

**MOBİL TELEFON SİSTEMLERİNDEN VIDEO
İŞARETLERİNİN İLETİLMESİ**

142794

142794

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Suat AKSU

(504971027)

142794
142794
142794

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2003

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2003

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Günsel DURUSOY

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Işıl CELASUN (İ.T.Ü.)

Doç. Dr. Osman Nuri UÇAN (İ.Ü.)

Günsel Durusoy
Işıl Celasun
Osman Nuri Uçan

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında, sürekli olarak destekleyen ve anlayışlı bir şekilde yön veren sayın Hocam Prof.Dr. Günsel DURUSOY'a teşekkür ederim.

Mayıs 2003

Suat AKSU



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. VIDEO KODLAMASI VE İLETİMİ	7
2.1. Video Kodlaması	7
2.1.1. Öngörüşel Kodlama	7
2.1.2. Dönüşüm Kodlaması	7
2.1.3. Hibrit Kodlama	8
2.1.4. Renk Kodlaması	8
2.2 Video İletimi	9
2.2.1. Video İletim Kanalları	10
2.2.2. Video İletim Standartları	11
2.2.2.1 H.323 ailesi	11
2.2.2.2 H.324 ailesi	12
2.3. Video Kodlama Standartları	13
2.3.2. ITU H Serisi	14
2.3.2.1 H.261	15
2.3.2.2 H.263	18
2.3.3 MPEG Standartları	20
2.3.3.1 MPEG-1	21
2.3.3.2 MPEG-2	23
2.3.3.3 MPEG-4	25
3. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ GELİŞİMİ	28
3.1. Çoklu Erişim	28
3.1.1. CDMA'ın Sınıflandırılması	30
3.1.2. CDMA: Geçmiş, Bugün, Gelecek	31
3.2 Mobil Hücreli Telefon Dönemi	32
3.2.1. GSM	34
3.2.1.1 GSM Hava Arabirimi Geliştirilmesi	34
3.2.1.2 GSM Faz 2+	34
3.2.1.3 HSCSD, High Speed Circuit Switched Data	36

3.2.2 US – TDMA (IS-54 / IS - 136)	37
3.2.3 IS-95 Darbant CDMA	37
3.2.4 PDC	38
3.3. Üçüncü Nesil Sistemler	39
3.3.1. IMT2000 Hava Arabirimi Seçimleri	39
3.3.2 Yeni Nesil Mobil Haberleşme Standartları Gelişimi	40
3.3.2.1 Avrupa'da Standardizasyon	41
3.3.2.2 Amerika'da Standardizasyon	41
3.3.3 Küresel Üçüncü Nesil Standardizasyon ve Frekans Ataması	42
3.4. Üçüncü Nesil Sistemler İçin Hava Arabirimi Teknolojileri	43
3.4.1 Genişbant CDMA	43
3.4.2 TDMA	44
3.4.3 TDD CDMA	46
4. 3G VIDEO TELEFON STANDARDI	48
4.1 Mobil Video Hizmeti	48
4.2 3G-324M Devre Bağlaşmalı Video Telefon	49
4.2.1 3G-324M Sistem Kontrolü	51
4.2.2 H.245 Kontrol Protokolü	51
4.2.3 H.223 Çoğullama Protokolü	52
4.2.4 Desteklenen Konuşma ve Video Kodekleri	52
4.3 Telsiz Akım Standartları	53
4.3.3 IETF Akım Protokolleri	53
4.3.3 WMF Sistem Modeli	53
4.4 Paket Bağlaşmalı Akım Standardı	55
4.4.1 Basit Bir Akım Durumu	58
4.4.2 3G Genel Sistem Mimarisi	59
4.5 Paket Bağlaşmalı Multimedya Telefonu	60
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	66

KISALTMALAR

2G	: Second Generation
3G	: Third Generation
3GPP	: 3 rd Generation Partnership Project
8PSK	: 8 Phase Shift Keying
ACTS	: Advanced Communication Technologies and Systems
AL	: Adaptation Layer
AMPS	: Advanced Mobile Phone System
AMR	: Adaptive Multirate Codec
ARIB	: Association of Radio Industries and Business
CEPT	: Conférence Européenne des Postes et Télécommunications
CIF	: Common Intermediate Format
DCT	: Discrete Cosine Transform
DECT	: Digital Enhanced Cordless Telephone
DS-CDMA	: Direct Sequence Code Division Multiple Access
EDGE	: Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EOB	: End Of Block
ETSI	: European Telecommunications Standards Institute
FDD	: Frequency Division Duplex
FDMA	: Frequency Division Multiple Access
FEC	: Forward Error Correction
FMA	: Frames Multiple Access
FOMA	: Freedom of Mobile Multimedia Access
FRAMES	: Future Radio Wideband Multiple Access System
GMSK	: Gaussian Minimum Shift Keying
GOB	: Group Of Blocks
GPRS	: General Packet Radio Service
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communication
HDL	: High-Level Data Link Control
HEC	: Header Error Control
HSCSD	: High Speed Circuit Switched Data
IMT	: International Mobile Telecommunications
IETF	: Internet Engineering Task Force
ISDN	: Integrated Services Digital Network

ISO	: International Standards Organization
ITU	: International Telecommunication Union
LC	: Logical Channel
MCU	: Mutipoint Communication Unit
MMS	: Multimedia Messaging Service
MPEG	: Motion Pictures Expert Group
MUX	: H.223 Multiplex layer
NMT	: Nordic Mobile Telephony
NTT	: Nippon Telgraph&Telephone
OFDMA	: Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PCS	: Personal Communication System
PCU	: Packet Control Unit
PDA	: Personal Digital Assistant
PDC	: Personal Digital Cellular
PDU	: Protocol Data Unit
PHS	: Personal Handyphone System
PSS	: Packet Switched Streaming
PSTN	: Public Switched Telephone Network
QCIF	: Quarter Common Intermediate Format
QoS	: Quality of Service
QPSK	: Quadrature Phase Shift Keying
RACE	: Research into Advanced Communications in Europe
RTP	: Real Time Protocol
RTSP	: Real Time Streaming Protocol
RTSP	: Radio Transmission Technology
SDP	: Session Description Protocol
SMIL	: Synchronized Multimedia Integration Language
TACS	: Total Access Communication System
TCP	: Transport Control Protocol
TD-CDMA	: Time Division Code Division Multiple Access
TDD	: Time Division Duplex
TDMA	: Time Division Multiple Access
TIA	: Telecommunication Industry Association
UDP	: User Datagram Protocol
UMTS	: Universal Mobile Telecommunication System
UTRAN	: UMTS Terrestrial Radio Access Network
UWCC	: Universal Wireless Communications Consortium
VLC	: Variable Length Code
WARC	: World Administrative Radio Conference
WCDMA	: Wideband Code Division Multiple Access
WMF	: Wireless Multimedia Forum

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1. IMT2000 maksimum transfer hızı için minimum talepler	3
Tablo 1.2. IMT2000 ailesi hava arabirimleri.....	3
Tablo 2.1. Çeşitli kanal tipleri ve bantgenişlikleri	10
Tablo 2.2. Video kodlama standartları.	13
Tablo 2.3. Resim Formatları	18
Tablo 2.4. H.263+'da kullanılan geliştirilmiş kodlama yöntemleri	19
Tablo 2.5. MPEG-1 parametre kısıtlamaları	23
Tablo 2.6. MPEG-2 farklı seviye ve profil kombinasyonlarında maksimum örnekleme frekansları	25
Tablo 2.7. MPEG-4 standardının altı parçası	26
Tablo 2.8. MPEG-4'ün desteklediği işlevlerin özeti.....	27
Tablo 3.1. Genişbant CDMA gelişimi	32
Tablo 3.2. İkinci nesil sayısal mobil haberleşme sistemleri.....	33
Tablo 3.3. HSCSD olası kanal kodları	36
Tablo 3.4. EDGE radyo standardı temel parametreleri	45
Tablo 3.5. EDGE kodlama yöntemleri.....	46
Tablo 3.6. TD CDMA parametreleri.....	46
Tablo 3.7. IMT2000 kara bileşeni özellikleri	47

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Hibrit kodlayıcı blok şeması.....	8
Şekil 2.2 : Tipik bir bilgi iletim sistemi blok diyagramı.....	9
Şekil 2.3 : H.323 protokol yığını.....	11
Şekil 2.4 : H.261'deki resim çerçeveleri için GOB yapıları.....	16
Şekil 2.5 : DCT katsayılarının zig-zag sıralaması.....	17
Şekil 2.6 : İleri öngörme.....	22
Şekil 2.7 : Ortalama öngörme	22
Şekil 3.1 : Çoklu Erişim yöntemleri FDMA, TDMA, CDMA.....	29
Şekil 3.2 : Yayılmış spektrumlu işaret elde edilmesi.....	29
Şekil 3.3 : Direkt sequence, frekans atlamalı, ve zaman atlamalı CDMA....	30
Şekil 3.4 : GSM standardı gelişim süreci	35
Şekil 3.5 : Mobil hücresel standartların gelişimi.....	43
Şekil 3.6 : 8PSK giriş çıkış diyagramı	45
Şekil 4.1 : 3G-324M standardı işlevleri	50
Şekil 4.2 : WMF sistem modeli	54
Şekil 4.3 : PSS Protokol yapısının görünümü	55
Şekil 4.4 : Bir PSS istemcisinin fonksiyonel birleşenleri.....	57
Şekil 4.5 : Basit bir akım oturumunun şematik görünüşü.....	58
Şekil 4.6 : Bir 3G paket bağlaşmalı şeb. hizmetinde görev alan şeb. el.....	59

MOBİL TELEFON SİSTEMLERİNDEN VIDEO İŞARETLERİNİN İLETİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, mobil telefon sistemleri üzerinden video iletişimi kavramı incelenmiştir. Başlangıçta mobil telefon sistemlerinin gelişmesi süreci, tarihsel bir sıra ile anlatılmış ve video kodlaması ve video iletişimi ile ilgili standartlar tanıtılmıştır. ISO ve ITU-T gibi standardizasyon kuruluşlarının çalışmaları sonucu ortaya çıkan, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261 ve H.263 gibi standartlar belirtilmiştir. Bu video kodlama standartlarının temel elemanları ve öncelikleri incelenmiştir.

Çalışmada, video iletişimi kavramı ve ITU-T çalışma grupları tarafından geliştirilen multimedya iletişim standartları tanıtılmış, H.261 ve H.263 gibi video kodlama standartları incelenmiştir. H.320 terminali, ISDN üzerinden video telefon ve video konferans hizmetleri, H.323 standardı ise paket bağlaşımlı şebekeler ve özellikle de IP şebekeler üzerinden iletim için geliştirilmiş multimedya iletişim standartlarıdır. V.34 modemlerini kullanarak PSTN (Public switched telephone network) üzerinden çalışmak üzere geliştirilmiş standart ise H.324'tür. ITU-T H.32x standart ailesi ile birlikte çalışan çoğullama standardı H.223, kontrol standardı ise H.245'dir. Geliştirme süreçleri devam etmektedir; ve bu kapsamda, hataya meyilli, mobil telefon kanalları gibi ortamlarda çalışmak üzere H.223 çoğullama standardına ekler yapılmıştır. ITU-T H.324 terminaline, H.223 ek C ile beraber H.324M adı verilmiştir.

3GPP (3. Generation Partnership Project) projesi kapsamında 3. nesil şebekelere ilişkin çeşitli standart tanımlamaları yayımlanmış ve 3GPP projesi kapsamında bir video telefon standardı da hazırlanmıştır. Bu standart, ITU-T H.324M standardında bazı değişiklikler yapılarak oluşturulmuştur. Bu bağlamda devre bağlaşımlı 3G video telefonu terminaline 3G-324M denir. 3GPP tanımlamalarında devre bağlaşımlı multimedya terminalinin desteklemesi gereken konuşma kodekleri ve video kodekleri de belirtilmiştir. Tanımlamalara göre, AMR konuşma kodek'i ve H.263 temel akım kodek'i desteklenmelidir. MPEG-4 basit profil seviye 0 ise opsiyonel olarak desteklenmelidir.

Devre bağlaşımlı multimedya terminali standardı 3G-324M'in yanı sıra paket bağlaşımlı hizmetler için de 3GPP IP multimedya altsistemi içersinde yeni standartlar geliştirilmektedir. 3G mobil telefon sistemleri üzerinden video görüntülenmesindeki bir başka örnek de video akımıdır.

Bu çalışmada 2. nesil ve 3. nesil mobil haberleşme sistemleri ve video kodlama ve iletişim standartları bütünleştirici bir şekilde çerçeve çalışması olarak farklı bir bakış açısı ile tanıtılmış. 3G video telefonu, video akımı vb. çeşitli hizmetler için senaryolar öngörülüp, yorum ve değerlendirmeler yapılmıştır.

TRANSMISSION OF VIDEO SIGNALS OVER MOBILE TELEPHONE SYSTEMS

SUMMARY

In this thesis, the concept of video communications over mobile telephone systems is studied. At the beginning, the evolution period of the mobile communications systems is introduced, next the development process of these systems is given in a historical order. Then, the video coding, and video communication subjects and standards are reviewed. The ISO and ITU-T standards about video coding, such as MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261 and H.263 are introduced.

Principal elements and priorities of these video coding standards are examined. The codecs such as H.261 and H.263 are developed by the study groups of ITU-T. The study groups within ITU-T developed multimedia communication terminals such as H.320 for video telephony and video conferencing purposes over ISDN. The multimedia communication standard for the packet switched networks is H.323. The multimedia communication standard using V.34 modem for PSTN is H.324. The standards working with ITU-T H.32x family for multiplexing and control are respectively H.223 and H.245. For operating in error prone environments such as mobile channels, some annexes are added to H.223 multiplexing protocol. The H.324 standard with H.223 Annex C is called ITU-T H.324M standard.

The 3G standardization body, 3GPP (3. Generation Partnership Project), has study groups responsible for 3G standardization. These activity groups produce results in the technical specifications about 3G systems. In the 3GPP project, circuit switched multimedia telephony terminal is developed by making some modifications to the ITU-T H.324M standard. In 3GPP standardization, the circuit switched multimedia telephony terminal is called 3G-324M. The specifications require that, 3G-324M terminal shall support AMR voice codec and H.263 baseline codec. The MPEG-4 Simple Profile level 0 is optionally supported. The packet switching multimedia terminal specifications are under construction, heading towards the IP multimedia subsystem. Another usage of video in mobile telephony service is packet switching streaming video and additional work is being done in some organizations such as WMF (Wireless Multimedia Forum).

In this thesis, a comprehensive framework study is introduced, by unifying the 2G and 3G mobile communications approach and video coding standards. The choices and scenarios of a mobile video service are evaluated. The 3G-324M terminal is examined.

1. GİRİŞ

Hücrel mobil telefon sistemleri, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin 1980'li yıllarda kitlesel ölçekte çalışma yetenekleri sağlamaları ile insanlığın hizmetine sunulmuştur. Bu sistemler kendi içinde 1. nesil, 2. nesil ve 3. nesil olarak adlandırılırlar. 1. nesil hücrel mobil iletişim sistemleri analog sistemlerdir. Birincil amaçları devre bağlaşmalı konuşma bilgilerinin iletimidir ve FM, frekans modülasyonunu kullanırlar. Konuşma gizliliği açısından yetersiz sistemlerdir. Geliştirilmeleri sırasında uyumlu bir standart çalışması ve işbirliği yapılmadığı için, dolaşım özellikleri de yetersizdir. Analog modemler gibi sonradan geliştirilen ek çözümlerle kısıtlı veri haberleşmesi yetenekleri de kazanmışlardır. Temel örnekleri AMPS, TACS, NMT ve NTT olarak belirtilebilir. Ancak bu sistemler hali hazırda kısıtlı abone kapasitesi ve frekans bandı ile kurulu olmuş olsalar da, belirli bir yatırım yapılmış ve çalışmakta olmaları nedeniyle yeni standart geliştirmeleri sırasında göz önüne alınmışlardır. Amerika'da geliştirilen ikinci nesil sayısal karakterli hücrel mobil haberleşme standardı geriye doğru uyumlu dual-mod olarak tasarlanmıştır [1].

1990'lı yıllarda, 1. nesil hücrel mobil telefon sistemlerinin sağladığı deneyimler ve bilimsel gelişmelerin ışığında, ve bir dizi politik ve bölgesel karar organının iradeleri ve altyapı sağlayıcıların desteği ile sayısal karakterli 2. nesil hücrel mobil haberleşme standartları yayınlanmıştır. Bu sistemlerin başlangıçtaki amacı devre bağlaşmalı konuşma bilgilerinin iletimi ve daha yüksek oranda dolaşım özelliğidir. 2. nesil hücrel mobil haberleşme sistemlerinin en başarılı ve yaygın olanı Avrupa kökenli, ETSI tarafından geliştirilmiş, TDMA özellikli GSM sistemidir [2]. GSM sistemi dışında, ABD'de geliştirilen FDMA kullanan IS-136 (D-AMPS, dual mod) ve darbant CDMA kullanan IS-95 standardına uyan sistemler ile GSM'in birkaç ek özellik ile (EFR gibi) 1900 MHz bandına adapte edilmiş hali olan PCS 1900 ve Japonya'da kullanılan PDC sistemi sayılabilir [3]. Bu sistemlerin veri iletişimi yetenekleri, 1990'larda hizmete girmelerinin ardından da standart geliştirme çalışmaları ve araştırmalar devam etmiştir. Bu çalışmaların ışığında GSM de birden fazla zaman dilimi ve farklı kodlama teknikleri kullanılarak devre bağlaşmalı, HSCSD hizmeti ile 57.6 kbit/sn'ye kadar ve geliştirilen paket bağlaşmalı GPRS

hizmeti ile de teorik olarak, 171.2 kbit/sn'ye kadar hızlarda veri iletişimi yapılabilmesi öngörülmüştür. Yeni nesil hizmetlerin geliştirme çalışmalarının önerileri arasında olan EDGE ile, farklı modülasyon ve kodlama yöntemleri kullanılarak GSM ve IS-136 sistemlerinin 2.5+G denilen hizmetleri verebilmesi öngörülmüştür [4, 5].

1980'li yılların ilk yarısında başlayan 2. nesil standardizasyon faaliyetlerinin yanı sıra, 1986 yılından itibaren de ITU-R tarafından da 3. nesil standardizasyon faaliyetleri başlatılmıştır [6]. Bu çalışmalar başlangıçta FPLMTS adı altında yapılırken, sonraları IMT-2000 olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında adım adım CDMA teknolojilerine kayan ve var olan TDMA teknolojilerinin geliştirilmiş biçimlerini içeren teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bu standardizasyon çalışmalarında, bölgesel standardizasyon kuruluşları, endüstrinin önde gelen aktörleri, bir çok ülkeler arası standart oluşturma organı görev almıştır. Standart çalışmalarının ayrıntılı olarak sonuçlandırılması için, 3. nesil işbirliği projesi (3GPP ve 3GPP2) adı verilen projeler başlatılmış ve farklı kuruluşlar kendi teklifleri ve teknolojilerini birlikte uyumlu bir şekilde ortaya çıkarmak için işbirliği yapmışlardır [7 ,8, 9]. ITU-R, ayrıntılı tanımlamalar yapmak yerine, teknolojileri değerlendirip, onları IMT2000 olarak onaylamaya karar vermiştir. IMT2000 hizmetinin temel amacı şu şekilde özetlenebilir:

- Küresel hizmet
- Sabit şebekelerdeki kadar iyi konuşma kalitesi
- 2 Mbit/sn'ye kadar çıkabilen veri hızları
- Telsiz, hücreli gibi çeşitli hava arabirimlerinin entegrasyonu.

Bu hizmetleri sağlayabilmek için WARC-92 konferansında, IMT2000 frekans tahsisleri yapılmıştır, ancak bu frekans bantlarının bir kısmının halihazırda ABD'de kullanılıyor olması nedeniyle, WARC 2000 İstanbul konferansında ek frekans bantları tahsis edilmiştir [10]. WARC-92 konferansında 3. nesil hizmetler için, tablo 1.1'de görülen minimum talepler belirlenmiştir.

Tablo 1.1 IMT2000 maksimum transfer hızı için minimum talepler.

Ortam	Bina içi	Yaya	Araç	Uydu
ITU-R	2 Mbit/sn	384 kbit/sn	144 kbit/sn	9.6 kbit/sn

Ekim 1999 yılında IMT2000 hava arabirimi teknolojileri tablo 1.2’de görüldüğü şekilde onaylanmıştır.

Tablo 1.2 IMT2000 ailesi hava arabirimleri.

İsim	Teknoloji	Standardizasyon Kuruluşu
CDMA DS	UTRA FDD	3GPP
CDMA MC	Çoklu-taşıyıcı cdma2000	3GPP2
CDMA TDD	UTRA TDD+TD-SCDMA	3GPP
TDMA tek taşıyıcılı	UWC-136 (EDGE)	3GPP
FDMA/TDMA	DECT	ETSI-DECT

Bu kapsamda Avrupa ve Japonya’da, WCDMA denilen UTRA FDD temelli teknoloji ve Amerika ile Kore’de de cdma2000 adlı çoklu taşıyıcı CDMA teknolojisi seçilmiştir. Referans [10]’da çeşitli ülkelerde seçilen teknolojiler ve verilen lisanslar ile frekans değerleri görülebilir.

1990’lardaki Avrupa’nın itici güç olarak etkide bulunduğu hücresel mobil telefon sistemleri gelişirken, ABD de Internet ve kişisel bilgisayarlar alanındaki gelişmelerle dünyaya öncülük yapmış, fiilen endüstri standardı olan yazılım ürünleri ve ileri teknolojilerle kendi hakimiyetini pekiştirme yolunda büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Japonya ise, sadece kendi ülkesinde kullanılan PDC sistemi ve Internet konusunda ABD’nin arkasından giden konumuyla birçok alanda geriden gelmekte iken, 3. nesil sistemler konusunda inisiyatifi ele alarak önde giden ülke olma konusunda çeşitli girişimler yapmıştır. 3. nesil sistemlerden önce, NTT’nin mobil Internet erişimine imkan veren NTT-DoCoMo ürünü i-mode, büyük başarı sağlamıştır. PDC sisteminde teorik olarak 41 kbit/sn’ye kadar veri iletişimi yeteneği ve tüm yeni telefonların i-mode desteği ile, 14 milyon kullanıcı sınırını aşp, mobil Internet aboneleri ile dünyaya örnek olmuştur. 3. nesil standardizasyonu çalışmalarında da, Japon girişimleri bu faaliyetleri hızlandırmıştır. NTT tarafından oluşturulan WCDMA test ortamı platformlar, altyapı sağlayıcılar ve terminal üreticileri seçimleri sonrası, 2001 yılında Mart ayında Dünyanın ilk ticari 3G şebekesi açılmıştır. Halen 330 bin civarında abone ile faaliyete devam etmektedir.

2. nesil sistemlerin gelişmeleri, abone sayılarının artması ve yaygınlaşmaları için yapılan en iyimser senaryoların dahi ötesine geçmeleri, 3. nesil sistemler için aşırı iyimser hizmet talebi, abone sayıları ve gelir beklentilerine yol açmıştır. Bundan dolayı özellikle Avrupa'nın belli başlı büyük ülkelerinde 3G lisansları için rasyonel olmayan, fahiş lisans bedelleri ödenmiştir. Benzer aşırı iyimser beklentiler, Internet sektörünün gelirleri ve elektronik ticaretin büyümesi konusunda da yaşanmış ve bu alanlara da Telekom şirketleri yatırım yapma yarışına girmişler, dolayısı ile aşırı borçlanmışlardır. Bu, Avrupa'da UMTS olarak adlandırılan 3G lisanslarına gereken yatırımlarının gecikmesi sonucunu doğurmuştur. UMTS sistemlerinin beklentileri ve getirileri konusundaki tahminler bir süre sonraya ötelenmiş, Japonların deneyimlerinin sonuçlarının göz önüne alınması amacıyla projeler ve yatırımlar yavaşlatılmıştır. Bundan dolayı, ticari olarak aktif 3G şebekelerin Avrupa'da faaliyete geçme çalışmaları yavaşlamıştır.

Hücresel mobil haberleşme sistemleri ve Internet alanında hızlı gelişmeler olurken, haberleşme ve yarıiletken teknolojisindeki ilerlemeler, ASIC tümdevre teknolojileri, tüketici elektroniğindeki gelişmeler, yeni teknolojik olanaklar ve tüketici talepleri sonucu 1990'lı yıllarda bir dizi video kodlama ve multimedya iletişim standartları yayınlanmıştır. Böylelikle de video telefon adı verilen teknoloji 1990'lı yıllarda sabit şebekeler için kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Video kodlama ve multimedya iletişim terminalleri standartları hazırlanmasından sorumlu iki kuruluş, ISO ve ITU-T'dir.

ISO kapsamında kurulan MPEG grupları çalışmaları sonucu, video saklama ve CD-ROM ortamında izleyebilme olanağı veren, VHS videoteyp kalitesindeki MPEG-1 standardı, sayısal yayıncılık, HDTV ve yüksek kalitede video depolama amaçlı MPEG-2 ve başlangıçtaki amacı düşük bit hızlarında video kodlama olup, daha sonra perspektifini genişleten, nesne temelli kodlama, ölçeklenebilirlik gibi özellikleri olan MPEG-4 standardı ortaya çıkmıştır [11]. MPEG-4 standardı temel özellikler ile, 3G standart tavsiyelerinde de video telefon terminalleri, multimedya mesaj hizmeti, paket bağlaşımlı video akımı standardında da opsiyonel olarak desteklenmektedir.

ITU-T çalışma gruplarının faaliyetleri sonucunda; ISDN video telefonu ve video konferans standardı olan H.320 ve multimedya terminalinde zorunlu standart olarak

desteklenmesi gereken H.261 video kodlama standardı geliştirilmiştir. Daha sonra paket bağlaşımlı şebekeler, özellikle IP temelli şebekeler için geliştirilen standart ise H.323 multimedya terminali standardıdır. Bu terminalde H.261 video kodlama standardı zorunlu olarak ve PSTN sistemleri için düşük bit hızlarında çalışmak üzere H.261'in geliştirilmiş hali olan H.263 standardı opsiyonel olarak desteklenir. V.34 modemler için tasarlanan H.324 multimedya terminali standardı da H.263 kodlayıcısını destekler [12]. ITU-T'nin multimedya iletişim standartlarının içinde ayrıca, H.223 çoğullama ve H.245 kontrol standardı ve bir dizi başka standart bulunur. Bu standartların geliştirilmelerinin ardından devam eden çalışmalarla da Annex adı verilen ekler standartlara eklenmiştir. H.223 Annex C standardı hataya meyilli ortamlar için H.324 terminaline getirilen bazı özellikleri de tanımlamaktadır. H.324 standardına ek C ile birlikte H.324M denir. Bu standart 3GPP devre bağlaşımlı multimedya terminalinde de referans olarak alınmıştır.

3G-324M olarak adlandırılan standart ITU-T H.324M standardının gerekli görülen yerlerinde yapılan değişiklikleri içeren versiyonudur [13]. 3GPP kapsamında ayrıca, paket bağlaşımlı multimedya terminali çalışmaları da devam etmektedir. Bir diğer hizmet olarak da video akımı hizmeti söylenebilir. 3G-324M video telefon terminalleri, AMR konuşma kodek'i H.263 temel akım kodek'ini zorunlu olarak ve MPEG-4 basit profil seviye 0'ı da opsiyonel olarak desteklemek zorundadır [14].

Bu çalışmanın genelinde, video kodlama ve video iletişimi standartları ve hücresel mobil haberleşme sistemleri ile birbirini tamamlayacak şekilde sunulacak şekilde, sistem bazında bir çerçeve çalışmasında geniş bir bakış açısı içinde inceleme yapılmıştır. Bu bağlamda geliştirilmiş olan yeni devre bağlaşımlı, 3G video telefon standardı incelenmiş ve temel özellikleri verilmiştir. Ayrıca geliştirilmeye devam edilen paket bağlaşımlı sistemler de incelenmiştir.

İkinci bölümde; video kodlama standartları, genel video iletişim sistemi, ITU-T multimedya iletişim terminalleri tanıtılmış, genel özellikleri verilmiştir.

Üçüncü bölümde, hücresel mobil haberleşme sistemleri teknolojileri 2. nesil ve 3. nesile doğru gelişim ekseninde anlatılmış, 3. nesil standardizasyon aktiviteleri ve ortaya çıkan teknolojiler belirtilmiş ve genel özellikleri verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise, özellikle üçüncü nesil sistemler üzerinden olmak üzere, mobil telefon sistemleri üzerinden video iletilmesine ilişkin seçenekler belirtilmiş, geliştirilmiş devre bağlaşmalı video telefon standardı 3G-324M incelenmiştir. Temelde mobil telefon sistemi ve video iletişimi kavramları ile ilgili bir bakış açısı sunulup, yeni nesil mobil haberleşme standartlarındaki ilerlemeler ile sunulan yeni hizmetlerin altyapısı ortaya konmuş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Sonuç bölümünde, incelenen sistemlere ilişkin senaryolar oluşturulmuş, gerçekleşmesi beklenen hizmetler hakkında değerlendirmelerde bulunulmuştur.



2.VİDEO KODLAMASI VE İLETİMİ

2.1 Video Kodlaması

Video kodlamasının amacı, orijinal sıkıştırılmamış görüntü dizisi formatının daha verimli bir şekilde temsil edilmesi için, bir görüntü dizisinin içindeki uzaysal ve zamansal artıklığı azaltmaktır. Kodlama sürecinde, sıkıştırma ve görüntü kalitesi arasında bir ikilem vardır. Sıkıştırma oranı arttıkça, görüntü kalitesi genellikle azalır. İki genel video kodlama tekniği öngörüşel kodlama ve dönüşüm kodlamasıdır [15].

2.1.1 Öngörüşel Kodlama

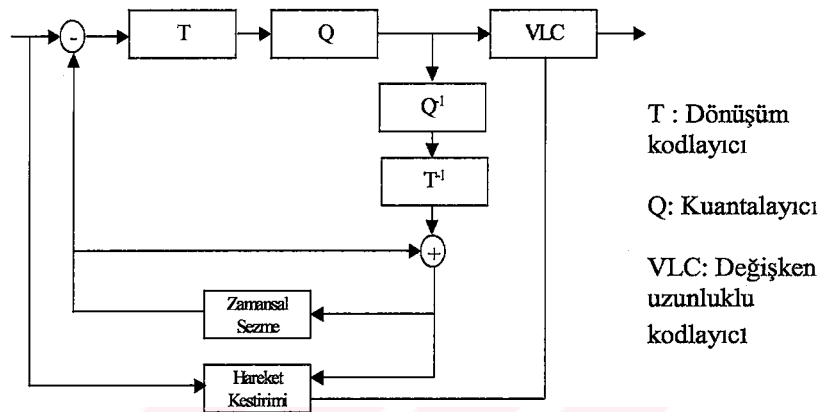
Öngörüşel kodlama, bit görüntü dizisindeki hem uzaysal hem de zamansal fazlalığı azaltmak için kullanılabilir. Öngörüşel uzaysal kodlama ile aktif resim elemanı, seçilmiş komşu resim elemanlarından öngörülür. Öngörüşel zamansal kodlamada aktif resim elemanı önceki resimdeki ilgili resim elemanından öngörülür. Her iki durumda da sadece o andaki resim ile öngörülen resim arasındaki fark kodlanır. İyi tasarlanmış bir öngörüşme algoritması artıklığı yeteri derecede azaltır ve böylece resim dizisi için verimli bir sıkıştırma sağlanmış olur.

2.1.2 Dönüşüm Kodlaması

Dönüşüm kodlamasında dizideki her resim, ters dönüşüm uygulanmadan önce değişikliklerin yapıldığı uzay domeninden frekans domenine dönüştürülür. Normal resimlerde yüksek frekanslı bileşenlerin genlikleri küçüktür ve dolayısı ile resim kalitesinde önemli bir azalma olmadan bu bileşenler atılabilir. Dönüşüm kodlaması ile 10:1 oranına kadar yüksek sıkıştırma oranları elde edilebilir. Bununla beraber, dönüşüm kodlaması sadece görüntü dizisindeki uzaysal fazlalığı azaltır; resim dizisindeki zamansal fazlalık kalmaya devam eder.

2.1.3 Hibrit Kodlama

Hibrit kodlayıcı dönüşüm kodlayıcı ve öngörüsöl zamansal kodlayıcının birleşimidir ve böylece hem uzaysal hem de zamansal artıklık azaltılır. Şekil 2.1’de Hibrit kodlayıcı blok şeması görölmektedir. Bu kodlayıcılar dışında fraktal kodlayıcı ve alt band kodlayıcı gibi farklı kodlayıcılar da vardır.



Şekil 2.1 Hibrit kodlayıcı blok şeması.

2.1.4 Renk Kodlaması

Çoğu video kodlama sisteminde, televizyon ve bilgisayar monitörlerinde kullanılan klasik RGB sistemi kullanılmaz. Onun yerine RGB işareti bir luminans Y ve iki krominans C_B ve C_R bileşenlerine ayrılır. İki krominans bileşeni sırasıyla U ve V olarak da adlandırılabilir [16].

RGB sisteminden YUV sistemine dönüşüm basitçe aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleşir.

- Luminans bileşeni her resmin siyah beyaz bileşenlerini içerir.

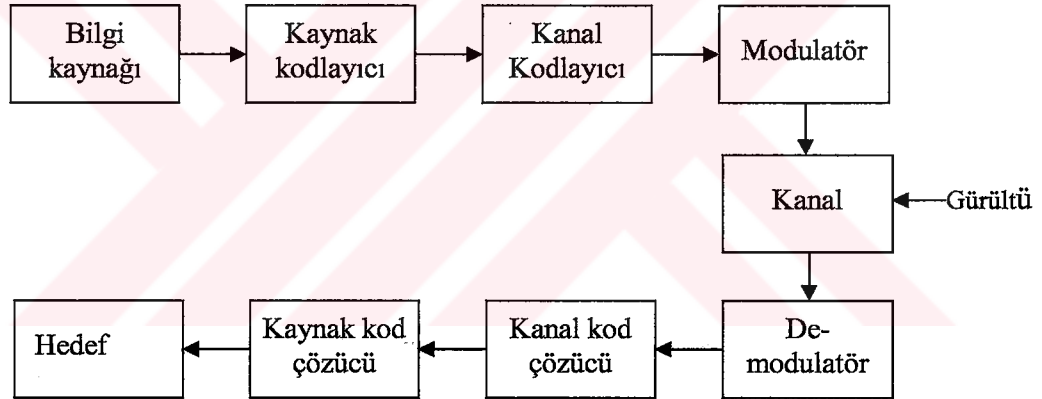
$$Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B$$
- C_B bileşeni her resimdeki luminans bileşeninden kırmızı (R) bileşeninin çıkarılmasıyla elde edilir. $C_B = ((R - Y) / 1.6) + 0.5$
- C_R bileşeni luminans bileşeninin her resmin mavi (B) bileşeninden çıkarılmasıyla elde edilir. $C_R = ((B - Y) / 2) + 0.5$

YUV sisteminin kullanılmasının bir nedeni, insan görsel algılamasının renk bilgisindeki değişimlere, luminans bilgisindeki değişimlerden daha az duyarlı olmasıdır. Yani, krominans bileşenlerindeki bilgiler resim kalitesinde fark edilebilir bozulma olmadan azaltılabilir.

Tipik olarak krominans bileşenleri hem yatay hem de dikey bileşende iki çarpanında seyreltilir. Orijinal olarak her Y, C_B ve C_R bileşeni sekiz bit ile ifade edilir. Örnek değerlerinin azaltılması sonucu, her piksel on iki bit ile ifade edilebilir; sekiz bit luminans ve ikişer bit de her iki krominans bileşeni için kullanılır.

2.2 Video İletimi

Video bilgisi iletimi, bir bilgi kaynağından hedefe bilgi transferi genel probleminin bir alt kümesidir.



Şekil 2.2 Tipik bir bilgi iletim sistemi blok diyagramı.

Bilgi kaynağı bir makine veya insan olabilir. Bilgi kaynağı örnekleri insan sesi, video dizileri veya bir bilgisayardan alınan veri olabilir.

Kaynak kodlayıcı bilgi kaynağının çıkışını bir bit dizisine dönüştürür. Kaynak kodlayıcı bilgi kaynağı çıkışında artıklığı ideal olarak minimize eder. Böylece, kaynak kodlamadan elde edilen birinci fayda azaltılmış bant genişliği ihtiyacıdır.

Kanal kodlayıcı bilgi dizisini kod kelimesi denilen ayrı kodlanmış diziye dönüştürür. Kanal kodlamasında amaç, gürültülü bir kanal üzerinden düşük bit hata

oranıyla iletişim sağlamaktır. Bu, önceden belirlenen bir şekilde kontrollü bir fazlalık eklenerek sağlanır.

Ayrık semboller fiziksel bir kanal üzerinden iletim için uygun değildir. Bundan dolayı modülatör kanal kodlayıcıdan gelen her kod kelimesini, kanal üzerinden iletim için uygun bir dalga biçimine dönüştürür. Alıcı da demodulatör'den alınan dalga biçimini işler ve ayrık bir çıkış üretir.

Kanal kod çözücü alınan diziyi kestirilen bir diziye dönüştürür. İdeal olarak bu kanalda bulunan gürültünün bir miktar kod çözme hatası getirmesine rağmen, gönderilen bilgi dizisi ile, çözülen dizi benzer olacaktır. Kanal kodlayıcıda sunulan fazlalık, orijinal kodlayıcı girişinin mümkün olduğu kadar doğru biçimde elde edilmesine yardımcı olur.

Kaynak kod çözücü, kestirilen diziyi kaynak çıkışı kestirimine dönüştürür ve kestirimi hedefe gönderir. İyi tasarlanmış bir sistemde kestirim, kanalın çok gürültülü olması dışında, kaynak çıkışının doğru bir yeniden üretimi olur.

2.2.1 Video İletim Kanalları

Video bilgisinin iletimi için kullanılabilecek çeşitli iletim kanalları vardır. Tablo 2.1'de farklı bit hızlarına sahip çeşitli kanallar görülmektedir [16].

Tablo 2.1 Çeşitli kanal tipleri ve bantgenişlikleri.

Kanal	Bandgenişliği(bit hızı)	Ortam
Analog modem	< 56 kbit/sn	bakır
ISDN	p x 64 kbit/sn	bakır
E0	64 kbit/sn	bakır
E1 (32E0)	2048 kbit/sn	bakır
E3 (120E0)	8192 kbit/sn	bakır
Kablo Modem	< 30 Mbit/sn	bakır/koaksiyel
Ethernet	10 Mbit/sn	bakır/koaksiyel
Fast Ethernet	100 Mbit/sn	bakır/koaksiyel
Gigabit Ethernet	1 Gbit/sn	bakır/koaksiyel
ADSL	1.5 Mbit/sn - 786 kbit/sn	bakır/koaksiyel
VDSL	< 52 Mbit/sn - 1.6 Mbit/sn	bakır/koaksiyel
FDDI	100 Mbit/sn	fiber
SONET	p x 51.84 Mbit/sn	fiber
GSM	9.6 kbit/sn	telsiz
GPRS	115 kbit/sn	telsiz
IS-54	13 kbit/sn	telsiz
IS-95	19.2, 9.6, 4.8, 2.4 kbit/sn	telsiz
WCDMA	384 kbit/sn	telsiz
EDGE	384 kbit/sn	telsiz
PDC	11.2 kbit/sn	telsiz
DECT	552 kbit/sn	telsiz

Farklı bit hızlarına sahip kanallardaki kullanıcıların iletişim kurması durumunda, iletilebilecek görüntü bilgisi kalitesi zorunlu olarak düşecektir.

2.2.2 Video İletim Standartları

Video iletim standartları, ITU-T'nin tanımlamış olduğu telekonferans standartları içinde bulunur. Özet olarak ilgili standartları ve ailelerini inceleyelim.

ITU-T Konferans Standartları

- H.320 Darbantlı ISDN üzerinden konferans 1990
- H.321 Genişbantlı ISDN (ATM) üzerinden konferans 1995
- H.322 Paket bağlaşması (garantili bantgenişliği) 1995
- H.323 Paket bağlaşması (garantisiz bantgenişliği) 1996
- H.324 PSTN (modem) 1996

2.2.2.1 H.323 ailesi

H.323 standardı paket temelli şebekeler üzerinden gerçek zamanlı ses video ve veri iletişimini sağlamak için bileşenleri, protokolleri ve prosedürleri tanımlar. H.323 ITU-T tarafından tanımlanmış bir şemsiye standardıdır ve 1996 yılında onaylanmıştır. Standardın ikinci versiyonu 1998 yılında onaylanmıştır. H.323, yukarıda belirtilen bir dizi H.32X standardı grubunun bir parçasıdır [9].

Veri			Konferans Kontrol ve Çağırma İşaretleşmesi	Ses	Video
T....	T.126	T.127	H.245 Q.931 RAS	G.711 G.722 G.728 G.723 G.729	H.261 H.263
T.124				RTP RTCP	
T.122 T.124					
T.123					
TCP				UDP	
IP					

Şekil 2.3 H.323 protokol yığını.

H.323 altında iletişim; kontrol, ses, video ve veri bilgilerinin birleşiminin iletimi olarak gerçekleşir. Video ve veri konferansı opsiyonel olmasına rağmen, kontrol ve ses yetenekleri talep edilir. Şekil 2.3’de H.323 ailesinin protokolleri görülmektedir

Ses

Ses işaretleri genellikle sayısal duruma getirilmiş ve sıkıştırılmış konuşma içerir. Tüm H.323 terminalleri konuşma sıkıştırma için G.711 (64 kbit/sn) konuşma standardını desteklerken, diğer ITU ses standartları için destek opsiyoneldir.

Video

Video yetenekleri opsiyoneldir, fakat video destekli terminaller H.261 kodek’ini desteklemek zorundadır. H.263 kodek’i geriye doğru uyumlu, H.261’in güncelleştirilmiş halidir ve opsiyonel olarak desteklenmelidir. ISO/IEC tarafından geliştirilen MPEG-4’de yakın zamanda H.323 ile birlikte de çalışacaktır. Geliştirilmesi devam eden, bir MPEG-4 standart sürümünde sözdizimi olarak H.263 temel hat akımı ile uyumlu karşılıklı çalışabilir şekilde tanımlanmıştır.

Veri

Video gibi ses yetenekleri de opsiyoneldir. Veri konferansı, paylaşılan beyaz tahta, uygulama paylaşma ve dosya transferini mümkün kılar. H.323 T.120 standardı aracılığıyla veri konferansını destekler.

2.2.2.2 H.324 ailesi

Bu standart PSTN üzerinden, V.34 modemlerini kullanarak, düşük bit hızlı iletim yapan multimedya terminalini tanımlar. H.324 terminalleri gerçek zamanlı ses, veri ve video veya video telefonu da içerecek şekilde bunların birleşimini taşır [12].

H.324 terminalleri kişisel bilgisayarlara veya videotelefon gibi kendi başına çalışabilir cihazlara entegre edilebilir. Her medya türüne (ses, veri, video) verilen destek opsiyoneldir. Fakat herhangi bir medya desteklenirse, işlemin tanımlanmış ortak modunda çalışma yeteneği talep edilir. Böylece de bu medya türünü destekleyen tüm medya türleri desteklenmelidir. H.324 serisindeki diğer, ITU-T

tavsiyeleri; H.223 çoğullama [17], H.245 kontrol, H.263 video kodek, ve G.723.1 ses kodek'i standardını içerir.

Bu tavsiye, kanalın kurulduğunda her lojik kanalın içeriğinin tanımlandığı ITU-T H.245 tavsiyesi lojik kanal işaretlesmesini kullanır.

2.3 Video Kodlama Standartları

Telekomünikasyon, tüketici elektroniği ve video sıkıştırma teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte sayısal video dönemi başlamıştır. Sıkıştırma yöntemleri prensip olarak, düşük uzaysal bileşendeki enerjiye daha duyarlı olan insan görüşünün nonlinearlığına dayanır. İletim ve depolama kapasitesini düşürmek için, yüksek oranda veri sıkıştırma yöntemleri geliştirildiğinde, tüm sistem performansını geliştirmek için marifetli resim kodlama yöntemlerine ihtiyaç duyulmuş; farklı üreticilerin ürünlerinin karşılıklı olarak birbirleri ile çalışabilmeleri için standardizasyona gidilmiştir. Standartlar da, maliyet ve verimlilik açısından başarılı uygulamaların ortaya çıkmalarını teşvik etmiştir.

Varolan ve geliştirilmekte olan video kodlama standartları, ITU (International Telecommunication Union) ve ISO (International Standards Organizations) tarafından yayınlanmışlardır. Tablo 2.2'de bu standartların bir listesi görülmektedir.

Tablo 2.2 Video kodlama standartları.

Standart Kuruluşu	Video Kodlama Standardı	Bit-Hızı	Uygulama	Birleştirici Standart
ISO/CCITT JPEG	10918		Sadece tam hareketsiz resim	
ITU-T	H.261	p x 64kbit/sn	ISDN Video Telefonu	H.320
ISO MPEG-1	11172-2	< 1.5 Mbit/sn	CD-ROM Video	11172-pt1
ITU-T	H.262	4-6 Mbit/sn	ATM üzerinden Video	H.310
ISO MPEG-2	13818-2	4-80 Mbit/sn	Jenerik yüksek bit hızlı uygulamalar	11318-pt1
ITU-T	H.263	20-22 kbit/sn	PSTN Video Telefonu	H.324
ISO MPEG-4	14496-2	20-6144 kbit/sn	Nesnelerin Kodlanması	MSDL
ITU-T	H.263+	< 64 kbit/sn	PSTN Video Telefonu	
ITU-T	H.263L	< 64 kbit/sn		

Hareketsiz resimler için veri sıkıştırması uzaydaki, video işaretleri için hem uzay hem de zamandaki korelasyonu araştırır. 20:1 sıkıştırma oranından sonra tekrar elde

edilen bir resmi seçmek zordur. Video verisi, 100:1 oranında sıkıştırmadan sonra dahi video teyp kalitesinde tekrar elde edilebilir.

2.3.2 ITU H Serisi

ISO MPEG standartlarına paralel olarak, ITU-T çoğul ortam iletişimi için, H.261, H.263 ve H.263+ gibi H serisi birçok standart geliştirmiştir. H.261, ITU-T XV (SG15) çalışma grubu tarafından video telefon ve video konferans uygulamaları için tanımlanmış bir video kodlama standardıdır. H.261 düşük bit hızları ve kodlama gecikmesine önem verir. Çalışmalar 1988 yılında başlamış ve 1993 yılında, p'nin 1 den 30 a değişebilen değerler aldığı $p \times 64$ kbit/sn hızlarına karar verilmiştir. $p=1$ için düşük kaliteli video işareti resimli telefon, ve $p=30$ olduğu durumda yüksek kaliteli video işareti telekonferans için 2 Mbit/sn hızında iletim yapılır. H.261 standardı 1990 yılında yayınlanmıştır. Standardın iki yönlü iletişim doğası gereği, maksimum kodlama gecikmesi 150 msn olarak tanımlanmıştır. H.261'de tanımlanan ve kullanılan giriş formatları CIF(Comman Intermediate Format, 352x288) ve QCIF'dir. H.261 kodlayıcısı, DCT ile hareket kompanzasyonlu çerçeveler arası öngörmeyi birleştiren bir hibrit kodlayıcı kullanır. H.261'de kullanılan kodlama yöntemi ise basit olarak, dönüşüm kodlaması ile blok uyumlu kompanzasyon'dur.

H.263, ITU-T SG15 grubu, yani H.261'i de tanımlayan grup tarafından tanımlanmıştır. H.263 çalışmaları 1993 yılında başlamıştır. Bu çalışmanın amacı 64 kbit/sn'nin altındaki uygulamalar için uygun bir video kodlama standardı geliştirmektir. Örnek olarak PSTN (Public Switched Telephone Network) ve mobil şebekeler üzerinden 10-24 kbit/sn hızları ile video verisini göndermek düşünülebilir. H.263'ün geliştirilmesi sırasında kısa dönemli amaç H.261'in düşük bit hızlı uygulamalar için geliştirilmesidir. Uzun dönemli amaç çok daha iyi kalite için temel olarak H.261'den temel olarak farklı bir standart geliştirmek olarak tanımlanmıştır. Standart çalışmaları ışığında yakın dönemli sonuç H.263 ve H.263+ olmuş, uzun dönemli çalışmalar ise H.263L olarak adlandırılmıştır.

H.263 standardizasyonunun bitmesinin ardından, düşük bit hızlı videoya devam eden ilgi sonucu tanımlanan dört opsiyonel moda ilave olarak (sınırlanmamış hareket vektörü modu, içerik temelli aritmetik kodlama modu, ileri sezme modu, ve PB-çerçeve modu) daha ileri geliştirmeler de olasıdır. ITU-T SG15 grubu bundan dolayı

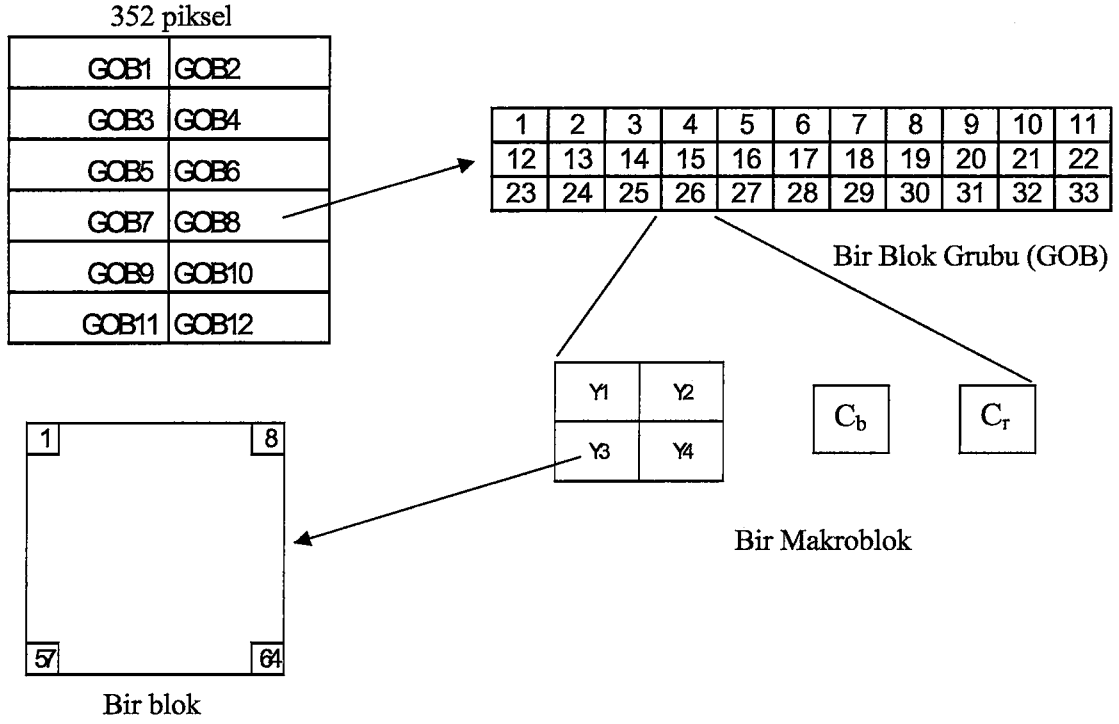
H.263+ çalışmasını, H.263 üzerinde yapılabilecek geliştirme olanakları üzerinde başlatmıştır. H.263+ çalışması yakın dönemli bir çalışma olduğu için, sadece iyi geliştirilmiş geliştirme önerilerinin standardın çerçeve çalışmasına uyması beklenir. Diğer taraftan H.263L standardı ITU SG15 içinde uzun dönemli bir çalışma olarak amaçlanmıştır. H.263L'de H.263 çerçeve çalışmasına uymak zorunda olmayan radikal algoritmalar değerlendirebilir [18].

H.261 ile ilgili diğer H serisi standartlar; çoğullama prosedürleri için H.233, iletişim prosedürleri için H.245, ve telefon terminal cihazı için H.324'dür. Bunların toplamı 5.3/6.3 kbit/sn hızında G.723 konuşma kodlaması ve V.34 modem arabirimi ile görsel sesli telefon için ITU-T standardını oluşturur. H.324 çoğu zaman tam bir standart kümesi olarak değerlendirilir.

2.3.2.1 H.261

H.261 de hiyerarşik bir video veri yapısı vardır. Her çerçeve resim başlığı olan resim katmanına sahiptir. Bu başlık resim formatı ve çerçeve numarasını tanımlar ve CIF için 12 GOB ve QCIF için 3 GOB tarafından izlenir. Her GOB (Group of Block) hem CIF hem de QCIF için dönüşte 33 makroblok tarafından izlenir. Bir makroblok, sıkıştırma modu seçimi için basit bir veri birimidir ve bir makroblok başlığı, sıkıştırma modu, dört 8 x 8 Y bloğu (luminans bileşeni) ve krominans bileşenlerinin seyreltilmesi nedeniyle, bir 8 x 8 U bloğu ve bir 8 x 8 V bloğu içerir.

H.261'de iki ana mod vardır: intra mod ve inter mod. Intra mod'da, JPEG sıkıştırmasına benzer bir yolla sadece DCT kullanılır, inter mod'da ise hareket dengelemeli DCT yaklaşımı uygulanır ve DCT sıkıştırmasına ek olarak hareket kestirimi ve dengelemesiyle zamansal korelasyon araştırılır. Ardından DCT katsayıları eşik seziciden geçirilir ve AC ve DC katsayılar için farklı şekilde kuantalanır. AC bileşenler kodlamadan önce zig-zag taraması ile sıralanır ve sonlardaki sıfırlar tekrar kodlanmaz [19].



Şekil 2.4 H.261'deki resim çerçeveleri için GOB yapıları.

DCT (Discrete Cosine Transform) İle Doku Kodlaması

DCT kodlaması veri işaretleri arasındaki fazlalığı çıkarmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Dönüşüm kodlamasında bir grup veri işareti, önce lineer olarak bir dizi dönüşüm katsayısına dönüştürülür; ardından, bu katsayılar kuantalama ve entropi kodlaması yapılır. Aşağıda kullanılan DCT dönüşümü formülü görülmektedir.

$$X(k, l) = \frac{4}{N^2} C(k) C(l) \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} x(m, n) \cos \left[\frac{\pi [2m+1]k}{2N} \right] \cdot \cos \left[\frac{\pi [2n+1]l}{2N} \right]$$

$$C(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & k=0 \text{ için} \\ 1 & \text{dışında} \end{cases} \quad (2.1)$$

$$x(m, n) = \frac{4}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} C(k) C(l) X(k, l) \cos \left[\frac{\pi [2m+1]k}{2N} \right] \cdot \cos \left[\frac{\pi [2n+1]l}{2N} \right]$$

Burada m, n resim elemanları indislerini, N ile resim boyutu ve x(m, n) ile kaynak işaretini ifade eder.

Hareket Kestirimi / Dengelemesi

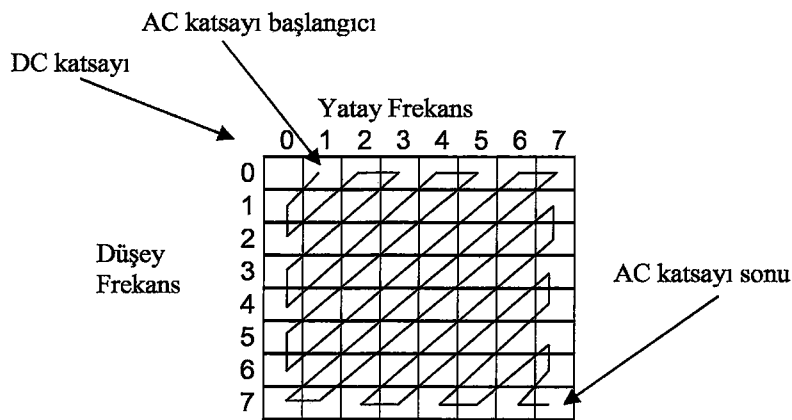
Dönüşüm kodlaması resim çerçevesindeki uzaysal artıklığı çıkarır. Bundan dolayı intra çerçeve olarak adlandırılır. Bununla birlikte video bilgisi için inter kodlama

uygundur. Video içersindeki tipik materyaller hareket eden nesnelerdir. Video nesneleri zaman ekseninde büyük benzerlikler içerir. Bundan dolayı manzaradaki bölgelerin hareketlerini kestirerek, öngörü sürecini geliştirmek mümkündür. Çerçeveler arasındaki fark bilgisini iletmek, orijinal çerçevenin kendisini iletmekten daha verimlidir. Bu sürece, “hareket kompanzasyonu” ve daha hassas olarak ta “hareket kompanzasyonlu öngörme” denir. Çerçeveler arasındaki fark intra kodlama yöntemi ile kodlanır. Öngörü iyi olduğu zaman orijinal çerçeve yerine farkı kodlamak daha verimlidir.

Daha önceden kodlanmış çerçeveleri referans almadan kodlanan çerçevelere intra çerçeveler veya I-frames denir. Daha önce kodlanmış bir referans çerçeveye bağlı olarak kodlanan çerçeveye P çerçevesi veya P-frames denir. Bununla beraber P çerçeveleri hem intra hem de inter kodlanmışlardır. Çünkü hareketli nesnelerin örtmesi nedeniyle öngörü işlemi tüm bloklar için elde edilemez. Hareket kompanzasyonu sonucu, hareket vektörleri ve farka doku kodlaması uygulanır.

Kuantalama

Dönüşüm kodlaması sonrası AC ve DC bileşenler kullanılan bit sayısına göre kuantalanır. Ardından AC bileşenler zig-zag tarama ile sıralanıp VLC (variable length coding) ile kodlanır. zig-zag taraması aşağıda görülmektedir.



Şekil 2.5 DCT katsayılarının zig-zag sıralaması.

2.3.2.2 H.263

H.263 klasik telefon hatları üzerinden düşük bit hızlarında iletişim yapmak için geliştirilmiş video kodlama standardıdır. Diğer standartlarda olduğu gibi terminal ve şebeke tarafından kontrol edilerek, video bit hızı değiştirilebilir. H.263 de, H.261 standardı tarafından desteklenen CIF ve QCIF formatlarına ek olarak, sub-QCIF, 4CIF, 16CIF de, (Y, C_r, C_b) renk uzayı ile (4:2:0) formatında örneklenerek desteklenir. Aşağıdaki tabloda gelişen modda 29.97 çerçeve/sn (tam olarak 1,001 sn'de 30,000 çerçeve) çözünürlükler ve sıkıştırılmamış bit hızları görülmektedir [18, 19].

Tablo 2.3 Resim Formatları.

	Sub-QCIF	QCIF	CIF	4CIF	16CIF
Satırdaki piksel sayısı	128	176	352	704	1408
Satır sayısı	96	144	288	576	1152
Sıkıştırılmamış bit hızı	4.4 Mbit/sn	9.1 Mbit/sn	37 Mbit/sn	146 Mbit/sn	584 Mbit/sn

H.263'ün Hiyerarşik Yapısı

Resim katmanı: Her çerçeve sub-QCIF'ler için 4 GOB, sırasıyla CIF, 4CIF ve 16CIF için 6 GOB, 9 GOB, 18 GOB içerir. Her resim için veri Resim Başlangıç kodu (PSC, Picture Start Code) ve GOB tarafından takip edilen diğer resim başlık bilgisi ile başlar, bir dizi sonu (EOS, End of Sequence) kodu ve hizalama için birleştirici bitlerle sonuçlanır. Başlangıçtaki tip bilgisi, resim tipini tanımlar (INTRA frame= I-picture ve INTER frame=P picture). Opsiyonel modlar ise: Sınırsız Hareket Vektör modu, Sözdizimi-temelli Aritmetik Kodlama modu, İleri Öngörme modu ve PB frames modu olarak belirtilir.

Blok grubu katmanı: Her GOB sub-QCIF için bir makroblok, 4CIF için iki makroblok ve 16CIF için dört makroblok'a sahiptir. GOB için kullanılan veri, GOB başlangıç kodu (GBSC) ile her birleştirici bitler ve diğer başlık bilgisi ile başlar, ve makroblok verisi ile biter.

Blok grubu katmanı: Her makroblok dönüşte dört 8 x 8 luminans bloğu ve uzaysal olarak, iki 8 x 8 fark renk bloklarına varsayılan modda sahiptir. Makroblok verisi

makroblok tipi, hareket vektörü verisi ve blok verisi tanımlayan makroblok başlığını içerir.

H.263 kısıtlamasız hareket vektör modunu da destekler. Varsayılan kısıtlı modda referans alınan blok, tamamen resmin içinde olmak zorundadır. Kısıtlamasız hareket vektörü modunda ise keyfi sayıda piksel resmin dışında olabilir. Bu piksellerin kullanılacağı her durumda, onların yerine en yakın kenar pikseli kullanılır.

İleri öngörü modu da H.263'de yeni bir gelişmedir. Bu modda bir hareket vektörü 16 x 16 makrobloğu yerine, öngörü için 8 x 8'lik bloklar ve dört hareket vektörü kullanılır. Bu yöntem bir hareket vektöründen daha fazla bit kullanmasına rağmen, öngörü kalitesi önemli derecede artmasını sağlar.

Diğer bir gelişme, hareket vektörlerinin tamsayı piksel yerleşimleri yerine yarım piksel yerleşimlerini göstermesidir.

H.263 intra ve inter kodlanmış çerçevelere ek olarak, PB-çerçevelerini de sunar. Bu isim MPEG, P ve B çerçevelerinden türetilmiştir. Bir PB çerçevesi karışık bir normal P-çerçevesi ve bir iki yönlü öngörü çerçevesinden oluşur. Bir PB çerçevesinin kodu çözülürken, önce B çerçevesi ardından da P çerçevesi gösterilir.

H.263+, H.263'ün getirilen yeni özellikler ve tekniklerle ve geliştirilmiş şeklidir. Bu yenilikler tablo 2.4'de görülebilir [18].

Tablo 2.4 H.263+'da kullanılan geliştirilmiş kodlama yöntemleri.

Verimlilik ve geliştirilmiş resim kalitesi için kodlama modları	İleri Intra kodlama modu
	Değişimli Inter VLC modu
	Modifiye kuantalama modu
	Deblok filtre modu
	Geliştirilmiş PB çerçeve modu
Hata dayanıklılığı için gelişmeler	Dilim-yapısal modu
	Referans resim seçme modu
	Bağımsız segment kod çözme modu
Diğer geliştirme modları	Referans resim yeniden örnekleme
	Azaltılmış çözünürlük güncelleme modu

2.3.3 MPEG Standartları

1988 yılında ISO (International Standards Organization), MPEG (Moving Pictures Experts Group) çalışma grubunu, hareketli resimler ve ilgili sesin sayısal ortamda saklanması için standartlar geliştirme görevi ile kurmuştur. MPEG çalışmasının ilk evresi ile 11172 adlı ISO standardını, 1.5 Mbit/sn'ye kadar hareketli resimler ve sesin, sayısal ortamda depolanması adıyla geliştirmiştir. Bu standarda MPEG-1'de denir. MPEG-1'de hareket kompanzasyonlu çerçeveler arası öngörme ve DCT temelli hibrit kodlama yöntemi kullanılmıştır. Öngörme yöntemi sadece geçmişten değil gelecekte de öngörü yapar.

1990 yılında MPEG çalışmasının ikinci evresine başlanmış, daha büyük giriş formatı esnekliğine, daha büyük veri hızlarına ve hata esnekliğine izin veren MPEG-1 eklentilerini geliştirme süreci başlamıştır. Bu çalışma hareketli resimlerin ve ilgili sesin kodlanması isimli, ISO 13818 (veya ITU H.262) ile sonuçlanmıştır. Bu standarda MPEG-2 denir. Yakın zamanda interaktif uygulamalar önem kazanmış ve yayın hizmetlerinde, Internet uygulamalarında örnekleri görülmeye başlanmıştır. Bu eğilime uygun olarak 1993 yılında MPEG grubu MPEG-4 adı verilen yeni bir standardizasyon çalışması başlatmıştır. MPEG-4 çalışmasında başlangıçtaki amaç düşük bit hızlarında bir kodlama standardı geliştirilmesi iken, daha sonra çalışma daha genel bir çerçeveye oturtulmuştur. MPEG-1 ve MPEG-2'den farklı olarak, burada üzerinde durulan kodlama verimliliği değildir; MPEG-4'ün amacı, çoğul ortam uygulamalarında sesli görüntü kodlanması, interaktifliğe izin verme, yüksek oranda sıkıştırma, video ve ses içeriğinin ölçeklenebilirliği ve doğal ve sentetik video içeriğini destekleme olarak belirtilebilir. MPEG-1 ve MPEG-2'nin çerçeve temelli yöntemlerine zıt olarak, MPEG-4 manzara temsili için nesne temelli yöntem önerir [20].

MPEG, günümüzün bilgi çağırma sistemleri için, çoğul ortam verisine her an her yerden erişimi destekleyen, *Çoğul Ortam İçerik Tanımlama Arabirimi* denilen, MPEG-7'yi de geliştirmektedir. MPEG-7 değişik tiplerdeki çoğul ortam verisini standartlaştırılmış tanımlamasını belirtir. Bu tanımlama, bir kullanıcının ilgilendiği içeriği hızlı ve verimli bir şekilde araştırabilmesi için içeriğin kendisi ile ilişkilendirilir.

2.3.3.1 MPEG-1

MPEG, “Motion Pictures Expert Group” sözcüklerinin kısaltması olarak kullanılır. MPEG standardı hem görüntü hem de ses sıkıştırmasını içerir. Şimdi görüntü kısmı ile ilgili özellikleri inceleyelim [20].

MPEG-1, MPEG grubunun geliştirdiği ilk standarttır. Bu standart video akımının nasıl depolanacağını tanımlar, fakat kodlamanın nasıl yapılacağını belirtmez. MPEG-1 standardı, CD-ROM uygulamaları için yeterli olan ~1.5 Mbit/sn hızında video akımları için tasarlanmıştır. MPEG-1, NTSC için 352 x 240 çözünürlüğünde 30 çerçeve/sn hızında, PAL ve SECAM için ise 352 x 288 çözünürlüğünde 25 çerçeve/sn hızında destek sağlayan SIF (Standard Interchange Format)’i destekler.

Bir MPEG-1 video akımı üç farklı çerçeve türünü destekler:

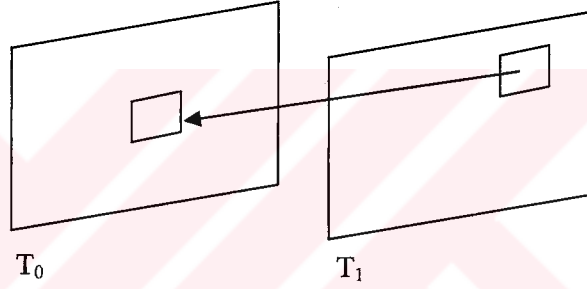
- I-çerçeveleri: I veya intra-picture çerçeveler video akımındaki çerçevelerden bağımsız olarak sıkıştırılır.
- P-çerçeveleri: P veya öngörülen çerçeveler güncel çerçeve ile önceki P veya I çerçevelerin farklarını depolayan çerçevelerdir.
- B-çerçeveleri: B veya Bi-directional öngörme çerçeveleri önceki I ve P çerçeveleri ile sonraki I ve P çerçevelerini kullanarak güncel çerçeveleri öngörür.

I, B ve P çerçeveleri farklı bir şekilde sıkıştırılır. I çerçevelerinde, sıkıştırma çerçevedeki uzaysal artıklığı azaltarak gerçekleştirilir. P ve B çerçeveleri sıkıştırma oranını geliştirmek için zamansal artıklık azaltmasını da kullanır. B çerçeveleri sonraki I ve P çerçevelerini de referans olarak kullandığı için en yüksek sıkıştırma oranına sahiptir.

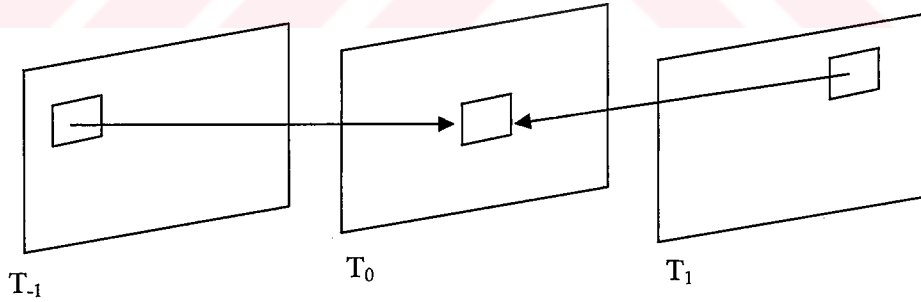
Sadece I çerçevelerinden oluşan video akımı, birtakım kuantalama ve Huffman kodlama detayları hariç, hareketli JPEG akımı ile aynı sıkıştırma oranını elde eder. Bununla beraber, I çerçeveleri rasgele erişim, yani tüm video akımına kod çözme yapmadan, bağımsız çerçeveleri çözme için önemlidir.

Bir çerçeve makroblok denilen 16 x 16’lık piksel bloklarına bölünür. Bir makroblok dört farklı şekilde kodlanır:

- Intra blok kodlaması: Öngörme kullanılmaz.
- İleri öngörülü kodlama: Bir 16 x 16'lık blok ile sonraki I ve P çerçevelerde güncel bloğa en çok benzeyen alan aranır. Bu bloklar arasındaki fark ta daha fazla sıkıştırma için kullanılır. (bk. Şekil 2.6)
- Geriye öngörülü kodlama: Bu kodlama, benzeyen blokların önceki değil de sonraki bloklarda aranması dışında, ileri öngörme ile benzer.
- Ortalama kodlama: Geri ve ileri öngörme kodlaması güncel makrobloğa en iyi uyan blokların bulunması için kullanılır. Bulunan benzeşen iki makroblok ortalaması ile güncel makroblok farkı daha da fazla sıkıştırma için kodlanır. (bk. Şekil 2.7)



Şekil 2.6 İleri öngörme.



Şekil 2.7 Ortalama öngörme.

I çerçeveleri sadece intra blok kodlamasını kullanır, P çerçeveleri intra blok kodlaması veya geriye öngörmeli kodlama kullanır. B çerçeveleri herhangi bir kodlama modu kullanabilir.

Hareket öngörüsünün ardından, uzaysal artıklığı azaltmak için bir makroblok sıkıştırılmalıdır. Bunun için JPEG'de de kullanılabenzer 8 x 8 DCT kullanılır. DCT'nin ardından, katsayılar zig-zag sırasında saklanır. Bu katsayılar orijinal

kodlama yöntemine bağılı olarak kuantalanır; intra-blok kodlaması için, düşük uzaysal frekans katsayılı bileşenler de, yüksek uzaysal katsayılı bileşenlerden daha düşük kuantalama oranlarında kuantalanır. Diğer kodlama yöntemlerinde katsayılar, farkların DCT dönüşümleridir. Bundan dolayı, başka bir kuantalama matrisi intra-blok kodlanmış katsayılar için kullanılır.

Tablo 2.5 MPEG-1 parametre kısıtlamaları.

Yatay resim boyutu	≤ 768 piksel
Düşey resim boyutu	≤ 576 satır
Resim alanı	≤ 396 makroblok
Piksel hızı	$\leq 396 \times 25$ makroblok/sn
Resim hızı	≤ 30 Hz
Hareket vektörü aralığı	$\leq (+)-64$ piksel
Giriş tampon boyutu	$\leq 1,856,000$ bit/sn

Tablo 2.5’de MPEG grubunun geliştirdiği ilk standart olan MPEG-1’in temel özellikleri görülmektedir.

MPEG farklı bloklar için farklı kuantalama adım değerlerine de izin verir. Kuantalama adımları kodlama modlarında (intra veya öngörmeli kodlama) değişebilir. Farklı kuantalama adım değerleri ile, kodlayıcı belirli blokları daha hassas olarak kodlayabilir.

Genel olarak, bir MPEG video akımı birçok B çerçevesi, biraz P çerçevesi ve çok az I çerçevesini içerir. I çerçeveleri video akımına rasgele erişimi garantiler. P çerçeveleri de, B çerçeveleri B çerçevelerine değil, sadece I veya P çerçevelerine erişime imkan verdiği için önemlidir.

2.3.3.2 MPEG-2

MPEG-2 tam hareketli bir video kodlama standardı olarak, bir dizi talebi karşılamak üzere geliştirilmiştir. Örnek olarak, Sayısal medya saklama ve HDTV gibi uygulamaları içermek için, 2-15 Mbit/sn aralığında sayısal video iletimini destekler. Bu standart, yüksek performanslı çok karmaşık ve düşük performanslı çok karmaşık olmayan kodek sistemleri için uygundur. Yani, MPEG-2 kodlama standardı, geniş bir aralıktaki bit hızlarını, çözünürlükleri, kalite seviyelerini ve sunulacak hizmet taleplerini karşılamak için tasarlanmıştır [21].

MPEG-1 veya H.261'den farklı olarak MPEG-2 çerçeveleri oluşturmak için tek ve çift olarak taranan alanları, interlaced video giriş görüntülerini destekler.

MPEG-2 Profilleri

MPEG-2 standardının, talep edilen bir dizi uygulamanın uygun olmayan hazırlama zorluklarıyla karşılaşmaması için bir alt küme olarak nitelenebilecek çeşitli seviye ve profiller tanımlanmış, aralarında hiyerarşik bir ilişki ile beş profil belirlenmiştir. Her profil için de pratik olarak kullanışlı ve kurulması mantıklı parametre değerleri ile belli sayıda seviye tanımlanmıştır. Bundan dolayı, desteklenen yüksek bir profilin sözdizimi alt profillerin sentetik elemanlarını destekler. Başka bir deyişle, verilen bir seviye için ana profil kod çözücüsü, basit profil kısıtlamalarına uyarak bir bit akımını çözebilmeli; verilen bir profil için, aynı sözdizimi kümesi seviyeye bağlı olmadan desteklenmelidir.

- **Basit Profil:** B çerçevelerine ve ölçeklenebilir kodlamaya izin vermez. Maksimum kodlama bit hızı 15 Mbit/sn'dir. Bu profil videotext kaydı için amaçlanmıştır.
- **Ana Profil:** Ölçeklenebilirliğe izin verilmez. Amaçlanan uygulama stüdyo TV uygulamalarıdır.
- **SNR Ölçeklenebilir Profil:** Esas profil ile aynıdır, fakat SNR ölçeklenebilirliği eklenmiştir, DCT katsayıları için farklı kuantalama adımları kullanarak, iki katmanlı kodlamaya izin verir.
- **Uzaysal Ölçeklenebilir Profil:** Kod çözücüye, piramit kodlama yaklaşımını kullanarak farklı çözünürlükleri seçme izni verir.
- **Yüksek Profil:** Basitçe 4:2:0 veya 4:2:2 makroblokları ile stüdyo film üretimi için bir ölçeklenebilir kodlamadır.

Bu profillerle birlikte kullanılan dört olası seviye vardır: Düşük seviye, Ana seviye, Yüksek 1440 seviyesi, ve Yüksek seviye. Tablo 2.6'da profil ve seviyeler görülmektedir.

Tablo 2.6 MPEG-2 farklı seviye ve profil kombinasyonlarında maksimum örnekleme frekansları. x , y , t ; x piksel/satır, y satır/çerçeve ve t çerçeve/sn'dir.

Seviye	Uzaysal çözünürlük katmanı	Profil				
		Basit	Ana	SNR	Uzaysal	Yüksek
Yüksek	Geliştirme		1920 x 1152 x 60			1920 x 1152 x 60
	Düşük					960 x 576 x 30
Yüksek-1440	Geliştirme		1440 x 1152 x 60		1440 x 1152 x 60	1440 x 1152 x 60
	Düşük				720 x 576 x 30	720 x 576 x 30
Ana	Geliştirme	720 x 576 x 30	720 x 576 x 30	720 x 576 x 30		720 x 576 x 30
	Düşük					352 x 288 x 30
Düşük	Geliştirme		352 x 288 x 30	352 x 288 x 30		
	Düşük					

Ölçeklenebilir video kodlama, video'nun farklı çözünürlükler ve farklı kalite seviyelerinde kodlanıp gösterilmesi gereken uygulamalarda kullanışlıdır. MPEG-2'de farklı ölçekler olduğu durumda, temel ve alt katmandan gelen bilginin geliştirilmesi için geliştirme katmanı kullanılır.

2.3.3.4 MPEG-4

MPEG-4 1993'te düşük bit hızlarındaki kodlama için düşünülmüş; bu hız, ses ve video kodlaması için 64 kbit/sn'nin altını hedeflemiştir. Video kodlama için başlangıçtaki hedef, geliştirilmiş H.261 kodlama standardının sıkıştırma on katı kadar daha iyi sonuçlar alacak algoritmalar geliştirmektir. Daha sonraları MPEG-4 grubu, düşük bit hızlı kodlamadan farklı konulara yönelmiştir. 1995'den bu yana yapılan etkinlikler çeşitli uygulamalarda değişik sonuçlar vermiştir. Bunlar, araçlar, algoritmalar, profiller ve keyfi biçimli sesli-görüntülü doğal ve sentetik nesneler için bit hızlarıdır. Tablo 2.7'de MPEG-4'ün tanımlanmış altı parçasının bir listesi vardır [20].

Tablo 2.7 MPEG-4 standardının altı parçası.

ISO Numarası	MPEG-2 Parça İsmi
14496-1	Sistem yapısı
14496-2	Görüntü
14496-3	Ses
14496-4	Uyumluluk Testi
14496-5	Teknik Rapor
14496-6	Multimedya Bütünleşme Çerçeve Çalışması

MPEG-4 ile beraber, daha önceki multimedya standartlarında bulunmayan birçok yeni fonksiyon sunulmuştur. Bunları belirtirsek;

- **Evrensel erişilebilirlik:** Bu özellik, sesli görüntülü veriye çok sayıda farklı saklama ortamı ve iletim ortamı ile erişebilmek demektir; hataya meyilli ortamlardaki dayanıklılığı ve içerik temelli ölçeklenebilirliği kapsar. Bu özellik, bu işlevleri gerçekten destekleyebilmek için kullanıcının telli veya telsiz iletim ortamları üzerinden video bilgisine erişebilmesini gerektirir. Dolayısı ile, kullanılacak kanalların aynı hata karakteristiklerine ve bantgenişliklerine sahip olmamalarına rağmen erişilebilirlik devam edecektir.
- **Nesne temelli interaktiflik:** Bu işlev, kullanıcıya sesli görüntülü manzara içinde anlamlı bir yolla nesnelerle etkileşim kurma olanağı sağlar. Bu, *İçerik Temelli Manipülasyon ve Bit Akımı Düzenlemesi, İçerik Temelli Multimedya Erişim Araçları, Hibrit Doğal ve Sentetik Veri Kodlaması, Geliştirilmiş Zamansal Erişimini* içerir. Bu işlevleri desteklemek için, video kodlaması o şekilde yapılır ki, video görünümü içerisindeki bir nesne diğerlerinden ayrılabilir. Nesne temelli ölçeklenebilirlik, adaptif biçim kodlamalı DCT ile birleşim halinde, biçim kodlaması ve *sprite* kodlaması araçlarını kullanarak MPEG-4 nesne temelli interaktivite'yi destekleyebilir.

Tablo 2.8'da MPEG-4'ün desteklediği işlemlerin listesi özet olarak görülebilir. Bu işlevlerin gerçekleştirilmesi standardın desteklenmesini yaygınlaştıracaktır.

Tablo 2.8 MPEG-4'ün desteklediği işlevlerin özeti.

İşlevler	Ayrıntılı Tanımlama
İnteraktif	Kullanıcı sesli/görüntülü içeriğin sunumunu etkileyebilmelidir.
İçerik-temelli	Bir nesne temelli veri sunumu multimedya verisine içerik temelli erişim izin vermelidir.
Evrensel Erişilebilirlik	MPEG-4 verisine erişim ve iletişim herhangi bir haberleşme şebekesini kullanarak mümkün olmalıdır.
Esneklik	MPEG-4 veri akımı farklı hesaplama güçlerine sahip alıcılar tarafından işlenebilecek şekilde ölçeklenebilir.
Genişletilebilme	Verici alıcıyı yeni uygulamalar ve algoritmaları indirebilmek için konfigüre edebilmelidir.

MPEG-4 Görüntü Profilleri

MPEG-4 görüntü, doğal ve sentetik video manzaralarını kullanan zengin ve komplike bir standarttır. Standart, profiller ve seviyelere bölünebilir. Uygulamaların çoğunda video sıkıştırma ve doğal video profilleri için baskın video kodlama araçları kullanılır. MPEG-4 görüntü profilleri şunlardır:

- **Basit Görüntü Profili:** Özellikle telsiz video iletişimi ve iletimi uygulamalarında uygulanabilir, dikdörtgen video nesnelerinin hataya esnek kodlamalarını verimli bir şekilde sağlar.
- **Basit Ölçeklenebilir Görüntü Profili:** Basit görüntü profili için uzaysal ve zamansal nesnelerin kodlanması desteğini verir ve çoğunlukla, video'nun değişken net çıkış verimi sağlayan telsiz video kanalları gibi video kanallarında iletimi için uygundur.
- **Çekirdek Görüntü Profili:** Keyfi biçimli ve zamansal olarak ölçeklenebilir nesnelerin basit görüntü profiline kodlanması için destek sağlar.
- **Ana Görüntü Profili:** Interlaced, yarı-transparan ve sprite nesneler için Çekirdek Görüntü Profiline destek sağlar; genişbant eğlence videosu için uygundur.
- **N-bit görüntü Profili:** Piksel derinlikleri 4 bit- 12 bit arası değişen video nesnelerinin kodlanması için Çekirdek Görüntü Profiline destek sağlar [22].

3. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ GELİŞİMİ

Öncelikle 3. nesil sistem gelişmeleri ile ilgili kısa bir özet yaparak incelersek. 3. nesil yeni haberleşme sistemleri çalışmalarında Avrupa ve Japonya'da WCDMA'in, cdma2000 ve EDGE'in ABD'de ana yaklaşım olarak seçilmelerinin ardından iki adet direkt sequence WCDMA önerisi vardır: asenkron WCDMA ve senkron cdma2000. 1999'da bu iki yaklaşım, direkt sequence WCDMA ve çoklu-taşıyıcı temelli cdma2000 ve zaman bölme dupleks (TDD) olarak harmonize edilmiştir. Bu standartlar, EDGE ve diğerleri, sonuçlandırılmış ve 3GPP Release 99 standartları olarak yayınlanmıştır [7].

Günümüzde standart oluşturma ortamları çarpıcı biçimde değişmiştir. 1998 sonunda, GSM ana şebekesi ve WCDMA hava arabirimine odaklanan 3. nesil işbirliği projesi (3GPP) oluşturulmuştur. 3GPP yapısının oluşturulmasını takip ederek, cdma2000 temelli şebekeleri geliştirmek için, başka bir işbirliği projesi, 3GPP2 önerilmiştir. 2000 yılında ise EDGE standardizasyonu ETSI'den 3GPP'ye transfer edilmiştir.

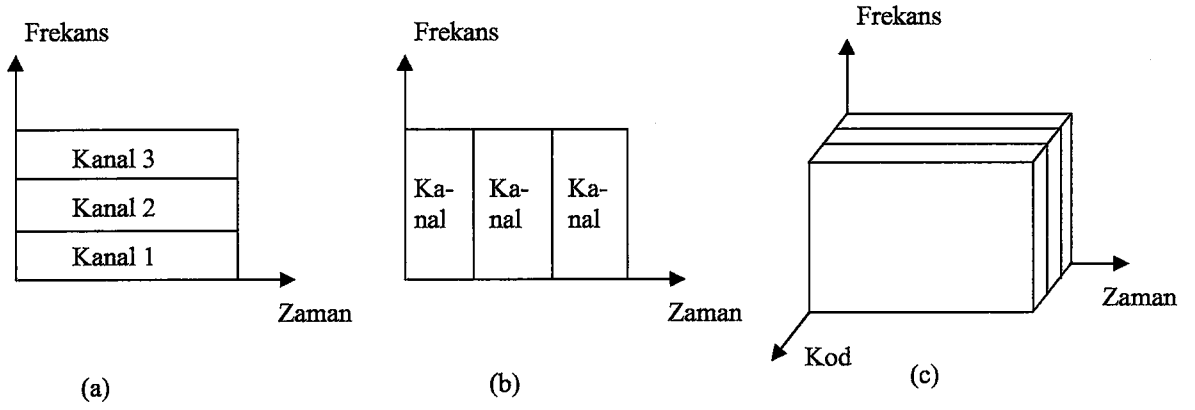
3. nesil şebeke teknolojileri gelişirken, 2. nesil şebekeler de gelişmiş ve Internet büyümüştür. Mobil telefon abonesi sayısı 1.1 milyarı aşmıştır.

Internet'in yaygınlaşması ve mobil Internet'teki gelişmeler, 3. nesil şebekelerin IP temelli şebekelere odaklanması sonucunu doğurmuştur. Amaç, tek bir birleştirilmiş IP temelli şebeke kurup, farklı radyo erişim şebekelerinin birbirine bağlanmasını sağlamak olmuştur [23].

IMT2000/UMTS (International Mobile Telecommunication System / Universal Mobile Telecommunication System) için WCDMA hava arabirimi çoklu erişim tekniği olarak seçilmiştir [24].

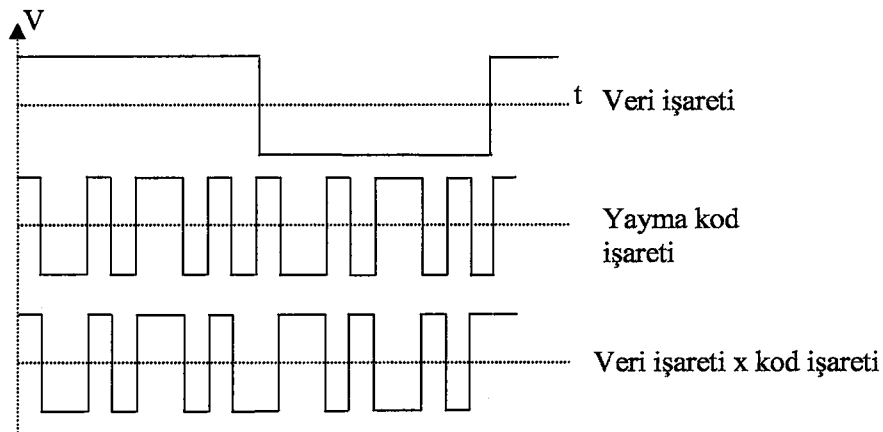
3.1 Çoklu Erişim

Herhangi bir hava arabirimi tasarlarken, ortak iletim ortamının kullanıcılar arasında nasıl paylaştırılacağı kararlaştırılır; yani çoklu erişim yöntemine karar verilir. Şekil 3.1'de basit çoklu erişim yöntemleri (FDMA, TDMA, CDMA) görülmektedir.



Şekil 3.1 Çoklu Erişim yöntemleri, FDMA(a), TDMA(b), CDMA(c)

Frekans bölmeli çoklu erişimde (FDMA), toplam sistem bantgenişliği frekans kanallarına bölünür ve kullanıcılara tahsis edilir. Zaman bölmeli çoklu erişim TDMA’de her frekans kanalı zaman dilimlerine bölünür ve her kullanıcıya bir zaman dilimi atanır. CDMA’de ise çoklu erişim her kullanıcıya sözde-rasgele (özellik özelliği nedeniyle sözde-gürültü kod da denir) iyi özellik ve çapraz-ilinti özelliklerine sahip kodlar atanır. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi veri işareti önce sözde rasgele ortogonal yayma kod dizisi ile çarpılır. Elde edilen çarpılmış işaretin bant genişliği, özel sözde rasgele kodun bandına yayılmış olur. Burada p_n kodunun B_t bantgenişliğinin B_i orijinal işaretin bantgenişliğine oranına $G_p = B_t/B_i$ işlem kazancı denir. CDMA, bilgi işaretinin işlem kazancı kadar daha düşük bir güç ile kanaldan iletilmesine izin verir [25].



Şekil 3.2 Yayılmış spektrumlu işaret elde edilmesi.

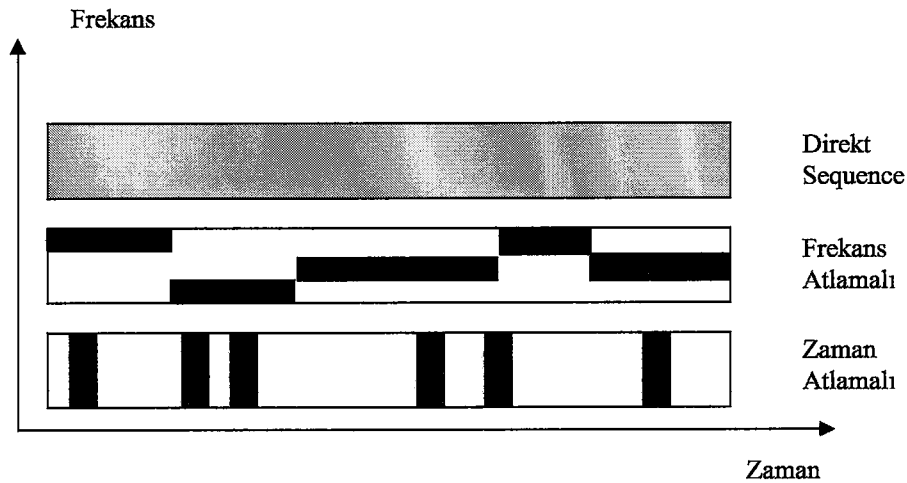
CDMA kullanıcı işaretini geniş banda yaymak için kullanılır. Ardından bir alıcı bu genişbantlı işareti aynı sözde rasgele kodu kullanarak orijinal işaret bant genişliğine indirir. Burada chip hızı, bilgi işaretinin frekansından bağımsız sözde rasgele pn kodunun frekansını belirtir. Başka kullanıcıların geniş bantlı işaretleri geniş bantlı olarak kalır ve mümkün olabilecek darbantlı girişimler bu süreçle bastırılmış olur. TDMA ve CDMA genellikle frekans bandını daha küçük frekans kanallarına bölmek için FDMA'ı kullanır ve ardından bu kanallar, zamanda ve kod bölme biçiminde bölünür.

FDMA, TDMA ve CDMA'e ek olarak ortogonal frekans bölmeli çoğullama (OFDM) de uygulanmıştır. Bu çoğullama, çoklu-taşıyıcılı (multi-carrier) modülasyonun özel bir biçimidir ve ayrıca uzay bölmeli çoklu erişim (SDMA) de telsiz haberleşmede çoklu erişim yöntemi olarak kullanılır. OFDM'de, örtüşen spektralli, yoğun olarak yerleşmiş alt taşıyıcılar, hızlı Fourier dönüşümü (FFT) ile üretilir. İşaret dalga biçimleri o şekilde belirlenir ki, spektral örtüşmesine rağmen alt taşıyıcılar ortogonalliklerini muhafaza eder. SDMA, kullanıcıları uzaysal olarak ayırır.

Yeni nesil mobil haberleşme sistemleri için radyo erişim tekniği olarak CDMA seçilmiştir.

3.1.1 CDMA'in Sınıflandırılması

CDMA teknikleri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. En çok karşılaşılan, geniş bantlı işareti elde etmek için kullanılan modülasyon yöntemine göre bölmektir.



Şekil 3.3 Direkt sequence, frekans atlamalı, ve zaman atlamalı CDMA.

Böylece, direkt sequence (DS), frekans atlamalı (FH), ve zaman atlamalı (TH) olmak üzere üç CDMA sınıfı belirlenir (şekil 3.3).

Direkt sequence DS-CDMA’de spektrum, bilgi işaretinin sözde-gürültü dizisi ile çarpılması ile yayılır ve geniş bantlı bir işaret doğurur. Frekans atlamalı genişbant’ta sözde gürültü dizisi anlık iletim frekansını tanımlar. Anlık olarak bantgenişliği küçüktür; ancak sonuçtaki toplam bant genişliği, örnek olarak bir sembol periyodu büyüklüğündedir. Frekans atlama, hızlı (bir sembolde birçok atlama) yada yavaş (birçok sembol bir atlama sırasında iletilir) olabilir. Zaman atlamalı (TH) genişbant’ta bir sözde gürültü dizisi iletim anını tanımlar. Daha da ötesi bu tekniklerin birleşimi de mümkündür.

Genişbantlı CDMA (WCDMA), direkt sequence yayılmış spektrumlu çoklu erişim yöntemi olarak tanımlanmıştır ve bilgi yaklaşık olarak 5 MHz veya daha fazla bant genişliğinde yayılacaktır [26].

3.1.2 CDMA: Geçmiş, Bugün ve Gelecek

CDMA, askeri alanda navigasyon sistemleri için geliştirilmiştir. Bilinçli jamming (karıştırma) teknikleriyle çalışmak üzere geliştirilen yöntemlerin günümüzde hücresel uygulamalarda dağınık kanallarda haberleşme yapmak için de uygun olduğu kanıtlanmıştır.

CDMA ile ilgili olan çalışmalar 1950’lerde başlamıştır. İlk çalışmalar Claudio Shannon ve Robert Pierce tarafından yapılmıştır. 1956’da Pierce ve Shannon RAKE alıcıları patenti için başvurmuştur.

Yayılmış spektrumda hücresel uygulamalar, 1978’de Cooper ve Nettleton tarafından önerilmiştir. 1980’lerde Qualcomm DS-CDMA tekniklerini incelemiş; bu teknik 1993’de IS-95 adıyla darbantlı CDMA standardı olmuş ve hücresel yayılmış spektrumlu haberleşmenin ticarileşmesini sağlamıştır.

1990’larda dünyada 5 Mhz veya fazla band genişlikli genişband CDMA tekniği üzerinde çalışılmıştır. Tablo 3.1’de bu çalışmalar özetlenmiştir. Ortaya çıkan teklifler 1999’da 3 mod olarak ortaya çıkarak harmonize edilmiştir; direkt sequence temelli WCDMA, çoklu-taşıyıcı temelli cdma2000 ve zaman bölmeli çoğullama. Ticari 3. nesil şebekeler 2001’de Japonya’da önce test şebekesi olarak faaliyete geçmiş, halen

330 bin kadar abone ile hizmet vermeye devam etmektedir. (FOMA, Freedom of Mobile Multimedia Access)

Genişbantlı CDMA tekniklerinin gelişimi ile ilgili srec ve araştırma geliştirme çalışmaları akışı tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1 Genişbant CDMA’in gelişimi.

1995	Avrupa : FRAMES FMA2 Japonya : Core-A ABD : cdma2000 Kore : TTA I, TTA II
1999	CDMA tekliflerinin Direct sequence, Multicarrier, Time Division Duplex olarak harmanizasyonu
2001-2002	Genişband CDMA sistemlerin ticari olarak kullanıma geçmeye başlaması.

3.2 Mobil Hücresel Telefon Dönemi

1980’lerde mobil hücresel telefonlar dönemi başlamış, o zamandan bu yana mobil haberleşme sistemleri önemli değişiklikler geçirmiş ve büyük ölçüde yaygınlaşmıştır. 1980’lerde hizmete giren birinci nesil mobil sistemler, ses hizmetleri için analog iletimi kullanır. Birçok analog standart geliştirilmiştir: AMPS (Advanced Mobile Phone System) ABD’de, TACS (Total Access Communication System) İngiltere’de NMT (Nordic Mobile Phone) İşkandinavya’da, NTT(Nippon Telephone and Telgraph) Japonya’da ve diğerleri.

Sayısal iletim sunan ikinci nesil sistemler, 1980’lerin sonlarında hizmet vermeye başlamışlardır. Bu sistemler, yüksek spektrum verimliliği, daha iyi veri hizmetleri ile birinci nesil sistemlerden daha fazla gelişmiştir ve dolaşıma imkan sağlamışlardır. GSM (Global System for Mobile Communications), PDC (Personal Digital Cellular), IS-136 (D-AMPS), ve IS-95 (US CDMA System) ikinci nesil sistemlere ait standartlardır. Sunulan hizmetler ses ve düşük bit hızlı veriyi kapsar.

İkinci nesil sistemler yeni hizmetler ile, üçüncü nesil sistemlere doğru gelişmiş ve devre ve paket bağlaşmalı veri ile 100 ve 200 kbit/sn’ye kadar bit hızlarında daha gelişmiş hizmetler getirmişlerdir. Bu evrimleşmiş sistemlere genel olarak 2.5G denir.

Üçüncü nesil sistemler daha yüksek bit hızları sunacak, daha esnek olacak, bir kullanıcı için aynı anda çoklu hizmet verecek ve eşzamanlı hizmetlerde farklı hizmet kalitesi sınıfları sağlayacaktır.

Tablo 3.2’de ikinci nesil sistemlerin teknik parametreleri görülmektedir. Tüm bu sistemler frekans bölmeli dupleks sistemlerdir, farklı frekans bantlarında iletim ve alma yaparlar. Tablodaki maksimum veri hızı, standardın güncel olarak desteklediği hızdır. Ticari olarak kullanılan sistemlerde aktif veri hızı çok daha küçüktür. 2000 yılında, GSM 43,2 kbit/sn, IS-95 14,4 kbit/sn, (Kore’nin bazı kesimlerinde 64 kbit/sn), IS-136 9,6 kbit/sn ve PDC 9,6 kbit/sn [23].

Tablo 3.2 İkinci nesil sayısal mobil haberleşme sistemleri.

	GSM	IS-136	IS-95	PDC
Çoklu Erişim	TDMA	TDMA	CDMA	TDMA
Modülasyon	GMSK	$\pi/4$ -DQPSK Eşzamanlı $\pi/4$ -DQPSK Eşzamanlı 8-PSK	QPSK/O-QPSK	$\pi/4$ -DQPSK
Taşıyıcı Yerleşimi	200 KHz	30 KHz	1.25 MHz	25 KHz
Taşıyıcı bit hızı	270.833 kbit/s	48.6 kbps ($\pi/4$ -PSK VE $\pi/4$ -DQPSK) 72.9 kbit/s (8-PSK)	1.2288 Mchip/s	42 kbit/s
Çerçeve uzunluğu	4.615 ms	40 ms	20 ms	20 ms
Çerçevedeki dilim sayısı	8/16	6	1	3/6
Frekans Bandı (uplink/downlink) (MHz)	880-915/935-960 1720-1785/ 1805-1880 1930-1990/ 1850-1910	824-849/869-894 1930-1990/ 1850-1910	824-849/869-894 1930-1990/ 1850-1910	810-826/ 940-956 1429-1453/ 1477-1501
Ses Kodlayıcısı	RPE-LTP 13 kbit/s Yarı Hız:6.5 kbit/s EFR 12.2 kbit/s	VSELP 8 kbit/s IS-641-A:7.4 kbit/s ACELP US1:12.2 kbit/sn	QCELP 8 kbit/s CELP 8 kbit/s CELP 13 kbit/s	VCELP 6.7 kbit/s
Maksimum Mümkün Veri Hızı	HSCSD: 115.2kbit/s GPRS: 115.2-182.4 kbit/s (kodlamaya bağlı)	IS-136+:43.2 kbit/s	IS95A: 14. kbit/s IS95B:115.2 kbit/s	28.8 kbit/s
Frekans Atlaması	Evet	Hayır	Mümkün değil	Hayır
Aktarma	Sert	Sert	Yumuşak	Sert

3.2.1 GSM

GSM'e doğru ilk adım, 1978'de Avrupa'da 25 MHz iki frekans kanalının, 900 MHz civarında ortak frekans bandı olarak mobil haberleşme için atanmasıdır. Ardından başlayan gelişmeler ile 1990'larda GSM standartları oluşturulmuş ve ilk ticari operatörler devreye girmişlerdir. 900 MHz standartları 1990'da dondurulmuş, 1991'de GSM 1800 standardı tamamlanmıştır. GSM'in resmi ticari açılışı 1992'dedir. Standardizasyon tamamlanamadığı için faz 1, faz 2 ve faz 2+ şeklinde gelişmeler devam etmiştir. 1996'da ABD'de GSM 1900 standardı yayınlanmıştır.

3.2.1.1 GSM Hava Arabiriminin Geliştirilmesi

GSM hava arabirimi için başlangıçta, birçok farklı erişim yöntemi önerilmiştir. Ana alternatifler; taşıyıcı FDMA'e tek kanal, darbant TDMA, genişbant TDMA, yavaş frekans atlamalı CDMA'dir. 8 prototipin karşılaştırmalı testlerinin ardından 1987'de aşağıdaki özelliklere sahip sistemlerde karar kılınmıştır.

- Taşıyıcı başına 8 kanal.
- 200 Khz taşıyıcı bant genişliği.
- Yavaş frekans atlaması.

10 yıl aradan sonra, benzer değerlendirmeler, UMTS hava arabirimi tanımlama sürecinde de tekrarlanmıştır. Sonuçta 1987'de şans bulamayan DS/CDMA, 1997'de WCDMA adıyla UMTS hava arabirimi olarak seçilmiştir.

3.2.1.2 GSM Faz 2+

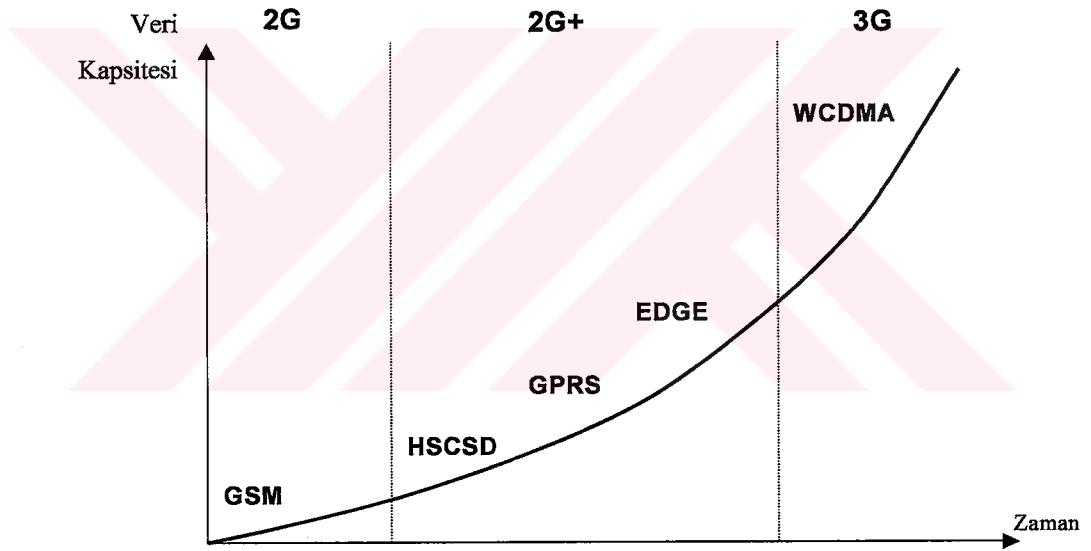
Gelişmiş ikinci nesil sistemlerin sunduğu hizmetler, üçüncü nesil sistemler için referans olacaktır. Üçüncü nesil sistemlerin, ticari olarak uygulanabilir olabilmeleri için ikinci nesil sistemlerin kapasitelerini aşmaları gereklidir. Burada hangi hizmetlerin olduğunu daha iyi anlamak için GSM faz 2+'ın ana özelliklerini inceleyelim. Radyo erişim sistemi bakış açısından en önemli standardize edilmiş GSM faz 2+ araçları şunlardır:

- Geliştirilmiş tam hızlı kodek (EFR)
- Adaptif çok hızlı kodek
- 14,4 kbit/sn veri hizmeti
- Yüksek hızlı paket bağlaşımlı veri (HSCSD)
- Genel Paket Radyo Hizmeti (GPRS)
- Küresel gelişme için geliştirilmiş veri hızı (EDGE)

EFR ses kodek'i ilk olarak ABD pazarı için geliştirilmiş ve ardından ETSI tarafından adapte edilmiştir. EFR de ses, 12,2 kbit/sn 'de kodlanır ve 10,6 kbit/sn hata korumaya ayrılarak sonuçta 22,8 kbit/sn'de kullanılır.

AMR (Adaptif Multirate Codec) GSM ses hizmetini daha da geliştirmiştir ve kanal koşullarının değişiminden yararlanır. Böylece ses kalitesi korunurken radyo kaynakları daha verimli kullanılmış olur.

14,4 kbit/sn veri hizmeti orijinal hızda kanal kodlamasını etkili olarak kullanarak, zaman dilimi başına daha yüksek net çıkış verimi sağlar. HSCSD birden fazla zaman diliminin birlikte kullanılması ile yüksek hızlarda devre bağlaşmalı veri hizmeti sunar. HSCSD standardı 1997'de tamamlanmıştır; ilk altyapı ve terminaller ise 1999'da sunulmuştur. Şekil 3.4'de GSM'in gelişimi genel olarak görülmektedir.



Şekil 3.4 GSM standardı gelişim süreci.

Genel Paket Radyo Hizmeti, mobil kullanıcıya veri şebekelerine bağlantısız bir paket erişimi yapma imkanı sağlar. GPRS'in önemli faydaları, www, e-posta, telnet gibi uygulamalara erişim olabilir. Oturum kurma süresinin kısa olması, karşılıklı işlem cinsinde ve telemetri gibi uygulamaların yapılabilmesini sağlayacaktır (Örneğin otoyol gişeleri sistemleri ve kredi kartı doğrulamaları gibi). GPRS hava arabirimi şu andaki GSM sistemi ile aynı prensiplere dayanır. Ek olarak, radyo link kontrol (RLC) ve medya erişim kontrol (MAC) katmanı fonksiyonları paket erişimi için ihtiyaç duyulan, esnek tekrar iletme izin verir. GPRS, kullanılan kanal kodlamasına

bağlı olarak zaman dilimi başına dört farklı bit hızı (9.06, 13.4, 15.6 ve 21.4 kbit/sn) sunar. Link adaptasyonu, kanal ve girişim koşullarına bağlı olarak, dört olası bit hızı arasından en yüksek verimi sağlayabilecek hızı seçer. GPRS standardı 1998’de sonuçlandırılmış, ve ticari uygulamalar 2000’de başlamıştır.

Daha yüksek bit hızlarına doğru GSM gelişimi, IS-136 temelli üçüncü nesil sistemler için seçilmiş olan, GSM için gelişmiş veri hızı / küresel gelişme (EDGE, Enhanced Data for Global Evolution) kavramı ile daha da ilerlemiştir. Daha yüksek spektrum verimliliğine sahip sistemlere üzerinde de çalışmalar sürmektedir. Birleşik sezme, istenen işareti ve baskın eşkanal girişimini ortak olarak sezer ve böylece verimi artırır.

3.2.1.3 Yüksek Hızlı Devre Bağlaşmalı Veri - HSCSD

Yüksek veri hızlarına imkan sağlamak için GSM’e yapılmış bir ektir. HSCSD’nin getirdiği yenilik, bir mobil telefonun iletim sırasında birden fazla zaman dilimini kullanması, böylece bit hızını artırmasıdır. Ancak hem kapasite, hem de teknik olarak batarya problemleri nedeniyle ve GSM tanımlamaları gereği, kullanılabilecek zaman dilimi sayısı aynı anda 4’den fazla olamaz. Bu durumda yapı genellikle 3 kanal alma ve 1 kanalda gönderme için olmak üzere şekillenmekte ve Internet gibi asimetrik veri bağlantısı karakteristiği olan hizmetler için uygun düşmektedir. Ancak bağlantının simetrik olması gerektiğinde uygulama, alma ve gönderme için ikişer kanal tahsis etmek olacaktır. Genel olarak GSM’in maksimum veri bit hızı 9.6 kbit/sn’dir. Ancak HSCSD ile beraber sunulan bir kodlama ile bu hız 14.6 kbit/sn’ye çıkarılmıştır(bkz. Tablo 3.3). Böylece de yeni kodlayıcının ile aynı anda 4 zaman diliminin kullanılmasıyla hız, 57.8 kbit/sn’ye erişebilecektir. Şebeke açısından yazılım güncellemesi ile HSCSD desteği verilebilir. Ancak kullanıcı yeni bir mobil cihaz almak durumundadır [5, 27].

Tablo 3.3. HSCSD olası kanal kodları.

Kanal Kodlaması	Hız
TCH/F4.8	4,8 kbit/sn
TCH/F9.6	9,6 kbit/sn
TCH/F14.4	14,4 kbit/sn

3.2.2 US – TDMA (IS-54 / IS - 136)

Hücreli Telekom Endüstri Birliği Eylül 1988'de ABD'de yeni nesil hücreli sistemler için talepleri yayınlamıştır. Adapte edilen ilk standart zaman bölümlü çoklu erişim, US-TDMA'dır. Ocak 1989'da TIA/CTIA (Telecommunication Industry Association/Cellular Telecom Industry Association) FDMA üzerinden TDMA teknolojisini seçmiştir. 1995'de US-TDMA'nın üst bant bir versiyonu US-PCS frekans bandı için adapte edilmiştir. Analog kontrol kanalı olan US-TDMA standardına IS-54 ve sayısal kontrol kanalı olan US-TDMA standardına da IS-136 denir. TIA teknik komitesi, TR 45.3 IS-136 standardizasyonundan sorumludur. Bugün IS-136 kuzey ve güney Amerika ve Asya'nın bazı kesimlerinde kullanılmaktadır.

IS-136 hem analog (AMPS) hem de sayısal (US-TDMA) modları tanımladığı için bir dual mod standardıdır. Geriye doğru AMPS'e uyumluluk nedeniyle, US-TDMA taşıyıcı yerleşimi 30 kHz'dir.

IS-136 standardını desteklemek için 1996'da, Evrensel Telsiz Haberleşme Konsorsiyumu (Universal Wireless Communications Consortium, UWCC) kurulmuştur. 1997'de UWCC içinde, 30 kHz kanal içinde daha yüksek bit hızlarını gerçekleştirmek amacıyla, Küresel TDMA Forum IS-136+ programını başlatmıştır. TIA TR 45.3 standardizasyon grubu 1998'de IS-136+'ı adapte etmiştir. IS-136+ iki modülasyon yöntemine sahiptir: eşzamanlı $\pi/4$ -QPSK ve 8-PSK. Kontrol kanalı $\pi/4$ -DQPSK modülasyonu kullanır. Kullanıcı bilgisi bit hızı $\pi/4$ -QPSK modülasyonu için 9.6 kbit/sn (tek hız) ve 28.8 kbit/sn (üçlü hız), ve eşzamanlı 8-PSK modülasyonu için, 14.4 kbit/sn (tek hız), 28.8 kbit/sn (çift hız), ve 42.3 kbit/sn (üçlü hız)'dır.

3.2.3 IS-95

1980'lerde Qualcomm, direkt sequence CDMA hava arabirimi kavramının geçerliliği için araştırma geliştirme çalışmaları başlatmıştır. Qualcomm Kasım 1988'de San Diego'da, iki hücre sitesi ve bir mobil istasyon kullanarak kendi CDMA "Ortak Hava Arabirimi" tanımlamasını yayınlamıştır. Ekim 1991'de CTIA'deki "Yeni Hücreli Saha Testleri" sunumunda CDMA saha testleri sonuçları verilmiştir. CTIA Ocak 1992'de, TIA'nın CDMA standardizasyonunu hazırlamaya başlamasını talep etmiştir. Ardından Mart 1992'de, TR 45.5 IS-95 standardını geliştirmek üzere yeni

bir altkomite kurulmuştur. IS-95 1993'de tamamlanmış ve 1995'de revize edilmiştir. (IS-95A) Bir üst bant versiyonu, 1.9 GHz PCS frekans bandı için 1995'de standardize edilmiştir.

IS-95 standardı da AMPS analog modu ile birlikte çalışabilen dual mod bir standarttır. IS-95'in tasarımında AMPS'e doğru uyumluluk göz önüne alınmıştır. Örneğin sayısalan analog sisteme aktarma mümkündür.

IS-95'in daha yüksek bit hızlı hizmetleri için geliştirilmesine 1996'da başlanmıştır. Bu IS-95B standardının 1998'de tamamlanmasına öncülük etmiştir. IS-95 her trafik kanalı için bir yayma kodu kullanırken, IS-95B daha yüksek bit hızlarında iletim için sekiz kodu bitirir. Böylece 115.2 kbit/sn hızında maksimum veri hızı sağlar.

IS-95 CDMA sistemleri için 1994'de CDMA geliştirme grubu (CDG) kurulmuştur. Bugün geniş IS-95 pazarlarını ABD, Japonya ve Kore oluşturmaktadır.

3.2.4 Personal Digital Cellular

1990'da Japon Radyo Sistemleri, Posta ve Telekomünikasyon Bakanlığı'nın organizasyonunda bir çalışma komitesinin Araştırma ve Geliştirme Komitesi (RCR) PDC'nin standardizasyonu için alt komiteler kurmuştur. NTT tarafından, 800 MHz bandında 1993'de ve 1.5 GHz bandında 1994'de ticari hizmetler başlatılmıştır ve yakın zamanda da PDC standardı için paket verisi geliştirilmiştir.

PDC sistemine, orjinal olarak JDC (Japanese Digital Cellular) da denir ve yalnızca Japonya'da kurulmuştur. RCR TSD27, JDC için ortak hava arabirimi tanımlamasıdır ve Amerikan IS-54 standardı ile benzerlikleri vardır. PDC 800 MHz ve 1.5 GHz'deki iki frekans bandında çalışır.

1999'da NTT DoCoMo i-mode denilen, PDC için telsiz Internet erişimini sunmuştur. Şu anda tüm yeni terminaller i-mode içermektedir ve bu PDC sisteminin büyümesini büyük oranda hızlandırmıştır.

3.3 Üçüncü Nesil Sistemler

Tanımlanan üçüncü nesil mobil radyo sistemlerinin gelişinde daha yüksek hızda veri hizmetleri için talebin giderek artması ve daha iyi spektrum verimliliği istenmesi ana etkenlerdir. Üçüncü nesil şebekelere IMT-2000 ve Avrupa'da UMTS denir.

1985'den bu yana ITU, daha önce FLMPs (Gelecek için Kamu Kara Mobil Telefon Sistemleri) denilen IMT-2000'i geliştirmektedir. ETSI'de UMTS standardizasyonu SMGS alt teknik komitesinin kurulması ile 1990'da başlamıştır. IMT-2000'in hedefleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir [6]:

- 144 kbit/sn tercihen 384 kbit/sn'de tam kapsama ve mobilite.
- 2 Mbit/sn'de kısıtlı kapsama ve mobilite.
- Varolan sistemlere kıyasla yüksek spektrum verimliliği.
- Yeni hizmetler sunabilmek için yüksek güvenilirlik.

Bit hızı hedefleri, birleşik hizmetler sayısal şebekesi (ISDN)'e göre belirlenmiştir. 144 kbit/sn veri hızı ISDN 2B+D kanalını sağlar, 384 kbit/sn ISDN Ho kanalını sağlar, ve 1.92 Mbit/sn ISDN H12 kanalı olabilir. Bununla beraber temel IMT-2000 hizmetleri ISDN temelli hizmetler değildir. Sonuçta pazar talebi ticari sistemlerde hangi veri hızlarının sunulacağını belirleyecektir.

Üçüncü nesil sistemlerin hedefleri geniştir ve ana etkenlere bağlı olarak sistem çözümleri farklı olabilecektir. İkinci nesil sistemlerin olgunluğu, İskandinavya'daki % 60 yaygınlıktan, hücresel sistemlerin daha ömürlerinin başında olduğu gelişmekte olan ülkelerdeki çok düşük değerlere doğru değişir. Bununla beraber, yeni bir sistem geliştirmek için ihtiyacın değişebileceği açıktır ve farklı bakış açıları ve ihtiyaçlar bir çok farklı IMT-2000 çözümüne yol açabilir. Farklı geriye doğru uyumluluk talepleri de, üçüncü nesil sistemlere uygulanan teknolojiyi etkiler.

3.3.1 IMT-2000 Hava Arabirimi Seçimleri

Genişbantlı CDMA (WCDMA) ve EDGE başlıca üçüncü nesil teknolojileridir. Geçen yıllardaki hızlı gelişme Japonya'dan kaynaklanmıştır. 1997 başlangıcında, Radyo Endüstri ve İş Birliği -ARIB,(Japon radyo standardizasyonundan sorumlu bir standart yapısı) genişbantlı CDMA için ayrıntılı standardizasyona gitme kararı

almıştır. Japonya'dan gelen teknolojinin talepleri Avrupa ve ABD'de standardizasyonu hızlandırmıştır. 1997 yılı sırasında Avrupa ve Japonya WCDMA teklifleri üzerinde ortak parametrelerde anlaşma sağlanmıştır. Hava arabirimine şu an genel olarak WCDMA denir. Ocak 1998'de genişbant CDMA'nın arkasındaki güçlü destek ETSI'de WCDMA'nın FDD frekans bantlarında UMTS yer hava arabirim yöntemi olarak seçilmesine önderlik etmiştir. WCDMA'nın seçilmesi Asya ve ABD'deki GSM operatörleri tarafından da izlenmiştir. TDD bantları için, zaman bölmeli CDMA (TD-CDMA) kavramı seçilmiştir. ABD'deki Mart 1998'de IS-95 standardizasyonundan sorumlu TIA TR45.5 komitesi, IS-95'e geriye doğru uyumlu cdma2000 denilen genişbant CDMA çerçeve çalışmasını adapte etmiştir. 1999 boyunca, genişbant CDMA yöntemler Operatör Harmonizasyon Grubu (OHC)'nda daha da harmonize edilmiştir.

Bu üç mod içinde bir CDMA yöntemine gidilmiştir: direkt sequence, çoklu-taşıyıcı ve zaman bölmeli dupleks (TDD). IS-136 standardizasyonundan sorumlu TR45.3, TDMA temelli bir üçüncü nesil standart adapte etmiştir, UWC-136 (Universal Wireless Communications). Şubat 1998'deki UWCC tavsiyesi temeline bağlı olarak UWC-136 teknolojisinin ana elemanı, halen GSM ve IS-136 evriminde de kullanılan EDGE teknolojisidir.

Üçüncü nesil sistemler için tercih edilen teknoloji, teknik, politik ve iş etkenlerine bağlıdır. Politik faktörler standart organları arasında anlaşmaya varmayı, iş ise farklı ülkeler ve bölgelerin farklı bakış açılarını göz önüne almayı gerektirir. Diğer bir faktör, varolan sistemlere yapılmış yatırımların geriye doğru uyumluluğu motive etmesidir.

3.3.2 Yeni Nesil Mobil Haberleşme Standartlarının Gelişimi

Üçüncü nesile doğru olan gelişme, üç ana faza bölünebilir; basit çalışmalar, sistem kavramları geliştirilmesi ve karşılaştırma / konsolidasyon. Avrupa'daki geliştirmelerin arkasındaki itici güç, Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen RACE (Research at Advanced Communication Technologies at Europe) ve ACTS (Advanced Communication Technologies and Services) araştırma programlarıdır. Bu

projeler, standardizasyon için teknik sonuç üretilmesini ve aynı zamanda endüstrideki değişik grupların birlikte çalışmasını sağlamıştır.

Avrupa'da RACE I programı, 1988'de başlamış Haziran 1992'de sonuçlanmış ve üçüncü nesil araştırma aktivitelerini başlatmıştır. RACE I projeleri: hücrel propogasyon araştırmaları, aktarma, dinamik kaynak ataması, modülasyon, dengeleme, kodlama, kanal yönetimi ve sabit şebeke mobil fonksiyonları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu teknolojilerin birçoğu daha sonra RACE II'nin geliştirmesinde sistem kavramının temelini oluşturmuştur [28].

3.3.2.1 Avrupa'da Standardizasyon

FMA2 teklifi, kavram grubu değerlendirme sürecinde Japon genişbant CDMA yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Ocak 1998'de ETSI SMG, UTRA kavramı üzerinde bir uzlaşma anlaşmasına varmıştır.

- UMTS'in dupleks frekans bandında (FDD) sistem radyo erişim tekniğini daha önce TD-CDMA grubunun önerisine göre adapte eder.
- Çiftli bantta (TDD) UMTS sistemi radyo erişim tekniğini daha önce TD-CDMA grubunun önerisine göre adapte eder.

3.3.2.2 ABD'de Standardizasyon

ABD'de standardizasyon durumu Avrupa ve Japonya'ya göre daha ayrıktır. Telsiz sistemler için ana standardizasyon aktiviteleri TIA Mühendislik komitesi TR45 ve TR46 da, T1 komitesinde T1P1'de gerçekleştirilir. TR45.5 IS-95 standardizasyonu için, TR45.3 IS-136 standardizasyonu ve T1P1 ve TR46 ortak olarak GSM 1900 ve başka teknolojilerin standardizasyonundan sorumludur.

1997 boyunca aralarında Hughes, Lucent, Motorola, Nokia, Nortel, Qualcomm ve Samsung'un bulunduğu farklı şirketler, genişbant CDMA tekliflerini TR 45.5'e cdma2000 geliştirilmesi için sunmuşlardır. Tüm bu yöntemlerin ortak özellikleri, geriye doğru IS-95'e uyumluluklarıdır. Mart 1998'de TR45.5 cdma2000'e ilişkin çerçeve çalışma üzerine anlaşmıştır. cdma2000 standardı, cdma2000 1X ve cdma2000 3X opsiyonlarından oluşur. cdma2000 1X ve cdma2000 3X'e çoklu-

taşıyıcılı (multi-carrier) CDMA'de denir; IS-95 taşıyıcısının bantgenişliğinin üç katını içerir.

1997 başında UWCC içinde, IS-136'nın üçüncü nesil standartlara evrimini değerlendirmek için GTF (Global Telecommunication Forum) Yüksek Hızlı Veri (High Speed Data, HSD) grubunu, kurmuştur. UWCC, TR45.3 tarafından Şubat 1998'de kabul edilen UWC-136 kavramını geliştirmiştir. UWC gelişmiş bir IS-136 30 KHz taşıyıcısı, 200 Khz yüksek hızlı veri taşıyıcısı (EDGE - Enhanced Data for GSM/Global Evolution) genişbant TDMA yayılmasız FRAMES FMA1 ile aynıdır. Standardizasyondaki ana odak EDGE üzerinedir.

3.3.3 Küresel Üçüncü Nesil Standardizasyon ve Frekans Ataması

Şu anda başlıca standardizasyon çalışmaları 3GPP içinde yapılmaktadır. 3GPP 1998'de kurulmuştur ve odaklandığı konuları WCDMA radyo arabirimli ve GSM temelli çekirdek şebekeler oluşturmaktır. 3GPP'nin kurulmasının ardından, benzer bir standardizasyon yapısı 3GPP2 cdma2000'in standardizasyonuna odaklanmak için kurulmuştur. Benzer şekilde 2000 yılında EDGE standardizasyonu, 3GPP içine transfer edilmiştir.

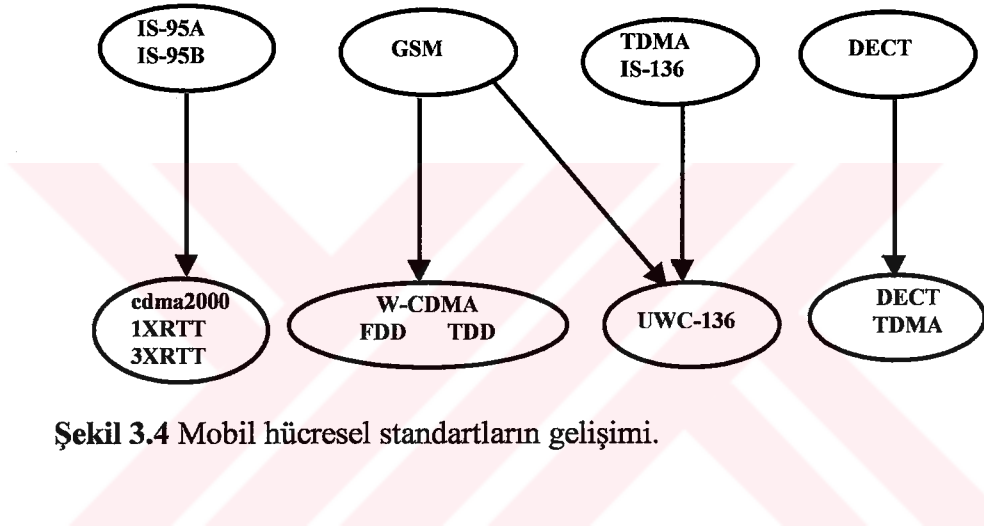
Üçüncü nesil standartlarının ilk sürümü, sürüm (release) 99 dönemi, sonuçlandığı için standardizasyonun hedefi daha ötede basit standartları geliştirmektir. WCDMA'de yüksek hızlı paket erişimi (HSPA) downlink'de maksimum veri hızını 10 Mbit/sn'e kadar artıracaktır. cdma2000 3X için gelişimin hedefi cdma2000 1X'in geliştirilmesidir.

Dünya İdari Radyo Konferansı (WARC92)'de IMT-2000 için toplam 230 Mhz bantgenişliği tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu bant değişik bölgeler ve ülkelerde farklı yollarla tahsis edilecektir. ABD'de IMT-2000 frekansının bir kısmı PCS sistemleri için kullanılmaktadır. Böylece üçüncü nesil sistemler varolan PCS frekans atamalarına uymak zorunda olacaklardır. Japonya ve Avrupa'da tanımlanan UMTS TDD spektrumu ile kısmen örtüşen PCS dışında, üçüncü nesil sistemlerin frekans atamaları hemen hemen aynıdır.

Yakın zamanda, UMTS ek bantlarını tanımlamak için çalışmalar başlamıştır. Hedef, UMTS için 160 MHz ek spektrum atamaktır. WARC 2000’de aşağıdaki ek bantlar tanımlanmıştır: 806 – 960 MHz , 1710-1885 MHz, ve 2500-2690 MHz [10].

3.4 Üçüncü Nesil Sistemler İçin Hava Arabirimi Teknolojileri

Üçüncü nesil sistemler için en uygun çoklu erişim teknolojisi araştırmalarında, bir çok yeni çoklu erişim yöntemi tekniği önerilmiştir. Çalışmanın bu kısmında üçüncü nesil sistemler için seçilen hava arabirimi teknolojileri (genişbant CDMA yöntemleri, EDGE, WCDMA ve TDD) gelişimini inceleyelim.



Şekil 3.4 Mobil hücresel standartların gelişimi.

3.4.1 Genişbant CDMA (WCDMA, cdma2000)

Genişbantlı CDMA 5 MHz ve daha fazla bantgenişliğine sahiptir. Tüm üçüncü nesil sistem tekliflerindeki nominal bantgenişliği 5 Mhz’dir. Bu bantgenişliğini seçmede birçok sebep vardır. İlk olarak; 144 kbit/sn ve 384 kbit/sn veri hızları üçüncü nesil sistemlerin ana hedefleridir ve yeterli kapasite ile 5 Mhz bantgenişliği içerisinde gerçekleştirilebilirler. İkinci olarak, spektrum ataması için, frekans kaynaklarında eksiklik vardır, özellikle de sistem ikinci nesil sistemler tarafından işgal edilmiş olan var olan frekans bandında kurulmak istenmeleri durumunda. Üçüncü olarak, 5 MHz bantgenişliği daha dar bantlardan daha çok çoklu-yolu ayırabilir, çeşitliliği artırır ve böylece performansı geliştirir.

Üçüncü nesil için kabul edilmiş olan iki genişbantlı CDMA türü, şebeke ile asenkron WCDMA ve şebeke ile senkron cdma2000’dir. Asenkron yöntemlerde baz

istasyonları senkronize olmaz; şebeke ile senkron olan sistemlerde (cdma2000) ise, baz istasyonları, birkaç mikro saniye içinde senkronize olur.

WCDMA asenkron şebekeye sahip olduğu için, aynı kodun farklı faz kaymaları yerine, hücre ve kullanıcıyı ayırmak için farklı uzunlukta kodlar kullanılır. Ayrıca kod yapısının karakteri, kod senkronizasyonunu, hücre kazancını, aktarma ve senkronizasyonun gerçekleşmesini gösterir [26].

3.4.2 TDMA

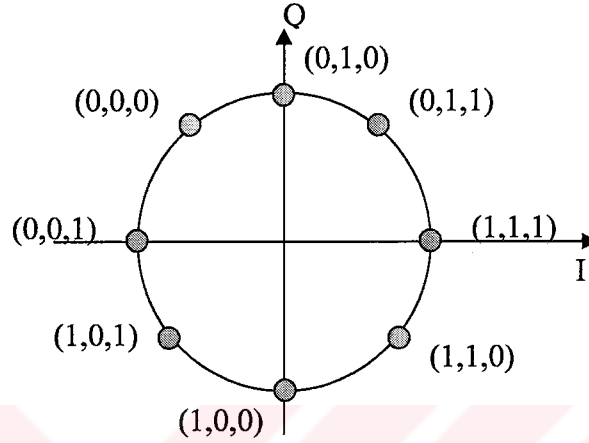
EDGE, HSCSD(High speed circuit switched data) ve GPRS (general packet radio service) 'in ardından, farklı modülasyon ve kodlama yöntemleri ile frekans bandını daha verimli kullanan bir sistem getirerek ve varolan TDMA altyapısını geliştirerek 3G hizmetler için bir seçenek oluşturur. EDGE başlangıçta IS-136 ve GSM'in evriminde uygulanacaktır. IS-136 operatörleri sınırlı spektruma sahip olduğundan, EDGE'in hizmetinin verilebilmesi için, UWCC tarafından 1 MHz'lik spektrum ataması yapılmıştır.

EDGE başlangıçta, TTA'da 800 MHz ve 1900 Mhz bantlarında ve ETSI'de GSM bantlarında standardize edilmiştir. 2000'de EDGE standardizasyonu 3GPP'ye (TSG GERAN grubu) transfer edilmiştir. Böylece TDMA/EDGE ve GSM/EDGE standardizasyonu birleşmiştir.

EDGE'in taşıyıcısının 200 KHz olması iki yönden yararlıdır. İlki, IS-136 ve GSM için aynı fiziksel katmanın adaptasyonu, ekonomi ve daha ucuz cihazlar pazara hızlı giriş sağlar. İkinci olarak, 200 KHz taşıyıcılı yüksek derecede modülasyon yeterli kapasitede 144 ve 384 kbit/sn bit hızları sağlar, böylece de IMT-2000 yaya ve araç ortamı taleplerini karşılar. Şekil 3.6'da EDGE'de kullanılması düşünülen 8PSK modülasyonun diyagramı görülmektedir.

EDGE'in çerçeve uzunluğu 4.615 ms'dir ve bir çerçeve 8 zaman dilimi içerir. Öbek yapısı yüksek gecikmeli yayılma ortamındaki iletme uygundur. EDGE iki modülasyon yöntemine sahiptir. GMSK ve 8PSK. 8PSK veri kanalları için kullanılır. Tablo 3.4 'de EDGE radyo standardı temel parametreleri görülmektedir [5].

Ayrıca tablo 3.4’de de EDGE sisteminin temel özelliklerinin bir listesi bulunmaktadır. Gerçekleştirilecek çeşitli bit hızı değerleri için mobil kanal koşullarına bağlı olarak uygun modülasyon ve kodlama türü optimum çözümü sağlamak için seçilir.



Şekil 3.6 8PSK giriş/çıkış diyagramı.

Tablo 3.4 EDGE Radyo standardı temel parametreleri.

Dupleks Yöntemi	FDD	
Taşıyıcı yerleşimi	200 khz	
Modülasyon hızı	270.1 sembol/sn	
Çerçeve uzunluğu	4.615 msn	
Çerçevedeki zaman dilimi sayısı	8	
Modülasyon	GMSK	8 PSK
Yük/öbek		
- Sembol	116	116
- Bit	116	348
Veri Hızı		
- Bir dilim	22.8 kbit/sn	69.8 kbit/sn
- Bir çerçeve	182.4 kbit/sn	556.8 kbit/sn

EDGE sisteminde GSM’de kullanılan teknikler geliştirilmiş ve uygun kanal koşullarına 3G hizmetleri için ikame edilebileceği kanıtlanmıştır [5].

EDGE sekiz farklı kanal kodlama yöntemine sahiptir: C-S1 - C-S4 GMSK modülasyonu kullanır ve CS-5 – CS-8 8-PSK modülasyonu kullanır. Tablo 3.5’de kullanılan kodlama türleri görülmektedir.

Tablo 3.5 EDGE kodlama yöntemleri.

Kodlama Yöntemi	Kod oranı	Modülasyon	Maksimum veri hızı/dilim(kbit/sn)
CS-1	0.53	GMSK	8.8
CS-2	0.66	GMSK	11.2
CS-3	0.80	GMSK	14.8
CS-4	1	GMSK	17.6
CS-5	0.35	8-PSK	22.4
CS-6	0.45	8-PSK	29.6
CS-7	0.52	8-PSK	44.8
CS-8	0.70	8-PSK	59.2

Kullanıcı istekleri ve kanal koşullarına bağlı olarak, kodlama ve modülasyonun uygun bir birleşimi ile ve alma ve göndermede belli sayıda zaman dilimi seçilir. EDGE gerçek zamanlı ve gerçek zamanlı olmayan hizmetleri destekler.

3.4.3 TDD CDMA

ETSI hava arabirimi seçiminde, TDD çözümü TD-CDMA temelli olmuştur. TD-CDMA’de CDMA’in rolü bir zaman diliminde farklı kanalları çoğullamaktır. TD-CDMA temel parametreleri aşağıdaki tablo 3.6’de görülmektedir.

Tablo 3.6 TD CDMA parametreleri.

Çoklu erişim yöntemi	TDMA/CDMA
Basit kanal yerleşimi	5 Mhz
Taşıyıcı chip/bit hızı	3.84 Mchip/sn
Zaman dilimi yapısı	15 dilim/TDMA çerçevesi
Çerçeve uzunluğu	10 msn
Kanal kodlaması	Katlamalı kodlar ve turbo kodlar
Sezme	Eşzamanlı, alıştırma dizisi temelli

Tablo3.7’de IMT2000 için seçilmiş temel radyo arabirimi teknikleri ve ilgili parametreler görülebilir. Bu teknikler ITU-T tarafından çeşitli kuruluşlar tarafından yapılmış olan tekliflerin sonucunda belirlenmiştir ve referans [10]’da çeşitli ülkelerde seçilen radyo arabirimi yöntemleri ve verilen lisans sayıları elde edilebilir.

Tablo 3.7 IMT2000 Kara Bileşeni Özellikleri

Radyo Arabirimi	Ana Teknik Özellikler
CDMA Direkt Sequence (UTRA TDD)	• Çoklu Erişim: direkt sequence CDMA • Dupleks: FDD • Chip hızı: 3.84 Mcps • Bantgenişliği: 5 MHz civarı • Veri Modülasyonu : BPSK, QPSK • Çalışma Ortamı : araç, yaya, bina içi
CDMA Çoklu-taşıyıcı (cdma2000)	• Çoklu Erişim: çoklu-taşıyıcı CDMA • Dupleks: FDD • Chip hızı: $N \times 1.2288$ Mcps, güncel olarak $N=1,2,3$ ($N=6, 9, 12$'ye çıkarılabilir.) • Bantgenişliği: $N \times 1.25$ MHz, $N=1, 3$ • Veri Modülasyonu : BPSK, QPSK • Çalışma Ortamı : araç, yaya, bina içi
CDMA TDD (UTRA TDD/ TD-SCDMA)	• Çoklu Erişim: TDMA/CDMA • Dupleks: TDD • Chip hızı: 3.84 Mcps veya 1.2288 Mcps • Bantgenişliği: 5 MHz'den az veya 1.6 MHz'den az • Modülasyon : QPSK • Çalışma Ortamı : araç, yaya, bina içi
TDMA Tekli-Taşıyıcı (UWC – 136)	• Çoklu Erişim: TDMA • Dupleks: FDD(136HS bina içi için TDD opsiyonel) • Kanal yerleşimi: 136+ : 30 KHz 136HS bina dışı: 200 KHz 136HS bina içi : 1600 KHz • Modülasyon : 136+ : $\pi/4$ DQPSK, 8-PSK30 KHz 136HS bina dışı: GMSK, 8-PSK 136HS bina içi : ikili offset QAM, quaternary offset QAM • Çalışma Ortamı : araç, yaya, bina içi
FDMA/TDMA (DECT)	• Çoklu Erişim: TDMA • Dupleks: TDD • Kanal Yerleşimi: 1728 KHz • Modülasyon : GFSK, $\pi/2$ DBPSK, $\pi/4$ DQPSK, $\pi/8$ D8PSK • Çalışma Ortamı : yaya, bina içi

4. 3G VIDEO TELEFON STANDARDI

4.1 Mobil Video Hizmeti

Güncel olarak en azından, üç farklı tipte mobil video hizmeti vardır. Mobil video mesajı hizmeti, mobil video dağıtım hizmeti (hem video akımı hem de video dosyası indirilmesi) ve mobil video telefonu ile video konferansı [29].

- Mobile video mesajı hizmeti insan-insan, insan-makine arası iletişim hizmeti olup, ses vb başka medya ile beraber, gerçek zamanlı olmayan bir karakterde mobil-mobil, mobil-PC veya PC-mobil arasında video içeriği göndermeyi kapsayan bir hizmettir. 3GPP, mobil kullanıcıların bir veya daha fazla medya bileşeninin gönderilip alınabilmesine izin veren gerçek zamanlı olmayan bir multimedya mesaj iletişimi hizmetini tanımlamıştır [30].
- Mobil video dağıtım hizmeti, kullanıcıların kendi mobil cihazlarına video dosyası indirmelerine veya video akımına ulaşmalarına izin verir. Dosya indirme ve video akımı arasındaki temel fark, multimedya uygulamasının akan dosyayı kararlı ve sürekli olarak değerlendirip, dosyanın tamamı indirilmeden gösterebilmesidir. WMF (Wireless Multimedia Forum) video akımı konusunda bir standart yayınlamıştır. RTFD (Recommended Technical Framework Document) adı verilen bu standartta önerilenler 3GPP düzenlemelerinde dikkate alınmıştır [31].
- Video telefon insan-insan arasında ses kadar görüntüyü de aktaran bir iletişim hizmetidir. Video telefon haberleşmesi, iki mobil cihaz veya bir mobil cihaz ve bir sabit video telefonu arasında gerçek zamanlı, iki yönlü video ve ses haberleşmesi hizmetidir. 3GPP projesinde devre bağlaşmalı multimedya terminali ve video telefon tanımlamaları yapılmıştır [13].

Yukarıda belirtilen video hizmetleri, hem terminal hem de mobil şebekelerin belirli koşulları yerine getirmesi ile sağlanabilir. MMS video hizmeti GPRS destekli mobil

şebekeler üzerinden verilebildiği halde, video telefon hizmetleri ancak 3. nesil hizmetleri verebilen sistemler üzerinden sağlanabilecektir.

Bu kısımda belirtilen hizmetler için ITU-T, 3GPP ve WMF temelli çeşitli standartlar geliştirilmiş olup, halen geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

ITU-T tarafından tanımlanmış olan H.323 multimedya haberleşme standardı, paket temelli IP şebekeler üzerinden iletişim için geliştirilmiştir. Bir diğer standart, ISDN üzerinden video konferans ve video telefon hizmeti standardı olan H.320'dir. Ancak bu standartların PSTN üzerinden düşük bit hızlarında iletişim yapmak üzere geliştirilmiş olanı H.324'dür. H.324 standardına daha sonra ekler yapılmış ve bu standart, H.324/I formatında ISDN desteği de sağlar hale gelmiştir.

4.2 3G-324M Devre Bağlaşmalı Multimedya Telefon Standardı

3G-324M, gerçek zamanlı ses, video ve veri veya birleşimlerinin yada hiçbirinin 3GPP şebekesi üzerinden devre bağlaşmalı olarak iletilmesi için terminaller sağlar. 3G-324M, Annex C ile beraber ITU-T H.324'ü temel alır. İletişim tek yönlü veya çift yönlü olabilir. Bu terminaller taşınabilir bir cihaz veya bir otomobile entegre olabilir veya sabit olmayan başka bir şekilde bulunabilir. Bu terminaller, bir kiosk içinde video telefonu veya kendi başına cihazlar olarak da düzenlenebilir. 3G-324M terminalleri, PC'lere veya iş istasyonlarına da entegre edilebilirler.

3G-324M kendi özelliklerinde yani diğer bir 3G-324M ile haberleşme yapabilir, buna ek olarak diğer tip multimedya terminalleri ile de çalışma imkanı vardır, ancak bunun için bir geçide ihtiyaç duyulacaktır.

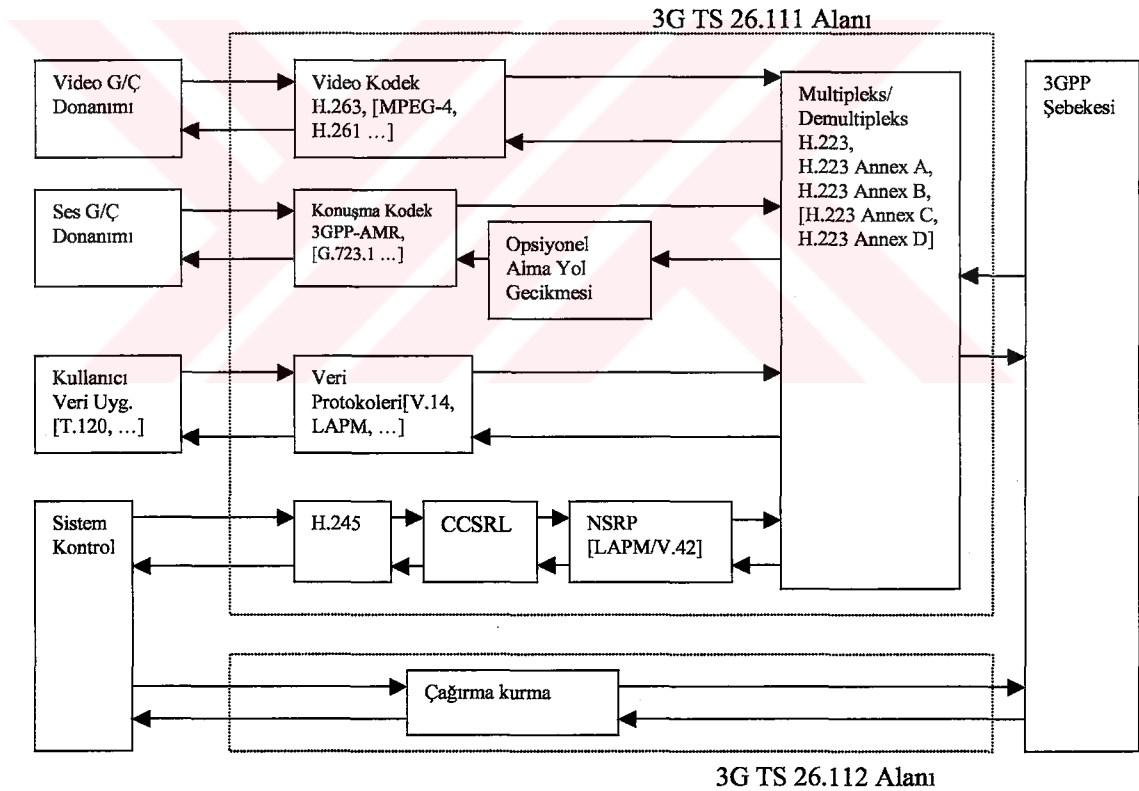
Çok-noktalı iletişim birimi MCU (Multipoint Communication Unit) ile ikiden fazla 3G-324M terminallerinin çok noktalı iletişimi mümkündür. Halen MCU tanımlama çalışmaları devam etmektedir.

3G-324M terminalleri ITU-T Annex C'yi temel aldığı için, performans gerekleri ve çağırma kurma prosedürleri nedeniyle, H.324'te bazı değişiklikler yapılmıştır. Yapılan bu değişiklikler 3GPP TS 26.111'de, çağırma kurmaya ilişkin prosedürler ise 3GPP TS 26.112'de belirtilmiştir.

Şekil 4.1’de jenerik 3GPP multimedya terminalinin fonksiyonel bileşenleri görülmektedir. Video, ses ve görüntü opsiyoneldir. Eğer bir medya türü desteklenirse, fonksiyonel bloklarda köşeli parantez içindeki standartlar hariç olmak üzere belirtilen standartlar zorunlu olarak desteklenmelidir.

Şimdi kısaca 3G-324M terminalini oluşturan temel blokları ve ilişkili standartları inceleyelim.

ITU-T H.324 tavsiyesi, düşük bit hızlarındaki multimedya iletişim terminallerini tanımlar. Bu tavsiye H.223 Annex C denilen, Hataya meyilli kanallar üzerinde multimedya terminalleri adlı eki de kapsar. Orijinal olarak V.34 modemleri için tasarlanmıştır, Annex I ile ISDN terminalleri ve başka ekler ile de telsiz şebekeler desteklenir. Böylece de, 3GPP multimedya kodeklerine de iyi bir uyum sağlar.



Şekil 4.1 3G-324M standardı işlevleri.

Telsiz şebekeler ile ilgili olarak H.324, tüm sistem mimarisini verir, kontrol (H.245), çoğullama (mux, H.223), video (H.261 ve H.263) ve ses (G.723.1) hizmetini sunar. 3G-324 terminallerine maliyet verimliliği ve yüksek kaliteli özellikler kazandırmak için H.324 standardında bazı değişiklikler yapılmıştır. 3GPP TR 26.911 terminal

hazırlayıcıları kılavuzunda 3G-324 için gerekli şartlar belirtilmiştir. Başarılı bir terminal hataya yüksek seviyede meyilli ortamlarda bile 32 kbit/sn gibi düşük az bantgenişliklerinde de işlevsel olabilmelidir.

4.2.1 3G-324M Sistem Kontrolü

Genel olarak sistem, terminal için sonuçta bir durum makinası oluşturur; genellikle sistemin bir çağırmanın kurulduğundan haberi olacaktır. Bu noktada terminal, ana/uydu kararını vermek için, değiştirilebilecek olanaklar ve lojik kanallar kurulması gibi H.245 prosedürlerini başlatır. Çağırmanın sonlanması üzerine, hangi uçtan olduğuna bakılmaksızın, sistem kontrolü H.245'i oturum sonlandırma için kullanır. Şimdi kontrol ve çoğullama için kullanılan H.245 ve H.223 protokollerini inceleyelim.

4.2.2 H.245 Kontrol Protokolü

H.245, bant içi, terminalden-terminale kontrol işaretleri ve prosedürlerin kullanımı için sentaks ve semantikleri tanımlar. En önemli olarak, H.245 ana/uydu belirlenmesi, olanakların değiştirilmesi, H.223 mux tablosu iletimi, lojik kanal kurma-kapatma için kullanılır. Birçok genel kontrol ve gösterge mesajı dizisi vardır. H.245 geniş bir aralıktaki terminal ve uygulamaları hedefler. Bundan dolayı sadece H.245 mesajlarının yalnızca belirli bir altkütmesi 3G-324M terminallerinde kullanılır. Mesajlar dört kategoriye ayrılır: talep (bir cevap talep eder), cevap (bir talebe cevap), komut (bir hareket talep eder), ve gösterge (sadece bilgi vericidir).

H.245 mesajları bir mux içinde sadece tek bir kanal içinden taşınır. Bu kanal LC 0 olarak etiketlenir ve sayısal iletişimin kurulmasından itibaren açılıp iletişim bitene kadar canlı kalır. H.223 mux karakteristikleri gereği, H.245 mesajları için bantgenişliğine ihtiyaç duyulduğu sürece atanacaktır. H.245 trafiğinin çoğu oturum başında ve sonunda olduğundan, bu video ve ses için çok ihtiyaç duyulan bantgenişliğinin muhafaza edilmesini sağlar. H.245 içinde hata kontrolü sağlanmaz ve hata kontrolü desteği, çoğullayıcı içinde tanımlanmıştır [32].

4.2.3 H.223 Çoğullama Protokolü

H.223, H.324 terminalleri arasında kullanılan çoğullama protokollerini tanımlar. Protokol paket yönelimlidir ve her paket maksimum 65536 LC (Lojik kanal)'ın bir altkümesini içerir. Her LC tek bir medyayı, bilgiyi veya kontrol kanalını temsil eder. H.223 protokolü iki katmana bölünür; alttaki katman çoğullama katmanıdır [33].

Çoğullama katmanı MUX-PDU (multiplex layer – packet data unit) aracılığıyla veri alış-verişi yapar. On altı tane olabilen ve oturum sırasında değiştirilebilen çoğullama kanalı girişleri, PDU içinden hangi oktetlerin hangi lojik kanallara atandığını tanımlar. Kısmi bir PDU tarafından sahip olunan, çoğullama kanalı tablo girişi Mux-PDU başlığındaki 4 bitlik MC alanı ile gösterilir. MUX-PDU çift sayı oktet değeri içerir. MUX-PDU başlığındaki hatalar, MUX-PDU başlığındaki HEC alanı kontrol edilerek bulunur.

MUX-PDU çoğullama katmanı üzerinde, üç farklı tipi olan adaptasyon katmanı bulunur;

1. AL1 birincil olarak kontrol bilgisi ve veri protokolleri için tasarlanmıştır. Çerçevesiz veya çerçevesiz olabilir ve herhangi bir hata kontrolü sağlamaz.
2. AL2 birincil olarak sayısal ses iletimi için tasarlanmıştır. AL2 PDU'ları, 8-bit CRC için bir oktet ve dizi numarası için de opsiyonel bir oktet içerir.
3. AL3 birincil olarak sayısal video iletimi için tasarlanmıştır. AL3 16 bit CRC için iki oktet içerir. Kontrol için opsiyonel olarak bir veya iki oktet de bulunabilir. AL3 sınırlı yeniden iletme izin verir.

Telsiz şebekeler üzerinden video iletimi amacıyla, H.223'e dört ek tanımlanmıştır. Bunlar dört seviye hata sezme ve koruma sağlar.

4.2.4 Desteklenen Konuşma ve Video Kodekleri

3GPP devre bağlaşmalı multimedia terminali tarafından desteklenmesi gereken konuşma kodek'i olarak AMR, video kodek olarak ta H.263 temel akım olarak belirlenmiştir. Burada MPEG-4 Basit profil seviye 0'da opsiyonel olarak desteklenecek video kodek olarak saptanmıştır.

4.3 Telsiz Akım Standartları

Birlikte çalışabilme telekomünikasyon endüstrisinde çok önemli bir taleptir. Birlikte çalışabilirliği sağlayan etkenlerin biri, açık standart tavsiyelerinin varlığıdır. Telsiz multimedya haberleşmede, video ve ses sıkıştırmasını ve paket-temelli iletişimi kapsayan iyi geliştirilmiş belli sayıda standart vardır. Telsiz akımı için en önemli standartların bazılarını kısaca inceleyelim.

4.3.1 IETF Akım Protokolleri

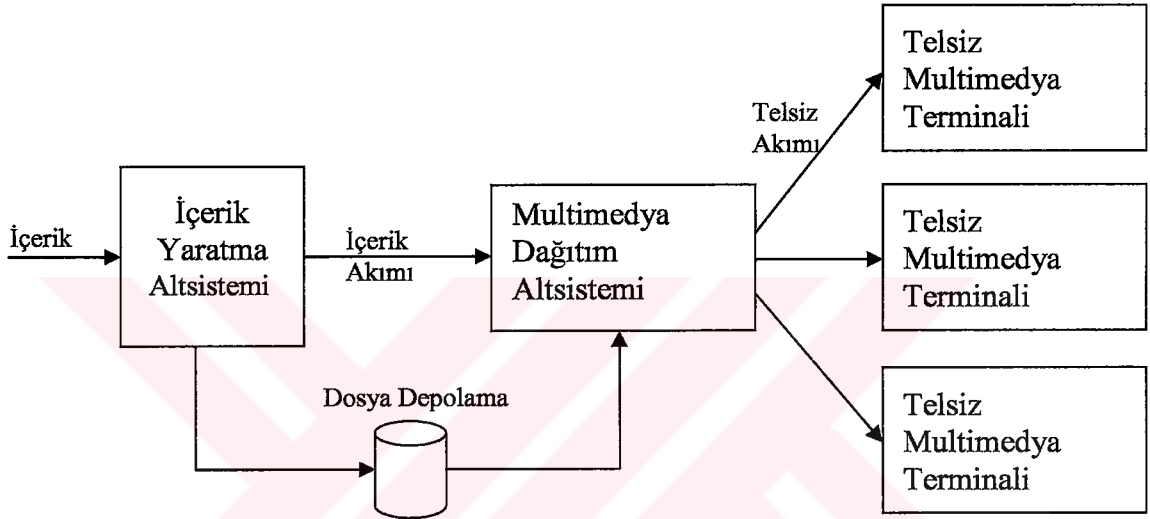
Internet Mühendislik Çalışma Grubu (IETF) IP şebekeleri üzerinden bilginin nasıl iletileceğini tanımlayan tavsiyeler hazırlayan bir gönüllü standart kuruluşudur. IETF, bir sunucudan terminale video akımının senkronize ses ile beraber gönderilmesi için RTP ve RTSP temelli belli sayıda yöntem tavsiye etmiştir.

RTP, UDP'yi kullanarak uygulama katmanında çalışır ve bileşenidir, bir “en iyi çaba”, bağlantısız protokolü ve bir iletim mekanizmasıdır. Bundan dolayı gecikmesiz ulaşması gereken verinin gönderilmesi için uygundur. RTP, sunucu ve istemci arasında performans bilgisini kontrol etmek için RTCP (Real Time Control Protocol) denilen bit alt bileşen içerir. RTSP sunucu ve istemci arasında TCP üzerinde iletilen bit oturum temelli protokoldür. Akım oturumu ile ilgili tüm tanımlayıcı bilgiyi taşımak için SDP'yi kullanır.

4.3.2 Telsiz Multimedya Forumu (WMF, Wireless Multimedia Forum)

Bu forumun amacı, telsiz şebeke üzerinden multimedya akımında kullanıma uygun olan bir grup protokol arasında teknoloji konsensüsü kurmaktır. İçerik, telsiz dağıtım, ve terminal cihazları alanlarında pazar liderleri olan bir grup şirketten teknik uzmanların konsensüsü, akım protokolleri setini tanımlamak için kullanılmıştır. Tanımlanan protokollerin ilk grubu Tavsiye edilen Teknik Çerçeve Çalışması Dokümanı (RTFD) versiyon 1.0'da yayınlanmıştır [31]. Bu doküman telsiz akımı için diğer standart kuruluşların organlarına yardım eder ve kılavuzluk yapar.

Şekil 4.2’de tipik bir telsiz multimedia haberleşme sisteminin genel diyagramı görülmektedir. Sistem üç ana alt sistemden oluşur; içerik üretim sistemi, multimedia dağıtım sistemi, ve multimedia terminal alt sistemi. Her ana alt sistem, şebeke içerisinde karşılıklı çalışabilirliği sağlamak için gerekli olan zorunlu özelliklere ve kurulan sistemde daha iyi performans ve kullanıcı deneyimine yol açan opsiyonel özelliklere bölünür. Genel bir bütün olarak, burada çizilen sistem WMF RTFD 1.0 ile tamamen uyumlu olup, 3GPP ve 3GPP2 ile tavsiye edilen multimedia akım terminalleri ile karşılıklı çalışan bir sistem üretmek için kullanılabilir.



Şekil 4.2 WMF'in (Wireless Multimedia Forum) uçtan uca sistem modeli.

WMF kavramı sistem modelinde, içerik gerçek zamanlı olarak veya off-line olarak içerik yaratma alt sisteminde üretilir; multimedia dağıtım sistemine gönderilir ve telsiz multimedia terminallerinde izlenir veya saklanır. İçerik yaratma alt sistemi, bir dosyada saklanan veya gerçek zamanlı olarak oluşturulan medya içeriğini, göndermeye elverişli içerik akımına dönüştürmekten sorumludur. Multimedia dağıtım alt sistemi, içerik yaratma alt sisteminden multimedia içeriği alır ve bu içeriği telsiz multimedia terminali akımına, canlı olarak veya bir gecikmeyle dönüştürür.

Şimdiye kadar belirttiğimiz sistemlerin yanı sıra, 2.5G hizmeti olarak adlandırılan GPRS'in de gerçek zamanlı video iletiminde kullanılabilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmaya devam etmektedir.

4.4 3GPP Paket Bağlaşmalı Akım Standardı

3GPP standart geliştirme gruplarının çalışmaları sonucu genel olarak 3G-PSS (3G Packet Switched Streaming) olarak adlandırılan mobil paket bağlaşmalı akım standartları yayınlanmıştır. Bu hizmet, video, müzik, resimler ve biçimlendirilmiş metin verisinin, multimedya uygulamaları içinde aynı anda bütünleştirilerek sunulmasına imkan sağlar. Akım uygulamaları için gerekli olan protokol ve terminaller, medya giriş aygıtları ve kodlayıcıları talep eden karşılıklı görüşme (conversational) hizmetleri için gerekli olanlardan daha az karmaşıktır [35].

3GPP standardı protokol ve kodeklerin her ikisini de tanımlar. Protokol ve terminaller şekil 4.3’de görölmektedir. Bunlar:

- Gerçek zamanlı akım protokolü (RTSP) ve oturum kurma ve kontrolü için oturum başlatma protokolü (SIP),
- Oturum çerçeve (layout) tanımlaması için Senkronize Multimedya Bütünleştirme Dili (SMIL),
- Layoutlar, resimler ve metinler gibi statik medya taşınması için hipertext transfer protokolü (HTTP) ve iletim kontrol protokolü,
- video, konuşma ve müzik

Video Müzik Konuşma	Manzara tanımlama Sunum tanımlama Sabit Resimler Bitmap grafikler Vektör grafikler Metin	Sunum tanımlama
Payload formatları	HTTP	RTSP
RTP		
UDP	TCP	UDP
IP		

Şekil 4.3 PSS Protokol yapısının görünümü

3GPP kodekleri ve medya türleri şunlardır:

- ITU-T H.263 video,
- MPEG-4 basit görüntü profili video (opsiyonel),
- AMR (adaptive multirate) konuşma,
- MPEG-4 AAC düşük karmaşıklık (AAC-LC) müzik (tavsiye edilmiştir fakat opsiyoneldir),
- JPEG ve GIF resimleri,
- XHTML kodlamalı, biçimlendirilmiş metin.

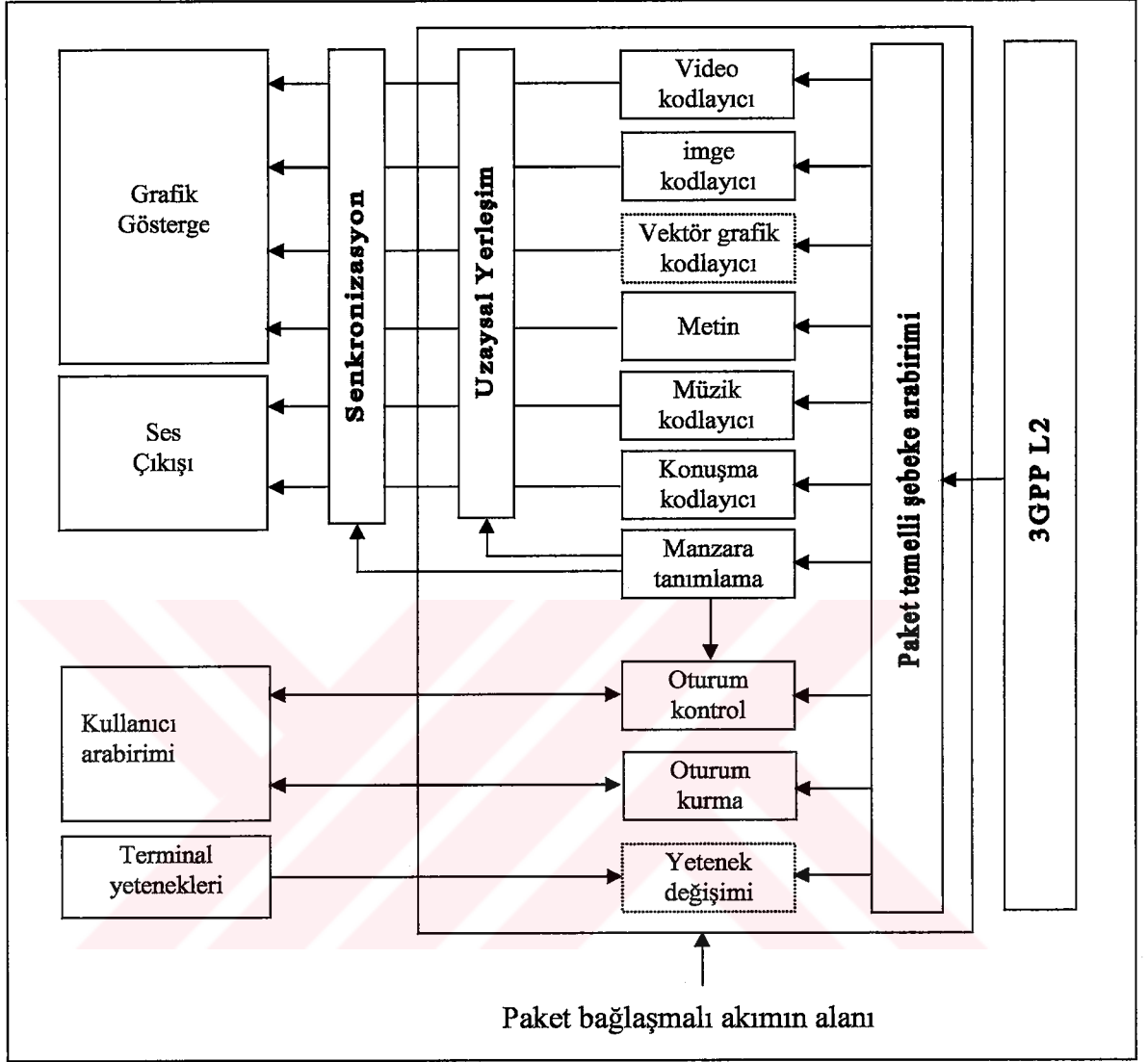
Erişim sunucuların karşılıklı çalışabilirliğini sağlamak için, özellikle de MMS ile karşılıklı çalışırken, sunucuda medyanın depolanması için MPEG-4 opsiyonel dosya biçimi olarak tanımlanır. Standardizasyon süreci hem sıkıştırma verimliliği hem de karmaşıklığı temel alarak özel kodekler seçmiştir [36].

SMIL sunum tanımlama dili ile birleştirildiğinde kodekler, video, müzik, çeşitli prezentasyonlar ve çok dilli altyazıyı da içeren zengin multimedia sunumlarını ve uygulamalarını gerçekler.

Şekil 4.4’de 3GPP mobil akım terminalinde özel kodekleri ve sunum kontrolünü de içererek lojik elemanları ve veri akışını bir blok diyagram içinde görülmektedir. Kesik çizgi ile verilen bloklar eklenmesi planlanan fonksiyonlar içindir.

3GPP organizasyonunda yapılan çalışmaların benzerleri de 3GPP2 adıyla kurulmuş olan organizasyon içinde IS-95 temelli şebekeler için yapılmaktadır. Bu organizasyon yapısı da PSS paket bağlaşımlı akım standardını fazla değişiklik gerçekleştirmeden kendi önerdiği standart içinde yer vermiştir.

3GPP şebekesi veriyi iletir ve bir alt 3GPP katmanı olan L2’den aldığı veriyi de uygulamalara verir. Uygulama veriyi birleştirir ve ilgili video ve müzik, kod çözücülerine dağıtılır. 3GPP akım standardı video, müzik, resimler, ve biçimlendirilmiş metin gibi medya elemanları aynı anda koşturulan sunumlar yaratma imkanı sağlar.

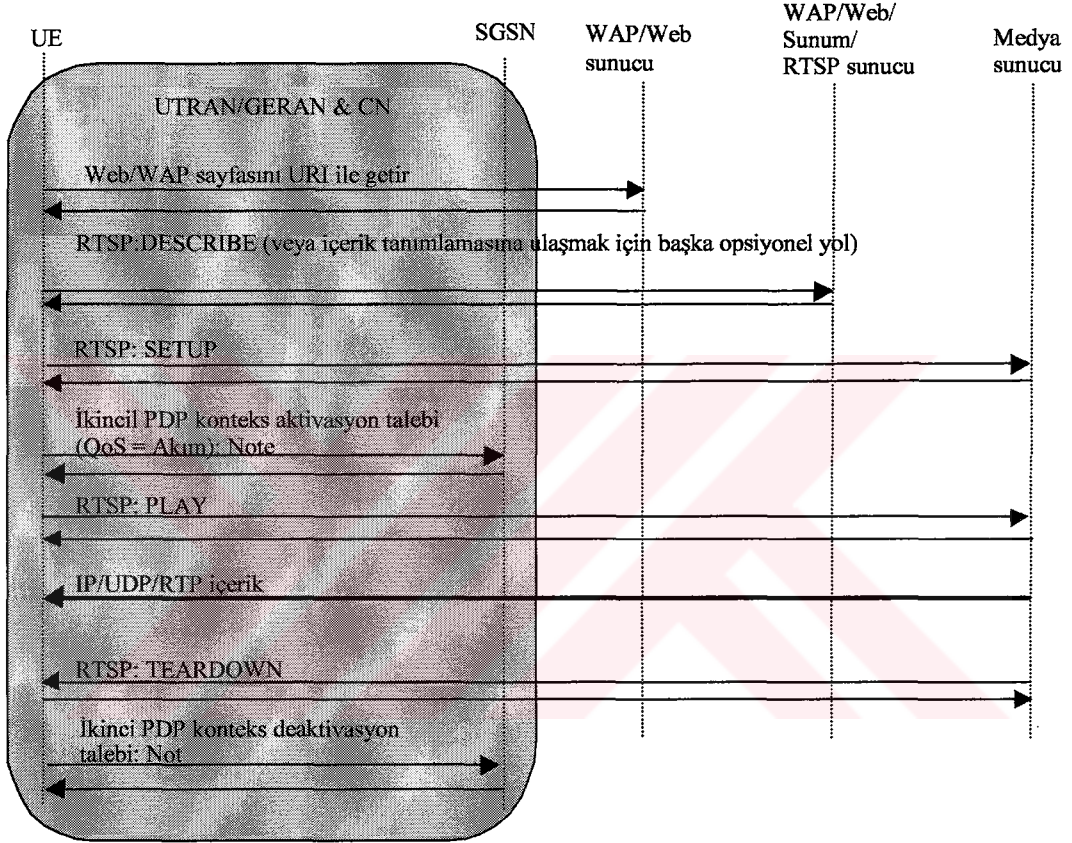


Şekil 4.4 Bir PSS istemcisinin fonksiyonel bileşenleri

SMIL, XML temelli bir sunum dili olup World Wide Web konsorsiyumu (<http://www.w3c.org>) tarafından geliştirilmiş olup interaktif multimedya sunumları hazırlamak için farklı bileşenleri bir araya getiren bir yapışkan görevi yapmaktadır. HTML diline yapılan ek zaman ve zamansal davranış durumları tanımları ile SMIL oluşmuştur. Böylece bir medya ekranını tanımlar ve medya elemanlarının uzayda ve zamanda yerleşimini kontrol eder. 3GPP istemcisi SMIL manzara tanımlamasını yorumlar ve uzaysal yerleşim ile multimedya sunumunu kontrol etmek için kullanır.

4.4.1 Basit bir akım durumu

Basit akım hizmeti, akım kontrol protokollerinin basit bir kümesini, taşıma protokollerini, medya kodeklerini ve görünüm tanımlama protokolünü içerir. Bu protokolün en yalın şeklinde, ne basit bir yetenek değişimi, ne de herhangi bir kriptolama veya sayısal telif hakkı yönetimi yoktur.

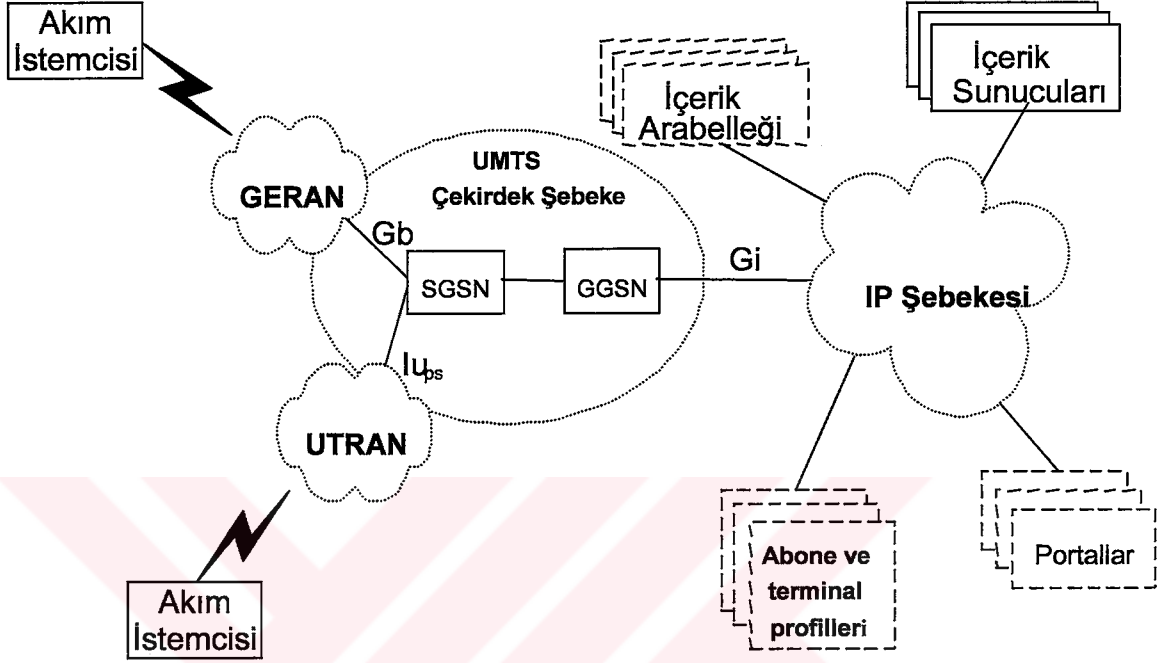


Şekil 4.5 Basit bir akım oturumunun şematik görünüşü

Bir mobil kullanıcı, kendine veya terminaline uygun özel bir içerik için bir URI (Universal Resource Identifier) alır. Bu URI bir WWW gezgininden, WAP gezgininden veya elle yazılmış bir yerden gelebilir. Multimedya oturumunu kuran bir uygulama, oturum tanımlama protokolü (SDP) dosyasını anlayacaktır. SDP dosyası bir çok farklı yolla elde edilebilir. Örneğin, kullanıcının indirdiği bir HTML sayfasındaki bir linkten bir iliştilmiş etiket aracılığıyla doğrudan doğruya, yada RTSP işaretlemesi ve DESCRIBE yöntemi ile elde edilebilir. SDP dosyası oturumun tanımını (oturum adı, yazar, ...) sunulacak medya türünü, ve medyanın bit hızını içerir.

Gezgin veya mobil kullanıcının bir akım istemcisinin sunucudan oturum kurmasını istemesi üzerine oturum kurma süreci başlar. Bu süreç, şekil 4.5’de görülmektedir.

4.4.2 3G Genel Sistem Mimarisi



Şekil 4.6 Bir 3G paket bağlaşımlı şebeke hizmetinde görev alan şebeke elemanları.

Şekil 4.6’da bir 3G genel şebeke mimarisi görülmektedir. Bu yapıdaki temel elemanlar paket bağlaşımlı akım hizmetinde görev alırlar. Şekildeki, GERAN, EDGE sistemi radyo arabirimini, UTRAN ise WCDMA radyo arabirimini göstermektedir. Şekilde görülen çekirdek UMTS şebekesi ile dış şebekeler arası bağlantıların arabirimleri I_u (UMTS çekirdek şebeke – UTRAN), G_i (UMTS çekirdek şebeke – IP şebeke) ve G_b (UMTS çekirdek şebeke – GERAN) olarak isimlendirilmiştir.

Şekil 4.6 bir 3G paket bağlaşımlı akım hizmetinde yer alan hizmete özel en önemli varlıkları gösterir. Bir akım hizmeti, en azından bir içerik sunucusu ve akım istemcisi talep eder. Akım hizmeti G_i arabiriminin arkasında yer alır. G_i arabiriminin arkasında yer alan portallar, profil sunucuları, arabellek sunucuları ve vekiller, ek hizmetler sağlamak veya tüm hizmet kalitesini geliştirmek için görev alabilir.

Portallar medya içerik akımına uygun erişime izin veren sunuculardır. Örnek olarak, içerik taraması ve araştırma olanağı sağlar ve en basit durumda, birçok akım içeriğine bağlantıları olan basit bir WEB/WAP sayfasıdır. İçerik, şebekede herhangi bir yerde olabilen içerik sunucularında bulundurulur.

Kullanıcı ve terminal profil sunucuları kullanıcı tercihlerini ve terminal yeteneklerini saklamak için kullanılabilir. Bu bilgiden medya akımı içeriğinin bir mobil kullanıcıya sunulmasında yararlanır.

4.5 Paket Bağlaşmalı Multimedya Telefonu

Paket bağlaşmalı akım hizmeti standardı karşılıklı konuşma, video telefon gibi gerçek zamanlı hizmetleri desteklemez. Bu konuda 3GPP organizasyonu içinde, paket bağlaşmalı multimedya telefonu için de standart oluşturma çalışmaları devam etmektedir. 3GPP, ITU-T H.323 standardı yerine IEFT SIP oturum başlatma protokollerini seçmiştir. Bu durumda sunulacak olan hizmet SIP temelli IP üzerinden ses iletimi hizmetinin zenginleştirilmiş biçimi olacaktır. Tamamen IP temelli şebekelerin oluşturulma sürecinde, paket bağlaşmalı multimedya telefonu hizmeti 3GPP IP multimedya altsistemi hizmeti olarak devreye girecektir [37].

Paket bağlaşmalı radyo erişim şebekelerinde de çeşitli sorunlar mevcuttur. Bunlardan biri IP paketlerinin başlık bilgilerinin büyüklüğünün telsiz şebekeler üzerinden iletim sırasında optimize edilmeleri konusudur. Bunun için verimli ve dayanıklı bir RTP/UDP/IP paket sıkıştırma yöntemine gerek duyulmaktadır. IEFT yapısı içerisinde devam eden araştırmalar ile 60 byte olan paket başlığının ortalama 1 byte'a düşürülebileceği teknik olarak mümkün görünmektedir [38].

3GPP yayınladığı standardında, IPv6 'nın desteklenmesine karar vermiştir. IPv6'nın datagram başına 60 byte'lık bir başlık bilgisi getirmesi nedeniyle, 40 byte başlık getiren IPv4'ün kullanılmaması dezavantajlı görünebilir. Ancak IPv4 de sınırlı adres uzayı ile operatörlerin şebekelerinde VoIP hizmetlerinin yaygın bir şekilde kullanılmasını kısıtlamak ve şebeke adres dönüşümü (Network Adress Translation) gibi protokoller ile çeşitli problemler doğurmak gibi farklı sorunlar üretebilir.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Hücresel mobil telefon sistemleri ve Internet geçtiğimiz on yıl içerisinde dünya genelinde beklenmeyen ölçüde hızlı bir gelişme göstermiş, insanların yaşantısını ve beklentilerini büyük ölçüde değiştirip 2000'li yıllara damgasını vurmuştur. Bu gidişat içerisinde Avrupa mobil telefon sistemleri konusunda, ABD ise Internet konusunda başarının öncü aktörleri olmuştur. Yeni geliştirilen ve ilk versiyonu 1999'da yayınlanmış olan 3G standartları ile yüksek hızlı veri iletişimi yapma yeteneğine sahip mobil telefonlar ortaya çıkmaktadır. 3G sistemlerin hizmete sokulması ve ticari faaliyete geçmesi konusunda, Japon NTT DoCoMo'nun FOMA hizmeti öncülük yapmaktadır. Bu sistemler 2.5G de denilen yeni nesil evrimleşen sistemlerin de yardımıyla, kullanıcıların yüksek hızlarda veri iletişimi yapmalarına imkan sağlayacaktır. Yeni nesil mobil hücresel sistem standartlarının uygulamaya girmeye başlaması ile birlikte, sunulması düşünülen hizmetler arasında, veri iletişim yeteneklerini büyük ölçüde kullanan, mobil Internet ve mobil video hizmetlerinin olacağı söylenebilir [20].

Video hizmetleri kendi arasında, gerçek zamanlı hizmetler ve gerçek zamanlı olmayan hizmetler olarak ikiye ayrılabilir. Gerçek zamanlı olmayan hizmetler, MMS (Multimedia Messaging) ve video akımı uygulamaları gibi örneklerdir. Geliştirilmekte olan 3G standartları, çekirdek şebeke olarak GSM'i ve ANSI-41'i modifiye edip, radyo erişim standartları konusunda geriye uyumlu çok sayıda standart yayınlamışlardır. GSM çekirdek şebekesine uyumluluk, yeni getirilen hizmetler açısından çeşitli avantajlar sağlar. Geriye uyumlu dual-mod terminaller ile hizmetler geliştirilebilir. Bu kapsamda, uyumlu terminaller kullanılarak, gerekli yatırımlar yapılmış 2. nesil şebekelerde MMS hizmeti verilebilir. GPRS, bu gibi hizmetlerin sunulması için gerekli yeteneklere sahiptir. Ancak GPRS iletişimi, sahip olduğu 300 msn'den büyük gecikmeler nedeniyle gerçek zamanlı uygulamalara elverişli değildir. Ancak [34] referansında belirtilen GPRS ve şebeke ayarlarında yapılabilecek değişiklikler ile GPRS üzerinden gerçek zamanlı video iletişimi konusunda da araştırmalar devam etmektedir.

Ayrıca mevcut devre bağlaşımlı HSCSD teknolojisi ile gerçekleştirilen video akımına ilişkin projeler de bir geçiş dönemi çözümü olarak ortaya çıkmaktadır [39].

3. nesil mobil haberleşme sistemlerinin getirdiği en önemli yeniliklerden biri, 1990'lardan bu yana sabit şebekeler için varolan video telefon hizmetinin sunulabilmesidir. Bu konuda tamamlanmış devre bağlaşımlı 3G-324M video telefon standardının başarısı, üçüncü nesil sistemlerin yaygınlaşması ve sağlayacağı popülerlik konusunda kilit etkiye sahip olacaktır. Geliştirilmekte olan PSS, paket bağlaşımlı akım standardı; video akımı, isteğe bağlı video gibi katma değeri yüksek hizmetlerin sağlanması için önemli bir etken olacaktır [38]. Paket bağlaşımlı akım standardı ve IP multimedya telefonu sistemlerinin faaliyete geçmeleri ile 3G sistemlerin hizmetleri çeşitlenecektir.

Video akımı konusunda zaten birkaç yıldır Internet üzerinden verilmekte olan hizmetler, ücretlendirmenin mümkün olduğu farklı bir alana kayacaktır. 3GPP tarafından seçilmiş olan video kodeklerinin yaygınlaşması ve uyumluluk, bu hizmetlerin gelişim sürecini büyük ölçüde etkileyecektir.

Internet video hizmetlerinde Real Networks, Windows Media ve QuickTime arasında yaşanan savaşın 3G video hizmetleri pazarında da yaşanması ihtimali, potansiyel olarak bu hizmetlerin önündeki engellerdendir. Tüm bunlara rağmen seçilmiş olan AMR ses kodek'i ve H.263 temel akım standardı devre bağlaşımlı video telefonunun uyumlu bir şekilde yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

Ancak bu sistemlerin gelişiminde engel teşkil edebilecek bir diğer konu telif haklarının korunması için getirilen düzenlemelerin başarılı olabilmesidir. Öte yandan yeni hizmetlerin sadece telefon hizmeti benzeri bir ihtiyaç değil de eğlence ve alışkanlık olarak yerleşmeleri 3G sistemlerin yaygınlaşma sürecini hızlandıracaktır.

Sonuç olarak, video hizmetlerinin kullanıcılar tarafından kabul görüp yaygınlaşması ve teknolojik faktörlerin desteği ile 3G sistemlerin, başlangıçta umulduğu kadar olmasa da, maliyet ve radyo kaynakları sınırlamaları paralelinde değişebilecek sayıda bir abone grubunda yaygınlaşacağı öngörüsü yapılabilir. Video telefon hizmeti 3G sistemlerin yerleşimi ve yaygınlaşmasında kilit bir rol oynayacak ve yeni beklentiler oluşturup sistemin gelişimini hızlandıracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Garg K.V.**, 2002. Wireless Network Evolution 2G to 3G. Prentice Hall PTR. New Jersey.
- [2] **Zvonar Z., Jung P., Kammerlander K.**, 1999. GSM Evolution Towards 3rd Generation Systems, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [3] **Zysman I.G., Tarallo A.J., Howard E.R., Freidenfelds J., Valenzuela A.R., Mankieviwch P.M.**, 2000, Techonology Evolution for Mobile and Personal Communications. Bell Labs Technical Journal, January-March, 107-128.
- [4] **Ames P., Gabor J.** , 2000, The Evolution of Third-Generation Cellular Standards, Intel Technical Journal.
- [5] **<http://www.rysavy.com/>**, 2002. Data Capabilities For GSM Evolution to UMTS. White paper for 3G America.
- [6] **Furuya Y.**, 2001, Standardiation of IMT-200, NEC Research & Development Journal.
- [7] **<http://www.3gpp.org/>**, 2002, 3GPP Project Official web page for downloading 3G Standards.
- [8] **<http://www.etsi.org/>**, 2002, Europen Telecommuncations Standards Institue.
- [9] **<http://www.itu.int/>**, 2002, International Telecommunication Union.
- [10] **TSAC Paper No.21/2000**, 2000. Telecommunication Standards Advisory Committee, Update on IMT-2000 Development.
- [11] **ISO/IEC 14496-2**, 1999 Final Draft of International Standard, "Information technology - generic coding of audio-visual objects: Part2-Visual", ISO/IEC, March.
- [12] **ITU-T Recommendation H.324**, 1998, Terminal for low bit-rate multimedia communication.
- [13] **3GPP TS 26.111**, 2001. Codec for circuit switched multimedia telephony service; Modifications to H.324., 3rd Generation Partnership Project.
- [14] **3GPP TS 26.911**, 2001. Codec(s) for Circuit Switched Multimedia Telephony Service; Terminal Implementor's Guide., 3rd Generation Partnership Project.

- [15] **Ydrenious F.**, 2000. Scalable coding of Video over IP-based Networks, Europe, *Msc. Thesis*, Linköpings University, Sweden.
- [16] **Chen C., Koc U.T., Ray Liu K.J.**, 2002. Design of Digital Video Coding Systems, Marcel Dekker Inc., New York Basel.
- [17] **ITU-T Recommendation H.223**, (1996) Multiplexing protocol for low bitrate multimedia.
- [18] **ITU-T Recommendation H.263**, 1998, Video coding for low bit rate communication.
- [19] **ITU-T Recommendation H.261**, 1990, Video Codec fo Audio Visual Services at p x 64 kbit/s.
- [20] **MPEG-4 Image Comm. Journal Tutorial Iss. On The Mpeg-4 Standard**, 2002, http://leonardo.telecomitalialab.com/icjfiles/mpeg-4_si/
- [21] **MPEG-2 Description**, 2002, <http://mpeg.telecomitalialab.com/standards/mpeg-2/mpeg-2.htm>
- [22] **PacketVideo Multimedia Technology Overview Standards, Algorithms, and Implementations**, 2001, Company report, <http://www.pv.com/>
- [23] **Ojanperä T., Prasad R.**, 2001. WCDMA: Towards IP Mobility and Mobile Internet, Artech House, Boston London.
- [24] **Pittampali E.** 1999, Third Generation CDMA Wireless Standards and Harmonization. Bell Labs Technical Journal, July-September, 6-18.
- [25] **Hanzo L., Cherriman J.P., Streit J.**, 2001. Wireless Video Communications Second to Third Generation Systems and Beyond. IEEE Press, New York.
- [26] **Fholma H. and Toskala Anti., B.**, 2001. WCDMA For UMTS, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- [27] **Furuskär A.**, 2001, Can 3G Services Be Offered in Existing Spectrum, Europe, *Msc. Thesis*, Royal Institue, Sweden.
- [28] **Dasilva J.S., Arroyo B., Barani B., Ikonomou D.**, 1996, European third generation mobile systems, IEEE Comms. Mag. October, 68-83.
- [29] <http://www.nortstream.se/>, 2002. When will video will be delivered to my phone.
- [30] **3GPP TS 26.140**, 2002. Multimedia Messaging Services (MMS), Media formats and Codecs, 3rd Generation Partnership Project.

- [31] **WMF, Recommended Technical Framework Document, Version 1.0**, 2001, Wireless Multimedia Forum, Technical Working Group January.
- [32] **ITU-T Recommendation H.245**, 1999, Control protocol for multimedia communication.
- [33] **ITU-T Recommendation H.223**, 1998, Multiplexing protocol for low bit rate multimedia communication-Annex C: Multiplexing protocol for low bit rate multimedia mobile communication over highly error-prone channels.
- [34] **Fabri S.N., Worrall S., Sadka A., Kondo A.**, 2000. Real-Time Video Communications over GPRS, IEEE 3G2000 Conf. London, March.
- [35] **3GPP TS 26.233**, 2002. Transparent End-to-End packet switched streaming service (PSS), 3rd Generation Partnership Project.
- [36] **3GPP TS 26.234**, 2002. Transparent End-to-End packet switched streaming service (PSS); Protocols and codecs, 3rd Generation Partnership Project.
- [37] **Elsen I., Hartung F., Horn U., Kampmann M., Peters L.**, 2001. Streaming Technology in 3G Mobile Communications Systems, IEEE Computers.
- [38] **Haavisto P., Castagno R., Honko H.**, 2000. Multimedia Standardization for 3G Systems, 5th International Conf. on Signal Processing Proceedings, 32-40.
- [39] **Andersson J., Wirde J.**, 2001. 3G-324M Video Client/Server. Europe, *Msc.Thesis*, Sweden.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Beykoz'da doğan Suat Aksu, 1993 yılında Haydarpaşa Anadolu Meslek Lisesi'ni bitirmiş, aynı yıl girdiği İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden 1997 yılında mezun olmuş, ardından yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Halen İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümü, Haberleşme Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

