hizmetlerin AB çapında hayata geçirilmesi konusunda yaşanan güçlükler yer verilmiş, anılan güçlüklerin aşılabilmesi için üye ülkelere yönelik bazı tavsiyelerde bulunulmuştur. Bildiri; üye ülkelerde uygulanan farklı yetkilendirme sistemlerinden dolayı oluşan birbiriyle uyumsuz sonuçlar, 3G işletmecilerinin aşırı yüksek yetkilendirme ücretlerinden dolayı içinde buldukları mali sıkıntılar, şebeke teçhizatı ve terminal cihazlarının üretimi ve temin edilmesinde yaşanan güçlükler gibi sorunlara değinilmektedir. 3G hizmetlerinin Avrupa'da yaratacağı istihdama dikkat çekilen bildiri GSM'de yakalanan başarının 3G'de yakalanması halinde Avrupa'nın liderliğini yaptığı yeni bir küresel standardın oluşacağı ve Avrupalıların bilgi toplumuna dönüşümünün hızlanacağı belirtilmektedir. AB çapında 3G konusunda oluşan kararsız ve birbiriyle uyumsuz ortamın daha da kötüye gitmesini engellemek amacıyla üye ülkeler arasında eşgüdümün geliştirilmesi tavsiye edilmektedir [14].

2.5.1.3. COM(2002)301 sayılı bildiri

Haziran 2002 tarihli ve COM(2002)301 sayılı bildiri ise AB ülkelerinin çoğunun 3G yetkilendirmelerini vermesine rağmen COM(2001)141'de belirtilen teknik ve mali sıkıntılardan dolayı 3G hizmetlerinin ticari olarak sunulmaya başlanamadığı belirtilmekte, bu durumun giderilmesi için bazı önlemlerin alınması tavsiye edilmektedir. Bu önlemlerden bazıları [15]:

- Düzenleyici kurumların, kullanıcı yararına hizmet eden rekabetçi bir pazar için tahmin edilebilir ve kararlı bir düzenleme ortamı oluşturması,
- Şebeke kurulum yükümlülüklerinde ayrımcı olmayan iyileştirmeler yapılması,
- İşletmecilerin talep ettiği şebeke paylaşımı konusuna açıklık getirilmesi,
- Ortak yerleşim ve tesis paylaşımının teşvik edilmesi

şeklinde sıralanabilir.

2.5.2. Avrupa'da 3G'ye ilişkin frekans düzenlemeleri

97/13/EC Direktifi uyarınca frekans uyumlaştırmasına ilişkin yetkiler ERC ve Avrupa Telekomünikasyon Düzenlemeleri Komitesi (European Committee for Regulatory Telecommunications Affairs, ECTRA)'ne verilmiştir. Bu yetki kapsamındaki zaman çizelgesine göre CEPT'e, Şubat 1999'dan itibaren, Dünya İdari Telsiz Konferansı (World Administrative Radio Conference, WARC) 92'de 3G mobil sistemlerinin geliştirilmesi projesinin ilk adımı olarak da adlandırılan FPLMTS için öngörülen bantlar (1885 - 2025 MHz ve 2110 – 2200 MHz) dışında UMTS'ye ek spektrum tahsisi yapılması görevi verilmiştir [51]. Bu kapsamda, ERC ve Elektronik Haberleşme Komitesi (Electronic Communications Committee, ECC)'nin UMTS şebekeleri için yapılacak frekans tahsisi konusunda alınmış çeşitli kararları bulunmaktadır. Bunlar; ERC/DEC/(97)07, ERC/DEC/(99)25, ERC/DEC/(00)01, ECC/DEC/(02)06 ve ECC/DEC(05)05'tir [54].

ERC/DEC/(97)07 ve ERC/DEC/(00)01 Kararları ile UMTS için ilk etapta ayrılan bantlar belirlenmiştir. Buna göre UMTS'nin karasal bileşeni için 1900-1980 MHz, 2010 - 2025 MHz ve 2110-2170 MHz bandları, Uydu bileşeni için ise 1980-2010 MHz ve 2170-2200 MHz bandları ayrılmıştır [54].

ERC/DEC/(99)25 Kararı ile karasal UMTS sistemlerinde uyumu sağlamak için kanal aralıkları, asgari taşıyıcı aralıkları ve spektrumun UMTS hizmetleri arasındaki paylaşım ölçütleri ifade edilmektedir. Bu Kararla ayrıca 2010-2020 MHz bandı kişisel uygulamalara ayrılmıştır [54].

2000 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen WRC-2000 Konferansında, UMTS/IMT-2000 karasal bileşeni için ek frekans bantları 806-960 MHz. (Avrupa için 862-960 MHz.), 1710-1885 MHz. ve 2500-2690 MHz., uydu bileşeni için 1525-1544 MHz., 1545-1559 MHz, 1610-1645,5 MHz, 1645,5-1660,5 MHz, 2483,5-2500 MHz, 2500-2520 MHz, 2670-2690 MHz, 1885-2025 MHz ve 2110-2170 MHz olarak belirlenmiştir [55]. 862-960 MHz. ve 1710-1885 MHz bandı halihazırda Avrupa'da GSM şebekelerince kullanıldığından orta vadede işlerlik kazanamayacaktır [56]. Bu doğrultuda alınan ECC/DEC/(02)06 ve ECC/DEC(05)05 Kararları ile CEPT üyesi ülkelerden, 1 Ocak 2008 itibarıyla 2500-2690 MHz bandının karasal UMTS/IMT2000 sistemlerince kullanılabilir hale getirilmesi istenmektedir [55, 56, 57].

2002/20/EC sayılı Yetkilendirme Direktifi uyarınca, uyumlaştırılmış frekans bantlarında, erişim koşulları ve usulleri üzerinde mutabakata varıldığında ve uluslararası anlaşmalar ve Topluluk kuralları çerçevesinde telsiz frekanslarının tahsis edileceği işletmeciler seçildiğinde, üye ülkeler ilgili telsiz frekans kullanım hakkını yukarıda açıklanan düzenlemeler çerçevesinde verecektir [45].

2.6. Mobil Şebekelere İlişkin Ülkemiz Düzenlemeleri

3G mobil şebekelerin yetkilendirilmesine ilişkin olarak Ülkemizdeki mevcut haberleşme mevzuatına baktığımızda; haberleşme hizmetlerinin yetkilendirilmesine yönelik birincil düzenlemeler kapsamında 406 sayılı

Telgraf ve Telefon Kanunu¹ ile anılan Kanunda değişiklik ve eklemeler yapan 4502² ve 4673³ sayılı Kanunlar bulunmaktadır. İkincil düzenlemeler kapsamında ise Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmelięi⁴ bulunmaktadır.

Düzenlemelerin yanı sıra; yapılacak 3G yetkilendirmelerinin içeriğine ve yetkilendirmelerin yapılma yöntemine ilişkin öngörü edinilmesi amacıyla, GSM işletmecileri ile yapılan imtiyaz sözleşmeleri ve halen taslak halinde bulunan Elektronik Haberleşme Kanunu hükümlerine değinilmesi uygun olacaktır.

2.6.1. Birincil düzenlemeler

Üçüncü nesil telekomünikasyon hizmetlerinin yetkilendirilmesine ilişkin yapılacak öngörülerde birincil düzenleme olarak 4502 sayılı ve 4673 sayılı Kanunlar ile değişen 406 sayılı Kanundaki hükümler rehber olacaktır. Ülkemizde serbestleşmeye yönelik ilk adım olarak 2000 yılında 4502 sayılı Kanunla Telekomünikasyon Kurumu (TK) kurulmuş ancak yetkilendirme görevi Ulaştırma Bakanlığında kalmıştır. İkinci en önemli adım ise haberleşme hizmet ve altyapılarının yetkilendirilmesine yönelik düzenleme yapma yetkisinin TK'ya geçmesidir. Nitekim, 406 sayılı Kanuna 4673 sayılı Kanunla eklenen Ek madde 27'de bulunan *"Bu Kanunda ve diğer mevzuatta Ulaştırma Bakanlığına, görev sözleşmesi veya imtiyaz sözleşmesi yapma veya telekomünikasyon ruhsatı veya genel izin verme yetkisi ile bu yetkiye*

¹ 21.02.1924 tarihli ve 59 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

² 4502 sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, Telsiz Kanunu ve Posta, Telgraf ve Telefon İdaresinin Biriktirme ve Yardım Sandığı Hakkında Kanun ile Genel Kadro ve Usulü Hakkında Kanun Hükümünde Karamamenin Eki Cetvellerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun 29.01.2000 tarihli ve 23948 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

³ 4673 sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu, Posta, Telgraf ve Telefon İdaresinin Biriktirme ve Yardım Sandığı Hakkında Kanun ile Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun 23.05.2001 tarihli ve 24419 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

⁴ 26.08.2004 tarihli ve 25565 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

ilişkin yapılacak düzenlemeler ile ilgili her türlü göreve yönelik yapılan atıflar Kuruma yapılmış sayılır.” hükmü uyarınca haberleşme altyapı ve hizmetlerinin rekabetçi bir piyasada yürütülmesi amacıyla yetkilendirme ve düzenleme yapma hususunda TK'nın yetkili kılındığı görülmektedir. Bu hükümden 3G yetkilendirmesinin de TK tarafından yapılacağı anlaşılmaktadır.

3G'nin hangi kurum tarafından yetkilendirileceğinin belirlenmesinden sonra en önemli adım ise yetkilendirmenin ne şekilde yapılacağıdır. 406 sayılı Kanunun değişik 2 nci maddesine göre yetkilendirmeler üç kategoride toplanabilecektir. İlk kategoride görev ve imtiyaz sözleşmeleri, ikinci kategoride telekomünikasyon ruhsatları ve üçüncü kategoride genel izinler bulunmaktadır.

3G'nin yeni nesil mobil haberleşme sistemi olması nedeniyle yukarıda bahsedilen kategorilerden hangisine girdiğini belirlemek yine 406 sayılı Kanun hükümleri ile olacaktır. 406 sayılı Kanunda bulunan Ek madde 18 *“Bakanlık, mobil telefon, çağrı cihazı, data şebekesi, akıllı şebeke, kablo TV, ankesörlü telefon, uydu sistemleri, rehber basım ve benzeri katma değerli hizmetler konularında sermaye şirketlerine tekel oluşturmayacak koşulları da dikkate almak suretiyle işletme lisans ve ruhsatı (sermaye şirketlerinin devralacakları ve bizzat kuracakları tesislerin işletilmesine yönelik olarak) verebilir.”* hükmünü taşımaktadır¹. Ayrıca 406 sayılı Kanunun 4502 sayılı Kanunla değişik 3 üncü maddesinin; (a) bendinde *“Ek 18 inci madde kapsamında sayılan hizmetler, ancak bir imtiyaz sözleşmesi veya telekomünikasyon ruhsatı ile yürütülebilir.”* hükmü bulunmaktadır. Bu hükümler uyarınca yetkilendirmenin TK ile yapılacak bir imtiyaz sözleşmesi ya da TK tarafından verilecek bir telekomünikasyon ruhsatı ile olacağı ortaya çıkmaktadır.

¹ Madde hükmünde Ulaştırma Bakanlığı'na yapılmış olan atıf 406 sayılı Kanun EK md. 27 uyarınca TK'ya yapılmıştır.

Ayrıca 3 üncü maddenin (c) bendinde bulunan *“Frekans, uydu pozisyonu ve numaralandırma gibi kıt kaynakların tahsisini ihtiva eden, her bir işletmeciye belirli, özel hak ve yükümlülüklerin verilmesini gerektiren veya sınırlı sayıda işletmeci tarafından yürütülecek olan telekomünikasyon hizmetleri veya altyapısı ancak Bakanlık ile akdedilecek bir imtiyaz sözleşmesi ile yürütülür.”* hükmünden de anlaşılacağı üzere;

- Frekans, uydu pozisyonu, numaralandırma gibi kıt kaynakların tahsisini gerektiren,
- İşletmecilere özel hak ve yükümlülükler verilmesini gerektiren,
- Sınırlı sayıda işletmeci tarafından yürütülecek olan

altyapı ve hizmetler için TK ile işletmeciler arasında imtiyaz sözleşmesi imzalanması gerekmektedir. Bu çerçevede mobil şebeke hizmetlerinin sunumu da yukarıda belirtilen ölçütlere uyması nedeniyle, ancak bir imtiyaz sözleşmesi veya telekomünikasyon ruhsatı ile yetkilendirilmiş bir işletmeci tarafından sunulabilecektir.

İmtiyaz sözleşmesi ile yapılan yetkilendirmelerle ilgili olarak, 406 sayılı Kanuna 4673 sayılı Kanunla eklenen Ek 27 nci maddenin ikinci fıkrasında *“İmtiyaz sözleşmesi akdedilerek yürütülecek olan telekomünikasyon hizmetleri veya alt yapısına yönelik yetkilendirmeye ilişkin plânlar Kurum tarafından hazırlanır. Kurum tarafından hazırlanan bu plânlar Ulaştırma Bakanlığının teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından onaylanır ve Kurum tarafından yürütülür.”* hükmü bulunmaktadır. Bu hüküm uyarınca imtiyaz sözleşmesi ile yapılacak olan yetkilendirmelere ilişkin ihaleler gerçekleştirilmeden önce TK tarafından bir yetkilendirme planının hazırlanarak Ulaştırma Bakanlığı vasıtasıyla Bakanlar Kurulu'na sunulması gerekmektedir. Teklif edilen bu plan, Bakanlar Kurulu tarafından onaylanması halinde TK tarafından yürütülecektir. Kanun metninde, Madde hükmünde

bahsi geçen yetkilendirme planında hangi hususlara yer verilmesi gerektiği açık bir şekilde ifade edilmemiştir. Ancak 406 sayılı Kanunun 4502 sayılı Kanunla değişik 2 nci maddesinin (e) bendinde görev ve imtiyaz sözleşmeleri ile ruhsat ve genel izinlerde bulunacak asgari hükümlere yer verilmiştir. Buradan hareketle yetkilendirme planları hazırlanırken 2'nci maddenin (e) bendi hükümlerinin göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

406 sayılı Kanunun Ek 27 nci maddesinin üçüncü fıkrasında bulunan “*Görev ve imtiyaz sözleşmeleri, telekomünikasyon ruhsatı ve genel izinlerin asgari değerleri, Kurumun teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.*” hükmü uyarınca imtiyaz sözleşmesi ile yapılacak yetkilendirmeye ilişkin asgari değerleri belirleyerek onaylanması için Bakanlar Kurulu'na teklif etme yetkisi TK'ya verilmiştir. Asgari değerler belirlenirken yetkilendirme ücretlerine ilişkin dünya örnekleri, yetkilendirme kapsamında sunulacak hizmetin oluşturacağı pazarın büyüklüğü, tahsis edilecek kaynakların etkin kullanımının sağlanması, muhtemel kullanıcı sayısı gibi hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ayrıca Anayasanın 155 inci maddesinde bulunan “*Danıştay, davaları görmek, Başbakan ve Bakanlar Kurulunca gönderilen kanun tasarıları, kamu hizmetleri ile ilgili imtiyaz şartlaşma ve sözleşmeleri hakkında iki ay içinde düşüncesini bildirmek, tüzük tasarılarını incelemek, idarî uyuşmazlıkları çözmek ve kanunla gösterilen diğer işleri yapmakla görevlidir*” hükmü ve 2575 sayılı Danıştay Kanununun “*Danıştay'ın Görevleri*” başlıklı 23'üncü maddesinin 4492 sayılı Kanun ile değişik (d) bendinde yer alan “*Tüzük tasarılarını inceler; kamu hizmetleri ile ilgili imtiyaz şartlaşma ve sözleşmeleri hakkında düşüncesini bildirir.*” hükmü uyarınca, imtiyaz sözleşmelerinin, imzalanmadan önce Danıştay'a gönderilmesi gerekmektedir. Danıştay ise iki aylık süre içerisinde düşüncesini bildirmekle görevlidir. Ancak Danıştay'ın görüşünün bağlayıcılığı bulunmamaktadır [58].

406 sayılı Kanununun 4502 sayılı Kanunla değişik 3 üncü maddesinin (e) bendinde bulunan, *“Bu maddenin uygulanmasına ilişkin şartlar ve esaslar, işletmecilerde aranacak şartlar ve belirli bir telekomünikasyon hizmeti için imtiyaz sözleşmesi akdedilmesi, telekomünikasyon ruhsatı verilmesi ya da genel izinler çıkarılması hususları ile bunların kayıt ve şartları bu Kanuna uygun olarak, Kurum’un da görüşü alınarak Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmeliklerle belirlenir.”* hükmü, 4673 sayılı Kanunla Ulaştırma Bakanlığı’ndan TK’ya aktarılan yetkiler ile birlikte değerlendirildiğinde TK’nın yetkilendirmeye ilişkin düzenleme yetkisi ve görevi ortaya çıkmaktadır. Söz konusu yetki ve görev uyarınca TK tarafından yayımlanan ikincil düzenleme bir sonraki başlık altında ele alınmaktadır.

2.6.2. İkincil düzenlemeler

Sermaye şirketlerinin haberleşme hizmetleri sunmaları ve/veya altyapısı kurup işletmeleri ile doğrudan ilgili ikincil düzenleme olarak Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği (THAYY) bulunmaktadır. THAYY ile haberleşme altyapı ve hizmetlerinin yetkilendirilmesine ilişkin usul ve esaslar belirlenmektedir.

Mobil şebekelerin yetkilendirilmesinde kıt kaynakların tahsisi söz konusu olduğu için THAYY’nin 18 inci ve 19 uncu maddelerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. THAYY’nin 18 inci maddesinde bulunan *“Sınırlı sayıda işletmeci tarafından ulusal çapta yürütülecek telekomünikasyon hizmetleri ve/veya kurulacak ve işletilecek telekomünikasyon altyapıları, Kurumla imzalanan imtiyaz sözleşmesi ile yürütülür.”* hükmü ile 19 uncu maddesinde bulunan *“Sınırlı sayıda işletmeci tarafından bölgesel veya yerel çapta yürütülecek telekomünikasyon hizmetleri ve/veya kurulacak ve işletilecek telekomünikasyon altyapıları Kurum tarafından verilen 1. Tip TR ile yürütülür.”* hükmü uyarınca mobil şebeke yetkilendirmeleri iki şekilde ele alınabilmektedir. Söz konusu

Yönetmelik, kıt kaynak tahsisini içeren hizmetlerin sunulması için yapılacak yetkilendirmeleri ikiye ayırmaktadır. Yetkilendirme kapsamında;

a)Ulusal çapta bir hizmet sunulacaksa bu yetkilendirmenin bir imtiyaz sözleşmesi ile,

b)Bölgesel veya yerel çapta bir hizmet sunulacaksa 1'inci tip telekomünikasyon ruhsatı ile

yetkilendirme yapılması gerekmektedir.

Birincil düzenlemeler ve söz konusu düzenlemeler gereğince yapılan ikincil düzenlemelere uygun olarak yürütülmesi gereken, yukarıda açıklanan bürokratik işlemler ile ihale süreci, hızla gelişim gösteren haberleşme sektörünün doğasına aykırılık teşkil etmektedir. 1 inci tip telekomünikasyon ruhsatına kıyasla daha karmaşık bir bürokratik süreçten geçmeleri nedeniyle imtiyaz sözleşmesi imzalanması yoluyla yapılacak yetkilendirmeler yeterince hızlı ve etkin bir şekilde yapılamayabilecektir.

Bu noktada 3G yetkilendirmelerinin ulusal çapta mı yoksa bölgesel düzeyde mi yapılacağı sorusu ortaya çıkmaktadır. Bu konunun, 3G yetkilendirmelerinin asgari değerinin belirlenmesi ve ilgili THAYY Ekinin hazırlanması çalışmaları sırasında ele alınması gerekmektedir. Bu tezde şu kadarı ifade edilebilir ki, 3G yetkilendirmelerine ilişkin yürütülecek olan çalışmalar sonucunda bölgesel işletmecilerin oluşmasının tercih edilmesi halinde 1 inci tip telekomünikasyon ruhsatı, ulusal çapta işletmecilerin oluşmasının tercih edilmesi halinde imtiyaz sözleşmesi yoluyla yetkilendirme yapılması gerekmektedir.

2G mobil haberleşme sistemlerinin Ülkemizde yetkilendirilmesine ilişkin düzenlemelere bakıldığında halen THAYY'de bulunan "GSM Mobil Telefon Hizmeti" başlıklı Ek göze çarpmaktadır. Söz konusu Ekin "Hizmetin Tanımı

ve Kapsamı” başlıklı 1’inci maddesinde *“GSM Mobil Telefon Hizmeti, ETSI’nin GSM Mobil Telefon şebekelerine ilişkin standartlarına uygun olarak, bir GSM şebekesi kurulması ve işletilmesi ile GSM Association tarafından uygulanan GSM MoU çerçevesinde öngörülen hizmetlerin verilmesini kapsar. Ülkelerin uygulamasına bırakılmış GSM MoU kapsamı dışında olan telekomünikasyon hizmetleri Kurumun izni ile verilebilir.”* hükmü bulunmaktadır. Söz konusu ekin 3’üncü maddesinde ise GSM *“ETSI’nin mobil, hücreli sayısal haberleşme standartlarına göre verici ve alıcı üniteleri haiz baz istasyonları, baz istasyon kontrol istasyonları, anahtarlama teçhizatı, bunlar arasındaki irtibatı temin eden telli ve telsiz her türlü haberleşme sistemleri”* olarak tanımlanmaktadır. Anılan hükümlerde, işletmeciler tarafından kurulacak mobil şebekenin temel alması gereken standart açık şekilde ifade edilmiştir.

THAYY’nin anılan ekinin 4.2 maddesinde dolaşım ile ilgili olarak, *“İşletmeci, kendi GSM mobil telefon şebekesinin yabancı GSM mobil telefon şebekeleri ile haberleşmeye uygun olmasını sağlar. Ayrıca işletmeci yurtdışına çıkan abonelerinin yabancı GSM mobil telefon şebekelerini kullanma imkanına sahip olmasını temin eder.”* hükmüne yer verilmiştir. Anılan hüküm küreselliğin bir gereği olarak, Ülkemiz abonelerinin uluslararası dolaşımda haberleşme hizmetlerine erişebilmelerine verilen önemi ifade etmektedir.

2.6.3. İmtiyaz sözleşmeleri

Yapılacak 3G yetkilendirmelerinde bulunacak muhtemel hükümlere ilişkin öngörü edinilmesi amacıyla GSM işletmecileri ile imzalanan imtiyaz sözleşmelerine bakılması uygun olacaktır. Mobil haberleşme hizmetleri ile ilgili olarak yukarıda açıklanan mevzuat hükümleri uyarınca GSM900 işletmecileri ile imzalanmış olan imtiyaz sözleşmelerinin giriş bölümünde *“Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma Bakanlığı ile ... Anonim Şirketi arasında, ... tarihinde imzalanmış bulunan GSM-PAN Avrupa Mobil Telefon Sistemi*

Kurulması ve İşletilmesi ile ilgili Lisans verilmesine ilişkin imtiyaz sözleşmesi, 12.05.2001 tarih ve 4673 sayılı Kanununun Geçici 2 nci maddesi uyarınca Telekomünikasyon Kurumu ile ... Anonim Şirketi arasında aşağıdaki koşullarla yenilenmiştir.” ifadesi bulunmaktadır.

Sözleşmelerin “Tanımlar ve Kısaltmalar” başlıklı 5’inci maddesinde GSM Mobil telefon sistemi, “Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü ve GSM-MoU Sekreterliği tarafından tespit edilen standartlara göre oluşturulan hücreli sayısal mobil telefon sistemi” olarak tanımlanmaktadır.

Sözleşmelerin; “Sözleşmenin Konusu” başlıklı 2’nci maddesinde “Sözleşmenin konusu, GSM (Global System for Mobile Communications) Standartlarında bir mobil sisteminin kurulması, geliştirilmesi, işletilmesi ve sistemin sözleşme süresi sonunda Telekomünikasyon Kurumuna veya Telekomünikasyon Kurumunun göstereceği kuruluşa devredilmesidir.” ifadesi, “Sözleşmenin Kapsamı” başlıklı 3’üncü maddesinde ise “Sözleşme:

a) Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde tüm Yurt sathını kapsayacak şekilde Sözleşmenin 6 ncı maddesi uyarınca bir GSM hücreli mobil telefon sistemi kurulmasını, geliştirilmesini ve işletilmesini,

b) GSM sisteminin işletilmesi amacıyla yetkili mercii tarafından tespit ve tahsis edilmiş frekansların kullanılmasını...kapsar” hükmü yer almaktadır.

GSM1800 işletmecisi ile imzalanan imtiyaz sözleşmesinde de şebeke standardı ile ilgili olarak benzer ifadeler yer verilmiştir. Sözleşmelerde ayrıca hizmet kalitesi ve tahsis edilen frekanslar gibi teknik yükümlülüklerle ilişkin hükümler bulunmaktadır.

Görülmektedir ki, GSM imtiyaz sözleşmeleri hükümleri gereğince işletmecilerin kuracakları 2G şebekelerin temel alacağı standart yetkilendirmeyi yapan merci tarafından belirlenmiş ve bir yetkilendirme şartı olarak sözleşmeye konulmuştur.

2.6.4. Elektronik haberleşme kanunu taslağı

Mevcut mevzuatın yanı sıra, geleceğe yönelik bir öngörü edinmek maksadıyla halen hazırlık çalışmaları yürütülmekte olan Elektronik Haberleşme Kanunu Taslağına baktığımızda ise yetkilendirme ile ilgili olarak mevcut düzenlemelerden farklı bir yapı ile karşılaşılmaktadır.

Ulaştırma Bakanlığı tarafından kamuoyu görüşü alınması amacıyla yayımlanmış olan mevcut kanun taslağına göre, TK tarafından kıt olduğuna karar verilen frekans bantlarının tahsisini gerektiren hizmetleri sunacak işletmecilere, hizmetin sunum alanı dikkate alınmaksızın söz konusu frekans bantlarına ilişkin kullanım hakkı verilmesi öngörülmektedir. Kullanım haklarının verilmesine ilişkin olarak yapılacak ihaleler mevcut mevzuattaki haliyle 1 inci tip telekomünikasyon ruhsatı verilmesi için yapılan ihalelere benzerlik göstermektedir. Bu nedenle, Elektronik Haberleşme Kanunu Taslağıının mevcut haliyle yasalaşması halinde yetkilendirmeler halihazırdaki yasal çerçeveye kıyasla daha hızlı ve etkin bir biçimde yapılabilecektir.

Kanun taslağıında TK'nın görev ve yetkileri arasında *“Elektronik haberleşme sektöründe kullanılacak her çeşit sistem ve cihazlar için teknik düzenlemeleri yapmak, yurt içinde ve yurt dışındaki ilgili kuruluşlarla eşgüdümlü olarak imalat ve kullanıma esas teşkil eden standartları tespit etmek, uyumlaştırılmış ulusal standartları yayınlattırmak ve uygulanmasını sağlamak”* ve *“Elektronik haberleşme ile ilgili olarak yetkilendirme, tarifeler, erişim, geçiş hakkı, numaralandırma, frekans spektrumu yönetimi, onaylanmış kuruluşlar ile ilgili düzenleme ve denetlemeleri yapmak, spektrumun izlenmesi ve denetimi ile piyasa gözetimi ve denetimini gerçekleştirmek ve gerekli önlemleri almak”* görev ve yetkileri de ifade edilmektedir.

İşletmecilerin yükümlülükleri kapsamında ise *“İşletmeci, elektronik haberleşme sektöründe faaliyetleriyle ilgili mevzuat, Kurumun düzenlemeleri ve yetkilendirmesi çerçevesinde öngörülen şartlara uymak ve uygulamakla*

yükümlüdür. Bununla ilgili usul ve esaslar Kurumca belirlenir” hükmü bulunmaktadır.

Yukarıda açıklanan çerçevede, Kanun Taslağının mevcut haliyle yasalaşması halinde TK'nın yetkilendirmeye ilişkin düzenleme yapma yetkisi devam edecek olup söz konusu yetki kapsamında TK işletilecek olan haberleşme altyapılarının standardını belirleyebilecektir.

2.6.5. Ülkemizde mobil şebekelere ilişkin frekans düzenlemeleri

Yapılacak 3G yetkilendirmelerinde uygulanacak olan frekans düzenlemeleri kullanılacak olan 3G standardına yönelik kararın verilmesi konusunda önem teşkil etmektedir. Ülkemizin üyesi bulunduğu ITU tarafından düzenlenen Dünya Telsiz Haberleşme Konferanslarında (WRC) kararlar üye ülkelerin müspet veya menfi oyları ile alınmaktadır. Ülkemiz, UMTS/IMT2000 frekans düzenlemelerine ilişkin ITU ve CEPT karar ve tavsiyelerine müspet biçimde katılmıştır.

2813 sayılı Telsiz Kanununun “Kurumun Görevleri” başlıklı 7'nci maddesinin (d) bendinde bulunan *“Radyo ve televizyon verici istasyonları dahil olmak üzere her nevi frekans, planlama, tahsis ve tescil işlemlerini takat ve yayın sürelerini de göz önünde tutarak uluslararası kuruluşlarla işbirliği de yapmak suretiyle yürütmek”* hükmü uyarınca, üyesi olduğumuz CEPT tarafından hazırlanan ve Ülkemizce de kabul edilen Avrupa Ortak Planı (ECA-European Common Allocation) ile ITU-R'de belirtilen Telsiz Haberleşme Hizmetleri çerçevesinde Milli Frekans Planı hazırlanmış ve TK'nın resmi internet adresinde yayınlanmıştır. Bu çerçevede Ülkemizde, UMTS/IMT-2000'in karasal bileşeni için 1900-1980/2110-2170 MHz, 2010-2025 MHz, 2520-2670 MHz bandları ile uydu bileşeni için 1980-2010/2170-2200 MHz frekans bandları planlanmıştır [63].

3. CDMA MC TEKNOLOJİSİ

Bu bölümde 3G hizmetlerin sunulması amacıyla kullanılabilir mobil haberleşme teknolojilerinden biri olan CDMA MC tanıtılmaktadır. CDMA MC; haberleşme sektöründen temsilciler ve dünya çapında çeşitli ülkelerin standartlaştırma kuruluşları ile birlikte bir çalışma yürüten ITU'nun, 1999 yılında yayımladığı ITU-R M.1457 Tavsiye Kararı ile IMT2000 kapsamına aldığı beş telsiz arayüzünden biridir [11].

ITU, IMT2000 şebekelerinin diğer gerekliliklerin yanı sıra 2G şebekelere göre gelişmiş sistem kapasitesi ve etkin frekans kullanımı ile hareket halinde 144 Kb/s, durağan halde ise 2 Mb/s veri hızlarının sağlanmasını istemektedir [11]. ITU'nun IMT2000 ile 3G şebekelere ilişkin olarak tanımladığı ve onayladığı teknik gereklilikleri, standartları ve frekans kullanım esaslarını karşılayan bir telsiz arayüzü olması nedeniyle IMT2000 kapsamına alınan CDMA MC, CDMA2000 olarak da bilinmektedir. CDMA2000, hem CDMA MC telsiz arayüzünü hem de bu arayüzü kullanan 3G şebekeyi tanımlamak için kullanılan bir terimdir.

3.1. CDMA MC 'nin Temelleri

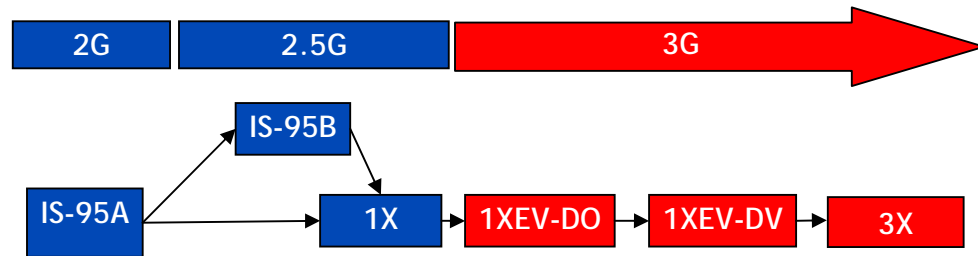
CDMA2000'in dayandığı teknoloji olan CDMA ilk olarak 2. Dünya Savaşı sırasında ABD tarafından askeri amaçlarla kullanılmaya başlamıştır. 1990'lı yılların ortasında, ABD menşeli Qualcomm şirketi CDMA teknolojisini 2G bir haberleşme şebekesi olan ve cdmaOne olarak da bilinen IS-95 standardıyla ticari olarak kullanıma sunmuştur.

CDMA2000; ABD'den TTA, Japonya'dan ARIB ve TTC, Çin'den CCSA ve Kore'den TTA adlı düzenleme kurumlarının katılımıyla oluşturulan 3GPP Ortaklık Projesi 2 (Third Generation Partnership Project 2, 3GPP2) tarafından ITU'ya teklif edilen CDMA MC telsiz arayüzünün ve bu telsiz arayüzünü

kullanan 3G şebekenin ticari adıdır. CDMA2000, yeni frekans tahsisi gerektirmeksizin 2G cdmaOne şebekelerinin üzerine kurulabilmesi nedeniyle anılan 2G şebeke işletmecilerinin 3G'ye geçişi için en uygun seçenek olarak ortaya çıkmaktadır [87].

3.1.1. CDMA MC sürümleri

3GPP2 tarafından CDMA2000 şebekesine yönelik olarak belirlenen teknik özelliklere dayalı olarak CDMA2000 şebeke sürümleri geliştirilmektedir. CDMA2000 şebeke sürümleri, cdmaOne şebekelerinin dayandığı IS-95 standardı temel alınarak geliştirilmiştir. Geliştirilen şebeke sürümleri geriye doğru birbirleriyle ve IS-95A ve B standartlarına dayalı cdmaOne şebekeleri ile uyumludur. Belirlenmiş olan CDMA2000 sürümleri Şekil 3.1'de gösterilmektedir [12, 64, 66].



Şekil 3.1. CDMA sürümleri

CDMA2000'in ilk fazı CDMA2000 1X olarak, geliştirilmiş sürümleri ise CDMA2000 1XEV olarak adlandırılmıştır. 1XEV sürümleri de; CDMA2000 1XEV-DO, "Veriye Yönelik Geliştirilmiş" (Evolution Data Optimized) ve CDMA2000 1XEV-DV, "Ses ve Veriye Yönelik Geliştirilmiş" (Evolution Data and Voice) olmak üzere iki aşamaya ayrılmıştır. 1X, 1X EV-DO ve 1X EV-DV, 1,25 MHz'lik tek taşıyıcı kullanmaktadır. CDMA2000 3X olarak adlandırılan sürümde ise 3 adet 1,25 MHz'lik taşıyıcı kullanması planlanmaktadır [74].

Bugün itibariyle, dünya çapında 118 işletmeci 243 adet CDMA2000 1X ve 34 adet CDMA2000 1XEV-DO şebekesini ticari olarak kullanıma sunmuş olup 126 milyon CDMA2000 1X abonesi, 12 milyon CDMA2000 1XEV-DO abonesi bulunmaktadır [68]. 21 adet 1X ve 19 adet 1XEV-DO şebekesinin ise 2005 yılında kurulması beklenmektedir [61]. Halen 550 çeşit CDMA2000 1X uyumlu, 100 çeşit CDMA2000 1XEV-DO uyumlu terminal cihazı pazarda yer almaktadır [67].

3.1.1.1. CDMA2000 1X

CDMA2000'in 2000 yılında kullanılmaya başlanan ilk fazı, CDMA2000 1X veya IS-2000 olarak adlandırılmaktadır. CDMA2000 1X şebekesi, cdmaOne şebekesi ile aynı çekirdek şebekeyi kullanmaktadır ve söz konusu 2G şebekenin ses kapasitesini iki katına çıkarmaktadır [64]. CDMA2000 1X'in, Sürüm 0 ve Sürüm A olmak üzere iki alt sürümü bulunmaktadır. Sürüm 0, 1,25 MHz'lik tek kanal üzerinden kullanıcıya doğru 153 Kb/s'lik kuramsal azami paket veri hızı sağlamaktayken Sürüm A kuramsal azami veri hızını 307 Kb/s'ye çıkarmaktadır [25]. Sürüm A'da kullanıcıdan şebekeye doğru olan azami veri hızı 153 Kb/s seviyesindedir. Ancak uygulamada ortalama veri hızları Sürüm 0'da 70-90 Kb/s, Sürüm A'da ise 144 Kb/s seviyelerinde gerçekleşmektedir [98]. Bu yönüyle CDMA2000 1X, 2,5 G ile 3G arasında bir noktada yer almaktadır. CDMA2000 1X, Ülkemizde GSM işletmecilerince sunulmakta olan GPRS ve EDGE'e benzer şekilde; e-posta, oyunlar, GPS temelli konumlandırma hizmetleri, resim ve müzik indirme uygulamaları sunabilmektedir. İlk CDMA2000 1X şebekesi Güney Kore'de Ekim 2000'de kurulmuştur. Ticari olarak hizmet vermekte olan CDMA2000 1X şebekeleri Çizelge 3.1'de verilmektedir [68].

Çizelge 3.1. Ticari hizmet vermekte olan CDMA2000 1X şebekeleri

Ülke	Ticari Şebeke Sayısı	Frekans Bandı
ABD	122	800 MHz - 1900 MHz
Angola	1	800 MHz
Arjantin	1	1900 MHz
Avustralya	4	800 MHz
Azerbaycan	1	800 MHz
Beyaz Rusya	1	450 MHz
Belize	1	850 MHz
Bermuda	2	800 MHz
Brezilya	2	800 MHz - 1900 MHz
Cezayir	1	1900 MHz
Çin	9	450 MHz
Dominik Cumhuriyeti	2	1900 MHz
Ekvador	2	1900 MHz
Endonezya	5	450 MHz
Guam	1	800 MHz
Guatemala	2	1900 MHz
Güney Kore	3	1700 MHz
Gürcüstan	1	450 MHz
Hindistan	4	800 MHz - 1900 MHz
İsrail	1	800 MHz
Jameyka	1	800 MHz
Japonya	1	800 MHz
Kamboçya	1	450 MHz
Kanada	16	800 MHz - 1900 MHz
Kazakistan	1	800 MHz
Kırgızistan	2	800 MHz
Kolombiya	2	800 MHz - 1900 MHz

Çizelge 3.1. (devam) Ticari hizmet vermekte olan CDMA2000 1X şebekeleri

Kuveyt	1	800 MHz
Laos	1	450 MHz
Letonya	1	450 MHz
Meksika	2	800 MHz - 1900 MHz
Moğolistan	1	800 MHz
Moldova	1	800 MHz
Nepal	1	1900 MHz
Nijerya	6	800 MHz - 1900 MHz
Nikaragua	1	800 MHz
Özbekistan	3	800 MHz
Pakistan	3	450 MHz - 1900 MHz
Panama	1	800 MHz
Peru	2	800 MHz
Polonya	1	850 MHz
Porto Riko	3	1900 MHz
Romanya	1	450 MHz
Rusya	8	450 MHz
Saypan	1	800 MHz
Şili	2	1900 MHz
Tayland	1	800 MHz
Tayvan	1	800 MHz
Uganda	1	800 MHz
Ukrayna	4	800 MHz - 850 MHz
Uruguay	1	1900 MHz
Venezuela	2	800 MHz - 850 MHz
Vietnam	1	800 MHz
Yemen	1	800 MHz
Yeni Zelanda	1	800 MHz

CDMA2000 1X sağladığı veri hızlarının, ITU tarafından IMT2000 kapsamında talep edilen asgari seviyelerden düşük olması bu sistemin bir 3G teknolojisi olarak algılanması konusunda tereddüt doğurmaktadır. IMT2000 kapsamına alınan telsiz arayüzlerinin yer aldığı tavsiye kararında CDMA2000 1X'ten söz ediliyor olsa da, varolan CDMA2000 1X sistemlerinin gerekli özellikleri taşımaması anılan tavsiye kararında kastedilen sistemlerin CDMA2000 1X EV-DO ve EV-DV olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. CDMA2000 1X'in bir 3G teknolojisi olup olmadığına ilişkin olarak 3G teknoloji çevreleri arasında tartışma sürmektedir.

CDMA2000 1X'te, bir aboneye ilave kanal ayrılması işleminin 2 ila 4 s.'lik uzun bir zaman aralığı içerisinde gerçekleştirilebiliyor olması ve veri hızının yeterince yüksek olmaması gibi olumsuzlukların ortadan kaldırılması ve yukarıda bahsi geçen tartışmaların sonlandırılması amacıyla 3GPP2 tarafından yeni bir sürüm geliştirilmiştir. [72, 86].

3.1.1.2. CDMA2000 1XEV-DO

CDMA2000'in daha hızlı veri iletimi için geliştirilmiş (Evolution Data Optimized) sürümü 1XEV-DO, 2001 yılında Stockholm'de gerçekleşen IMT2000 konferansında bir IMT2000 teknolojisi olarak tanınmıştır. CDMA2000 1XEV-DO, IS856/HRPD standardı ya da CDMA2000 Sürüm B olarak da adlandırılmakta olup 1,25 MHz'lik tek kanal üzerinden kuramsal olarak kullanıcıya doğru azami 2,4 Mb/s veri hızına ulaşabilmektedir. Şebekeye doğru olan azami veri hızı ise 153 Kb/s seviyesindedir [73, 84]. Ancak uygulamada veri indirme hızı ortalama 300 ila 700 Kb/s seviyelerinde gerçekleşmektedir [81,84]. CDMA2000 1XEV-DO aşağı yönde paylaşılan 1,25 MHz'lik bir kanal kullanmaktadır. Bu TDM'ye benzer ve baz istasyonu belirli bir anda sadece bir aboneye hizmet eder. Bu nedenle yukarıda bahsi

geçen azami veri hızları; turbo kodlama¹, baz istasyonunun azami gücü vermesi, en iyi baz istasyonu seçimi gibi en iyi koşulların gerçekleşmesi halinde sağlanmaktadır [91].

İlk ticari CDMA2000 1XEV-DO şebekesi Kore'de SK Telecom tarafından Ocak 2002'de işletilmeye başlamıştır. Müteakiben Mayıs 2002'de KT Freetel Kore'de, Ekim 2002'de ise Monet Mobile Networks Kuzey Amerika'da ticari işleme başlamışlardır [82].

IMT2000 kapsamında bir 3G şebekenin sağlaması gereken özellikleri karşılayan CDMA2000 1XEV-DO şebekelerinin halen ticari olarak faaliyet göstermekte olanları Çizelge 3.2'de verilmektedir [68]. Çizelge 3.2'de verilen şebekeler Çizelge 3.1'deki CDMA2000 1X şebekelerinin üzerine kurulmuştur.

¹ Turbo kodlama, yüksek performanslı yeni nesil bir hata düzeltme tekniğidir ve iletim gücü yükseltilemeksizin daha fazla bant genişliğinin kullanılabilmesini sağlar. En önemli sakıncası ise kodlama nedeniyle ortaya çıkan gecikmedir.

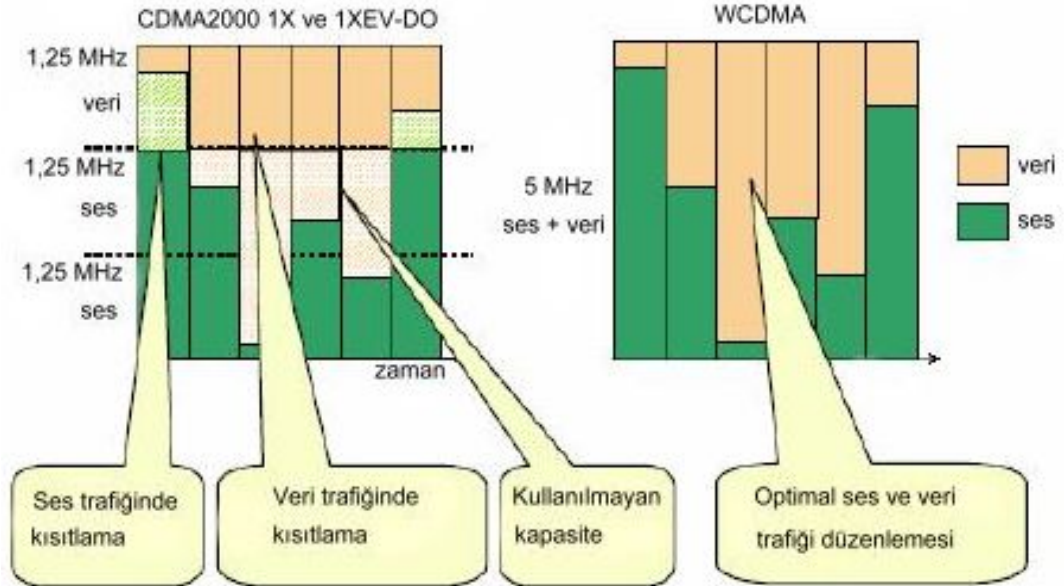
Çizelge 3.2. Ticari hizmet vermekte olan CDMA2000 1XEV-DO şebekeleri

Ülke	Ticari Şebeke Sayısı	Frekans Bandı
ABD	17	800 MHz - 1900 MHz
Avustralya	1	800 MHz
Bermuda	1	800 MHz
Brezilya	2	800 MHz – 1900 MHz
Çek Cumhuriyeti	1	450 MHz
Endonezya	1	1900 MHz
Guatemala	1	1900 MHz
Güney Kore	2	1700 MHz
İsrail	1	800 MHz
Japonya	1	800 MHz
Portoriko	1	1900 MHz
Romanya	1	450 MHz
Şili	1	1900 MHz
Tayvan	1	800 MHz
Venezuela	1	850 MHz
Yeni Zelanda	1	800 MHz

1XEV-DO sürümü, IP üzerinden çalışan bütün işletim sistemleri ve yazılım uygulamalarını desteklemektedir. Kullanıcılar, sürekli çevrimiçi özelliği sayesinde her zaman, her yerde internet veya kurumsal intranetleri üzerinden veri alışverişi yapabilmektedirler. Terminal cihazı açık hale getirildikten sonra kullanıcı sisteme girmiş olur ve bir hizmet almak için oturum açması için tekrar sisteme giriş yapması gerekmez. Bekleme durumundan etkin duruma geçme süresi 0,5 s.'nin altındadır. Böylece bekleme modunda bulunan terminal cihazının herhangi bir kaynak kullanmaması sayesinde frekans ve güç kaynağının etkin kullanımı sağlanmış olmaktadır [73].

Ancak, ses taşıyıcısı üzerine farklı bir taşıyıcı ile veri iletişimi sağlayacak bir yapı kurulacağından, CDMA2000 1X kullanıcılarının CDMA2000 1XEV-DO'nun sunduğu hizmetlerden yararlanabilmeleri için farklı bir terminal cihazı kullanmaları gerekmektedir. 1XEV-DO terminal cihazları ile, devam etmekte olan bir veri oturumu esnasında gelen sesli aramalar görüntülenebilmektedir. Hizmet tarifeleri trafik hacmine veya süreye göre düzenlenebilmektedir [91].

Ses ve veri hizmetlerinin farklı frekans taşıyıcıları üzerinden verilmesi sayesinde ses kalitesi yüksek bir seviyede tutulurken veri hizmetleri de yüksek azami hızlarda sunulabilmektedir. Ancak Şekil 3.2'de gösterildiği üzere, WCDMA'nın aksine bu yöntemde her bir taşıyıcı ya veri ya da ses taşımakla görevlendirildiğinden ve taşıyıcıların artı kalan kapasiteleri kullanılmadığından kaynak israfına yol açmaktadır [82].



Şekil 3.2. CDMA2000 ve WCDMA taşıyıcı frekans kullanımı.

CDMA2000 1XEV-DO; CDMA2000 1X veya cdmaOne şebekelerinin üzerine kurulurken mevcut Paket Veri Hizmet Düğümü (Packet Data Serving Node, PDSN), BSC, kuleler, antenler, şebeke planları ve hücre alanları kullanılabilir. Böylece sermaye yatırımları cdmaOne ve CDMA2000 1X işletmecileri için daha düşük seviyelere çekilebilmektedir [73].

CDMA2000 1XEV-DO; CDMA2000 1X ve cdmaOne sistemleri ile aynı RF bileşenlerini kullandığından, teçhizat sağlayıcıların daha düşük maliyetlerle üretim yapabilmelerine imkan sağlamaktadır. Böylece işletmeciler açısından önemli bir yatırım kalemini teşkil eden teçhizat giderlerini azaltmaktadır [25].

3.1.1.3. CDMA2000 1XEV-DV

Nokia, Motorola, Sprint ve Texas Instruments gibi şirketlerce de desteklenen geliştirme çalışmalarını takiben Haziran 2002'de 3GPP2 ve TTA tarafından ITU'ya teklif edilen, daha etkin ses ve veri iletimi için geliştirilmiş sürüm CDMA2000 1XEV-DV (Evolution for Data and Voice), Temmuz 2002'de ITU tarafından 3G standardı olarak onaylanmıştır [69, 70]. Ancak bugün itibariyle ticari olarak faaliyete geçen CDMA2000 1XEV-DV şebekesi bulunmamaktadır [68].

3G kavramının önemli gerekliliklerinden biri olan, sesli görüşme ve veri haberleşmesinin aynı terminal cihazı ile eşzamanlı olarak gerçekleştirilebilmesi özelliği CDMA2000 1XEV-DV ile mümkün hale gelmektedir. Bir kullanıcı örneğin e-posta sunucusundan iletilerini terminal cihazına indirirken aynı esnada sesli görüşme de yapabilmektedir. CDMA2000 1XEV-DV gerçek zamanlı paket veri bağlantısı üzerinden akan görüntü hizmetlerini sunabilmektedir. [80]

CDMA2000 1XEV-DV, kullanıcıya doğru 3.1 Mb/s azami veri hızına ulaşabilmekte ancak tipik veri hızı 1,25 MHz'lik frekans kanalı üzerinden 1 Mb/s seviyelerinde gerçekleşmektedir. Gerçek zamanlı devre anahtarlamalı hizmetler ile yüksek hızda paket veri hizmetleri aynı frekans taşıyıcısı üzerinde verilebilmektedir. Frekans taşıyıcısının ses veya veri trafiğine dinamik olarak tahsis edilebilmesi nedeniyle Şekil 3.2'de gösterilen sorun CDMA2000 1XEV-DV ile ortadan kaldırılmaktadır. Böylece, bant genişliğinin talebe göre değişken olarak tahsis edilebilmesi sayesinde işletmeciler ses ve veri trafiğini dengeleme imkanına sahip olabilmektedirler [80, 79].

CDMA2000 1XEV-DV'nin Sürüm C ve Sürüm D olmak üzere iki alt sürümü bulunmaktadır. Sürüm C kullanıcıya doğru olan veri akışının hızı ve kalitesine yönelik geliştirmeler içerirken, Sürüm D'de kullanıcıdan şebekeye doğru olan bağlantıya yönelik geliştirmeler yer almaktadır [78].

Mobil telefonların 32 bit'lik Elektronik Seri Numara (ESN)'larının 2005 yılı sonunda tükenmesi sorununun çözümüne yönelik olarak Sürüm D'de ESN yerine 56 bit'lik Mobil Cihaz Tanımlayıcı (Mobile Equipment Identifier, MEID) geliştirilmiştir. Her bir mobil cihaz protokol sürümüne göre ESN veya MEID'ye sahip olmaktadır. ESN ve MEID'nin kullanılma amaçları arasında, mobil cihazın adreslenmesi ve söz konusu numaraların yetkilendirme imzası olarak kullanılması bulunmaktadır [78].

Sürüm D ile getirilen bir özellik de hücre seçimidir. Hücre seçiminde, mobil cihaz en kaliteli işareti aldığı baz istasyonunu seçer. Böylece yumuşak aktarım¹ (soft handover/handoff) işlemine gerek kalmaz. Hücre seçiminde baz istasyonlarının veri akışı için senkronize olmaları gerekmektedir. Hücre seçimi yumuşak aktarımın yerini almamaktadır. Eşzamanlı veri ve ses iletimi

¹ Kullanıcı cihazının en az bir baz istasyonuna bağlı kalarak bir baz istasyonundan diğer bir baz istasyonuna aktarılması işlemi, yumuşak aktarım olarak adlandırılmaktadır.

sırasında veri trafiği için hücre seçimi kullanılırken sesli görüşme trafiği için yumuşak aktarım kullanılmaya devam edilmektedir.

Sürüm D ile kullanıcıdan şebekeye doğru azami veri hızı 1.8 Mb/s seviyelerine çıkmaktadır. Sürüm D geliştirmeleriyle birlikte CDMA2000 1XEV-DV'de [76]:

- Tek noktadan çok noktaya yayın hizmetleri verilebilir hale gelmiştir,
- Uyarlamalı Modülasyon ve Kodlama (Adaptive Modulation and Coding, AMC) sayesinde, baz istasyonu anlık kanal şartlarına göre abonelere en uygun modülasyon ve kodlama tekniğini tahsis etmektedir,
- Hızlı çağrı kurma özelliği sayesinde CDMA sistemlerinde bulunan bekleme süresi azaltılmıştır.

3.1.1.4. CDMA2000 3X

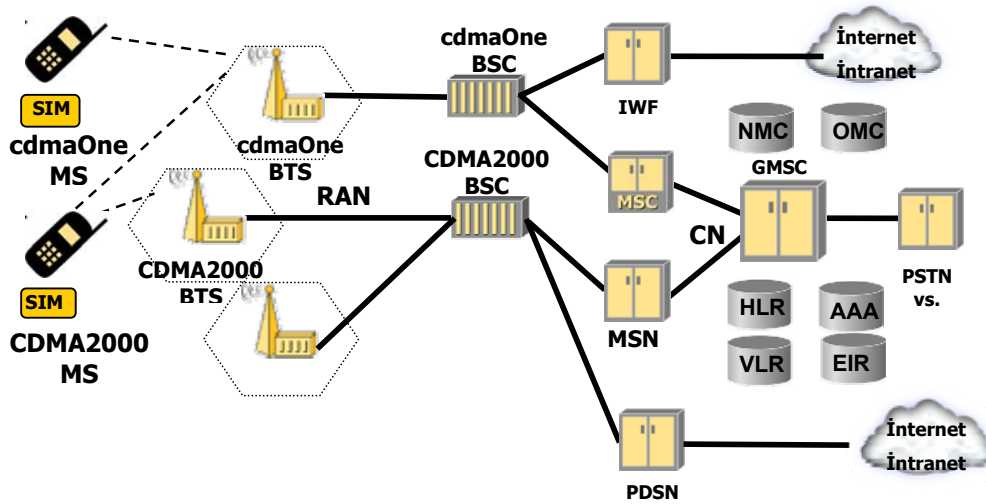
CDMA2000 3X'te 3 adet 1,25 MHz'lik taşıyıcı kullanılmaktadır. Üç taşıyıcının ayrı ayrı veya 3,75 MHz'li tek taşıyıcı halinde kullanılabilmesi planlanmaktadır. Böylece, hem işletmecilere frekans kullanımı açısından esneklik sağlanacak hem de en az 5 MHz'lik taşıyıcı kullanan WCDMA'ya benzerlik elde edilecektir. Diğer CDMA2000 sürümleri gibi yeni bir frekansa ihtiyaç duyulmaksızın mevcut frekanslarda kurulabilmektedir. Böylece CDMA2000 1X ve cdmaOne sistemleriyle uyum sağlanabilmektedir. Eklenen bant genişliği daha zengin çoklu ortam hizmetlerinin sunulabilmesini sağlamakta ve uygulamada 2 Mb/s veri hızlarına erişilebilmesine imkan vermektedir [74].

CDMA2000 3X sürümü, CDMA2000 1X EV sürümlerinin ortaya çıkışıyla önemini kaybetmiştir. CDMA teknolojisinin öncü kuruluşlarından olan CDMA Geliştirme Grubu (CDMA Development Group, CDG)'nun dahi CDMA2000 3X'e ilişkin olarak yeterli derecede bilgi içeren dokümanı bulunmamaktadır.

Bugün itibariyle ticari veya deneme amaçlı olarak faaliyette bulunan CDMA2000 3X şebekesi bulunmamaktadır [68].

3.2. Şebeke Mimarisi

CDMA2000 şebekesi, Çekirdek Şebeke (Core Network, CN) ve Telsiz Erişim Şebekesi (Radio Access Network, RAN) bölümlerinden oluşmaktadır. CN, GSM'deki NSS'ye, RAN ise BSS'ye eşdeğerdir ve aynı işlevleri yerine getirirler. Şekil 3.3'te genel bir CDMA2000 şebekesi gösterilmektedir [77].



Şekil 3.3. CDMA2000 şebeke yapısı

CDMA sisteminde, tipik bir çağrı kurma işlemi CN ve RAN'ın kullanıldığı en az 3 aşamadan oluşmaktadır: 1) işaretleşme, 2) erişim, 3) kanal kurma ve hizmet temini. Bu aşamaların her biri belirli bir gecikmeye sebep olmaktadır. Söz konusu gecikmeler hizmet kalitesini düşürerek bas-konuş gibi uygulamalarda kabul edilemeyecek kadar uzun (azami 12 s.) sürelerle erişebilmektedir. Çağrı kurma gecikmesi, CDMA2000 1XEV-DV'nin D Sürümü ile asgari seviyelere indirilmektedir [78].

3.2.1. Çekirdek şebeke

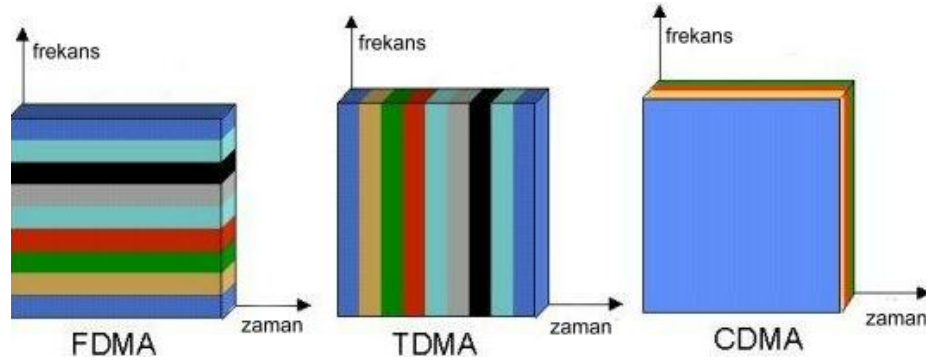
CDMA2000 çekirdek şebekesi tipik bir mobil haberleşme çekirdek şebekesidir. Amerikan ANSI-41 standardı üzerine kurulu çekirdek şebekede, devre anahtarlama trafik için MSC, paket anahtarlama trafik için PDSN yer almaktadır.

PDSN, GSM/GPRS şebekesinde bulunan GGSN gibi telsiz erişim şebekesini internete bağlayan yönlendirici olarak işlev görmektedir [79]. 1xEV-DO'da BSC, MSC'ye uğramadan PDSN ile doğrudan haberleşmektedir. Hem 1X hem de 1xEV-DO hizmetleri için aynı PDSN kullanılmaktadır.

CDMA2000 çekirdek şebekesinde İSS'ler tarafından kullanılmakta olan bir çok bileşen kullanılabilir. Örneğin, Uzaktan Doğrulama Çevirmeli Kullanıcı Sunucusu (Remote Authentication Dial In User Server, RADIUS) AAA adıyla; kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap tutma (Authentication, Authorization, and Accounting) için kullanılmaktadır. Ayrıca İSS'lerce kullanılan Alan Adı Sunucusu (Domain Name Server, DNS), Dinamik Ev Sahibi Yapılandırma Protokolü (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) ve Hizmet Şebeke Yönetimi Protokolü (Service Network Management Protocol, SNMP) 1xEV-DO çekirdek şebekesinin parçaları olarak kullanılmaktadır [73].

3.2.2. Erişim şebekesi

Telsiz şebekelerin işletiminde iki ana kaynak kullanılmaktadır, frekans ve zaman. Bu iki sınırlı kaynak kullanılarak çok sayıda aboneye hizmet verilmesi gerekmektedir. Çok sayıda abone çifti arasında gerçekleşen haberleşmenin birbirleriyle girişim yapmaması amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Şekil 3.4'te frekans ve zamanın etkin şekilde kullanılması için geliştirilen çoklu erişim teknikleri gösterilmektedir [7, 10].



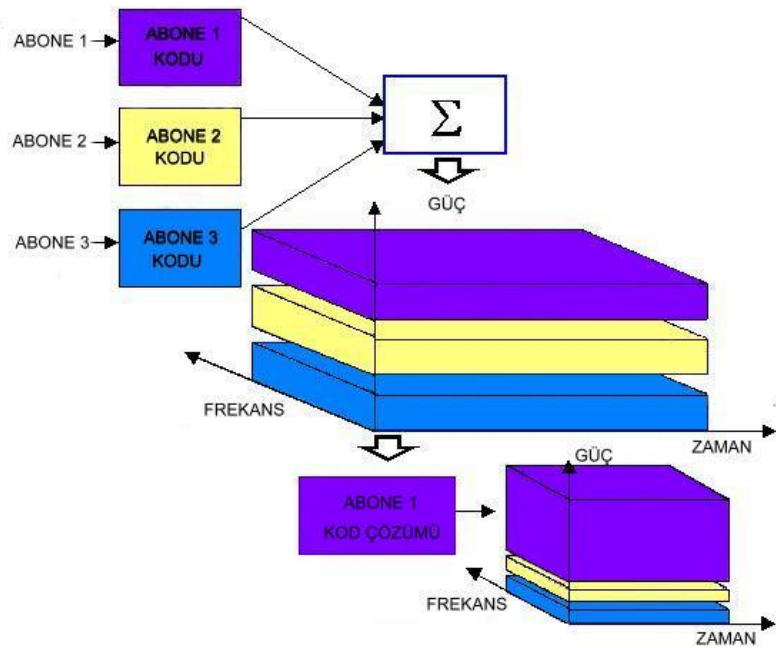
Şekil 3.4. Çoklu erişim teknikleri

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

CDMA2000, bir yayılı spektrum modülasyon tekniği olan Doğrudan Sıralı (Direct Sequence, DS) CDMA'yı kullanmaktadır [17]. DS-CDMA, veri işaretini küçük parçalara bölerek bu veri parçalarını frekans bandı boyunca yayar. Bu amaçla kodlayıcı işaretler kullanılır. Frekans atlama sisteminin alternatifi olan DS-CDMA'yı kullanan cihazların güç sarfiyatı ve maliyeti daha fazla olmasına karşın güvenilirlik ve performans değerleri daha yüksektir [18].

CDMA, farklı abonelerin haberleşme verilerini belirli kodlar ile birbirlerinden farklılaştırmaktadır. CDMA kodları sayesinde çağrı güvenliği artmakta olsa da kodlar esasen çağrı tanımlanması amacıyla kullanılmaktadır [25]. Bu

nedenle, her bir kod diğer kodlardan farklı olmalıdır. Şekil 3.5'te gösterilen CDMA kodlama ve kod çözümü sürecinde; iletilen kodlanmış veri, girişim yapan verilerden alıcı abonede süzülerek haberleşme verisi tekrar elde edilmektedir. Kodlar, haberleşme verisinin çok üzerinde frekanslarda üretilen 1 ve 0 dizilerinden oluşmaktadır. Kodlayıcı işaretin frekansı, yonga hızı (chip rate) olarak adlandırılmaktadır [26].



Şekil 3.5. CDMA kodlama/kod çözümü süreci

CDMA2000; FDD kipinde, biri kullanıcıya doğru diğeri ise şebekeye doğru olan veri iletiminin gerçekleştirilmesinde kullanılan frekans çifti üzerinden çalışır. Taşıyıcı başına 2 x 1,25 MHz frekans bandı kullanan CDMA2000, tüm hücrel mobil frekans spektrumunda kurulabilmesi nedeniyle hem ülkeler hem de işletmeciler için frekans tahsisi açısından esneklik sağlamaktadır. Halen dünyada 450 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1700 MHz, 1900 MHz ve 2100 MHz bantlarında kurulmuş CDMA2000 şebekeleri bulunmaktadır [68].

CDMA2000 telsiz erişim şebekesi GSM telsiz erişim şebekesine oldukça benzer bir yapı arz etmektedir. Baz istasyonları hem 1X hem de 1XEV-DO hizmetleri için kullanılmaktadır. 1XEV-DO taşıyıcısının BTS'den iletilebilmesi için mevcut bir 1X baz istasyonunda kanal kartının yükseltilmesi gerekmektedir. Kuleler, antenler, RF bileşenler 1X ve 1XEV-DO taşıyıcıları arasında paylaşılmaktadır. 1X için kurulmuş olan BSC'ler yazılım güncellemeleri ile 1XEV-DO ve 1XEV-DV için de kullanılabilir hale getirilebilmektedir [74].

CDMA2000'de baz istasyonlarının ve kullanıcı cihazlarının senkronizasyonu için GPS (Global Positioning System) uydularını kullanılmaktadır. Uydu haberleşmesindeki gecikmeler nedeniyle oluşan çağrı kurulmasındaki gecikmeler sorun teşkil etmektedir [98].

3.2.3. İşaretleşme şebekesi

CDMA2000'in başlangıç sürümlerinde; 1975'te Amerikan menşeli AT&T şirketi tarafından geliştirilen ve 1980 yılında ITU tarafından dünya çapında bir standart olarak kabul edilen No.7 işaretleşme sistemi kullanılmaktadır. No.7 sisteminin kullanılma amaçları: çağrı iletimi, dolaşım, hareketlilik yönetimi, ön ödemeli kullanım ve abone kimliklendirmesidir [33, 140].

Tümüyle IP tabanlı bir yapıya sahip olan gelişmiş sürümlerde ise No.7 işaretleşme sisteminin yerini SIP, SCTP, SIGTRAN gibi yeni nesil IP tabanlı işaretleşme protokolleri almaktadır ve ayrı bir işaretleşme şebekesine ihtiyaç kalmamaktadır [35].

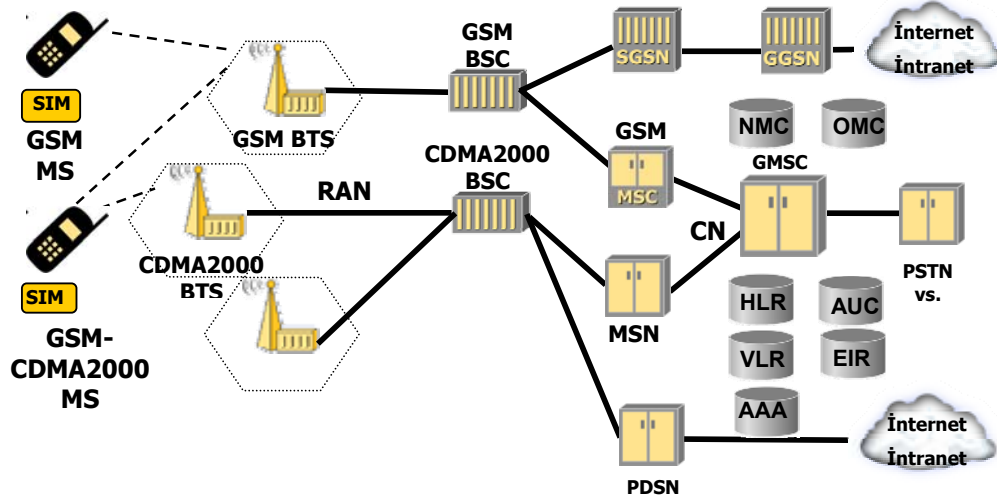
3.3. CDMA2000'e Geçiş Senaryoları

CDMA2000 telsiz arayüzü çeşitli çekirdek şebekelerle birlikte kullanılabilir. IS-41 standardına dayalı çekirdek şebekeler, IP tabanlı çekirdek şebekeler ve GSM tabanlı çekirdek şebekeler CDMA2000 telsiz erişim şebekesi ile bağlantılandırılarak kullanılabilir. Böylece mevcut şebeke birimleri ve terminal cihazları kullanılmaya devam edilerek yatırım maliyetleri azaltılabilmekte ve yeni terminal cihazları kullanılarak CDMA2000'in sağladığı yüksek veri hızlarından faydalanılabilmektedir [37, 87].

Örneğin 2G cdmaOne şebekesi, BTS'ye eklenen CDMA2000 1X kanal kartı, BTS, BSC ve MSC'de yapılan yazılım güncelleştirmeleri ve, şebekeye eklenen bir PDSN ile CDMA200 1X'e yükseltilebilmektedir.

CDMA2000 1X ve CDMA2000 1XEV-DO, GSM işletmecileri için de bir 3G çözümü olarak kullanılabilir [87]. Qualcomm şirketi tarafından geliştirilmiş olan CDMA2000 1X'e yükseltilmiş GSM şebekesi, GSM1X olarak adlandırılmaktadır. Halen test aşamasında olan ve GSM1X olarak adlandırılan sistemin testlerinden birinin de Qualcomm ve Ericsson şirketleri tarafından Güney Afrika Cumhuriyeti'nde gerçekleştirileceğı açıklanmıştır [37, 83].

GSM1X'te GSM tabanlı çekirdek şebeke ile mevcut veya ilave frekans bantlarında çalışan CDMA2000 1X telsiz erişim şebekesi bir araya getirilmektedir. Şekil 3.6'da, 2G GSM şebekesinden CDMA2000 1X şebekesine geçiş için yapılması gerekli değişiklikler gösterilmektedir [87]. Şekil 3.6'da görüldüğü üzere anılan yükseltme için, GSM telsiz erişim şebekesinin yanı sıra CDMA2000 telsiz erişim şebekesinin kurularak GSM1X Mobil Anahtarlama Düğümü (Mobile Switching Node, MSN) vasıtasıyla GSM GMSC'ye, PDSN vasıtasıyla da internet şebekelerine bağlanması gerekmektedir.



Şekil 3.6. GSM'den CDMA2000 1X'e geçiş.

GSM1X şebekesi dört ana bileşenden oluşmaktadır [87]:

- Mevcut yatırımların kullanılmasını sağlayan standart bir GSM çekirdek şebekesi,
- CDMA2000'in sektör başına 1,25 MHz kanalı üzerinden 35 çağrı yapabilme kapasitesini, CDMA2000 1X ile 307 Kb/s, CDMA2000 1XEV-DO ile 2.4 Mb/s azami veri indirme hızı sağlayan standart bir CDMA2000 telsiz erişim şebekesi.
- Hem GSM hem de CDMA2000 telsiz erişim şebekesinden hizmet alabilen standart SIM-takılabilen CDMA2000 terminal cihazları,
- Hem telsiz erişim şebekesiyle hem de değişikliğe uğramamış çekirdek şebekeyle bağlantı halinde olan MSN.

GSM1X, şebeke yakınsaması kavramını yeni bir boyuta taşımaktadır. GSM'nin zengin özellikli hizmet ve uygulamalarını CDMA2000'in frekans verimliliği ile birleştirmektedir. GSM1X ile GSM işletmecisinin çekirdek şebeke yatırımı korunmakta ve GSM üzerinden verilebilen hizmetler

muhafaza edilirken CDMA2000 telsiz erişim şebekesinin sağladığı veri hızları erişilebilir hale gelmektedir.

CDMA2000 telsiz erişim şebekesinin eklenmesi ile mevcut spektrumun (800, 900, 1800, 1900 and 2100 MHz) verimliliği artırılarak işletmecinin ses ve veri kapasitesi yükseltilmektedir. GSM1X'in; CDMA2000 1X ile 307 Kb/s, CDMA2000 1XEV-DO ile 2,4 Mb/s'ye çıkan veri hızı, GSM işletmecilerinin maliyet etkin bir şekilde yeni nesil hizmetleri sunmalarına imkan sağlamaktadır. Sağlamlığı teyit edilmiş GSM çekirdek şebekesi kullanılarak ve GSM1X'in gelişkin kapasitesi sayesinde ses ve veri hizmetleri eş zamanlı olarak sunulabilir hale gelecektir.

Hayata geçirilmesi halinde GSM1X'te, CDMA SIM kartlı standart CDMA2000 terminal cihazlarının GSM SIM kartlarını kabul etmesini sağlamak amacıyla yapılan yazılım güncellemesi ile kullanılabilir olacaktır. Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre çift modlu ve tek modlu terminal cihazlarının üretilmesi düşünülmektedir. Böylece kullanıcılar çift modlu bir terminal cihazı ile GSM ve CDMA2000 şebekelerinden hizmet alabileceklerdir. Ancak günümüzde GSM-CDMA2000 çift modlu terminal cihazı pazarda ticari olarak yaygın şekilde bulunmamaktadır [36, 87, 88].

GSM1X'in diğer avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir [87]:

- GSM'nin 3GPP tarafından tanımlanmış özellikleri ve hizmetleri korunmaktadır,
- CDMA2000 terminal cihazları üzerinden GSM'nin hizmet dağıtım modeli muhafaza edilmektedir,
- GSM dolaşım anlaşmaları GSM1X aboneleri için de geçerli olmaktadır,
- GSM ve CDMA şebekeleri arasında küresel dolaşım sağlanmaktadır,

GSM1X sisteminin GSM işletmecilerine maliyeti ile ilgili olarak bir danışmanlık şirketi tarafından Almanya için yapılan mali analiz çalışmasında; Almanya'da UMTS spektrumu tahsis edilerek yetkilendirilmiş bir GSM

işletmecisinin WCDMA yerine 20.000 BTS'den oluşan ulusal çapta bir CDMA2000 1XEV-DO şebekesi kurması halinde 10 yıllık bir süre zarfında toplam 10 milyar Avro yatırım maliyeti ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu yatırım maliyeti abone başına 424 Avro olarak da ifade edilmektedir [107]. Ne var ki, günümüzde GSM üzerine kurulu bir CDMA2000 şebekesi ticari olarak faaliyet göstermemektedir [36].

3.4. Sunulan Hizmet ve Uygulamalar

CDMA2000 1X; EDGE ve GPRS gibi 2,5 G hizmetlerini sunabilmekteyken ITU tarafından IMT2000 teknolojisi olarak kabul edilen CDMA2000 1XEV-DO, desteklediği veri hızı sayesinde temel haberleşme hizmetleri ile akan görüntü uygulamaları ve elektronik ticaret işlemleri gibi sabit haberleşme hizmetlerini mobil ortama taşımaktadır. İşletmeciler 2G ve 2,5 G hizmetlerini daha düşük maliyetlerle sunabilmekte, yeni nesil veri-yoğun hizmetler, telsiz internet hizmetleri ve konumlandırma hizmetlerini hizmet yelpazelerine ekleyebilmektedirler. Verilen diğer hizmetler aşağıda sıralanmaktadır [36, 38]:

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

4. UMTS TEKNOLOJİSİ

Bu bölümde; Avrupa çapında 3G hizmet ve şebekelerinin eşgüdüm içerisinde ve uyumlu bir biçimde yaygınlaşması amacıyla ETSI tarafından geliştirilerek ITU bünyesindeki IMT2000 kapsamına alınan bir standart ve bu standarda dayalı bir altyapı ve teknoloji olan UMTS tanıtılmaktadır.

GSM'nin 3G boyutundaki devamı olarak görülen UMTS, temel olarak GSM tabanlı mobil şebekelerin üçüncü nesile evrimini simgelemektedir. UMTS, yoğun şekilde kullanılan haberleşme ortamında mobil ve internet uygulamalarına olan yönelimi karşılayacak kapasiteyi sağlama iddiasıyla ortaya çıkmıştır. WCDMA telsiz erişim tekniğine dayalı bir şebeke olan UMTS, iletim hızını kullanıcı başına 2 Mb/s seviyelerine çıkarmakta ve küresel bir dolaşım standardı oluşturmaktadır. [89]

4.1. UMTS'nin Temelleri

1986'da ITU-R'nin 8 no.lu Çalışma Grubunda başlatılan FPLMTS'nin standartlaştırma çalışmalarını takiben Avrupa'da 1988'de RACE I programı ile bu konudaki temel araştırmalar başlamıştır. 1992-1995 yılları arasında sürdürülen RACE II programı, CDMA ve Eşzamansız Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Asynchronous Time Division Multiple Access, ATDMA) deney ortamlarının geliştirilmesini sağlarken Mobil Şebeke (Mobile Network, MONET) projesi ile şebekeye ilişkin konular geliştirilmeye başlanmıştır. 1998'de ETSI tarafından Evrensel Karasal Telsiz Erişim Şebekesi (Universal Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) için çiftli frekans bantlarında gerçekleştirilen Çift Yönlü Frekans Bölmesi (Frequency Division Duplex, FDD) kipindeki çalışma için WCDMA hava arayüzünün, tekli frekans bantlarında gerçekleştirilen Çift Yönlü Zaman Bölmesi (Time Division Duplex, TDD) kipindeki çalışma için ise TDCDMA hava arayüzünün kullanılmasına

karar verilmiştir. Bu karar, ETSI tarafından ITU'ya IMT2000 telsiz iletim teknolojisi adayı olarak UTRAN'ın teklif edilmesinin de temelini teşkil etmiştir.

Küresel teçhizat uyumluluğunun sağlanabilmesi için tek tip bir standardın sağlanamayacağı ortaya çıktığında, ortak bir UTRAN standardının geliştirilmesi için Japonya adına TTC/ARIB, Avrupa adına ETSI, Kore adına TTA, ABD adına ATIS ve Çin adına CCSA'nın katılımıyla 3G Ortaklık Projesi (3G Partnership Project, 3GPP) oluşturulmuştur. 3GPP, GSM çekirdek şebekesi ve telsiz erişim teknolojisini temel alan ve WCDMA'ya dayanan üçüncü nesil mobil haberleşme sisteminin teknik özelliklerini oluşturarak IMT2000'e katkıda bulunmuştur [23]. 3GPP'nin dört ana standartlaştırma alanı bulunmaktadır. Bu alanlar:

- Telsiz Erişim Şebekesi,
- Çekirdek Şebeke ve Terminal Cihazları,
- Hizmetler ve Sistem Bakış Açılıarı,
- GSM/EDGE Telsiz Erişim Şebekesi (GSM/EDGE Radio Access Network, GERAN)'dir.

3GPP bünyesinde her bir alan ile ilgili olarak kurulan çalışma gruplarının sorumlu olduğu alanlar ise aşağıda sıralanmaktadır [24].

3GPP Telsiz Erişim Grubunun sorumlu olduğu konular:

- Telsiz katmanı tanımlamaları,
- UMTS şebekesi elemanları arasında bulunan lub, lur ve lu Arayüzleri,
- UTRAN işletim ve bakım gereklilikleri,
- Baz istasyonu telsiz başarımları tanımlamaları,
- Baz istasyonlarının telsiz uygunluk testi tanımlamaları,
- Genel sistem açısından telsiz başarımları tanımlamaları,

3GPP Çekirdek Şebeke ve Terminal Cihazları Grubunun sorumlu olduğu konular:

- Gezinlik (mobility) yönetimi, çekirdek şebeke ile kullanıcı teçhizatı arasındaki çağrı bağlantı kontrol işaretleşmesi,
- Çekirdek şebeke birimleri arasındaki işaretleşme tanımlamaları,
- Çekirdek şebekenin diğer şebekelerle bağlantısına ilişkin tanımlamalar,
- Lu arayüzünün çekirdek şebeke açısından özellikleri, işletim ve bakım gereklilikleri
- Hizmetlere erişim için cihazlarda bulunması gereken özellikler,
- Mesajlaşma
- UMTS Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module, USIM) ve mobil cihaz arayüzü
- Terminal cihazlarının kullanıcı arayüzleri, hizmet ve uygulamalara erişim konusunda bir model oluşturulması,
- Telsiz konuları da dahil olmak üzere terminal cihazlarının uygunluk testi tanımlamaları.

3GPP Hizmetler ve Sistem Bakış Açıları Grubunun sorumlu olduğu konular:

- Hizmet tanımları ve gereken özellikler,
- Hücresel, sabit ve kablosuz uygulamalar için hizmet kabiliyetlerinin ve yapılarının geliştirilmesi,
- Ücretlendirme ve hesaplaşma
- Şebeke yönetimi ve güvenlik uygulamaları,
- Genel mimarinin tanımı, geliştirilmesi ve bakımı.

Dördüncü çalışma grubu ise; GERAN adı verilen, GSM ve EDGE telsiz erişim şebekelerinin birlikte kullanıldığı GPRS şebekesinin geliştirilmesi konusunda standartlaştırma çalışmaları yürütmektedir.

Bugün itibarıyla dünya çapında 29 ülkede 39 işletmeci tarafından kurulan 64 UMTS şebekesi ticari olarak hizmet vermekte olup 24 milyon UMTS abonesi bulunmaktadır. Veri kartları ve telefonlar dahil olmak üzere halen 166 adet

UMTS terminal cihazı pazarda bulunmaktadır [22, 90]. Söz konusu terminal cihazları GSM-UMTS çift modlu çalışabilme özelliğine sahip bulunmakta ve Ülkemiz de dahil tüm dünya terminal cihazı pazarında yer almaktadır [128]. Çizelge 4.1'de gösterildiği üzere UMTS şebekeleri daha çok 2004 yılında ticari olarak faaliyete başlamıştır. Bu nedenle CDMA2000'e göre daha düşük bir abone sayısına sahiptir.

Çizelge 4.1. Ticari hizmet vermekte olan UMTS şebekeleri

Ülke	Ticari Şebeke Sayısı	Hizmete Başlama Tarihi
ABD	1	Temmuz 2004
Almanya	4	Mayıs 2004
		Haziran 2004
		Haziran 2004
		Mayıs 2004
Avustralya	3	Nisan 2003
Avusturya	5	Nisan 2003
		Mayıs 2003
		Aralık2003
		Aralık2003
		Nisan 2004
BAE	1	Ocak 2004
Bahreyn	1	Aralık2003
Belçika	1	Nisan 2004
Danimarka	3	Ekim 2003
Finlandiya	2	Ekim 2004
		Kasım 2004
Fransa	2	Haziran 2004
		Temmuz 2004
Güney Afrika	1	Kasım 2004
Güney Kore	2	Aralık2003
		Aralık2003
Hollanda	2	Haziran 2004
		Temmuz 2004

Çizelge 4.1. (devam) Ticari hizmet vermekte olan UMTS şebekeleri

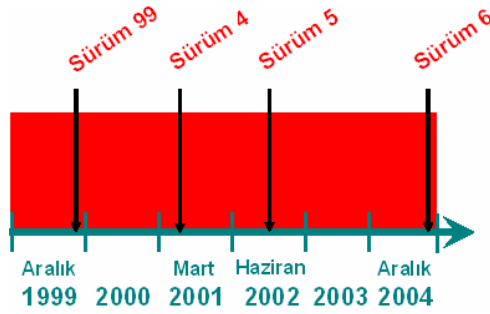
Hong Kong	3	Ocak 2004
		Aralık2004
		Aralık2004
İngiltere	4	Mart 2003
		Şubat 2004
		Mart 2004
		Temmuz 2004
İrlanda	1	Temmuz 2004
İspanya	3	Mayıs 2004
		Mayıs 2004
		Ekim 2004
İsrail	2	Haziran 2004
		Ekim 2004
İsviçre	1	Eylül 2004
İsveç	4	Mayıs 2003
		Mart 2004
		Haziran 2004
		Temmuz 2004
İtalya	4	Mart 2003
		Mayıs 2004
		Mayıs 2004
		Ekim 2004
Japonya	2	Ekim 2001
		Aralık2002
Lüksemburg	1	Haziran 2004
Malezya	1	Aralık2004
Mauritius	1	Aralık2004

Çizelge 4.1. (devam) Ticari hizmet vermekte olan UMTS şebekeleri

Norveç	1	Aralık 2004
Portekiz	3	Nisan 2004
		Mayıs 2004
		Haziran 2004
Singapur	1	Aralık2004
Slovenya	2	Eylül 2004
		Şubat 2004
Yunanistan	3	Şubat 2004
		Mayıs 2004
		Kasım 2004

4.1.1. UMTS sürümleri

3GPP tarafından GSM/UMTS şebekelerine yönelik olarak belirlenen teknik özellikler ve işlevler bir araya getirilerek “Sürüm” (Release)’ler halinde belirli aralıklarla yayımlanmaktadır. Bir sürümde yer alan teknik özellikler temel alınarak bir mobil sistem kurulabilmektedir. Her yeni sürüm, 3GPP bünyesinde sürdürülen standartlaştırma çalışmaları sonucu eklenen işlevler itibarıyla bir önceki sürümden farklılaşmaktadır. Yayımlanmış olan sürümler ve yayımlanma tarihleri Şekil 4.1’de gösterilmektedir [97].



Şekil 4.1. UMTS sürümleri ve içerik dondurma tarihleri.

4.1.1.1. Sürüm 99

Aralık 1999'da son haline getirilerek yayımlanan ve UMTS için bir temel oluşturan Sürüm 99 ile ortaya konulan en önemli özellik; UMTS'nin telsiz erişim arayüzü olarak da tanımlanan, FDD ve TDD kiplerinde çalışan UTRAN'dır. Sürüm 99 ile getirilen diğer başlıca özellikler ise aşağıda sıralanmıştır [93]:

- UMTS şebekesi üzerinden üçüncü kişilerin şebeke kaynak ve işlevlerini kullanarak katma değerli hizmetler sunabilmelerini sağlayan Açık Hizmet Mimarisi (Open Service Architecture, OSA) [99],
- 2G ve 2,5G'de kısıtlı olarak sunulabilen konumlandırma hizmetlerinin geliştirilmesi,
- Yeni bir ses kodlama tekniği olan darbant AMR,
- UMTS işletmecisinin diğer şebekelerde dolaşımda olan abonelerine şebeke içi hizmetlerini verebilmesini sağlayan bir şebeke özelliği olan CAMEL Faz 3 [100].

4.1.1.2. Sürüm 4

Mart 2001'de son haline getirilen Sürüm 4 ile IP tabanlı işletim için ilk adımlar atılmıştır. MSC, iletimi gerçekleştiren Ortam Arageçidi (Media Gateway) ve işaretleşme için kullanılan MSC Sunucusu olarak ikiye ayrılmıştır. Böylece devre anahtarlamalı kısmı bağımsız bir şebeke yapısı sağlanmıştır. Sürüm 4 ile UMTS'ye eklenen diğer işlevler ise aşağıda sıralanmaktadır [94]:

- Zengin metin biçimindeki yazılı dosyalar ile durağan resimlerin gönderilmesini sağlayan Zengin Mesajlaşma ve çoklu ortam eklentilerinin gönderilmesini sağlayan Çoklu Ortam Mesajlaşma,
- Gerçek zamanlı görüntü akışı,
- 1,6 MHz'lik tekli frekans bantlarını kullanması nedeniyle; FDD kipine ve 5 MHz frekans bandı gerektiren Yüksek Yonga Hızındaki (3,84 Mc/s) TDD kipine göre daha esnek bir kullanım sağlayan Düşük Yonga Hızında (1,28 Mcps) TDD kipi (TDSCDMA),
- GSM ve EDGE telsiz erişim şebekelerinin birlikte kullanıldığı GERAN kavramının oluşturulması [101].

4.1.1.3. Sürüm 5

Haziran 2002'de içeriği dondurulan Sürüm 5 ile UMTS'ye eklenen önemli özelliklerden biri, IP Çoklu Ortam Çekirdek Şebeke Altsistemi (IP Multimedia Core Network Subsystem, IMS)'dir. IMS'nin UMTS çekirdek şebekesine eklenmesi ile; görüntü, ses ve birden fazla kullanıcının yazı yazmasına veya çizim yapmasına imkan veren, görüntülü konferans sistemlerinde kullanılan çevrimiçi beyaztahta (whiteboard) gibi çoklu ortam bileşenlerini içeren uygulamaların etkin şekilde desteklenmesi için gereken asgari hizmet kalitesi her bir uygulamaya özel olarak sağlanmaktadır. Böylece uçtan uca IP tabanlı hizmetlerin sunulması mümkün hale gelmiştir [95].

Sürüm 5'in getirdiği bir başka özellik ise kullanıcıya doğru azami 10 Mb/s seviyelerindeki hızlarda veri akışı sağlayan bir sistem olan Yüksek Hızda Aşağı Yönde Paket Erişimi (High Speed Downlink Packet Access, HSDPA)'dir. HSDPA'da yüksek dereceli bir modülasyon tekniği olan Dördümlü Genlik Modülasyonu (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) kullanılmaktadır. Hem FDD hem de TDD kiplerinde uygulanabilen HSDPA ile, yüksek hızda veri indirme gerekliliği olan internet erişimi veya isteğe bağlı görüntü hizmetlerinin daha etkin bir şekilde kullanıcılara sunulabilecektir [81]. Sürüm 5 ile getirilen diğer özellikler aşağıda sıralanmaktadır [95]:

- Geliştirilmiş, 16 KHz'lik ses kodlama tekniği olan Genişbant AMR (Wideband AMR),
- CAMEL Faz 3'ün IMS hizmetlerini de kapsayacak şekilde geliştirilmiş sürümü olan CAMEL Faz 4,
- Paket anahtarlama veri iletiminde uçtan uca hizmet kalitesi,
- Gerçek zamanlı yazı yazma uygulamasını sağlayan Küresel Metin Telefonu sistemi (Global Text Telephony, GTT)

4.1.1.4. Sürüm 6

Aralık 2004'te son haline getirilerek yayımlanan Sürüm 6 ise IMS'nin ikinci fazı, çoklu ortam haberleşme, internet erişimi gibi hizmetlerin kullanımına yönelik bazı ek özellik ve geliştirmeleri içermektedir [96]:

- Kullanıcıdan şebekeye doğru hızlı veri akışına imkan veren ve HSDPA'nın kullanıcıdan şebekeye doğru olarak çalışan şekli olarak tanımlanabilecek olan Yüksek Hızda Yukarı Yönde Paket Erişim (High Speed Uplink Packet Access, HSUPA),
- Telsiz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Network, WLAN) ve UMTS'nin birlikte çalışabilirliği,

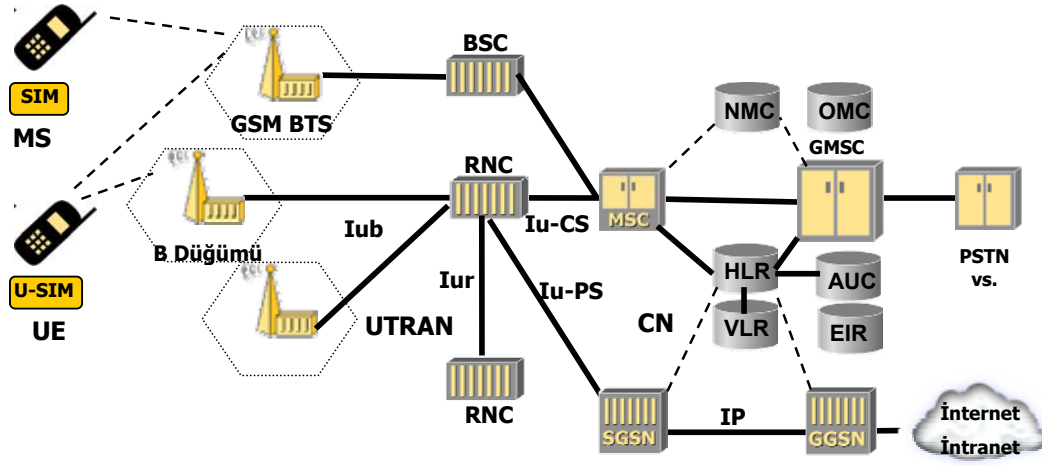
- Abonelerin şebeke üzerinde etkin veya iletişim için müsait durumda olup olmadıkları ya da konumları gibi bilgilerin abonelerarasında paylaşılabilmesini sağlayan Çevrimiçi varlık (presence) uygulaması,
- Konuşma Tanıma (Speech Recognition) ve konuşma temelli diğer hizmetler,
- IMS mesajlaşma, görüntülü ya da sesli konferans, kullanıcı gruplarının yönetimi, devre anahtarlama şebekeler veya CDMA2000 şebekeleri ile birlikte çalışabilme gibi uygulama ve özellikleri içeren IMS Faz 2,
- IP tabanlı şebekelerle birlikte çalışabilirlik,
- UTRAN telsiz erişim şebekesinin diğer frekans bantlarında kullanılması,
- Şebeke paylaşımına ilişkin geliştirmeler,
- Telsiz erişime ilişkin geliştirmeler,
- Hücresel sistem üzerinden bas konuş (push to talk) uygulaması,
- Çoklu ortam yayın uygulamaları (Multimedia Broadcast/Multicast Service, MBMS),
- Paket anahtarlama akış uygulamaları.

4.2. Şebeke Mimarisi

Şekil 4.2'de blok çizimi gösterilen UMTS şebekesi, Çekirdek Şebeke (Core Network, CN) ve Evrensel Karasal Telsiz Erişim Şebekesi (Universal Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) bölümlerinden oluşmaktadır. CN, GSM'deki NSS'ye, UTRAN ise BSS'ye eşdeğerdir ve aynı işlevleri yerine getirirler. UMTS'nin çekirdek şebekesi, şebekenin sürümüne bağlı olarak farklılaşmaktadır.

UMTS şebekesine erişim için GSM/GPRS/EDGE terminal cihazlarından farklı bir kullanıcı cihazı (User Equipment, UE) gerekmektedir. UE; GSM'deki SIM'e benzeyen ve U-SIM olarak adlandırılan bir kart ile bir terminal cihazının birleşiminden oluşmaktadır. Terminal cihazı yalnızca mobil telefon değil, aynı zamanda erişim kartı takılmış olan bir bilgisayar da olabilmektedir. UMTS

şebekeleri, öncelikle kurumsal kullanıcılara yönelik olarak üretilen ve diz üstü bilgisayarlara takılabilen erişim kartları ile hizmet vermeye başlamaktadırlar.



Şekil 4.2. UMTS Sürüm 99 şebeke yapısı

Sürüm 99 UMTS şebekesi GSM/GPRS şebekesine oldukça fazla benzerlik göstermektedir. Bir GSM/GPRS şebekesinin UMTS Sürüm 99'a yükseltilmesi için yapılması gereken ekleme ve güncellemeler aşağıda verilmektedir [93]:

- Telsiz erişim şebekesine UMTS BTS (B Dügümü)'si eklenmelidir,
- Telsiz erişim şebekesine UMTS BSC (RNC)'si eklenmelidir,
- Çekirdek şebekede MSC yükseltilmelidir,
- Çekirdek şebekede GGSN ve SGSN yükseltilmelidir.

GSM şebekelerinin UMTS'ye yükseltilmesinin getireceği maliyete ilişkin olarak yapılan bir çalışmada, Almanya'da bir GSM işletmecisinin %80 UMTS kapsamı oluşturulması için toplam 9 milyar Avro'luk bir yatırım yapması gerektiği tahmin edilmektedir. Söz konusu maliyetler, Fransa için 11 milyar Avro, İngiltere için ise 7 milyar Avro olarak tahmin edilmektedir [109].

UMTS yatırım maliyetleri ile ilgili diğer bir çalışmada ise Almanya'da %90 kapsamaya sahip bir UMTS şebekesinin kurulması için 8 milyar Avro tutarında yatırım yapılması gerektiği ifade edilmektedir [110].

4.2.1. Çekirdek şebeke

GSM ve UMTS temelde aynı çekirdek şebeke mimarisini tanımlamaktadır. GPRS, hem GSM hem de UMTS çekirdek şebekesinin bir parçasını oluşturmaktadır. UMTS hizmetlerinin verilebilmesi için mevcut bir GSM şebekesinin yükseltilmesi gerekmektedir. İşletmeciler geniş alan kapsamasını GSM/GPRS ile sağlayabilir ve UMTS telsiz erişim altyapısını aşamalı olarak kurabilirler. Aynı zamanda, GPRS teçhizatı ve GSM MSC'leri UMTS hizmetlerini destekleyecek şekilde yükseltilerek UMTS telsiz şebekesine lu arayüzleri üzerinden bağlanabilirler. Bütün bunlar başlangıç yatırımını azaltarak UMTS hizmetlerinin verilmeye başlanmasını kolaylaştırmaktadır [19].

Sürüm 99'da, bir GSM/GPRS şebekesi üzerine kolaylıkla kurulabilmesi amacıyla paket ve devre anahtarlamalı çekirdek şebeke bölümleri birbirinden ayrı olarak yapılandırılmıştır. Sürüm 99'da 2G çekirdek şebeke parçaları yerlerini korumaktadır. MSC ve SGSN birimleri, telsiz erişim şebekesine bağlantılarını sağlayan luCS ve luPS arayüzlerini destekleyecek şekilde yükseltilerek yüksek hızda veri hizmetleri sunulabilir hale gelmektedir [93]. Sürüm 4 ile ise MSC, iletimi gerçekleştiren Ortam Arageçidi (Media Gateway) ve işaretleşme için kullanılan MSC Sunucusu olarak ikiye ayrılmıştır. Sürüm 5 ile çekirdek şebekeye eklenen, Sürüm 6 ile ise geliştirilen IMS sayesinde; uçtan uca IP tabanlı hizmetlerin sunulması mümkün hale gelmiştir. Böylece, görüntülü ve sesli çoklu ortam bileşenlerini içeren uygulamaların etkin şekilde desteklenmesi için gereken asgari hizmet kalitesi her bir uygulamaya özel olarak sağlanmaktadır [94, 95].

4.2.2. Erişim şebekesi

UMTS'nin telsiz erişim şebekesi UTRAN olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere UTRAN; bir Telsiz Şebeke Denetleyici (Radio Network Controller, RNC) ile kendisine bağlı bir veya daha fazla B Düzümü (Node B)'nün oluşturduğu Telsiz Şebeke Altsistem (Radio Network Subsystem, RNS)'lerinden meydana gelmektedir. RNC'ler birbirlerine Iur arayüzleri ile bağlanmaktadır. RNC ile B düğümleri ise Iub arayüzleri üzerinden gerçekleştirilmektedir [93].

GSM'deki BTS gibi abonenin RNC ile bağlantısını sağlayan B Düzümünün işlevleri arasında [93];

- Hava arayüzü üzerinden iletim ve alım,
- Modülasyon / Demodülasyon,
- CDMA fiziksel kanal kodlaması,
- Hata işleme,
- Kapalı döngü güç denetimi,

yer almaktadır. GSM'deki BSC'nin yerini alan RNC'nin işlevleri ise [93];

- Telsiz kaynak denetimi,
- Şebekeye kabul denetimi,
- Kanal tahsisi,
- Güç kontrol ayarları,
- Şifreleme,
- Bölümleme, toplama,
- Yayın işaretleşmesi,
- Açık döngü güç kontrolü,
- Kullanıcı cihazının bir baz istasyonundan diğerine aktarılması anlamına gelen aktarım (handover, handoff) işlemi

olarak verilebilir.

UMTS'de üç çeşit aktarım işlemi bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan sert aktarımda kullanıcı cihazının ilk baz istasyonu ile olan bağlantısı kesildikten sonra ikinci baz istasyonu ile bağlantısı kurulur. Kullanıcı tarafından farkedilmeyen sert aktarım, pürüzsüz olarak nitelendirilir. Uygulamada, taşıyıcı frekansların değiştirilmesi gereken aktarımlar sert aktarım şeklinde gerçekleştirilir [93].

İkinci aktarım şekli olan yumuşak aktarım esnasında, kullanıcı cihazının UTRAN ile bağlantısını sağlayan en az bir baz istasyonu bulunmaktadır. Normal şartlarda yumuşak aktarım, kullanıcının aynı frekansta çalışan hücreler arası geçişlerinde uygulanan bir yöntemdir. Yumuşak aktarımın aynı B düğümü kapsamı içinde gerçekleşen tipine Daha Yumuşak Aktarım adı verilmektedir [93].

UMTS'de tanımlanan aktarım çeşitleri aşağıda sıralanmaktadır:

- 3G -3G: Abonenin diğer 3G şebekelerine geçişinde kullanılır,
- FDD yumuşak/daha yumuşak aktarım: Abonenin FDD kipinde hizmet alırken diğer bir hücreye veya baz istasyonu kapsamına geçişinde kullanılır,
- FDD frekanslararası sert aktarım: Abonenin FDD kipinde hizmet alırken diğer bir hücreye geçişinde kullanılır,
- FDD/TDD hücrelerarası aktarım: Abonenin FDD kipinde hizmet alırken diğer bir hücreye TDD kipinden hizmet almak üzere geçişinde kullanılır,
- TDD/FDD hücrelerarası aktarım: Abonenin TDD kipinde hizmet alırken diğer bir hücreye FDD kipinden hizmet almak üzere geçişinde kullanılır,
- TDD/TDD aktarım: Abonenin TDD kipinde hizmet alırken diğer bir hücreye veya baz istasyonu kapsamına geçişinde kullanılır,
- 3G'den 2G'ye aktarım: Abonenin 3G şebekeden hizmet alırken 2G şebekeye kapsamına geçişinde kullanılır,

- 2G'den 3G'ye aktarım: Abonenin 2G şebekeden hizmet alırken 3G şebeke kapsamına geçişinde kullanılır.

ETSI tarafından UTRAN'ın hava arayüzü olarak Genişbant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) seçilmiştir. WCDMA, CDMA2000'de de kullanılan CDMA çoklu erişim tekniğinin daha büyük bant genişliklerinde kullanılan biçimidir. WCDMA'nın gerçekleştirilmesi, kullanılan teknik nedeniyle oldukça karmaşıktır. WCDMA arayüzü sayesinde eşzamanlı olarak farklı kullanıcılar değişken hızda veri iletimi yapabilmektedir. Yüksek kapasiteli veri trafiği, bağlantı için gerekli bilgisayar tabanlı işlemlerin GSM'dekine göre 10 kat daha fazla olmasına yol açmaktadır. Bu sayede UMTS şebekesi 2G hizmetlerin tümünü desteklemekte, ilave olarak da sayısız hizmet ve uygulamaların sunulması için bir platform oluşturmaktadır.

WCDMA'da kullanıcı ya da B düğümü tarafından gönderilen veriler, WCDMA yayılım kodlarından türetilen rastlantısal bitlerle çarpılarak iletilmektedir. UMTS'de kodlar, kanal oluşturmanın yanı sıra senkronizasyon için de kullanılır. WCDMA'da, CDMA'dan farklı olarak FDD ve TDD olmak üzere iki temel çalışma kipi bulunmaktadır [93].

FDD kipi, biri şebekeye biri de kullanıcıya doğru olmak üzere bir frekans çiftine ihtiyaç duyar. FDD kipi, kentsel ve kırsal alanlarda geniş alan kapsama amacıyla tanımlanmıştır. Bu kip eşzamanlı gerçekleşmesi gereken ses, video konferans gibi bakışlımlı uygulamalar için uygun olup tam hareketliliğe imkan tanımaktadır [93].

TDD kipi, tek frekans bandının çift yönlü veri aktarımı için kullanılması anlamına gelmektedir. Bu amaçla veri, belirli bir zaman aralığı süresince ya kullanıcıya doğru ya da şebekeye doğru iletilebilir [93]. TDD'nin yüksek ve düşük yonga hızında olmak üzere iki şekli bulunmaktadır. İlki, 5 MHz bant genişliğinde ve 3,84 Mc/s yonga hızında çalışırken, ikincisi 1.6 MHz bant genişliği ve 1.28 Mc/s yonga hızında çalışmaktadır. Düşük yonga hızındaki

TDD çalışma kipi TDSCDMA olarak da adlandırılmaktadır. TDSCDMA; FDMA, TDMA ve CDMA'nın esnek bir birleşiminden oluşmaktadır ve hem kullanıcıya doğru hem de şebekeye doğru eşzamanlı veri aktarımına imkan vermektedir. Çin kaynaklı bir çoklu erişim tekniği olan TDSCDMA Avrupa menşeli teçhizat üreticilerden Siemens'in Çinli kuruluşlarla birlikte yürüttüğü ortak çalışma sonucu Sürüm 4 ile birlikte UMTS'ye dahil edilmiştir [27].

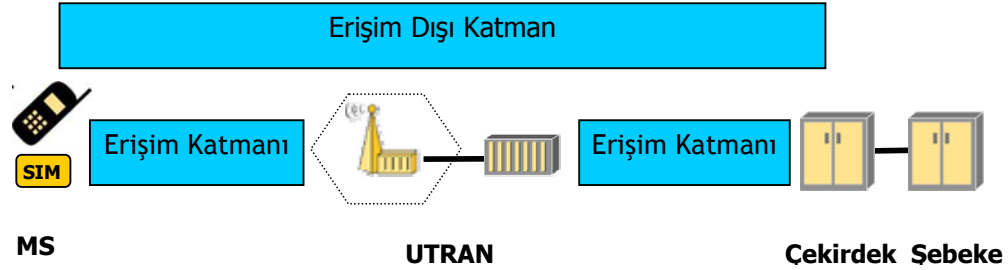
GSM'nin sahip olduğu 200 KHz'lik, CDMA MC'nin ise 1,25 MHz'lik taşıyıcı bantlarına karşılık, UMTS'de 5 MHz'lik taşıyıcılar kullanılmaktadır. Daha geniş taşıyıcı frekans bandı sayesinde; bir vericiden çıkan bir telsiz dalgası, coğrafi veya kentsel yapılardan dolayı oluşan yansımalar sayesinde birden fazla yolu kullanarak alıcıya ulaşır. Bu dalga bileşenleri alıcıda birleştirilerek daha hızlı veri iletimi sağlanmış olur [93, 98].

UMTS'de uyumlu (coherent) demodülasyonun kullanılması nedeniyle, B düğümleri ile UE'lerin senkronizasyon için, CDMA MC'de kullanılan GPS (Global Positioning System) yerine kendi iç saatlerini kullanmaktadır [93, 98].

4.2.3. İşaretleşme şebekesi

İşaretleşme terimi şebekenin denetlenmesi için özel denetim mesajlarının iletilmesi amacıyla kullanılan verileri tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu yönüyle işaretleşme verileri, bir aboneden diğerine gönderilen abone verilerinden farklılık arz etmektedir. Şekil 4.3'te gösterildiği üzere yapısal olarak; abone terminali, erişim şebekesi ve çekirdek şebeke olarak üç ayrılan UMTS sisteminde verilerin bu üç şebeke parçası arasında iletilmesi için kullanılan protokoller Erişim Katmanı Protokolleri (EKP) ve Erişim Dışı Katman Protokolleri (EDKP) olmak üzere iki sınıf altında toplanmaktadır. EKP, erişim teknolojisi ile ilgili verilerin abone terminali ile UTRAN ya da UTRAN ile çekirdek şebeke arasında iletilmesi için kullanılan düşük seviyeli protokollerdir. EDKP ise erişim şebekesinden bağımsız verilerin iletilmesinde

kullanılır. EDKP ile iletilen veriler erişim şebekesinde değişime uğramadan doğrudan çekirdek şebekeye iletilir [28, 31].



Şekil 4.3. UMTS'de veri iletim protokollerinin sınıflandırılması

EKP ile iletilen işaretleşme verilerine; sistemin güç kontrol döngülerine ilişkin veriler, abonelerin baz istasyonları arası aktarım işlemlerinin denetimine ilişkin veriler ve abonelere kanal tahsisi işlemlerine ilişkin veriler ile çağrı kurulmasına ilişkin veriler örnek olarak verilebilir. EDKP ile iletilen işaretleşme verilerine ise çağrı kurma işlemlerine ilişkin veriler örnek olarak verilebilir. Çağrı kurulması işlemleri erişim şebekesinden bağımsız bir işlemdir ve çekirdek şebekeden gelen örneğin çağrı kurulması mesajı erişim şebekesinde değişime uğramadan doğrudan abone terminaline iletilir. [28]

UMTS çekirdek şebekesi No.7 tabanlı devre anahtarlama ve IP tabanlı paket anahtarlama olarak ikiye ayrılabilen çekirdek şebekenin birimleri arasındaki işaretleşme; kullanıcı konum bilgisi, abonelik bilgisi ve şebeke hizmetlerinin denetimine ilişkin bilgiler aktarılmaktadır [29]. Sürüm 5 ile getirilmiş olan IP tabanlı iletim sayesinde İnternet Mühendislik Görev Gücü (Internet Engineering Task Force, IETF) tarafından tanımlanmış olan protokoller kullanılarak UMTS'de No.7 işaretleşmesinin IP üzerinden yapılabilmesine imkan sağlanmıştır [94]. Sürüm 5 ile ayrıca çok sayıda şebekenin işletildiği mobil pazarda daha fazla önem kazanmaya başlayan No.7 işaretleşmesinin güvenliği artırılmıştır [95].

Abonelerin uluslararası dolaşımdayken çok sayıda genişbant katmadeğerli hizmete erişebileceği UMTS'nin işaretleşme için yüksek hızda No.7 bağlantılarına ihtiyaç duyacağı beklenmektedir [30].

4.3. Sunulan Hizmet ve Uygulamalar

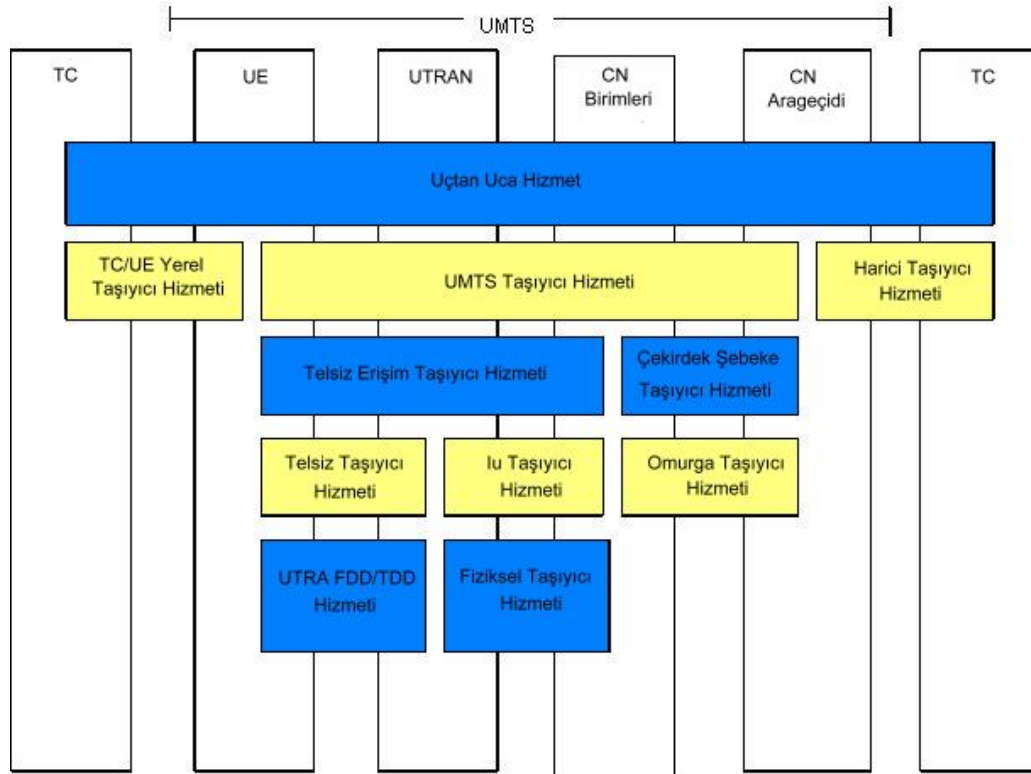
Bir IMT2000 teknolojisi olan UMTS, desteklediği veri hızı sayesinde temel haberleşme hizmetleri ile akan görüntü uygulamaları ve elektronik ticaret işlemleri gibi sabit haberleşme hizmetlerini mobil ortama taşımaktadır. Yeni nesil veri-yoğun hizmetler, telsiz internet hizmetleri ve konumlandırma hizmetleri sunulabilmektedir [42, 43].

UMTS'nin TDD kipinde çalışan bir taşıyıcı frekans bandına da sahip olması; kentsel ve bina içi alanlarda özellikle yüksek yoğunluklu şehir merkezleri, iş merkezleri, havaalanları ve fuarlar gibi bölgelerde, düşük hareketlilik ve yüksek hızda bakışsımsız veri iletimi gerektiren, örneğin canlı TV yayını gibi uygulamaların daha etkin şekilde sunulabilmesini sağlayacaktır [42, 43].

UMTS, IMT2000 kapsamında UMTS sesli görüşme veya SMS gibi geleneksel hizmetlerin yanı sıra erişim noktaları arasında bilgi iletimini sağlayan taşıyıcı hizmetler de sunmaktadır. Kullanıcı aldığı bir taşıyıcı hizmetinin özelliklerini bu hizmetin bağlantısının kurulması veya hizmetin alınması esnasında değiştirebilmektedir. Bağlantıya dayalı¹ olan ya da olmayan bütün taşıyıcı hizmetleri noktadan noktaya veya noktadan çok noktaya haberleşme için sunulabilmektedir [41].

¹ Bağlantıya dayalı olan hizmetlere sabit veri hızı gerektiren akan görüntü hizmetleri örnek verilebilir. Bağlantıya dayalı olmayan hizmetler ise rehber hizmetleri ya da araç trafiği bilgilerine erişim uygulamaları gibi değişken hızda veri iletimi gerektiren hizmetlerdir.

Şebeke hizmetleri uçtan uca olarak, diğer bir deyişle bir terminal cihazından diğerine kadar tanımlanmaktadır. Bir hizmetin uçtan uca belirli bir hizmet kalitesinde verilebilmesi için kaynak noktadan hedef noktaya kadar özellikleri ve işlevleri belirlenmiş bir taşıyıcı altyapısının kurulmuş olması gerekmektedir. Şekil 4.4'te bir UMTS taşıyıcı hizmetinin katmanlı yapısı gösterilmektedir [26].



Şekil 4.4. UMTS taşıyıcı hizmetlerinin yapısı

Her bir katman, kendisinin altında bulunan katmanların taşıyıcı hizmetlerini kullanarak bir üst katmana hizmet vermektedir. Taşıyıcı hizmetlerinin; azami iletim gecikmesi, gecikme değişimi ve bit hata oranı gibi farklı hizmet kalitesi göstergeleri bulunmaktadır. Taşıyıcı hizmetler için hedeflenen veri hızları [41, 31]:

- Uydu ile erişilebilen ve kırsal alanlarda 144 Kb/s,
- Kentsel alanda 384 Kb/s,
- Ev içi ve çevresinde 2048 Kb/s olarak belirlenmiştir.

UMTS hizmetlerinin, 4 çeşit trafik için belirlenmiş farklı hizmet kalitesi sınıfları bulunmaktadır:

- Konuşmalı sınıf (ses, görüntülü telefon, görüntülü oyunlar)
- Akan veri sınıfı (çoklu ortam, isteğe dayalı görüntü, internet yayıncılığı)
- Etkileşimli sınıf (internet erişimi, şebeke üzerinde oyunlar, veri tabanı erişimi)
- Arka plan sınıfı (e-posta, SMS, veri indirme)

UMTS'nin sağladığı diğer bir uygulama ise Sanal Ev Ortamıdır (Virtual Home Environment, SEO). SEO, kişisel hizmet ortamının şebeke sınırları ve terminal cihazlarından bağımsız olarak kullanılabilmesi imkanını sağlamaktadır. Kişisel hizmet ortamı, terminal cihazı, şebeke ve bulunan konumdan bağımsız olarak abonelerin aynı kişiselleştirilmiş hizmet ve uygulamalara aynı kullanıcı arayüzü ile sürekli olarak erişebilmeleri anlamına gelmektedir. Örneğin bir kullanıcı evinde kullandığı bir internet uygulamasına SEO sayesinde uçak seyahati sırasında da erişebilecektir [43].

Diğer UMTS hizmetlerine örnekler aşağıda sıralanmaktadır [20, 42]:

- İnternet temelli hizmetler,
- Mobil e-ticaret (Alışveriş / bankacılık),
- Durağan resim gönderimi,
- Çoklu ortam mesajlaşma,
- Konum temelli hizmetler,
- Canlı TV ve radyo yayını,

- Noktadan çok noktaya yayın hizmetleri,
- Paket veri temelli araç seyir sistemleri,
- Paket veri temelli gerçek zamanlı sağlık izleme sistemleri,
- Oyun, CD kalitesinde müzik, görüntü vs çoklu ortam bileşenleri indirme.

5. KARŞILAŞTIRMA VE DÜNYA TECRÜBELERİ

Bu bölümde, 3. ve 4. bölümlerde tanıtılan 3G teknolojilerinin karşılaştırması yapılmış ve bu iki teknolojinin kullanıldığı ülkelerin yetkilendirme süreçleri incelenerek Türkiye önerisi için bir zemin oluşturulmaya çalışılmıştır.

3G teknolojiler ile hizmetlerin en etkin biçimde kullanıcılara sağlanması ve ülke kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı için bu teknolojilerden hangisinin seçilmesi gerektiğine yönelik olarak bir sonuca ulaşabilmek amacıyla iki 3G teknolojisi iki teknolojinin seçiminde ölçüt olarak kullanılacak hususlar açısından karşılaştırılmıştır.

3G şebeke standartlarına ilişkin ülke örneklerinin seçiminde; nüfus yapılarının, coğrafi özelliklerinin ve iktisadi durumlarının Ülkemize benzerlik taşıması gibi ölçütler dikkate alınmıştır. Ülkemizin aralarında yer almayı hedeflediği AB ülkeleri öncelikli olarak ele alınmış, diğer bazı dünya ülkeleri ise her iki sistemi birden kullanmaları ve bölgesel birlikte çalışabilirlik açısından dikkate alınması gereken ülkeler olmaları nedeniyle seçilmiştir.

5.1. 3G Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Dünya üzerinde genel kabul görmüş iki IMT2000 şebeke standardının hangisinin kullanılmasının işletmeciler, kullanıcılar ve Ülkemiz açısından daha uygun olacağına karar verilebilmesi açısından, 3. ve 4. bölümlerde tanıtılan söz konusu iki sistemin, kullanılan frekans kaynağı, kapsama alanı, dolaşım, yatırım maliyetleri gibi ölçütler açısından karşılaştırılmıştır.

5.1.1. Frekans kullanımı

3G hizmetlerinin sunulmasında kullanılacak olması nedeniyle işletmecilere tahsis edilmesi gereken frekans bantlarının miktarı teknik açıdan karşılaştırmanın en önemli maddesini oluşturmaktadır.

CDMA2000 1X, 1XEV-DO ve 1XEV-DV tesiz erişim şebekeleri FDD kipinde 2 x 1,25 MHz'lik tek taşıyıcı üzerinden veri iletimi sağlamaktadır. CDMA2000 3X ise henüz uygulamaya geçmemiş olmasına rağmen 3 adet 2 x 1,25 MHz olmak üzere toplam 2 x 3,75 MHz bant genişliği işgal etmesi planlanmaktadır [103]. UMTS telsiz erişim şebekesi FDD kipi çalışmada en az 2 x 5 MHz, ortalama olarak ise 2 x 15 MHz'lik, TDD kipi çalışma için ise 5 MHz'lik tek bir frekans bandını bir bütün olarak kullanmaktadır [104].

CDMA2000 telsiz arayüzünün frekans açısından UMTS'den daha tutumlu olduğu söylenebilir. Ancak teknoloji çevreleri tarafından, görüntülü telefon veya görüntülü konferans gibi yüksek bant genişliği gerektiren uygulamaların daha fazla sayıda aboneye daha etkin olarak sunulabilmesi için işletmecilerin daha fazla frekans bandına ihtiyacı olacağı belirtilmektedir [120]. Ayrıca CDMA2000'in kullandığı birden fazla 1,25 MHz'lik taşıyıcının birbirinden ayrı şekilde ses ve veriye tahsis edilerek kullanılması, her bir taşıyıcının tam kapasiteyle kullanılamamasına neden olmakta, frekans kanallarının etkinliğini azaltmaktadır. UMTS'de ise FDD kipi için örneğin 15 MHz lik taşıyıcı, ses ve veri trafiğinin değişimine uygun olarak tahsis edilmek suretiyle kullanılmaktadır. UMTS'nin 15 MHz'lik taşıyıcısının bir bütün olarak kullanılabilmesi işletmecilere trafiğe göre frekans yönetimi konusunda esneklik sağlamaktadır [82].

CDMA2000'den farklı olarak UMTS'de bulunan TDD çalışma kipi ise kullanıcıya doğru yüksek veri hızı gerektiren isteğe bağlı görüntü veya hızlı internet erişimi gibi bakışsız veri akışı uygulamalarında daha kaliteli hizmet sunulmasını sağlamaktadır. TDD kipi, kentsel ve bina içi alanlarda özellikle

yüksek yoğunluklu şehir merkezleri, iş merkezleri, havaalanları ve fuarlar gibi bölgelerde, düşük hareketlilik ve yüksek hızda bakışimsız veri iletimi gerektiren örneğin canlı TV yayını gibi uygulamalarda kullanılır. TDD kipi yüksek ve düşük yonga hızında olmak üzere iki şekilde kullanılması planlanmaktadır [11]. UMTS kapsamında olan düşük yonga hızındaki TDD kipi, Çin'de kullanılması düşünülen düşük yonga hızındaki TDD kipi (TD-SCDMA) ile uyum göstermektedir [12].

Aynı coğrafi alanda UMTS ve CDMA2000 sistemlerinin çalıştırılması halinde sistemlerin birbirlerine olan zararlı girişim oranlarının incelendiği bir kaynakta, CDMA2000 sisteminin UMTS sisteminde dikkate değer oranda kapasite kaybına yol açtığı, ancak WCDMA sisteminin CDMA2000 sistemi üzerindeki girişim etkisinin ihmal edilebilir seviyelerde olduğu ifade edilmektedir. Söz konusu zararlı girişimin kabul edilebilir seviyelere çekilebilmesi için iki sistemin kullandığı frekans bantları arasında bulunan koruma bandının artırılması gerektiği ifade edilmektedir [105]. Koruma bantlarının artırılması frekans kaynağının israfı anlamına gelmektedir.

5.1.2. Kapsama alanı

Hücrel mobil sistemlerin etkinliğinin bir ölçüsü de kapsama alanıdır. Kapsama alanı, baz istasyon antenlerinin özellikleri ve sayısı ile doğrudan ilintili olması nedeniyle hem teknik hem de iktisadi açıdan bir seçim ölçütüdür. Toplumda bulunan çevre ve görüntü kirliliği endişeleri nedeniyle şehirlerde çok sayıda baz istasyon anteninin kullanılması işletmecilerin de müşteri memnuniyeti açısından olumlu yaklaşmadıkları bir konudur. Ne var ki kaliteli bir haberleşme ortamı sağlayabilmek için kullanıcı sayısına da bağlı olarak yeterli sayıda anten kullanmak bir zorunluluktur. CDMA2000 telsiz erişim şebekesi 450 MHz, 800 MHz, 850 MHz gibi alt frekans bantlarında da kurulabilmesi dolayısıyla daha geniş kapsama sahip olabilmektedir [106]. UMTS telsiz erişim şebekesi için ise özellikle Avrupa'da 1920 MHz - 2170

MHz bandındaki frekanslar kullanıldığından aynı kapsamı sağlayabilmek için daha fazla baz istasyonu kurma gerekliliği bulunmaktadır. Kapsama alanı ile ilgili anılan farklılık temel olarak frekans ile dalga boyu arasında bulunan ters orantıya bağlı olarak değişen işaret zayıflamasından kaynaklanmakta olup GSM900 ile GSM1800 sistemleri arasında bulunan farkla benzerlik taşır.

5.1.3. Dolaşım

CDMA2000, IMT2000 frekans bantlarıyla sınırlı değildir. CDMA2000 sistemi tüm hücreli mobil frekans spektrumunda kurulabilmesi nedeniyle hem ülkeler hem de işletmeciler için frekans tahsisi açısından esneklik sağlamaktadır. Halen dünyada 450 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1700 MHz, 1900 MHz ve 2100 MHz bantlarında kurulmuş CDMA2000 şebekeleri bulunmaktadır.

UMTS şebekeleri ise dünya çapında IMT2000 frekans bantlarına uygun olarak kurulmaktadır. Özellikle Avrupa'daki bütün UMTS şebekelerinde tek bir terminal cihazı ile dolaşım mümkündür. Ayrıca bir GSM-UMTS çift modlu terminal cihazı ile UMTS kapsamının bulunmadığı yerlerde kesintisiz aktarım sayesinde GSM şebekelerinden hizmet alınabilmektedir.

CDMA2000 şebekelerinin farklı ülkelerde, bazıları IMT2000 bantlarının dışında olmak üzere farklı frekans bantlarında kurulması çeşitli çoklu bant terminal cihazlarının üretilmesini gerektirmektedir. Örneğin Japonya'da yerleşik bir abonenin Romanya'da dolaşımında bulunduğu sırada 3G hizmetlerinden faydalanabilmesi için 450 MHz – 800 MHz frekanslarının her ikisini birden destekleyen çift bantlı terminal cihazına sahip olması gerekmektedir. Aynı durumun yukarıda sayılan tüm CDMA frekansları için geçerli olacağı düşünüldüğünde, küresel bir dolaşımın sağlanabilmesi için çeşidi çok ancak sayısı yeterince fazla olmayan çoklu frekans CDMA terminal cihazlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Ölçek ekonomisi açısından

düşünüldüğünde, belirli bir tip terminal cihazından yeterli sayıda üretilmemesi halinde söz konusu terminal cihazının fiyatı yükseleceği ifade edilebilir. Bütün CDMA frekanslarını destekleyen bir terminal cihazının üretilmesi ise kaynakların etkin kullanımı açısından uygun olmayacak ve maliyetin artmasına sebep olacaktır. Yukarıda sayılan nedenlerle CDMA'da küresel dolaşımın sağlanmasında güçlük çekileceği düşünülmektedir.

5.1.4. Yatırım maliyetleri

İşletmecilerin yatırım maliyetlerinin yüksek olması, sonuç olarak abonelere yansıyacak bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle iki teknolojinin karşılaştırılmasının önemli maddelerinden birini de söz konusu maliyetler oluşturmaktadır.

CDMA2000 ve UMTS'nin yatırım maliyetlerine ilişkin olarak yapılan uluslararası çalışmalarda, CDMA2000 şebekesinin kurulum maliyetinin daha düşük olduğu görülmektedir [107, 109, 110]. CDMA'nın öncü kuruluşlarından olan CDG, bu durumun nedeninin CDMA2000 sistemlerinin cdmaOne 2G sistemleri ile aynı telsiz bileşenlerini kullanması ve böylece teçhizat sağlayıcıların ölçek ekonomisi kapsamında daha düşük maliyetlerle üretim yapabilmelerinin olduğu ifade etmektedir [25].

Ancak halen dünya üzerinde verilen 3G yetkilendirmelerinin %95'inin UMTS standardında şebeke kuran işletmecilerce alındığı göz önünde bulundurulduğu takdirde, UMTS teçhizat üretiminin artması nedeniyle CDMA2000'in avantaj olarak kullandığı ölçek ekonomisini kullanmaya başlaması sayesinde UMTS teçhizat fiyatlarının da zamanla azalarak işletmecilerin yatırım maliyetlerinin düşmesini sağlayacağı sonucuna varılabilir.

5.1.5. Sunulan hizmet ve uygulamalar

IMT2000 kapsamına alınan şebekelerin sağlaması gereken asgari veri hızları ile söz konusu şebekeler üzerinden asgari olarak sunulması gereken hizmetlerin çerçevesi IMT2000'e ilişkin ITU tavsiye kararlarında belirlenmiştir. Bu nedenle benzer veri hızlarını sağlayabilen CDMA2000 ve UMTS şebekeleri üzerinden verilebilen hizmetler esas itibariyle oldukça benzerdir.

Ancak UMTS'nin TDD kipinde çalışan bir taşıyıcı frekans bandına da sahip olması, kentsel ve bina içi alanlarda özellikle yüksek yoğunluklu şehir merkezleri, iş merkezleri, havaalanları ve fuarlar gibi bölgelerde, düşük hareketlilik ve yüksek hızda bakışimsız veri iletimi gerektiren, örneğin canlı TV yayını gibi uygulamaların daha etkin şekilde sunulabilmesini sağlayacaktır.

IMT2000 şebekeleri için 2G frekans bantlarının dışında ve yeni frekans bantlarının tanımlanmasının en önemli nedeni bu şebekeler üzerinden verilecek hizmetlerin etkin olarak ve kullanıcıları tatmin edebilecek şekilde verilmesi için daha yüksek bant genişlikleri gerektirmesidir. 3G ve ötesi hizmetlerin gelecekte daha da fazla bant genişliği gerektireceğinin beklenmesi nedeniyle ITU tarafından IMT2000 kapsamına yeni frekans bantları eklenmektedir. Bu açıdan bakıldığında CDMA2000 3X'in kullanacağı 2 x 3,75 MHz'lik frekans bandının UMTS'nin kullandığı 2 x 20 MHz + 5 MHz'lik frekans bandı ile karşılaştırıldığında CDMA2000 frekansları, 3G ötesi hizmetlerin daha etkin ve kaliteli bir şekilde sunulabilmesi için yetersiz olarak görülmektedir.

5.2. 3G Şebeke Standartlarına İlişkin AB Ülkelerinin Uygulamaları

Ülkemizin, 1959'da Avrupa Ekonomik Topluluğu'na üyelik için başvurması ile başlayan AB ile bütünleşme politikası dikkate alınarak 3G standartları ile ilgili

olarak bazı AB ülkelerinde yapılan uygulamalara bu başlık altında ayrıca yer verilmiştir.

AB'de 3G şebekelerinin yetkilendirilmesi işlemleri, 128/1999/EC sayılı AB Kararı çerçevesinde, Avrupa çapında kesintisiz bir dolaşım kuşağı oluşturulması amacıyla her ülkede en az bir UMTS şebekesinin bulunması yönünde belirlenen politika doğrultusunda yürütülmüştür. Söz konusu karar gereği üye ülkeler 3G'ye yönelik frekans tahsislerini CEPT düzenlemeleri çerçevesinde eşgüdüm içerisinde gerçekleştirmişlerdir [52].

5.2.1. Almanya

4 GSM işletmecisi bulunan Almanya'da Ağustos 2000'de , açık artırma usulü ihale sonucunda her biri yaklaşık 8,5 milyon Avro bedel karşılığı olmak üzere 6 adet 3G yetkilendirmesi verilmiştir.

RegTP'nin, 3G yetkilendirmelerinin yapılmasına ilişkin esas ve usulleri içeren 18 Şubat 2000 tarihli Kararında, yetkilendirme alacak şirketin "Kamuya UMTS/IMT2000 Üçüncü Nesil Mobil Telsiz Haberleşme Hizmetlerinin Verilmesi için İletim Hatlarının İşletimi" konusunda yetkilendirileceği belirtilmektedir [109]. İşletmecilere, bir ETSI standardı olarak ITU'ya teklif edilen UMTS (WCDMA) kullanmaları konusunda açıkça yükümlülük getirilmemekle birlikte işletmeciden 128/1999/EC sayılı AB Kararı uyarınca bir 3G şebekeden beklenen özellikler talep edilmektedir [112]. Söz konusu özellikler arasında GSM, GPRS çekirdek şebekesi ile tam uyumluluğun da yer alması işletmecileri UMTS'ye yöneltmektedir.

Yapılan 3G yetkilendirmeleri ile tahsis edilen frekans bantları ERC/DEC(99)25 kararı çerçevesinde yapılmıştır. Söz konusu ERC kararı ETSI UTRA standardının teknik parametrelerine uygun olarak çıkarılmıştır ve işletmecilerin ETSI UTRA standardının dışında bir IMT2000 standardı

kullanmak istemesi halinde işletmeci frekans kanal planlaması ve diğer frekans kullanım şartlarına uymak zorundadır [112].

Söz konusu kararda; UMTS/IMT2000 standartlarının geliştirilmesi ve telsiz uyumluluk çalışmalarının sonuçlarına bağlı olarak frekans kullanım şartlarında değişiklik yapılmasının gerekebileceği, bu takdirde değişen frekans kullanım şartlarının, anılan dönemde geçerli olan Alman Telekomünikasyon Kanunu uyarınca RegTP'nin frekansın etkin ve zararlı girişim olmaksızın kullanılmasını sağlamakla görevlendirilmesi nedeniyle yetkilendirmeye ekleneceği ifade edilmektedir [112]. Söz konusu kararın geri plandaki hedefi bir pan-Avrupa uyumlu frekans kullanım düzeninin oluşturulmasıdır.

6 adet 3G yetkilendirmesinden ikisine sahip olan ve yetkilendirmeleri asgari kapsama alanı yükümlülüklerini yerine getirememeleri nedeniyle iptal edilen Group 3G ve Mobilcom şirketleri, sırasıyla Temmuz ve Aralık 2003 sonu itibarıyla yetkilendirmelerini iade etmek için Alman düzenleyici kurumu RegTP'ye başvuruda bulunmuştur [113, 114]. Halen Alman 3G pazarında 4 işletmeci şebeke işletimine devam etmektedir. Şubat 2004'te hizmet vermeye başlayan ilk şirket olan Vodafone ilk etapta 3G telsiz kartları ile şebekeye bağlanan dizüstü bilgisayar kullanıcılarını hedef kitle olarak belirlemiş, mobil telefon kullanıcılarına ise Mayıs 2004'te hizmet vermeye başlamıştır [115].

5.2.2. Fransa

Güzellik yarışması yöntemiyle 4 adet 3G yetkilendirmesi için başlatılan ihale süreci, Haziran 2001'de 2 yetkilendirmenin verilmesi ile sonuçlanmıştır. Aralık 2002'de ise bir yetkilendirme daha verilmiştir. Yetkilendirme ücretleri bir defalık 620 milyon Avro ve yıllık olarak işletmeci cirosunun %1'idir. İlk 3G hizmetleri Haziran 2004'te ticari olarak vermeye başlamıştır.

Fransa'da işletmeciler IMT2000 kapsamında bulunan 3G standartlarından birini kullanmakta serbest bırakılmışlardır. Ancak Fransız Düzenleyici Kurumu yetkilendirilecek işletmecilerin en az bir tanesinin UMTS teknolojisini kullanmakla yükümlü tutacağını belirtmesine karşın işletmecilerin tümü UMTS standardını seçmişlerdir [116].

5.2.3. İngiltere

4 GSM işletmecisi bulunan İngiltere'de Nisan 2000'de açık artırma usulü ihale sonucunda her biri ortalama 7,5 milyon Avro bedel karşılığı olmak üzere 5 adet 3G yetkilendirmesi verilmiştir. İlk 3G hizmetleri Mart 2003'te Hutchison UK tarafından vermeye başlanmıştır [123].

Yetkilendirme için yapılan ihaleye katılan şirketlerden kullanacakları IMT2000 standardını belirlemeleri istenmiştir. İhaleyi kazanarak yetkilendirilen şirketlerin yetkilendirmelerine seçtikleri IMT2000 standardı işlenmiştir. İşletmecinin kullanacağı IMT2000 standardını değiştirme talebi izne tabi olup konunun diğer hususların yanı sıra diğer 3G işletmecilerine olabilecek etki de göz önünde bulundurulmak suretiyle karara bağlanacağı belirtilmektedir [133].

5.2.4. Yunanistan

3 GSM işletmecisinin bulunduğu Yunanistan'da 4 adet 3G yetkilendirmesi için çıkılan ihale sonucunda Ağustos 2001'de bir defalık ortalama 160 milyon Avro ve yıllık işletmeci cirosunun %1'i yetkilendirme ücreti karşılığı 3 adet 3G yetkilendirmesi yapılmış, Ocak 2004'te ise ilk 3G hizmetleri ticari olarak vermeye başlamıştır.

Yunanistan yukarıda belirtilen 3G yetkilendirmelerini; ERC'nin, UMTS frekans bantlarını tanımlayan ERC/DEC/(97)07, ERC/DEC/(00)01 sayılı kararları ile

karasal UMTS bileşenlerinin uyumlu şekilde kullanılmasına ilişkin ERC/DEC(99)25 sayılı tavsiye kararı çerçevesinde gerçekleştirmiştir. 3G frekans tahsisleri, ERC/DEC/(97)07 ile UMTS için belirlenen frekans bantları, ERC/DEC/(00)01 ile de UMTS ve diğer IMT2000 teknolojileri için 1900 - 1980 MHz, 2010 - 2025 MHz ve 2110 - 2170 MHz bantlarında kullanılabilir hale getirilen 155 MHz'lik bant içerisinde yapılmıştır. 2010 - 2025 MHz bandı yetkilendirme sürecinin dışında bırakılmıştır. CEPT/ERC/DEC(99)25 tavsiye kararı çerçevesinde 2010 – 2020 MHz bandı kişisel uygulamalar için 2020 – 2025 MHz bandı ise ileriki kullanımlar için ayrılmıştır [134].

Yunanistan'da, 3G yetkilendirmelerinde işletmecinin ülke sınırları içerisinde bütün üçüncü nesil mobil haberleşme hizmetlerinin verilebildiği üçüncü nesil mobil haberleşme şebekesini kurmak, işletmek ve kullanmak üzere yetkilendirildiği ifade edilmektedir. Anılan ifadede geçen "üçüncü nesil mobil haberleşme hizmetleri"; üçüncü nesil mobil haberleşme şebekesinin kısmen veya tamamen kullanılmasını gerektiren ve ETSI veya ITU'nun IMT2000'e ilişkin tavsiye kararlarında belirtilen mobil haberleşme hizmetleri olarak tanımlanmaktadır. Üçüncü nesil mobil haberleşme şebekesi ise; GSM gibi 2G şebekelerin kapasitesinin ötesinde, yenilikçi çoklu ortam hizmetlerinin sunulabilmesini sağlayan ve karasal ile uydu bileşenlerinin kullanımını birleştirebilen kamu mobil haberleşme şebekesi olarak tanımlanmaktadır [135].

Söz konusu yetkilendirmelere göre işletmeci şebekenin kurulması ve yetkilendirme kapsamındaki hizmetlerin sunulması için IMT2000 kapsamındaki standartlardan herhangi birini kullanmakta serbesttir. Kurulacak olan şebeke 128/1999/EC AB Kararı uyarınca bazı özellikleri sağlamalıdır. Buna göre şebekenin asgari özellikleri söz konusu AB Kararında yer alan şekilde sıralanmaktadır [52, 135]

Şebekenin kurulması ve hizmetlerin sunulmasına ilişkin olarak yetkilendirmelerde bir takım şartlara yer verilmektedir. Bu şartların ilkinde

işletmeciler, 3GPP tarafından belirlenmiş hizmet ilkelerine tümüyle uymakla yükümlü tutulmaktadır. 3GPP'nin belirlediği özellikler tümleşik kişisel hizmetlerin sunulmasını gerektirmektedir. İşletmeci, kullanıcı taleplerini ve hizmetlerin verilebilmesi için gerekli şebeke yapısını sağlamakla yükümlü tutulmaktadır [135].

şebekenin kurulmasında; kullanılan terminal cihazı, bulunulan yer ve kullanılan teknolojiden bağımsız olarak kişisel haberleşme hizmetlerinin üzerinden sunulduğu yeni nesil mobil haberleşme teknolojisinin gerçekleştirilmesini sağlayan, 3GPP'nin belirlediği veya eşdeğeri teknik özelliklerin esas alınması yükümlülüğü getirilmiştir. Kişisel haberleşme hizmetleri, kullanıcıya uçtan-uca kesintisiz bir hizmet sunulabilmesi için sabit telsiz ve mobil hizmetlerin birleşiminden oluşmalıdır [135].

İşletmecilerin şebeke kurulumunda uymaları gereken hedefler aşağdaki şekilde sıralanmıştır [135]:

- Kullanıcıların kolaylıkla ve her ortamda aynı şekilde hizmetlere erişebilmesini sağlayan tümleşik bir sistemin kurulması,
- Farklı şebekeler üzerinden sunulan hizmetlerin farklılaşabilmesine imkan verilmesi,
- 2 Mb/s seviyelerinde veri hızlarının ulaşılmasını gerektiren, sabit şebekeler üzerinden sunulabilen ve mobil haberleşmeye özgü hizmetlerin sunulabilmesi. Söz konusu hizmetlerin; ISDN gibi sabit şebeke teknolojileri ile sağlanan kalite ile kıyaslanabilir şekilde kentsel, kamusal ve iş ortamları ile düşük nüfus yoğunluğuna sahip alanlarda verilebilir durumda olması,
- Gerekli yeteneklere sahip olan, cepte veya elde taşınabilen, araçlara takılabilen, mobil veya sabit terminal cihazları (normal şartlarda sabit şebekelere bağlı olarak çalışanlar dahil) ile her ortamda hizmet alınabiliyor olması,

- Kullanıcıların ev ortamında eriştikleri hizmete dolaşım halindeyken de aynı şekilde erişebilmelerinin sağlanması,
- Ses, veri, görüntü ve çoklu ortam hizmetlerinin verilebilmesi,
- Yaya olarak hareket eden bir kullanıcının, normalde sabit şebekeler tarafından sunulan tüm hizmetlere erişebiliyor olması,
- İş ortamındaki bir kullanıcının, normalde PBX ve LAN üzerinden sunulan tüm hizmetlere erişebiliyor olması,
- Şebekenin, düşük nüfus yoğunluğuna sahip alanlarda sabit şebekelerin yerine kullanılabilir olması,
- Normalde sabit şebekelere bağlanabilen terminal cihazlarının kullanılmasına imkan veren arayüzleri destekleyen bir şebeke kurulması,
- Kullanıcıların, günümüzde henüz tanımlanmamış olanlar da dahil olmak üzere geniş bir yelpazedeki hizmetlere erişiminin sağlanması,
- Küçük, kolay kullanılabilen, düşük maliyetli ve uzun konuşma süresine sahip terminal cihazlarının kullanıcılara sağlanması,
- Şebeke kaynaklarının etkin olarak kullanılmasının sağlanması.

5.3. 3G Şebeke Standartlarına İlişkin Diğer Ülke Uygulamaları

3G standartlarının seçimine ilişkin olarak AB ülkelerinin yanı sıra diğer dünya ülkelerinin uygulamalarının da incelenmesi Ülkemiz uygulamasının belirlenmesine yönelik olarak faydalı olacaktır. Bu kapsamda dünya iktisadi, ticari ve teknolojik hayatının merkezleri olarak görülen ABD, Hong Kong ve Japonya ile Ülkemizin ve Avrasya bölgesinin önemli ülkelerinden olan Rusya'da 3G standartları konusunda gerçekleştirilen uygulamalar hakkında bilgi verilmektedir. Söz konusu ülkeler; abone potansiyelleri nedeniyle teçhizat ve terminal üreticilerinin üretim planlarını ve fiyatlarını etkileyecek özelliklere sahiptir.

5.3.1. ABD

CDMA2000'in dayandığı teknoloji olan CDMA'nın ilk olarak 2. Dünya Savaşı sırasında askeri amaçlarla kullanılmaya başlandığı ve 1990'lı yılların ortasında, ABD menşeli Qualcomm şirketi tarafından CDMA teknolojisinin 2G bir haberleşme şebekesi olan ve cdmaOne olarak da bilinen IS-95 standardıyla ticari olarak kullanıma sunulduğu ülke olan ABD'de, 65 işletmeci tarafından kurulan 82 adet GSM şebekesi [136] ve 23 işletmeci tarafından kurulan 180 adet cdmaOne şebekesi [68] bulunmaktadır. ABD; CDMA MC standardını TIA ile birlikte geliştirerek IMT2000 kapsamına alınması için ITU'ya teklif eden 3GPP2'nin öncülerindedir.

ABD haberleşme düzenleyici kurumu tarafından Kasım 1999'da yayımlanan Politika Bildirisinde; yeni dönemde ABD'de frekans tahsislerinin daha esnek bir şekilde ele alınacağı ifade edilmektedir. Bu kapsamda işletmecilere, kullanılacak teknoloji ve verilecek hizmetler konularında daha fazla serbestlik tanınmaktadır. Ayrıca zararlı girişimin önlenmesi için teknik kuralların resen uygulanması yerine işletmecilerin bu konudaki düzenlemeleri kendi aralarında müzakere etmeleri teşvik edilmektedir. Mobil işletmeciler; pazar talepleri ve ticari gereklilikleri göz önünde bulundurarak şebekelerini yeni teknolojileri kullanmak üzere yükseltebilmektedirler [118]. Anılan bildirinin içerdiği politikaların geri plandaki nedenlerinden birinin, kamunun elinde bulunan frekansların boşaltılmamasından dolayı yeni işletmecilere tahsis edilememesi olduğu belirtilmektedir [117, 119, 120].

CDMA2000, ABD'li işletmecilerce IMT2000 şebekelerine yeni frekans tahsisi yapılamaması ile ilgili sorunlardan bir kaçış yolu olarak görülmüştür [117]. IS-95 standardındaki cdmaOne şebekelerinin üzerine yeni frekans tahsisi yapılmaksızın kurulabilmesi nedeniyle cdmaOne şebekelerinin 122 adedi daha hızlı veri taleplerini CDMA20001X ile karşılamaktayken 17 adet cdmaOne işletmecisi ise CDMA2000 1XEV-DO ile 3G hizmetlerini sunabilir duruma gelmişlerdir. AT&T ile Cingular şirketlerinin birleşmesiyle oluşan ve

ulusal kapsama ile 50 milyon aboneye sahip olan Cingular Wireless şirketi, 1900 MHz bandında sahip olduğu frekansları kullanarak, GSM/GPRS/EDGE tabanlı şebekesinin 3G'ye geçişi amacıyla UMTS'yi seçmiş ve 2004 yılında hizmet vermeye başlamıştır [121].

5.3.2. Hong Kong

6 işletmeci tarafından kurulan 11 adet 2G şebekesinin bulunduğu Hong Kong'da Eylül 2001'de 4 adet 3G yetkilendirmesi verilmiş, ilk 3G hizmetleri ise Aralık 2003'te sunulmaya başlamıştır [122, 123].

3G yetkilendirmelerine ilişkin olarak Hong Kong Haberleşme Düzenleyici Kurumu OFTA teknolojiden bağımsız bir yaklaşım izlemiştir. İşletmeciler, Hong Kong frekans planlaması ile uyumlu olmak kaydıyla IMT2000 kapsamındaki standartlardan herhangi birini seçmekte serbest bırakılmışlardır. Ayrıca işletmeciler kendilerine tahsis edilen frekans bantlarını, herhangi bir kuruluşa tescil edilmemiş ve açık standartlar olmaları ve pazarda kullanıcılar için yeterli sayıda cihaz seçeneğinin bulunması koşullarıyla 3G'nin veya diğer mobil standartların yeni geliştirilmiş sürümleri gibi 3G dışı hizmetlerin sunulması amacıyla da kullanabileceklerdir [130].

Yetkilendirilen şirketlerin tümünün GSM tabanlı 2G şebekeleri bulunmakta olup 3G standardı olarak WCDMA'yı seçmişlerdir [131]. Söz konusu seçimin en önemli nedenlerinden biri olarak GSM-CDMA2000 çift modlu terminal cihazlarının halen pazarda bulunmaması, GSM-WCDMA çift modlu terminal cihazlarının ise pazarda yer alması gösterilmektedir [130]. 3G işletmecilerinin CDMA2000 standardını seçmeleri halinde, GSM-CDMA2000 çift modlu kullanıcı terminallerinin bulunmaması nedeniyle 3G şebekesinin kapsama alanından çıkan bir 3G kullanıcısı GSM tabanlı 2G şebekelerden hizmet alamayacaktır. Bu durum ise kullanıcıların 3G'ye geçişinde bir gecikmeye sebep olacağından 3G pazarının gelişmesine engel teşkil edecektir.

Mobil yayılım oranının %120 seviyelerinde bulunduğu Hong Kong'da halen 800 MHz bandının kullanılması amacıyla beşinci bir 3G yetkilendirmesinin verilmesi tartışılmaktadır. Mevcut 3G işletmecileri yeni bir 3G yetkilendirmesinin verilmesine karşı çıkarken, düzenleyici kurum verilecek olan yetkilendirmenin mevcut mobil işletmecilerden biri tarafından da alınabileceğini ve CDMA2000 standardında bir 3G şebekesinin kurulabileceğini ifade etmektedir. Düzenleyici kurum tarafından kastedilen mobil işletmecinin, UMTS şebekesi kuran işletmecilerden biri olan ve GSM'nin yanı sıra CDMA standardında da bir 2G şebekesi bulunan Hutchison şirketi olduğu düşünülmektedir. Bu konudaki kararın 2005 yılı içerisinde verileceği beklenmektedir [132].

5.3.3. Japonya

3 adet 2G işletmecisi bulunan Japonya'da Haziran 2000'de güzellik yarışması yöntemiyle ücretsiz olarak 3 adet 3G yetkilendirmesi verilmiştir. İlk 3G hizmetleri ise Mayıs 2001'de vermeye başlanmıştır.

Japonya IMT2000 standartlar bütününün oluşturulmasında etkin rol oynayan bir ülke olarak göze çarpmaktadır. 3G'ye ilişkin çalışmalar Nisan 1993'te Japonya Telsiz Sanayi Birliği (Association of Radio Industries and Businesses, ARIB), IMT-2000 Çalışma Kurulu'nu oluşturmasıyla başlamıştır. Kurul çalışmalarına mobil işletmeciler ve üreticiler de dahil olmak üzere 90'ın üzerinde şirket katılmış, kurulun rolü IMT2000 hava arayüzü teknolojilerini incelemek ve geliştirmek olarak belirlenmiştir. Kurul üyeleri tarafından teklif edilen IMT2000 sistemleri değerlendirilmiş, birleştirilmiş ve 3GPP gibi uluslararası standart kuruluşlarının teklifleriyle uyumlu hale getirilmiştir. Kurul çalışmaları sonucunda Haziran 1998'de Japonya adına ITU'ya WCDMA teklif edilmiştir. Anılan teklif üzerine PDC ve PHS gibi kapalı ve diğer ülkelerle dolaşım yapılmasına imkan vermeyen mobil sistemlerin kurulması endişesi

ile 2G işletmecilerinden ikisi çekirdek şebekelerini GSM standardına uygun hale getirirken bir işletmeci de Amerikan ANSI-41 standardını seçmiştir.

1998 ile 2000 yılları arasında, yetkilendirmeyi yapacak olan Posta ve Haberleşme Bakanlığı tarafından IMT2000 konusunda yapılan kamuoyu görüşü alma ve politika belirleme çalışmaları sonucunda, 3G hizmetleri için ayrılan 2 x 60 MHz frekans bandı da dikkate alınarak verilecek yetkilendirme sayısı 3 ile sınırlanmıştır. Güzellik yarışması ile gerçekleştirilen yetkilendirme sürecine katılım konusunda bölgesel sabit şebeke işletmecileri dışında bir sınırlama getirilmemiştir. Haberleşme Teknolojisi Kurulu (Telecommunication Technology Council, TTC)'nun WCDMA ve CDMA MC hava arayüzlerini onaylayan raporu ile teknik şartlar belirlenmiştir.

Üçten fazla başvuru olması halinde güzellik yarışmasında dikkate alınacak olan ölçütler aşağıda sıralanmaktadır:

- Hizmetlerin kullanıcı talepleri ile uyumlu olması
- Baz istasyonlarının kurulma planı ve yeniden yapılandırma işleminin uygulanabilirliği
- Özellikle 1,9 GHz'de çalışmakta olan PHS ve diğer mevcut sistemler (Örn. PHS) ile oluşabilecek zararlı girişimin en aza indirilmesi,
- IMT2000 hizmetlerinin sağlıklı olarak verilebilmesi amacıyla; telsiz spektrumun etkin kullanımı, ulusal çapta hizmet sunulması, uluslararası standartlarla uyumluluk konularının planlanmış olması.

Başvuran ve temel gereklilikleri sağlayan 3 şirket yetkilendirilmiştir. Yetkilendirilen üç şirketten GSM tabanlı çekirdek şebekesi bulunan ikisi 3G teknolojisi olarak WCDMA'yı seçerken, ANSI-41 tabanlı çekirdek şebekesi bulunan bir şirket de CDMA MC'yi seçmiştir. Hem Japonya'da hem de dünyada ilk gerçek anlamdaki 3G hizmeti, WCDMA'i seçen NTT DoCoMo tarafından 31 Mayıs 2001'de sunulmaya başlanmıştır [123].

5.3.4. Rusya

%95'i GSM standardını kullanan, 3'ü ulusal çapta hizmet sunan 50'yi aşkın 2G işletmecisinin bulunduğu Rusya'da 3G konusunda araştırma ve tavsiyelerde bulunmak üzere 1999'da sektör oyuncularının katılımıyla 3G Birliği kurulmuştur [124]. 3G Birliği, 2002'de 3G hizmetlerinin Rus 3G pazarının teknik ve ticari bakımdan değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarını tamamlamıştır. 2003'te 3G Birliği'nin tavsiyeleri ve GSM işletmecilerinin 3G'ye UMTS ile geçiş yapma talepleri Haberleşme Bakanlığı tarafından onaylamıştır [126]. Ancak Rusya'da IMT2000 frekans bantlarındaki doluluk nedeniyle henüz gerçek 3G yetkilendirmeleri yapılamamıştır [125]. 3G Birliği, 2004'te yetkilendirmelerin yapılmasına ilişkin usul ve esasları hazırlamıştır [124]. Buna göre bir defalık ve yıllık sabit ücretli güzellik yarışması yöntemiyle verilmesi planlanan 4 adet yetkilendirme için başvuran şirketlerden istenen bilgi ve belgeler arasında [129];

- Şebekenin ve kullanılan teçhizatın teknik özellikleri,
- Şebeke blok şekli,
- Verilmesi planlanan haberleşme hizmetleri,
- Şebekenin işleme alınmasına ilişkin aşamalar,
- Mevcut şebekelerin kullanımı, birlikte çalışabilirlik,
- Yerli teçhizat sağlayıcılardan temin edilmesine ilişkin planlar

yer almaktadır [127].

Rusya'da bulunan 62 adet NMT450 işletmecisinden 8'i 450 MHz bandında CDMA2000 1X hizmetlerini ticari olarak işletmeye başlamışlardır. Böylece anılan işletmeciler 1G'den 2,75 G olarak tabir edilen şebeke ve hizmetlere geçiş yapmışlardır [124]. İlk CDMA450 1X hizmetleri Ocak 2003'te ticari olarak verilmeye başlanmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde tanıtılan iki 3G mobil haberleşme teknolojisi beşinci bölümde karşılaştırılmış ve söz konusu teknolojilerin seçimine ilişkin AB ve dünya örnekleri verilmiştir. Bu bölümde; tez kapsamında yapılan araştırma ve inceleme çalışmalarından çıkarılan sonuçlar ile bu sonuçlar temelinde, karşılaştırılan 3G standartlarına ilişkin olarak Ülkemize yönelik öneri ve değerlendirmeler sunulmaktadır.

6.1. Sonuçlar

- AB'nin 2002 Düzenleyici Çerçevesinde teknoloji-yansız yetkilendirme ve düzenleme ilkesi hakim bulunmaktadır. Teknoloji-yansızlık ilkesi düzenleyici kurumların belirli bir teknoloji lehine veya aleyhine ayrımcılık yapmamaları olarak anlaşılmaktadır. Ancak söz konusu ilke belirli hizmetlerin etkin olarak verilebilmesinin sağlanması için tedbir alınmasını engellememektedir. Örneğin frekansın etkin kullanımının sağlanması amacıyla sayısal TV hizmetlerinin sunulmasına yönelik yükümlülük getirilmesi teknoloji-yansızlık ilkesine aykırı düşmemektedir.

Yetkilendirmelerin teknoloji-yansız şekilde yapılması açısından Ülkemizde mobil haberleşme konusunda yapılmış olan yetkilendirmeler incelendiğinde, kullanılacak şebeke standardına doğrudan isim belirtilmek suretiyle bir yükümlülük olarak yer verildiği görülmektedir. Söz konusu yetkilendirme şartının, AB'de yaygın şekilde görülen GSM eğilimine uyum sağlama amacıyla getirilmiş olması muhtemeldir.

Diğer yandan literatürde, uyumlu standartların kullanılmasına yönelik yükümlülüklerin sınırlı bir süre boyunca sürdürülmesi gerektiği, işletmecilerin hizmet vermeye başlamalarını takiben yeni teknolojilere yönelmelerine izin verilmesinin spektrumun daha etkin kullanımını

sağlayacağını belirten çalışmalar bulunmaktadır [108]. Bu görüş 2001 ve 2002 yıllarında UMTS teçhizatı ve terminal cihazlarının işletmecilere sağlanmasında yaşanan darboğazın aşılması amacıyla geliştirilen bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak günümüzde UMTS işletmecileri ticari olarak faaliyete başlamış olup üreticiler tarafından teçhizat ve terminal cihazlarının sağlanması konusunda herhangi bir sıkıntı bulunmamaktadır.

- Avrupa çapında GSM işletmecilerinin tümü 3G'ye geçiş için UMTS'yi seçmişlerdir. Bu nedenle Avrupa menşeli teçhizat üreticileri GSM ve UMTS baz istasyonlarının bir arada yerleşimi için uygun şekilde üretim yapmaktadırlar [137]. Baz istasyonlarının daha etkin olarak ortak yerleştirilmesi sayesinde UTRAN için gerekli anten yerlerinin sayısı azaltılabilmektedir. Böylece şebeke kurulumunun hızlandırılması ve yatırım maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmektedir. 3G şebekelerin 2G şebekeler üzerine kurulurken yukarıda sözü edilen avantajın Ülkemizde de kullanılması, 3G hizmetlerinin daha hızlı ve yaygın bir şekilde verilmeye başlanmasında önemli bir etken olacaktır.
- Tez çalışması sırasında incelenen dokümanların çoğunluğunda GSM'nin 3G'ye evrimini UMTS'nin teşkil ettiği belirtilirken, cdmaOne gibi 2G şebekelerin 3G'ye geçiş yolu ise CDMA2000 olarak ifade edilmektedir. ABD ve AB menşeli teçhizat üreticilerinin çıkar çatışmasının yanı sıra siyasi nedenlerle de oluşan iki kutuptan her biri kendi teknolojilerinin bütün 2G sistemlerin 3G'ye evrimleştirilmesinde kullanılabileceğini ifade etmektedirler. Ne var ki; günümüzde ticari olarak faaliyet gösteren GSM şebekesinin üzerine kurulmuş bir 3G CDMA2000 şebekesi dünya üzerinde bulunmamaktadır. GSM1X adı verilen bu sistem halen geliştirme ve deneme sürecindedir. Aynı şekilde, 2G cdmaOne şebekelerinin üzerine kurulmuş UMTS şebekesi de bulunmamaktadır.

- IMT2000 şebekeleri için yeni frekans bantlarının tanımlanmasının en önemli nedeni bu şebekeler üzerinden verilecek hizmetlerin etkin olarak ve kullanıcıları tatmin edebilecek şekilde verilmesi için daha yüksek bant genişlikleri gerekmesidir. 3G ve ötesi hizmetlerin gelecekte daha da fazla bant genişliği gerektireceğinin beklenmesi nedeniyle ITU tarafından IMT2000 kapsamına yeni frekans bantları eklenmektedir. Bu nedenle mevcut 2G frekansları kullanılarak 3G hizmetlerinin verilmesi mümkün görülmemektedir.

Öte yandan CDMA2000, cdmaOne şebekelerinin üzerine yeni frekans tahsisi yapılmaksızın kurulabilmesi nedeniyle özellikle ABD'de, IMT2000 şebekelerine yeni frekans tahsis yapılamaması ile ilgili sorunlardan bir kaçış yolu olarak görülmüştür. Ancak Avrupa ve Japonya'da IMT2000 frekans bantlarının kullanılabilir ve yeterli durumda olması nedeniyle, yeni frekans tahsislerinin yapılamaması sorunu ABD'deki kadar ciddiyet arz etmemektedir. Bu nedenle kullanıcı taleplerini karşılayabilecek özelliklerdeki 3G hizmetlerinin sunulabilmesi için Avrupa'da IMT2000 kapsamında belirlenen yeni frekans bantları UMTS işletmecilerine tahsis edilebilmiştir.

- 2G kullanıcılarının 3G'ye geçişlerinde çift modlu terminal cihazlarının pazarda yer alması büyük rol oynayacaktır. Zira, çift modlu kullanıcı terminallerinin pazarda bulunmaması halinde 3G şebekesinin kapsama alanından çıkan bir 3G kullanıcısı 2G şebekelerden hizmet alamayacaktır. Bu durum ise kullanıcıların 3G'ye geçişinde bir gecikmeye sebep olacağından 3G pazarının gelişmesine engel teşkil edecektir. Günümüzde GSM-CDMA2000 çift modlu terminal cihazları halen ticari olarak yaygın şekilde pazarda bulunmamaktadır. GSM-UMTS çift modlu terminal cihazları ise Ülkemiz de dahil tüm dünya terminal cihazı pazarında yer almaktadır [128]. Bu nedenle 2G şebekesi olarak GSM kullanan işletmeciler 3G yetkilendirmesi almaları durumunda 3G teknolojisi olarak UMTS'yi seçmektedirler.

- CDMA2000 kullanıcılarının; CDMA2000 şebekesinin farklı ülkelerde IMT2000 frekans bantları dışındakiler de dahil olmak üzere çok çeşitli frekans bantlarında kurulabilmesi nedeniyle uluslararası dolaşım konusunda güçlüklerle karşılaşmaları muhtemeldir. Küresel bir dolaşımın sağlanabilmesi için dünya çapında uyumlu frekans bantlarının kullanılması gerekmektedir.
- CDMA2000 spektrumunda yer alan 450 MHz frekans bandında, Ülkemizde kamu güvenlik kurumlarına ait haberleşme sistemleri bulunmakta olup CDMA450 sisteminin Ülkemizde kurulması halinde farklı bir frekans bandının kullanılması ya da 450 MHz bandının boşaltılması gerekecektir.

6.2. Türkiye İçin Öneriler

- Hızla gelişen haberleşme teknolojileri her geçen gün daha düşük maliyetle daha hızlı ve kaliteli haberleşme için yeni imkanlar sağlamaktadır. Aynı zamanda, 3G ötesi haberleşme teknolojilerine yönelik çalışmalar da dünya çapında hızlı bir şekilde devam etmektedir. Geleceğin haberleşme teknolojilerinin; hızlı veri iletimi sağlayan telefon sistemlerinden öte, tek bir terminal cihazı ile her yerden aynı hizmetlere erişebilme imkanını küresel dolaşım kapsamında mutlak biçimde sağlayabilen, tüketici ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilen esnek hizmet çeşitleri sunabilen, geriye doğru uyumlu, maliyet etkin, gelişime açık sistemler bütünü olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

UMTS'nin standartlaştırma çalışmalarının ETSI tarafından, Avrupa çapında olduğu gibi Ülkemizde de kullanılmakta olan GSM şebekeleriyle uyum gözetilerek gerçekleştiriliyor olması, ileride geliştirilecek ek özelliklerin de mevcut GSM şebekelerine uygun olarak standartlaştırılacağı

anlamına gelmektedir. Aynı durum, ANSI-41 standardındaki cdmaOne şebekelerine uyumlu olarak geliştirilmiş olan CDMA2000 için geçerli değildir. CDMA2000'in yeni sürümleri geliştirilirken ilk etapta 2G cdmaOne şebekelerine uyumun dikkate alınması tabiidir. Yeni CDMA2000 sürümleri ile getirilecek olan özelliklerin GSM şebekelerinde uygulanabilir ve kullanılabilir hale getirilmesinde sıkıntılar ortaya çıkabilecektir.

Tez çalışması sırasında yukarıda açıklanan ölçütler kapsamında yapılan inceleme ve araştırma sonucunda; GSM'ye yüksek derecede teknik uyumluluk, küresel dolaşım imkanı, kapsamlı standartlaştırma altyapısı, çoklu frekans terminal cihazlarının pazarda bulunması ve Avrupa'da geniş çaplı olarak kullanılan 3G sistemi olması gibi etkenler dikkate alındığında, 2G şebeke standardı olarak GSM'yi seçmiş olan Ülkemizin 3G'ye geçiş yolunun, teknolojinin doğal gelişimi çerçevesinde UMTS olduğu kanaati oluşmaktadır. Ülkemiz GSM işletmecilerinden ikisinin UMTS konusunda test ve deneme izni için TK'ya başvurmuş olması da bu kanaati desteklemektedir.

- Ülkemizde IMT2000 hizmetlerinin sunulmasına ilişkin yetkilendirme ve düzenlemelerin yapılmasında, GSM yetkilendirmelerinden farklı olarak, 2002 AB Düzenleyici Çerçevesinin ilkelerinden biri olan teknoloji-yansız yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. 3G konusunda Türk menşeli veya Türkiye'de üretim yapan teçhizat üreticilerinin bulunmaması da dikkate alınarak; 3G yetkilendirmelerinde, IMT2000 kapsamında bulunma dışında, kullanılacak teknolojiye yönelik zorlayıcı bir şarta yer verilmemesi uygun olacaktır. Böylece teçhizat ve terminal üreticileri ile teknolojiler arasında rekabet sağlanmış olacaktır.

3G yetkilendirmelerinde; Türk kullanıcıların erişebilmesi istenen asgari hizmetlere, bu hizmetlerin kalite ölçütlerine ve kapsama alanı gibi hizmetin etkin biçimde sunulabilmesine yönelik yükümlülüklerle yer verilmesi ve söz konusu hizmetlerin verilmesinin denetlenmesi, TK'nın kullanıcı yararı

açısından hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterli olacaktır. Böylece, akılcı bir fayda-maliyet analizi yapabildikleri takdirde ticari olarak hayatta kalabilecek olan işletmecilerden mevcut mobil işletmeciler GSM işletimi sırasında elde ettikleri tecrübe ile teknik ve iktisadi anlamda en “doğru” teknolojiyi seçebileceklerdir.

Diğer yandan, mevcut GSM işletmecilerinin dışındaki ve 2G şebekesi bulunmayan yeni bir işletmeci adayının, TK tarafından 3G konusunda yetkilendirilmesi halinde kuracağı şebekenin standardını belirlerken göz önünde bulunduracağı etkenler arasında ulusal dolaşım konusu öncelik kazanacaktır. Anılan işletmeci ticari hedefleri kapsamında şebeke standardı olarak CDMA2000’i seçebilecektir. Ancak bu takdirde 3G şebekesini ulusal çapta kurması ve GSM’ye ulusal dolaşım yapmaya gerek duymaması gerekmektedir. Yeni 3G işletmecisinin GSM’ye ulusal dolaşım talep etmesi halinde ise iki seçeneği bulunmaktadır. Birinci seçenek şebeke standardı olarak UMTS’yi seçmek, ikinci seçenek ise GSM-CDMA2000 çift modlu terminal cihazlarının yeterince düşük maliyetlerle dünya çapında üretilerek kullanılabilir hale gelmesini beklemek olacaktır.

Yeni işletmecinin CDMA2000’i seçmesi halinde karşılaşması muhtemel diğer bir sorun ise diğer 3G işletmecileri ile şebeke paylaşımı konusunda olacaktır. Özellikle Almaya ve İngiltere’de 3G işletmecilerince yetkilendirmelere verilen yüksek lisans ücretleri nedeniyle mali açıdan zor duruma düşmüşlerdir. Söz konusu mali güçlüklerin aşılması amacıyla düzenleyici kurumlar işletmecilerin 3G şebekelerinin belirli kısımlarını ortak şekilde kurmalarına imkan tanımıştır. Ülkemizde 3G pazarına girecek yeni işletmeci CDMA2000 standardını seçmesi halinde şebekesini, UMTS standardını seçmiş olan GSM işletmecileri ile paylaşımlı olarak kuramayacaktır. Bu durum ise yatırım maliyetlerini yükselten bir etken olacaktır.

Bu tezde karşılaştırılan teknolojilerden herhangi birinin yetkilendirme şartı olarak belirlenmesi halinde teçhizat üreticileri arasında istenen oranda rekabet oluşamayacak, bu durum ise TK'nın işletmecilerce seçilmesini zorunlu tuttuğu teknolojinin teçhizat üreticilerinin daha yüksek fiyatlar belirlemelerine yol açabilecektir. Teçhizat fiyatlarındaki artış, hem ülke kaynaklarının israfına yol açacak hem de teçhizat maliyetinin dolaylı olarak tüketicilere yansıtacağından tüketicilerin hizmetlere daha yüksek fiyatlarla erişmesine sebep olacaktır.

- 1959'da Ankara Anlaşması'nın imzalanmasından itibaren Avrupa ile bütünleşme yönünde irade gösteren Ülkemizin Ekim 2005'te AB ile müzakere sürecine gireceği ve müteakiben de AB ile olan iktisadi, ticari, sosyal ve kültürel ilişkilerinin güçlenerek artacağı düşünüldüğünde, AB ile Ülkemiz arasında karşılıklı insan trafiğinin ve AB ülkeleri ile olan haberleşme ihtiyacının diğer dünya ülkelerine oranla daha fazla artacağı ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde dolaşımda bulunan AB'de yerleşik kullanıcılar ile AB'de dolaşımda bulunan Ülkemiz kullanıcılarının 3G hizmetlerine erişimlerinde sorun yaşanmaması açısından Ülkemizde en az bir UMTS şebekesinin kurulması için TK tarafından gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu durum AB mevzuatına uyum çalışmaları çerçevesinde 128/1999/EC sayılı AB Kararının 3G hizmetlerinin Avrupa çapında kesintisiz olarak sunulabilmesi ilkesine uyum sağlanmasının da gereğidir. Alınabilecek önlemlere örnek olarak, 3G yetkilendirmelerinden birine UMTS standardına uygun bir şebeke kurulması şartının konulması verilebilir.

- Japonya ve Rusya örneklerinde gözlemlendiği üzere; 3G'ye ilişkin kararların alınmasında mobil teknolojiler konusunda yeterli tecrübe ve bilgi birikimine sahip olan 2G işletmecilerinin, akademisyenlerin ve üretici şirketlerin dahil olacağı bir kurulun oluşturulması, standartların tarafsız bir şekilde değerlendirilmesi açısından faydalı olacaktır.

Bu kapsamda; 3G haberleşme sistemlerinin Ülkemizde işletilmeye başlanması için yapılacak yetkilendirmelere yönelik çalışmalara yön verilmesi açısından, TK'nın eşgüdümünde Ulaştırma Bakanlığı, Hazine Müsteşarlığı, Özelleştirme İdaresi Başkanlığı, Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Rekabet Kurumu, GSM işletmecileri ve sektörde yer alan üretici kuruluşların katılımıyla kurulmuş olan "UMTS Ulusal Koordinasyon Kurulu (UUKK)"nın, 3G Ulusal Koordinasyon Kurulu (3GUKK) adıyla IMT2000 kapsamındaki teknolojilerin tümünü kapsayacak şekilde yeniden etkin hale getirilmesi gerekmektedir. 3GUKK'ya akademik çevrelerden de katılım sağlanması teknik konulardaki tarafsızlığın sağlanması açısından önem arz etmektedir.

3GUKK'nın, 3G yetkilendirmelerine ilişkin olarak; yetkilendirmelerin yapılması için en uygun zaman, yapılacak yetkilendirme sayısı, yetkilendirmelerin ulusal çapta mı, bölgesel düzeyde mi verilmesi gerektiği, yetkilendirmenin verilmesine ilişkin yapılacak ihale yöntemi gibi hususlarda Ülkemiz açısından doğru uygulamaların gerçekleştirilmesi konusunda TK'ya, kurulacak 3G şebekelerin standartlarına, ulusal dolaşım anlaşmalarının ve arabağlantı sözleşmelerinin teknik ve iktisadi gereklilikleri konularında ise 3G işletmecilerine tavsiyelerde bulunmasının gerektiği düşünülmektedir.

- 3G şebekelerine yapılacak frekans tahsislerinde ITU ve CEPT düzenlemelerine tam uyumun gözetilmesi gerekmektedir. UMTS/IMT2000 şebekelerine tahsis edilecek frekans bantlarıyla ilgili ITU ve CEPT kararlarına Ülkemiz herhangi bir şerh düşmemiştir. Bu nedenle anılan kararlara uyum, hem Ülkemizin söz konusu uluslararası kuruluşlar nezdindeki itibarının muhafazasının hem de ulusal mevzuatımızın gereğidir.

- Ülkemizde, NMT şebekesinin tahsis edildiği 410 - 430 MHz frekans bandında CDMA şebekesinin kurulması; uluslararası frekans düzenlemelerine uyumsuzluk ve CDMA'yı kullanan ülkelerde 450 MHz bandının kullanılması nedenleriyle oluşacak uluslararası dolaşım ve terminal cihazı sorunlarından dolayı uygun olmayacaktır. 410 - 430 MHz bandında kurulan bir CDMA şebekesi için Ülkemize özel terminal cihazlarının üretilmesi gerekecek olup az sayıda üretilen terminal cihazlarının fiyatı da ölçek ekonomileri gereği yüksek olacaktır. Ayrıca söz konusu terminal cihazları ile CDMA şebekelerini 450 MHz bandında kurmuş olan ülkelerde uluslararası dolaşımda bulunan Ülkemiz aboneleri frekans uyumsuzluğu nedeniyle haberleşme sağlayamayacaklardır.

Ülkemize özel üretilen terminal cihazlarının hem 410 - 430 MHz hem de 450 MHz bantlarında iletim yapabilecek şekilde çift frekanslı olarak üretilmesi halinde ise artan maliyet nedeniyle cihazların fiyatları daha da artacaktır. Kaldı ki; sadece Ülkemize yönelik olarak üretilen terminal cihazlarının, değişen tüketici ihtiyaç ve seçimlerini karşılayacak özelliklere sahip olacak şekilde farklı modeller halinde üretilmesinin beklenmesi gerçekçi olmayacaktır. Zira terminal cihazı üreticilerinin, belirli bir tipteki terminal cihazını üretirken pazarlama potansiyelini göz önünde bulundurarak daha çok sayıda satışı yapılacak olan cihazlar için daha fazla model geliştirme çalışması yapmaları tabiidir.

450 MHz bandının boşaltılması halinde, boşaltma işleminin maliyetlerinin asgari seviyede tutulması kaydıyla anılan bantta CDMA450 sisteminin kurulmasının, frekans kaynağının etkin kullanımı ve tüketici yararı açısından faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ancak 450 MHz bandının; IMT2000 ve AB frekans düzenlemeleri göz önünde bulundurulmak suretiyle 3G yetkilendirmeleri kapsamında ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Diğer yetkilendirmelerde olduğu gibi 3G yetkilendirmelerinin yapılmasında da geçerli olması gereken "tekelci bir pazar yapısının oluşturulmaması" hedefinin 450 MHz bandının tahsisi

konusunda da geçerli olması gerekmektedir. Bu nedenle anılan bandın, ihale yöntemiyle iki veya daha fazla şirkete verilecek yetkilendirmeler dahilinde kullanılması, rekabetin tesisi açısından uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Sümer, N., 2004, Yeni Kuşak Arabağlantı: 2G/3G Arabağlantı, Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu.
2. Walsh, P. Downey, R., Boland, S., 1998, Communications Technology Guide for Business, Artech House, London s.207-212.
3. Web, W., 1998, Understanding Cellular Radio, Artech House, London.
4. Redl, S.M., Weber, M.K., Oliphant, M.V., 1998, GSM and Personal Communications Handbook, Artech House, London.
5. Hanzo, L., 1999, The Pan-European Cellular System, The Mobile Communications Handbook, 2nd ed., Gibson, J.D., IEEE Press, CRC Press, Dallas-Texas.
6. Noll, A.M., 1999, Introduction to Telephones and Telephone Systems 3rd ed., Artech House, London.
7. Bates, R.J., Gregory, W., 1998, Voice and Data Communications Handbook, McGraw-Hill, New York.
8. Kumar, V., Delprat, M., 1999, Enhancements in Second Generation Systems, The Mobile Communications Handbook, 2nd ed., Gibson, J.D., IEEE Press, CRC Press, Dallas-Texas.
9. Mouly, M., Pautet, M.B., 1992, The GSM System for Mobile Communications, Cell&SYS, Palaiseau, France.
10. Golenievski, L., 2002, Wireless Communications, Telecommunications Essentials, Addison- Wesley, Boston.
11. ITU-R M.1455-2 No.lu, "Key characteristics for the International Mobile Telecommunications-2000 (IMT 2000) radio interfaces" başlıklı tavsiye kararı.
12. Darıcı, A. 2002, "3.Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri" başlıklı rapor, Telekomünikasyon Kurumu.
13. Doyle, L., 2002, IMT-2000 Project, "What is IMT-2000", <<http://www.mee.tcd.ie/~ledoyle/TEACHING/4E1/Lecture%20%20-%20Introduction%20to%203G.ppt>>, 04.05.2005.
14. AB, 2001, COM(2001)141 Communication From The Commission To The Council, The European Parliament, The Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions The Introduction of Third Generation Mobile Communications in the European Union: State of Play and the Way Forward.
15. AB, 2002, COM(2002)301 Communication From The Commission To The Council, The European Parliament, The Economic And Social Committee

And The Committee Of The Regions, Towards the Full Roll-Out of Third Generation Mobile Communications, Brussels.

16. The International Engineering Consortium, 2004, Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) Protocols and Protocol Testing, <<http://www.iec.org/online/tutorials/umts>>, 04.05.2005.
17. Hicheri, N., Terré, M., Fino, B., 2003, OFDM, DS-CDMA, and MC-CDMA Systems With Phase Noise And Frequency Offset Effects, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, <<http://itpapers.zdnet.com/whitepaper.aspx?&promo=200556&scid=1071&x=40&docid=94683>>, 05.05.2005.
18. Search Networking, Definitions, <http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci525695,00.html>, 05.05.2005.
19. Siemens AG, 2002, 3G Wireless Standards for Cellular Mobile Services, Munich, Germany, <http://www.google.com.tr/url?sa=U&start=1&q=http://communications.siemens.com/repository/731/73124/whitepaper_3g_wireless.pdf&e=10313>, 05.05.2005.
20. Aghvami, H., 2002, "UMTS / IMT2000", Special Topics On Advanced Communication Technologies International Seminar, Antalya.
21. GSM Association, 2004, Growth of the Global Digital Mobile Market, <http://www.gsmworld.com/news/statistics/pdf/gsma_stats_q2_04.pdf>, 04.05.2005.
22. Global mobile Suppliers Association, 2005, GSM/3G Market Update, <<http://www.gsacom.com/gmd/index.php4?PHPSESSID=23ea5223cc5a9888337563dbea8c043e>>, 04.05.2005.
23. Sehier, P., Gabriagues, J-M., Urie, A., 2001, "Standardization of 3G Mobile Systems", Alcatel Telecommunications Review, <<http://whitepapers.zdnet.co.uk/0,39025945,60024669p-39000408q,00.htm>>, 05.05.2005.
24. 3GPP Resmi İnternet Sitesi, Technical Bodies, <<http://www.3gpp.org/TB/home.htm>>, 05.05.2005.
25. Liew,J., Parekh, S., Rivaille, M., Zegras, C., 3G Wireless in the US: cdmaOne to cdma2000, Program On Internet & Telecoms Convergence, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts. <<http://itc.mit.edu/itel/students/sohil/cdma3G.ppt>>, 04.05.2005.
26. 3G Tutorial, UMTS Overview, <<http://www.umtsworld.com/technology/overview.htm>>, 05.05.2005.
27. Siemens AG, 2002, Taking the Right Path Towards 3G, Radio Standards for Cellular Networks, Munich, Germany, <<http://www.google.com.tr/url?sa=U&start=1&q=http://communications.siem>

- ens.com/repository/731/73127/whitepaper_taking_the_right_path_toward_3g.pdf&e=10313>, 05.05.2005.
28. Richardson, A., 2005, WCDMA Design Handbook, Cambridge University Press.
 29. 3GPP, 1998, "Partnership Project Description" başlıklı sunum, Copenhagen.
 30. Hartl, P., Schemmel, A., Leber, M.J., 2003, "NGN Performance and QoS, Transit services in a mobile world", <<http://www.telecommagazine.com/default.asp?journalid=2&func=articles&page=0308i09&year=2003&month=8>>, 05.05.2005.
 31. Karim, M.R., Sarraf, M., 2002, W-CDMA and CDMA2000 for 3G Mobile Networks, McGraw-Hill, New York.
 32. Holma, H., Toskala, A., 2001, WCDMA for UMTS Radio Access For Third Generation Mobile Communications, Wiley, West Sussex.
 33. Dryburgh, L., Hewett, J., 2004, Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services Cisco Systems, <<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=330805>>, 05.05.2005.
 34. AB, 2003, Standardisation mandate to CEN, CENELEC and ETSI in the field of Information and communication technologies.
 35. Slovenia, L., Thies, R., 2003, ITU-BDT Sub-regional Seminar on IMT-2000 for CEE and Baltic States, "Mobile Network Evolution to NGN".
 36. Huawei Technologies Co.Ltd., 2004, Telekomünikasyon Kurumu, "CDMA2000 Services Introduction" başlıklı sunum.
 37. Qualcomm, GSM1X News, <<http://www.gsm1x.com/news.html>>, 05.05.2005.
 38. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, Applications Overview, <<http://www.cdg.org/technology/applications.asp>>, 05.05.2005.
 39. Böjeryd, N., Evans, M., 2005, "SS7 and the all-IP network" başlıklı sunum, <<http://signaling.tietoenator.com/filer/pdf/SS7and%20the%20all%20IP%20network.pdf>>, 05.05.2005.
 40. Telematica Institute, 2002, "State of the art overview Interworking of heterogeneous network technologies, and Mobile Multimedia Session Management" <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-26769/sota_D3.1-4.1.pdf>, 05.05.2005.
 41. UMTS Forum, 1998, 2 No.lu "The Path towards UMTS Technologies for the Information Society" başlıklı rapor.
 42. UMTS Forum, 2000, 9 No.lu "The UMTS Third Generation Market - Structuring the Service Revenues Opportunities" başlıklı rapor.
 43. UMTS Forum, 2001, 13 No.lu "The UMTS Third Generation Market - Structuring the Service Revenues Opportunities" başlıklı rapor

44. AB, 1999, COM(1999) 539, Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions of 10 November 1999. Towards a new framework for Electronic Communications infrastructure and associated services - The 1999 Communications Review.
45. AB, 2002, Directive 2002/20/EC of The European Parliament and of The Council of 7 March 2002 On The Authorisation Of Electronic Communications Networks And Services (Authorisation Directive).
46. Defraigne, 2003, P., "The New EU Regulatory Framework" başlıklı sunum, Telekomünikasyon Kurumu.
47. AB, 2002, Directive 2002/21/EC of The European Parliament and of The Council of 7 March 2002 on A Common Regulatory Framework For Electronic Communications Networks And Services (Framework Directive).
48. AB, 2002, Directive 2002/19/EC of The European Parliament and of The Council of 7 March 2002 On Access To, And Interconnection Of, Electronic Communications Networks And Associated Facilities (Access Directive).
49. AB, 2002, Directive 2002/22/EC of The European Parliament And of The Council of 7 March 2002 on Universal Service and Users' Rights Relating to Electronic Communications Networks and Services (Universal Service Directive).
50. AB, 2002, Directive 2002/58/EC of The European Parliament And of The Council of 12 July 2002 Concerning The Processing Of Personal Data And The Protection Of Privacy In The Electronic Communications Sector (Directive on privacy and electronic communications).
51. AB, 2003, COM(2003)715, Communication From The Commission To The Council, The European Parliament, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions, European Electronic Communications Regulation and Markets 2003, "Report on the Implementation of the EU Electronic Communications Regulatory Package".
52. AB, 1998, Decision No 128/1999/EC of The European Parliament and of The Council of 14 December 1998 On The Coordinated Introduction Of A Third-Generation Mobile And Wireless Communications System (UMTS) In The Community.
53. Chourbaji, W., 2003, Spectrum Issues for IMT-2000, ITU-D IMT-2000 Seminar, Doha, <http://www.itu.int/ITU-D/imt-2000/documents/Qatar/Presentations/Day%202/2.2.1_Presentation.pdf>, 05.05.2005.
54. UMTS Ulusal Koordinasyon Kurulu, 2002, 3G Dünya Tecrübeleri Raporu.
55. Candan, M. M., 2002, Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri İçin Türkiye'de Uygulanacak Frekans Bandı, Lisans, Servisler, Uygulamalar Ve Ülkemizdeki Durumu, Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu.

56. Scheele, P., 2004, ECC Project Team 1, RegTP, "Future development of UMTS/IMT-2000 and systems beyond UMTS/IMT-2000" başlıklı sunum, Ankara.
57. TESİD, 2002, "Türkiye'de UMTS Lisanslarının Verilme Esasları İçin Önermeler" başlıklı rapor.
58. Günday, M., 2001, "Uluslararası Tahkim Alanında Türkiye'de Gerçekleştirilen Yasal Düzenlemeler", Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Ekonomik İstikrar, Büyüme ve Yabancı Sermaye Programı, Ankara, s.183-201. <<http://www.tcmb.gov.tr/yeni/evds/yayin/kitaplar/kitap2/ulustahkmalan.doc>>, 11.04.2005.
59. Zepeda, G.A., 1997, "PACS: A Wireless Technology to Increase Teledensity in Mexico", Yüksek Lisans Tezi, University of Colorado, B.S., Tecnológico de Monterrey, México, s.60-64.
60. Restrepo, H.D., 1995, Colombia's Wireless Development, Yüksek Lisans Tezi, University of Colorado, s.89-95.
61. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, Ana Sayfa, <<http://www.cdg.org/index.asp>>, 05.05.2005.
62. Koçbaş, A.Ç., 2003, Uluslararası Kuruluşların Telekomünikasyon Alanındaki Faaliyetleri, Kurumumuzun Bu Kuruluşların Faaliyetlerine Katkısı Hususunda Kurumsallaşması Amacıyla Yapılması Gerekenler Ve Ülke Örneklemeleri, Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu.
63. Telekomünikasyon Kurumu Resmi İnternet Adresi, Milli Frekans Planı, <<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/teknik/marfl/Marfl.htm>>, 05.05.2005.
64. Newstead, S., 2003, "3G & Mobile Data Networks Overview of Architecture, Design & Case Studies", Juniper Networks, <http://www.apricot.net/apricot2004/doc/cd_content/24th%20February%2004/01%20-%20TTA-3G%20Data%20Networks%20-%20Design%20Issues%20&%20Case%20Studies%20-Simon%20Newstead/Juniper_3G_Data_Network.ppt>, 05.05.2005.
65. The Shosteck Group, 2001, GSM OR CDMA :The Commercial and Technology Challenges for TDMA Operators, CDMA Development Group.
66. Siemens AG, 2002, Comparison of W-CDMA and cdma2000, Munich, Germany, <http://www.google.com.tr/url?sa=U&start=1&q=http://communications.siemens.com/repository/731/73128/WP_CDMA_CDMA2000_0602.pdf&e=10313>, 05.05.2005.
67. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, 3G-CDMA2000 Devices, <http://www.cdg.org/technology/product_pavilion/subscriber_device.asp>, 16.04.2005.
68. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, 3G-CDMA2000 Deployments,

- <http://www.cdg.org/worldwide/index.asp?h_area=0&h_technology=999>, 05.05.2005.
69. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, Press Releases <http://www.cdg.org/news/press/2002/june4_02.asp>, 16.04.2005.
 70. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi Press Releases <<http://www.cdg.org/news/search/2002/07/vendor/071502%5Fven%5Fa.html>>, 16.04.2005.
 71. 3G Tutorial, Technology <<http://www.umtsworld.com/technology/cdma2000.htm>>, 21.04.2005.
 72. ERGUT, S., 2003, "Overview of 3G Packet Data" başlıklı sunum, University of California, San Diego, <http://adaptive.ucsd.edu/2003_salih_3Gdata.ppt>, 20.04.2005.
 73. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, Advantages of CDMA2000 1XEV-DO, <http://www.cdg.org/technology/3g/advantages_cdma2000_1x.asp>, 21.04.2005.
 74. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, 3G Evolution <<http://www.cdg.org/technology/3g/evolution.asp>>, 21.04.2005.
 75. Airvana Inc., 2005, "The Growth and Evolution of CDMA2000 1XEV-DO", White Paper, <www.cdg.org/resources/white_papers/files/Airvana_EVDO_Rev_A.pdf>, 21.04.2005.
 76. Motorola Inc., 2002, Technical Overview of 1XEV-DV White Paper, 09.06.2002, <http://www.cdg.org/resources/white_papers/files/Motorola_1XEV-DV_technical_overview_CDG1.pdf>, 21.04.2005.
 77. 3GPP2, 1999, Network Reference Model for cdma2000 Spread Spectrum Systems, Revision: A, <<http://www.google.com.tr/url?sa=U&start=6&q=http://www.arib.or.jp/IMT-2000/ARIB-spec/ARIB/S.R0005-A.PDF&e=9707>>, 05.05.2005.
 78. Derryberry, R.T., Hsu, A., Tamminen, W., 2004, Overview of CDMA2000 Revision D, <http://www.cdg.org/resources/white_papers/files/Overview_of_cdma2000_Revision_D.pdf>, 20.04.2005.
 79. Newman, P., 2004, In Search of the All-IP Mobile Network, IEEE
 80. Nokia Americas, 2002, "Nokia commends approval of CDMA2000 1XEV-DV as 3G standard by the ITU", <http://press.nokia.com/PR/200207/866687_5.html>, 21.04.2005.
 81. Intel, 2004, "Understanding WiMAX and 3G for Portable/Mobile Broadband Wireless", Technical White Paper, <<http://www.intel.com/netcomms/technologies/downloads/305150.pdf>>, 21.04.2005.

82. NEC Corp., 2005, Telekomünikasyon Kurumu'nda yapılan "Comparison Between WCDMA and CDMA2000" başlıklı sunum.
83. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, Latest News, <http://www.cdg.org/news/latest_news.asp?hnYY=2005&hnMM=03#030205_ven_a.html>, 18.04.2005.
84. Airvana Inc., 2004, "All-IP 1XEV-DO Wireless Data Networks", White Paper, s.5, <http://www.airvananet.com/pdf/Airvana_1XEV_Technical_White_Paper.pdf>, 21.04.2005.
85. Airvana Inc., 2001, "High Speed Wireless Data - Building the Business Case", White Paper, <http://www.airvananet.com/pdf/Airvana_Business_Case.pdf>, 21.04.2005.
86. Airvana Inc., 2002, "Using 1XEV-DO to Launch Residential Broadband Services Network Design and Business Considerations", White Paper, s.3, <http://www.airvananet.com/pdf/Airvana_1XEV_Residential_WP.pdf>, 21.04.2005.
87. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, 3G Migration <<http://www.cdg.org/technology/3g/migration.asp>> 05.05.2005.
88. Van Ditzhuijzen, G., 2005, Interstandard Roaming Keep it Simple, 2005 CDMA Latin America Regional Conference, Rio de Janeiro, <http://www.cdg.org/news/events/CDMASeminar/05_LatinAm/050418/Roaming/2d%20ISR%20CDG-Rio.pdf>, 05.05.2005.
89. Siemens, Mobile Communications, <http://communications.siemens.com/cds/frontdoor/0,2241,hq_en_0_68719_rArNrNrNrN,00.html>, 20.04.2005.
90. UMTS Forum, 3G/UMTS Commercial Deployments, <http://www.umts-forum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/Resources_Deployment_index>, 20.04.2005.
91. Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş., 2005, "CDMA2000 ve W-CDMA Karşılaştırması" başlıklı rapor.
92. Telecoms.com, Article View, 2005, "WCDMA models reach 150 mark", <http://www.telecoms.com/marlin/30000000461/ARTICLEVIEW/mp_channelid/30000000378/Marlinsource/V2autoMatt/ST/OEM/mp_pubcode/MTEL/mp_articleid/20017301021?welcome=true&proceed=true&MarEntityId=1114166468043&entHash=102b2ba0dab&UType=true>, 22.04.2005.
93. ETSI, 2004, "Overview of 3GPP Release 99, Summary of all Release 99 Features, başlıklı rapor, <http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/Rel99_features_v2004_07_20.zip>
94. ETSI, 2004, "Overview of 3GPP Release 4, Summary of all Release 4 Features, v. TSG #26" başlıklı rapor,

- <http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/Rel4%20features_v_2004_07_16.zip>, 05.05.2005.
95. ETSI, 2003, "Overview of 3GPP Release 5, Summary of all Release 5 Features, başlıklı rapor,
<http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/Rel5_features_v_2003_09_09.zip>, 05.05.2005.
 96. 3GPP, 2005, 3GPP Active Work Programme
<<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/GanttChart-Level-1.htm>>, 05.05.2005.
 97. 3GPP, Release Content Description Documents,
<<http://www.3gpp.org/specs/releases.htm>>, 05.05.2005.
 98. Prasad, R., Ojanperä, T., 1998, An Overview Of Cdma Evolution Toward Wideband Cdma, IEEE Communications Surveys,
<<http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/public/4q98issue/pdf/Prasad.pdf&e=10313>>, 05.05.2005.
 99. Alcatel, UMTS/3G Products,
<<http://www.alcatel.com/products/productsbytechnology.jhtml?technology=UMTS%20/%203G&pageNumber=1>>, 21.04.2005.
 100. UMTS Family Protocols,
<<http://www.protocols.com/pbook/UMTSFamily.htm#CAMEL>>, 21.04.2005.
 101. RYSAVY Research, 2002, Data Capabilities GSM Evolution to UMTS,
<http://www.rysavy.com/Articles/rysavy_data_paper.pdf>, 05.05.2005.
 102. Raghuram, G., Jain, R., Morris, S., 2001, Project Report On Interconnection Issues In Telecom Sector, Indian Institute Of Management, Ahmedabad, s.6,17
<<http://www.3inetwork.org/reports/IIMStudReport2001/B2.pdf>>, 24.04.2005.
 103. CDMA Development Group Resmi İnternet Sitesi, 3G Spectrum,
<<http://www.cdg.org/technology/3g/spectrum.asp>>, 01.02.2005.
 104. UMTS Forum, 1999, "UMTS/IMT-2000 Spectrum" başlıklı rapor,
<http://www.umts-forum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/MultiMedia_PDFs_Reports_report06a.pdf>, 02.05.2005.
 105. Jiang, W., Shuangchun, L., Kai, N., Weiling, W., 2003, "Capacity Loss Due to Coexistence of WCDMA and CDMA2000 systems", School of Information Engineering Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing,
<<http://atnac2003.atcrc.com/POSTERS/Jiang.pdf>>, 02.05.2005.
 106. Chow, P., 2004, "CDMA2000 v.s. WCDMA", Network Technology, APBW,
<http://www.wocc.org/wocc2004/2004program_doc/930309P-W8.pdf>,02.05.2005.
 107. Ovum, 2001, "Alternative migration paths to providing 3G services Two approaches to delivering high-speed data on wireless networks" başlıklı rapor,

- <http://www.cdg.org/technology/3g/resource/ovum_white_paper.pdf>, 05.05.2005.
108. Analysis Research, 2003, "Maximising the economic benefits from spectrum use: how to meet the needs of users, operators, vendors and regulators", White paper for Flarion Technologies, <<http://whitepapers.zdnet.co.uk/0,39025942,60130538p,00.htm>>, 05.05.2005.
 109. McKinsey & Company, 2002, A Comparative Assessment of the Licensing Regimes for 3G Mobile Communications in the European Union and their Impact on the Mobile Communications Sector Report, <http://telecom.kondrashov.ru/art/3gfinal_reportforeu.pdf>, 05.05.2005.
 110. Durlacher Research Ltd., 2001, UMTS Report, An Investment Perspective, <<http://www.dad.be/library/pdf/durlacher3.pdf>>, 05.05.2005.
 111. Guyton, J., 2000, Wireless Networks in Europe: A Three-Step Evolution, Master's Thesis, Tufts University, USA, <<http://itc.mit.edu/rpcp/Pubs/Theses/guytonwireless.pdf>>, 05.05.2005.
 112. Almanya Haberleşme ve Posta Düzenleyici Kurumu (RegTP), 2000, Ruling of 18 February 2000 by the President's Chamber on the Determinations and Rules for the Award of Licences for the Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)/International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000); Third Generation Mobile Communications, <www.regtp.de/imperia/md/content/reg_tele/umts/8.pdf>, 24.04.2005.
 113. Microwave Engineering Online, 2003, "German 3G write-off shakes European mobile sector", <http://www.mwee.com/mwee_news/showArticle.jhtml?articleID=16505268>, 24.04.2005.
 114. 3G Newsroom, 2003, "Mobilcom returns 3G license", <http://www.3gnewsroom.com/3g_news/dec_03/news_4064.shtml>, 24.04.2005.
 115. 3G Today, "Vodafone introduces 3G handset services in Germany and Portugal", 04.05.2004, <<http://www.3gtoday.com/news/3Gnews050404.html>>, 24.04.2005.
 116. Fransa Haberleşme Düzenleyici Kurumu (ART), 2000, Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemlerinin Fransa'da Yetkilendirilmesine İlişkin 00-835 sayılı Karar.
 117. Liew, J., Parekh, S., Rivaille, M., Zegras, C., 2000, "3G wireless in the US: CDMAONE to CDMA2000" paper prepared for: Information and Telecommunications Protocols: Modeling and Policy Analysis, Kennedy School of Government, Harvard University, Massachusetts Institute of Technology, Fletcher School of Law and Diplomacy, Tufts University, <http://www.google.com.tr/url?sa=U&start=2&q=http://itc.mit.edu/itel/student_s/sohil/cdma3G.pdf&e=9707>, 05.05.2005.

118. ABD Haberleşme Düzenleyici Kurumu (FCC), 1999, Principles for Reallocation of Spectrum to Encourage the Development of Telecommunications Technologies for the New Millennium, Spectrum Policy Statement.
119. Wireless Review, Spectrum Speculation, <http://wirelessreview.com/mag/wireless_spectrum_speculation/>, 05.05.2005.
120. 3G Phones, 3G Spectrum, <http://www.three-g.net/3g_spectrum.html>, 05.05.2005.
121. Cingular Wireless, About Us, <http://www.cingular.com/about/company_overview>, 05.05.2005.
122. Hong Kong Haberleşme Düzenleyici Kurumu (OFTA), 2001, "TA Announces Completion of the Grant Stage of the Auction for 3G Mobile Services Licensing and Publishes Guidelines for Application for Public Non-exclusive Telecommunications Services (PNETS) Licences for Mobile Virtual Network Operators (MVNOs)", <http://www.ofta.gov.hk/en/press_rel/2001/oct_2001.html#3>, 30.04.2005.
123. 3G Today, 2005, "3G is here today 3G Operators", <<http://www.3gtoday.com/operators/index.html>>, 30.04.2005.
124. J'son & Partners, 3G Association, 2004, "Russian 3G Market Watch"
125. "Frequency conversion in Russia", 2003 <<http://www.russiancouncil.org/reports/frequency1.html>>, 05.05.2005.
126. U.S. & Foreign Commercial Service and U.S. Department of State, 2002, IMI: 3G Developments In Russia, <<http://www.tiaonline.org/policy/regional/nis/0624023GRussia.pdf>>, 05.05.2005.
127. Pavlov, V., Adviser 3G Association Russia, 2004, "3G licensing in Russia: What the operators' community awaits from the regulatory authorities", UMTS Forum & 3G Association Workshop 3G Cellular Communications Introduction in Russia, Moscow, <http://www.umts-forum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/MultiMedia_Presentations_Moscow-WS-06-04-Pavlov.pdf>, 05.05.2005.
128. Hepsiburada Alışveriş Sitesi, Cep telefonları, <<http://www.hepsiburada.com/productDetails.aspx?CategoryID=16002&ProductID=telcepnok7600>>, 05.05.2005.
129. Russian Full Service Investment Company FINAM, Sector Analysis: Daily, "Telecom Minister weighs in on 3G networks", <<http://fin-rus.com>>, 05.05.2005.
130. Hong Kong Haberleşme Düzenleyici Kurumu (OFTA), 2005, "Hong Kong Third Generation Mobile Services Licensing Information Memorandum",

- 07.2001,
<<http://www.ofta.gov.hk/en/3g-auction/im.exe>>, 05.05.2005.
131. GSM Association, "GSM Coverage Maps and Roaming Information", <http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou_hk.shtml>, 30.04.2005.
 132. ABD Ticaret Bakanlığı, "Hong Kong Market Overview", <http://www.buyusainfo.net/docs/x_2946220.pdf&e=10313>, 05.05.2005.
 133. Cullen International, "3G Standards", <<http://www.cullen-international.com/cfm/index.cfm>>, 30.04.2005.
 134. Yunanistan Telekomünikasyon Düzenleyici Kurumu (EETT), 2001, "Licences Award Process for the provision of 3G (UMTS) and 2G (GSM/DCS) mobile services Information Memorandum", Maroussi, <http://www.eett.gr/eng_pages/telec/umts/InformationMemorandumEN.htm>, 05.05.2005.
 135. Yunanistan Telekomünikasyon Düzenleyici Kurumu (EETT), 2001, "Auction for the Award of Individual Licences for the Provision of 3rd & 2nd Generation Public Mobile Telecommunication Services, Invitation to Tender", Maroussi, <http://www.eett.gr/eng_pages/telec/umts/Download_Documents/Appentices%20of%20Invitation%20to%20Tender%20EN.pdf>, 05.05.2005.
 136. GSM Association, "GSM Coverage Maps and Roaming Information", <http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou_us.shtml>, 05.05.2005.
 137. Ericsson "WCDMA Radio Access Network Products", <http://www.ericsson.com/products/hp/WCDMA_Radio_Access_Network_Products_pa.shtml>, 04.05.2005.
 138. Özenç, K., 2002, Avrupa Birliği'nde Telekomünikasyon Politikaları, AB Müktesebatı ve Türkiye Tarafından Alınması Gereken Tedbirler Üzerine Bir Araştırma, Telekomünikasyon Kurumu, Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu.
 139. European Telecommunications Practice Group, Arnold&Porter, Introduction to the New EU Regulatory Framework for Electronic Communications, s.9 <<http://www.arnoldporter.com/pubs/files/newframework.pdf>>, 05.05.2005.
 140. Ausystem, The Third Generation of Mobile Services, White Paper, s.20 <<http://www.cs.umn.edu/research/mobile/seminar/SUMMER02/WNfiles/standardizationof3g.pdf>>, 05.05.2005.

ÖZGEÇMİŞ

Afşin Büyükbaş

1976 yılında Yozgat'ta doğdu. İlk öğrenimini Yozgat'ta, orta öğrenimini Ankara Atatürk Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünden 2000 yılında mezun oldu. 2004 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisansını tamamladı. Halen, Eylül 2001'de Telekomünikasyon Uzman Yardımcısı olarak göreve başladığı Lisans ve Sözleşmeler Dairesi'ndeki çalışmalarına devam etmektedir.

Çalışma alanları arasında yetkilendirme, arabağlantı ve altyapı konuları, uzak mesafe telefon hizmetleri, karasal hatlar üzerinden veri iletim hizmetleri, mobil haberleşme, Dünya Ticaret Örgütü ve UMTS Ulusal Koordinasyon Kurulu çalışmaları yer almaktadır.