

**İNTERNET PROTOKOLÜ ÜZERİNDEN
SES İLETİMİ**

100998

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Müh. Affan ABAZİ
(504960407011)**

100998

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Nisan 2000
Tezin Savunulduğu Tarih : 05 Mayıs 2000**

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Günsel DURUSOY

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Osman PALAMUTÇUOĞULLARI

Doç.Dr. Işıl CELASUN

Günsel Duruso 8.6.2000
Osman Palamutçuoğulları
Işıl Celasun

MAYIS 2000

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her aşamasında özendirici ve titiz katkılarını esirgemeyen, yüksek bilgilerinden yararlanma olanağını sağlayan ve beni her zaman destekleyip çalışmalarımı yönlendiren Hocam, Prof.Dr. Günşel DURUSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bana her zaman ve her konuda manevi katkılarını esirgemeyen Aileme ve yakın dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2000

Elektronik ve Haberleşme Müh.

Affan ABAZI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
2. KISACA İNTERNET	3
2.1 İnternet'in Tarihçesi	3
2.2 İnternet'in Temel Özellikleri	3
2.3 Standartlar	4
3. H.323 MİMARİSİ	9
3.1 Terminaller	9
3.2 Şebeke Geçidi (Gateway)	10
3.3 Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper)	11
3.4 Çok-uçlu Kontrol Birimi (Multipoint Control Unit)	11
3.4.1 Çok-uçlu konferans görüşmesi kontrolü	12
3.5 H.323 Bölgesi	14
4. H.323 PROTOKOLLERİ	16
4.1 Kodlama / Çözme (Codec) İhtiyaçları	17
4.2 H.225.0 Kayıt / Kabul / Durum (RAS) Protokolü	19
4.3 H.225.0 Çağırma İşaretleşme Protokolü	19
4.4 H.245 Kontrol İşaretleşme Protokolü	19
4.5 T.12x Veri Haberleşme Protokolleri	20
4.6 H.235 Güvenlik Protokolü	20
4.7 Gerçek-Zaman Protokolü (RTP)	20
4.8 Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü	21
5. H.323 PROTOKOLLER AİLESİ	22
5.1 H.323 Altında Haberleşme	26

6. KAYIT / KABUL / DURUM (RAS) İŞLEVLERİ	29
6.1 Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper) Keşif Süreci	29
6.2 Kayıt	30
6.3 Kabul	30
6.4 Diğer RAS Prosedürleri	31
7. GERÇEK-ZAMAN PROTOKOLÜ (RTP)	33
7.1 RTP Paket İçeriği	35
7.2 Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü (RTCP)	37
7.3 RTCP Paket İçeriği	38
7.4 RTCP Rapor Türleri	39
7.4.1 Çağırılan RTCP paket türü (SR)	39
7.4.2 Çağırılan RTCP paket türü (RR)	42
7.4.3 Kaynak bilgisi raporu (SDES)	43
7.4.3.1 Uç-birimin kanonik ismi (CNAME)	44
7.4.3.2 Kullanıcı ismi (NAME)	45
7.4.3.3 Elektronik posta adresi (EMAIL)	45
7.4.3.4 Telefon numarası (PHONE)	46
7.4.3.5 Kullanıcının coğrafi bölgesi (LOC)	46
7.4.3.6 Uygulama ismi (TOOL)	46
7.4.3.7 Kullanıcıya ait not (NOTE)	47
7.4.4 Oturum sonu (BYE)	47
7.4.5 Uygulamaya özel RTCP paket türü (APP)	48
8. PAKETLENMİŞ SES HABERLEŞMESİ ETMENLERİNE DEĞER BİÇMEK	49
8.1 Hatalar için Tolerans	50
8.2 Gecikmeler için Tolerans	50
9. İNTERNET ÜZERİNDEN SES İLETİMİ TEKNOLOJİSİNDE SES KALİTESİ	52
9.1 Gecikme	52
9.2 Jitter	53
9.3 Paket Kaybı	54
9.4 Sıralama Hatası	54
9.5 Ses Kalitesinin Ölçümleri için Tavsiyeler	55
10. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	56
KAYNAKLAR	59
EKLER	61
ÖZGEÇMİŞ	71

KISALTMALAR

ATM	: Asenkron Transfer Modu (Asynchronous Transfer Mode)
B-ISDN	: Genişbandlı ISDN (Broadband ISDN)
CODEC	: Kodlama / Çözme (Coddng / Decoding)
CNAME	: Kanonik İsim (Canonical Name)
CSRC	: Katılımcı Kaynak (Contributing Source)
FR	: Çerçeve Aktarma (Frame Relay)
GW	: Şebeke Geçidi (Gateway)
GK	: Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper)
ID	: Belirteç (Identifier)
IETF	: İnternet Müh. Geliştme Birliği (Internet Engineering Task Force)
ITU-T	: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği - Telekomünikasyon Standartları Bölümü (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector)
IP	: İnternet Protokolü (Internet Protocol)
IPsec	: IP Güvenliği (IP Security)
ISDN	: Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi (Integrated Services Digital Network)
LAN	: Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network)
MC	: Çok-uçlu Kontrolör (Multipoint Controller)
MCU	: Çok-uçlu Kontrol Birimi (Multipoint Control Unit)
MGCP	: Çoklu-ortam Şebeke Geçidi Kontrol Protokolü (Media Gateway Control Pr.)
MOS	: Ortalama Kanı Değeri (Mean Opinion Score)
MP	: Çok-uçlu İşlemci (Multipoint Processor)
MPEG	: Hareketli Resim Uzmanlar Grubu (Motion Pictures Expert Group)
OSI	: Açık Sistem Bağlantısı (Open System Interconnections)
PSTN	: Kamu Bağlaşmalı Telefon Şebekesi (Public Switched Telephone Network)
QoS	: Hizmet Kalitesi (Quality of Service)
RAS	: Kayıt / Kabul / Durum (Registration / Admission / Status)
RTP	: Gerçek-zaman Protokolü (Real-time Protocol)
RTCP	: Gerçek-zaman Kontrol Protokolü (Real-time Control Protocol)
SCN	: Devre Bağlaşmalı Şebeke (Switched Circuit Network)
SSRC	: Senkronizasyon Kaynağı (Synchronization Source)
TCP	: İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol)
PDU	: Protokol Veri Birimi (Protocol Data Unit)
UDP	: Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol)
VoIP	: İnternet Üzerinden Ses İletimi (Voice over Internet Protocol)

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. İnternet'in temel özellikleri.....	4
Tablo 4.1. Ses "codec'lerin" karşılaştırılması.....	18
Tablo 4.2. ITU-T'nin konferans görüşmesi için tanımladığı görüntü formatları.....	18
Tablo 5.1. Şebeke kapı sorumlusu'nun (gatekeeper'in) zorunlu işlevleri	25
Tablo 5.2. Şebeke kapı sorumlusu'nun (gatekeeper'in) seçimli işlevleri.	26
Tablo 7.1. RTP mesaj formatı.....	36
Tablo 7.2. RTCP paket türleri.....	37
Tablo 7.3. Çağırılan RTCP mesaj formatı.....	38
Tablo 7.4. Çağırılan RTCP mesaj formatı.....	42
Tablo 7.5. Kaynak bilgisi RTCP mesaj formatı	43
Tablo 7.6. CNAME SDES paket formatı	44
Tablo 7.7. NAME SDES paket formatı.....	45
Tablo 7.8. EMAIL SDES paket formatı.....	45
Tablo 7.9. PHONE SDES paket formatı.....	46
Tablo 7.10. LOC SDES paket formatı.....	46
Tablo 7.11. TOOL SDES paket formatı.....	46
Tablo 7.12. NOTE SDES paket formatı.....	47
Tablo 7.13. BYE RTCP mesaj formatı.....	47
Tablo 7.14. APP RTCP mesaj formatı.....	48
Tablo 9.1. Toplam gecikme bütçesi.....	52
Tablo 9.2. Değişik ses kalite testleri sonucunda MOS değerleri.....	55
Tablo A.1. ITU-T çoklu-ortam haberleşme tavsiyeleri.....	61
Tablo B.1. Ses ortamı bandgenişliği ve MOS başarımlar değerleri.....	62
Tablo B.2. Görüntü ortamı bandgenişliği ve MOS başarımlar değerleri.....	63
Tablo B.3. Veri haberleşmesi için gerekli iletişim hızı değerleri.....	63
Tablo C.1. Önemli H.323 mesajları (komutları) ve işlevleri.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : OSI referans modeli ve internet'in karşılaştırılması.....	6
Şekil 2.2 : TCP/IP protokol takımı.....	6
Şekil 2.3 : İnternet protokolü trafiği.....	8
Şekil 3.1 : Bir H.323 ortamı.....	9
Şekil 3.2 : H.323/PSTN şebeke geçidi (gateway) ortamı.....	11
Şekil 3.3 : Merkezileşmiş / merkezileşmemiş konferans görüşme türleri.....	13
Şekil 3.4 : Bir H.323 bölgesi.....	14
Şekil 3.5 : Tipik bir H.323 ortamı.....	14
Şekil 3.6 : Tipik bir "IP telefonu" ortamı.....	15
Şekil 4.1 : H.323 protokoller topluluğu.....	16
Şekil 4.2 : Çoğul-ortam protokoller topluluğu.....	17
Şekil 5.1 : Terminal protokol yığını.....	24
Şekil 5.2 : Şebeke geçidi (gateway) protokol yığını.....	25
Şekil 5.3 : Şebeke kapı sorumlusu (gatekeeper) protokol yığını.....	25
Şekil 6.1 : Şebeke kapı sorumlusu (gatekeeper) keşif süreci.....	29
Şekil 6.2 : Kayıt süreci.....	30
Şekil 6.3 : Kabul süreci.....	31
Şekil 7.1 : RTP çevirici.....	35
Şekil 7.2 : RTP karıştırıcı	35
Şekil 9.1 : Uçtan uca gecikme.....	53
Şekil 9.2 : Jitter.....	56
Şekil 9.3 : Paket kaybı.....	54
Şekil 9.4 : Sıralama hatası.....	54

İNTERNET PROTOKOLÜ ÜZERİNDEN SES İLETİMİ

ÖZET

Paket-temelli şebekelere dayalı telefon haberleşmesi yada Internet Protokolü (IP) üzerinden ses'li iletişim (Voice over IP - VoIP), aktarım ortamı internet'i kullanarak ses iletişimini sağlar. IP üzerinden ses iletimi, geleneksel ses hizmetlerini veri şebekeleri üzerinden ulaştıran bütünleşik iletişim ortamını hedefliyor. Temelinde ses verileri kodlanarak, IP paketlerine yerleştirilir ve bir paket-temelli şebeke üzerinden iletilir.

Geleneksel Kamu Bağlaşmalı Telefon Şebekesi (Public Switched Telephone Network - PSTN) ile internet gibi paket şebekelerini birleştiren ve özel bir işlevselliğe sahip olan bu çözüm, servis sağlayıcılara yönelik internet üzerinden sesli iletişim sunucusu donanım ve yazılımına dayanır. Bu teknoloji ile kullanıcılar, PSTN ve IP-temelli veri şebekeleri (ör: ATM, FR v.b.) üzerinden uygun, kesintisiz, düşük maliyetli ve güvenilir koşullarda ses mesajı trafiği olanağına kavuşacaklar. Bu platform, internet'te telefonda telefona konuşmayı, fakstan faksa iletişimi ve internet telefonu arabağdaşımını içermektedir.

Bugün haberleşme standartlarını geliştiren iki teşkilatın "IP üzerinden ses iletişimi" konusunda yoğun çalışmaları yürütülmektedir. Aynı işlevselliğe sahip bu iki çözümün ilki ITU-T (International Telecommunication Union) tarafından önerilen H.323 tavsiyesi, ikincisi ise IETF'nin (Internet Engineering Task Force) yayınladığı MGCP (Media Gateway Control Protocol) protokol bütünlüğüdür.

Bu bitirme çalışmasında farklı şebekeler üzerinde çoğul-ortam uygulamalarına esas teşkil eden ve ITU-T'nin diğer H.32x¹ tavsiyelerinin bir parçası olan H.323 standardı ele alınıp açıklanmaya çalışılmıştır.

¹ H.323 standardı, ITU-T'nin tanımladığı H.32x aile tavsiyelerinin bir ögesidir. Geri kalan çoğul-ortam haberleşme öğeleri aşağıdakilerdir:

- Devre Bağlaşmalı Şebekeler (Switched Circuit Network - SCN) üzerinde H.324 standardı,
- Tümüleşik Hizmetler Sayısal Şebeke (Integrated Services Digital Network - ISDN) üzerinde H.320 standardı,
- Genişbandlı Tümüleşik Hizmetler Sayısal Şebeke (Broadband ISDN) üzerinde H.321 ve H.310 standartları,
- Kalite hizmetini (QOS) temin eden LAN üzerinde H.322 standardı.

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL

SUMMARY

Data traffic has traditionally been forced to fit onto the voice network. The Internet has created an opportunity to reverse this integration strategy – voice and facsimile can now be carried over IP networks, with the integration of video and other multimedia applications close behind. The Internet and its underlying TCP/IP protocol suite has become the driving force for new technologies, with the unique challenges of real-time voice being the latest in a series of developments.

Support for voice communications using the Internet Protocol (IP), which is usually just called “Voice over IP” or VoIP, has become especially attractive given the low-cost, flat rate pricing of the public Internet. VoIP can be defined as the ability to make telephone calls (i.e., to do everything we can do with the today’s PSTN) and to facsimiles over IP-based data networks with suitable quality of service (QoS). Many industry analysts estimate that the overall VoIP market will become a multi-billion dollar business within three years.

The H.323 standard provides a foundation for audio, video and data communications across IP-based networks, including the Internet. H.323 is an “Umbrella Recommendation” from the ITU-T that sets standards for multimedia communications over Local Area Networks. H.323 is part of a family of ITU-T recommendations called H.32x that provides multimedia communications services over variety of networks. Hence, H.323 is a base for Voice over IP technology.

Voice over packet transfer can significantly reduce the perminute cost, resulting in reduced long-distance bills. In fact, many dial-around-calling schemes available today already rely on VoIP backbones to transfer voice, passing some of the cost savings to the customer. These high-speed backbones take advantage of the convergence of Internet and voice traffic to form a single managed network. This network convergence also opens the door to novel applications. Interactive shopping (web pages incorporating a “click-to-talk” button) is just one example, while streaming audio, electronic white-boarding and CD-quality conference calls in stereo are other exciting applications.

The main justifications for development of VoIP can be summarized as follows:

- **Cost Reduction**

There can be real savings in long distance telephone costs, which is extremely important to most companies, particularly those with international markets.

- **Simplification**

An integrated voice/data network allows more standardization and reduces total equipment needs.

- **Advanced Applications**

The long run benefits of VoIP include support for multimedia and multiservice applications, something that today's telephone system can't complete with.

But along with the initial excitement, users are worried over possible degradation in voice quality when voice is carried over these packet networks. Whether these concerns are based on experience with the early Internet Telephony applications, or whether they are based on understanding the nature of packet networks, voice quality is a critical parameter in acceptance of VoIP services. As such, it is crucial to understand the factors affecting voice over packet transmission, as well as obtain the tools to measure and optimize them. The thesis states on the factors that will probably reduce the performance of VoIP.

The thesis discusses the Voice over IP technology within H.323 protocol standard. H.323 is explained with an emphasis on Gateways and Gatekeepers, which are component of an H.323 network. The call flows between entities in an H.323 network are explained. The thesis defines the functions of two closely linked parts. Namely, Real-Time Transport Protocol (RTP) and Real-Time Transport Control Protocol (RTCP). RTP provides end-to-end network transport functions suitable for applications transmitting real-time data such as audio, video or data, over multicast or unicast network services. The data transport is augmented by a control protocol (RTCP) to allow monitoring of the data delivery. The RTCP is based on the periodic transmission of control packets to all participants in the session, using the same distribution mechanism as the data packets. RTP and RTCP are designed to be independent of the underlying transport and networks layers. In order to clarify the RTP specification, implementation codes in C language are provided for RTP and RTCP message formats. These implementation notes are for informational purposes only.

1. GİRİŞ

İnternet protokolü (IP) üzerinden ses iletimi, diğer ismi ile VoIP iki ya da daha fazla kullanıcı arasında gerçek-zamanda ses ya da diğer çoğul-ortam verisini internet protokollerini kullanarak dağıtmayı amaçlar. VoIP şu an için mevcut telefon şebekesi ile uyumlu gelecekte ise mevcut şebekenin yerini alabilecek küresel bir çoğul ortam haberleşme sistemi kurabilme imkanı vadeden bir teknolojiyi bünyesinde barındırmaktadır.

IP üzerinden ses iletimi yeni uygulamalara olanak sunmaktadır. Gerçek-zamanda elektronik ticaret (e-commerce) fırsatı tanıyan çoğul-ortam internet sitelerin yaygınlaşması (örneğin: etkileşimli alışveriş), çoğul-ortam konferans görüşmeleri, internet çağrı merkezleri (call-centers), internet üzerinden sesli elektronik-posta imkanı, düşük maliyetli telefon ve faks haberleşme imkanları, günümüz iletişim teknolojilerine yeni uygulama ortamları sunmaya yeğleyecektir. Bu ortamların gözde uygulaması sayılan "internet telefonu" haberleşmesi düşük-maliyet, ulusal ve uluslararası telefon görüşmelerine imkan tanımalıdır.

İnternet kullanımı, klasik ses haberleşmesine göre son yıllarda çok hızlı artış göstermektedir. İstatistikler 2002 yılı itibarıyla internet protokolü üzerinden ses iletiminin, toplam sesli iletişim pazarının %11'ine sahip olacağını tahmin etmektedir.

ITU-T H.323 standardı, paket-bağlı şebekeler üzerinde çoğul-ortam haberleşmesini sağlayan bir "şemsiye standardı" olarak tanımlanabilir. H.323 standardı, IP-tabanlı şebekeler için ses, görüntü ve veri haberleşmesi için temel sağlamaktadır. H.323 standardına uyularak farklı üreticilerin çoğul-ortam ürünleri ve uygulamaları birbirinden bağımsız olarak işlevlendirilebilir. H.323, konferans görüşmelerine imkan tanıyan H.32x iletişim standartlar serisinin bir parçasıdır. H.323, Yerel Alan Şebeke (Local Area Networks - LAN) tabanlı kullanıcılar için iş, eğlence ve profesyonel uygulamalarda esas teşkil etmektedir.

H.323 standardı, ITU-T çalışma grubu –16 tarafından geliştirilmektedir. H.323 ilk olarak ekim 1996 yılında sürüm 1.0 (version 1.0) ile yerel alan şekelleri için “Hizmet Kalitesini” (Quality of Service - QoS) desteklemeyen görsel telefon sistemleri için haberleşme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ağırlıklı olarak bir yerel alan şebeke ortamında çoğul-ortam haberleşme imkanını sunacak uygulamanın ilk adımıdır.

IP üzerinden ses uygulamaların gereksinimi doğrultusunda, H.323 standardının bir daha gözden geçirilip düzeltilmesine sebep olmuştur. Ocak 1998 yılında kabul gören sürüm 2.0 ile, önceki sürüme göre İnternet Güvenliği (IP Security - IPsec) üzerinde ilerlemeler ve internet üzerinde kişisel bilgisayar-tabanlı telefonlar (IP telefonlar) ile Kamu Bağlısal Telefonlar (Public Swithed Telephones - PST) arasında gerçek-zamanda haberleşme imkanı sunulmuştur.

H.323 standardı üzerinde en yeni gelişmeler 1999 yılı sonlarında sunulan ve halen gelişmekte olan sürüm 3.0 ile paket-tabanlı şebekeler üzerinde faks iletimi, hızlı bağlaşma yöntemleri, iki farklı şebekede bulunan ve Şebeke Kapı Koruyucusu (Gatekeeper) ile tanınan gatekeeper-gatekeeper iletişimi üzerinde çalışmalara önem verilmiştir. İhtiyaçlar (isterler) doğrultusunda öyle gözüküyor ki, internet üzerinden ses (Voice over IP - VoIP) iletimi teknolojisindeki ilerlemeler zamanla devam edecektir.

Bu çalışmada VoIP teknolojisi her yönü ile incelenmiştir. Çalışma sırasında VoIP hakkında bilginin elde edilebileceği en önemli kaynak olan internet tüm imkanları ile kullanılmıştır. Özellikle bu teknoloji üzerinde standartları oluşturmaya çalışan ITU-T, IEEE , IETF gibi kuruluşların kullanıma açmış oldukları bilgilerden yararlanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde internet protokolünün genel çerçevesi incelenmiş, gerekli giriş bilgileri verilmiştir. Üçüncü bölümde H.323 mimarisi ele alınmış, mimaride yer alan bileşenler üzerinde durulmuştur. Dördüncü ve beşinci bölüm, H.323 mimarisinde mevcut tüm protokollerin işlevleri açıklanmaya çalışılmıştır. Altıncı bölümde, RAS işaretleşme protokolü ve işleyişine yer verilmiştir. Yedinci bölüm, gerçek-zamanda veri iletimi için geliştirilen RTP, RTCP protokolleri ve paket yapıları incelenmiştir. Sekizinci bölümde VoIP teknolojisinin bugün ki mevcut PSTN ile olan bütünleşmesi sırasında dikkat edilmesi gereken etmenler üzerinde tartışılmıştır. Çalışmanın EKLER kısmında H.323 mimarisinde kullanılan temel terimler ve işlevleri, bir H.323 terminalinin çağırma kurma ve sonlanması ele alınmış ve ayrıca gerçek-zamanlı uygulamalarda en iyi sonuçlar veren C dili kullanılarak, RTP ve RTCP protokollerinin mesaj formatlarının işleyiş biçimini açıklamak amacıyla tasarım kod kısımları sunulmuştur.

2. KISACA İNTERNET

2.1. İnternet'in Tarihçesi

İnternet'in ortaya çıkışı Amerikan Federal Hükümeti Savunma Bakanlığı'nın araştırma ve geliştirme kolu olan "Savunma İleri Düzey Araştırma Projeleri Kurumu'na (DARPA-Defence Advanced Research Project Agency)" dayanır. 1969'da çeşitli bilgisayar bilimleri ve askeri araştırma projelerini desteklemek için Amerikan Savunma Bakanlığı ARPANET adında Paket Bağlaşmalı Şebeke'yi oluşturmaya başladı. Bu şebeke, ABD'deki üniversite ve araştırma kuruluşlarının değişik tipteki bilgisayarlarını da içererek büyüdü. ARPANET 1990 haziran'ında kullanımdan kaldırıldı. Yerini ABD, Avrupa, Japonya ve Pasifik ülkelerinde ticari ve hükümet işletimindeki omurgalar (backbones) aldı.

İnternet'in tarihi oldukça karmaşıktır ve teknolojik, yönetsel ve toplumsal bakış açılarını içerir. İnternet'in gelişim tarihçesi dört farklı noktaya dayanır. Birincisi, paket bağlaşma konusundaki araştırmalar sayesinde teknolojik gelişmeler, ARPANET ve bilgi altyapısının boyutlarını ölçekleme, performans ve yüksek seviye fonksiyonelliği gibi noktalara çekme isteğidir. İkinci husus, yönetim bazında global ve karmaşık bir bilgi altyapısı gereksiniminin görülmesidir. Üçüncüsü, toplumsal açıdan teknolojik gelişmenin sağlanması ve büyük bir haberleşme şebekesinin kurulması gereksinimi. Dördüncü durum, geniş bir bilgi altyapısı içinde araştırma sonuçlarının etkin bir şekilde paylaşımını sağlamak amacıyla olan ticari bakış ve yeni uygulamalara dayanır. İnternet bugün yaşamımızda eğitimden eğlenceye, alışverişten haberleşmeye geniş bir yelpaze şeklinde oldukça önemli ve vazgeçilmez bir parça haline gelmiştir.

2.2. İnternet'in Temel Özellikleri

İnternet, "uyarlamalı yönlendirme" nitelikleri kullanarak, bilgisayarlar veya iş istasyonları aralarında veri haberleşmesini sağlamak amacıyla kurulmuş bir şebeke

teknolojisi. Uyarlamalı yönlendirme kavramı, belirli zamanlarda şebekenin koşullarına özgü (ör: şebekenin yığılması, bağlantının sağlanamaması veya kopması v.b), iletilen trafiğin farklı yolları izlemesine dayanmaktadır. Bu sebeple uyarlamalı yönlendirme niteliği ile, iletilen paketler alıcı tarafında beklenen sırada gelmemesine neden olacaktır. Ayrıca uyarlamalı yönlendirmenin iletilen paketlerin farklı yolları izleyeceğinden, alıcı tarafında beklenen paketler değişik gecikmelerle ulaşmasına sebep olacaktır. İnternet protokolü bünyesinde kullanılacak İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol - TCP) bu tür olumsuz etmenlerin düzeltilmesi ile yükümlüdür. İnternet, “bağlantısız yönelimli” sistemler için tasarlanmıştır. Yani, iki uç-birimi arasında paket iletimi başlamazdan önce herhangi bir sanal (virtüel) bağlantı kurulmuş değildir. İnternet gerçek-zamanlı uygulama hizmetleri için tasarlanmamıştır. Diğer yandan, telefon şebekesi bir bağlantı yönelimli ve gerçek-zamanlı uygulamaların beklentilerini yerine getirmek üzere kurulmuştur. İnternet, “en iyiye gayret” (best-effort) iletim hizmetini desteklemektedir. Daha doğrusu internet protokolü, iletilen trafiğin her zaman yerinde ulaşma teşebbüsünde bulunacaktır. Fakat iletişim sırasında meydana gelebilecek herhangi bir sorun (ör: gürültü nedeniyle hasara uğramış bit dizisi, yönlendiricide yığılma durumu veya trafiğin gidilecek yeri tanımlayamaması v.b) sırasında iletilen trafiğin atılması veya tekrar iletilmesi sözkonusu olabilmektedir.

Tablo 2.1. İnternet’in temel özellikleri

Nitelik	Sonuç
Veri haberleşmesi	Temelde ses veya görüntü haberleşmesi için geliştirilmemiş.
Uyarlamalı yönlendirme	Trafiğin iletimi sırasında izlenen yol değişikliğe uğrayabilir, paketler alıcı kısmında belirlenen sıraya göre ulaşmayabilirler.
Bağlantısız yönelimli	Kullanıcılar arasında herhangi bir devre bağlanması mevcut değil.
“En iyiye gayret – best effort” iletim hizmeti	Bir paket hedefe ulaşmamışsa kaynak tarafından tekrar gönderilmelidir, ayrıca şebekede herhangi bir sorun olduğu anlarda iletilen trafiğin atılması sözkonusu.

2.3. Standartlar

TCP/IP, katmanlardan oluşan bir protokoller kümesidir. Her katman değişik görevlere sahip olup altındaki ve üstündeki katmanlar ile gerekli bilgi alışverişini sağlamakla

yükümlüdür. İnternet protokolü bütünlüğü, Açık Sistem Bağlantıları (Open Systems Interconnection - OSI) referans modelinin 1.2.3.4 ve 7. katmanlarını kullanmaktadır.

- Fiziksel katman

Fiziksel bağlantı üzerinden işaretin iletimine ilişkin (hat kodlaması, işaret seviyesi, mekanik bağlantılar – konektörler, soketler v.b) tanımlar. Saat ve senkronizasyon bilgilerini sağlamaktadır.

- Veri bağlantı katmanı

Fiziksel adresleme, şebeke topolojisi, hata kontrolü ve/veya düzeltilmesi, çerçeveleme, akış kontrolü v.b. bu katmanın görevlerindendir.

- Şebeke katmanı

Bağlantıyı sağlayan ve ulaşılmak istenen uç-birimine giden yolu tanımlayan katmandır. Yönlendirme protokolleri bu katmanda çalışmaktadır.

- İletim katmanı

Terminalin ihtiyacına uygun hız ve kalitede paketlerin taşınması için gerekli işlemleri tanımlamaktadır. Bu katman gelen bilginin doğruluğunu kontrol etmektedir. Bilginin taşınması esnasında oluşan hataları yakalar ve bunları düzeltmek için çalışır.

- Uygulama katmanı

Kullanıcıya en yakın olan katmandır. Kullanıcı için farklı uygulamaları desteklemektedir.

Aşağıdaki şekilde bu katmanlar bir blok şema halinde gösterilmektedir.

Uygulama katmanı	7	Uygulama katmanı
Sunu katmanı	6	
Oturum katmanı	5	
İletim katmanı	4	TCP / UDP İletim katmanı
Şebeke katmanı	3	İnternet (IP) katmanı
Veri Bağlaşma katmanı	2	Makineden-Şebeke'ye (Host-to-Network)
Fiziksel katman	1	

Şekil 2.1. OSI referans modeli ve internet'in karşılaştırılması

TCP/IP protokol kümesinde yaklaşık 100 protokol bulunmaktadır. Bir çoğu, IP datagramlarının alt katman protokollerine nasıl taşınacağını gösterir. Setteki anahtar protokoller İletim Kontrol Protokolü (TCP), İnternet Protokolü (IP) ve Kullanıcı Datagram Protokolü'dür (User Datagram Protocol - UDP). Uygulama servisleri içinde üç temel protokol bulunmaktadır. Bunlar sanal terminal hizmeti veren TELNET protokolü, Dosya Aktarma Protokolü (File Transfer Protocol - FTP) ve Basit Posta İletim Protokolü'dür (Simple Mail Transfer Protocol - SMTP). Şebeke yönetimi ise Basit Şebeke Yönetim Protokol'üne (Simple Network Management Protocol - SNMP) sağlanmaktadır.

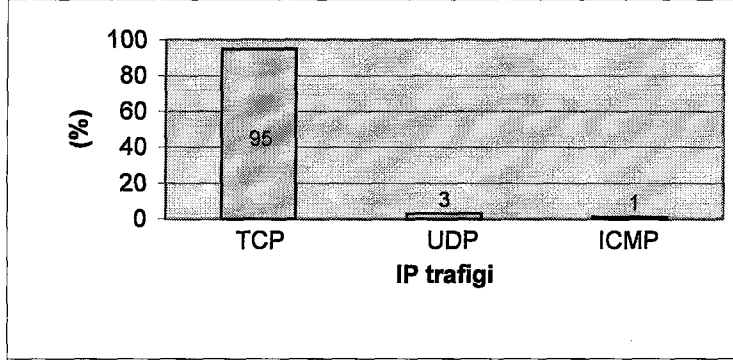
WWW Browser									
FTP	Telnet	HTTP	Gopher	NTP	SMTP	DNS	SNMP		
TCP						UDP			
IP									
SLIP	PPP	LAPB	LAPD	ATM	IEEE 802.2 Mantıksal Bağlantı Kontrolü (LLC)				
					802.3	802.4	802.5	802.11	802.6
PSTN		X.25	ISDN	B-ISDN	CSMA/CD TB	TR	Kablosuz	DQDB	
WAN					LAN				MAN

Şekil 2.2. TCP/IP protokol takımı

WWW : World Wide Web
FTP : Dosya İletim Protokolü (File Transfer Protocol)
HTTP : Üstün Metin İletim Protokolü (Hyper Text Transfer Protocol)
NTP : Haber İletim Protokolü (News Transfer Protocol)
SMTP : Basit Posta İletim Protokolü (Simple Mail Transfer Protocol)
DNS : Alan İsim Sunucusu (Domain Name System)
TCP : İletim Kontrol Protokolü (Transfer Control Protocol)
UDP : Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol)
IP : İnternet Protokolü (Internet Protocol)
SLIP : Seri Bağlantı İnternet Protokolü (Serial Link Internet Protocol)
PPP : Uçtan-uçta Protokol (Point-to-Point protocol)
LAPB : Bağlantı Erişim Protokolü – B (Link Access Procedure B)
LAPD : Bağlantı Erişim Protokolü – D (Link Access Procedure D)
ATM : Asenkron Transfer Modu (Asynchronous Transfer Mode)
IEEE : Elektr-Elektronik Müh. Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineering)
LLC : Mantıksal Bağlantı Kontrolü (Logical Link Control)
PSTN : Kamu Bağ. Telefon Şebekesi (Public Switched Telephone Network)
ISDN : Tümüleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi (Integrated Services for Telephone Network)
B-ISDN: Genişbandlı ISDN (Broadband ISDN)
TB : Bayraklı Veriyolu (Token Bus)
TR : Bayraklı Halka (Token Ring)
DQDB : Dağıtık Kuyruk, İkili Veriyolu (Distributed Queue, Dual Bus)
WAN : Geniş Alan Şebekesi (Wide Area Network)
MAN : Metropolit (Kent) Alan Şebekesi (Metropolitan Area Network)
LAN : Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network)

TCP'nin temel işlevi, üst katmandan (uygulama katmanı) gelen bilginin bölmeler (segment'ler) haline dönüştürülmesi, iletişim ortamında kaybolan bilginin tekrar gönderilmesi ve düzensiz sırada gelebilen bilgi paketlerinin doğru sırada sıralanmasını sağlamaktadır. TCP katmanına gelen bilgi, segmentlere ayrıldıktan sonra IP katmanına gönderilmektedir. Bazı uygulamalarda gönderilen mesajlar tek bir datagram'ın içine girebilecek büyüklüktedirler. Dolayısıyla bu iş için TCP katmanının kullanılması gereksizdir. Böyle amaçlar için en çok kullanılan protokol ise UDP'dir. UDP datagramların belirli sıralara konmasının gerekli olmadığı uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Diğer bir protokol ise ICMP'dir (Internet Control Message Protocol). ICMP, hata mesajları ve TCP/IP yazılımının bir takım kendi mesaj trafiği amaçları için kullanılmaktadır. ICMP'yi kullanan en popüler internet uygulaması PING komutudur. Bu komut yardımı ile internet kullanıcıları ulaşmak istedikleri herhangi bir bilgisayarın açık olup olmadığını, hatlardaki sorunları anında test etmek imkanına sahiptirler.

Şu ana kadar gördüğümüz 4. katman protokolleri, gerçek uygulamada (pratikte) IP trafiğinin ne kadar kapsadığını aşağıdaki şekilde daha açık izleyebiliriz.



Şekil 2.3. İnternet protokolü trafiğı

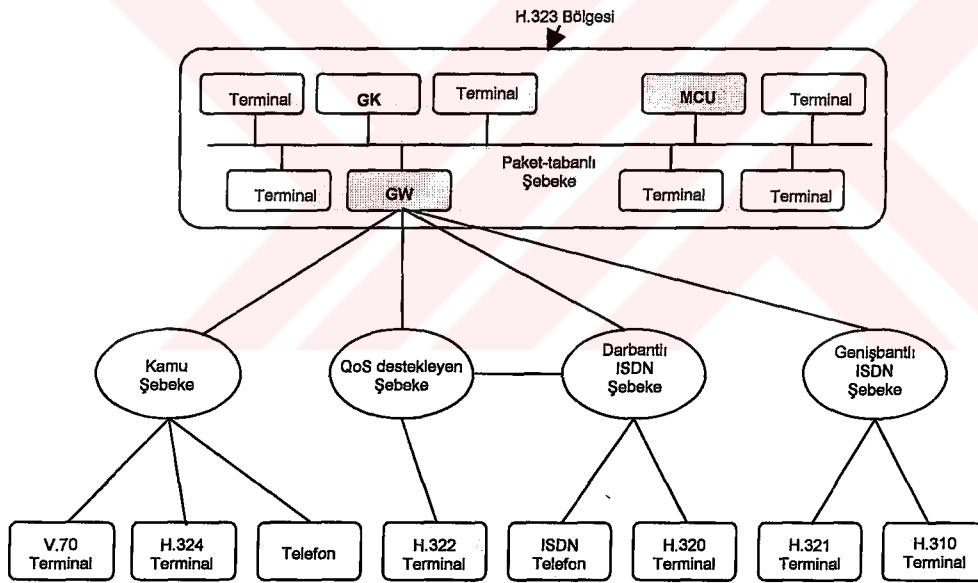
IP katmanı, kendisine gelen TCP veya UDP segmenti içinde ne olduğu ile ilgilenmez. Sadece kendisine verilen bu bilgiyi ilgili IP adresine göndermek amacındadır. IP katmanının görevi bu segment için ulaşılmak istenen noktaya gidecek bir “yolu” (route) bulmaktır. Arada geçilecek sistemler ve geçiş yollarının bu paketi doğru yere ulaştırılması için kendi başlık bilgisini TCP/UDP katmanından gelen segmente eklemektedir. TCP/UDP katmanından gelen segmentlere IP başlığının eklenmesi ile oluşturulan IP paket birimlerine datagram adı verilmektedir. IP tek tek datagramların yönlendirilmesinden sorumludur.

Makineden-Şebekeye (Host-to-Network) katmanı gerçekte Veri Bağlaşma Katmanı (Data Link Layer) ve Fiziksel Katmanı (Physical Layer) içermektedir. Ancak burada bu ara katmanları genelleyip tümüne fiziksel katman adını verebiliriz. Günümüzde pek çok bilgisayar şebekesinin Ethernet’i temel iletişim ortamı olarak kullanmaktadır. Ethernet kendine has bir adresleme kullanır. Ethernet tasarlanırken dünya üzerinde herhangi bir yerde kullanılan bir ethernet kartının tüm diğer kartlardan ayrılmasını sağlayan bir mantık izlenmiştir. Her ethernet kartının kendine has numarası olmasını sağlayan tasarım 48 bitlik fiziksel adres yapısıdır. Böylece başka bir üreticinin kartı ile bir çakışma meydana gelmez. Her makina hangi ethernet adresinin hangi İnternet adresine karşılık geldiğini tutan bir tablo tutmak durumundadır. Bu yüzden bir üst katmandan gelen IP adresleri, ARP (Address Resolution Protocol) protokolü yardımıyla ethernet adresine dönüştürülür. Ters işlemler hedef uç-biriminde gerçekleştirilerek bilgisayarlar arasında haberleşme sağlanmış olur.

3. H.323 MİMARİSİ

H.323 tavsiyesi, yerel alan şebekelerinde ses, görüntü ve veri haberleşme hizmetlerini bir arada yerine getirmek amacıyla kurulan protokol bütünlüğünü temsil etmektedir. Şekil 3.1 bir H.323 sistemini ve onun bileşenlerini göstermektedir. H.323, bir paket-temelli haberleşme sistemi için dört ana bileşen tanımlamaktadır.

- Terminaller,
- Şebeke Geçidi (Gateway - GW),
- Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper - GK) ve
- Çok-uçlu Kontrol Birimi (Multipoint Control Unit - MCU).



Şekil 3.1. Bir H.323 ortamı

3.1. Terminaller

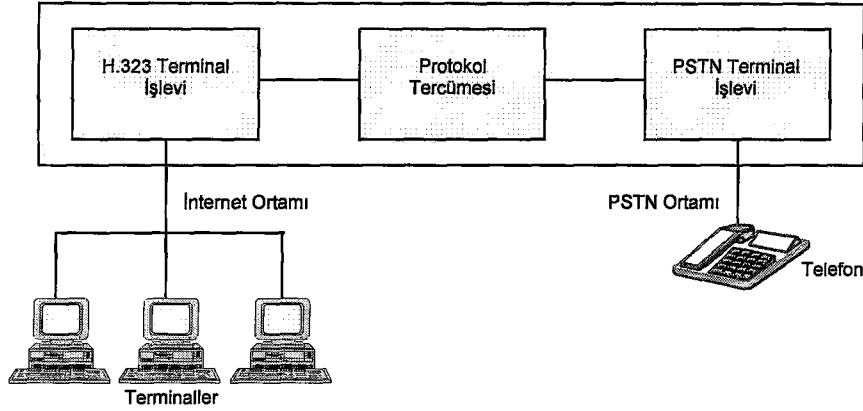
Terminaller, bir yerel alan şebeke içinde gerçek-zamanda çift-yönlü ses, görüntü ve veri haberleşmesini sağlayan sunuculardır (ör: Kişisel bilgisayarlar, IP telefonları, çoğul-

ortam telefonları v.b.). Bir terminal, başka bir terminalle, bir gateway veya bir MCU ile haberleşebilir. Tüm terminallerin ses haberleşmesini zorunlu olarak sağlaması gerekirken, veri ve görüntü haberleşme desteği ise isteğe bırakılmıştır. Temel olarak ses haberleşme hizmeti sunacağı için bir H.323 terminali, IP-telefon hizmetlerinde ana bileşeni karşılayacaktır. Bir H.323 terminali, Devre Bağlı Şebekelerde (Switched Circuit Network - SCN) tanımlanmış H.324 terminalleri ile, ISDN üzerinde tanımlanan H.320 terminalleri ile, geniş-bandlı ISDN üzerinde tanımlanan H.321 terminalleri ile, ve kalite hizmeti (QoS) temin edilmiş bir yerel alan şebekesi üzerinde tanımlanan H.322 terminalleri ile bağdaşabilir.

3.2. Şebeke Geçidi (Gateway)

ITU-T, tanımladığı gateway sunucusunu H.323 yapısına katmakla, farklı niteliklere sahip şebekelerde yeralan uç-birimlerin aralarında çoğul-ortam haberleşme imkanı sağlamıştır. Temel görevi, bir yerel alan şebekesi (LAN) ile kamu bağli telefon şebekesi (PSTN) arasında arabağdaşımı sağlamasıdır. Daha doğrusu bir şebeke geçidi'nin işlevi, farklı ortamlarda yer alan birimlerin arasında çağırmanın kurulması ve sonlandırılması, bilginin kodlanması/çözmesi ve ardından paketlenmesi sayılabilmektedir. Ör: klasik ses bilgi dizisinin (G.711 tavsiyesi - 64 kb/sn) kodlama işlemlerine tabi tutularak yeni ve kaliteli ses bilgi dizilerine dönüştürülmesi (G.729 tavsiyesi - 8 kb/sn) ve tersi işlemi. Şekil 3.2'de bir H.323/PSTN gateway'ı verilmiştir. gateway'ler, terminaller ile haberleşebilirler.

Gateway, H.323 bünyesinde seçimli bir bileşendir. Öyleki, farklı niteliklere sahip şebekeler ile çalışma ihtiyacı gerekmediği durumlarda gateway kullanmak istenmeyebilir çünkü, bir yerel alan şebekesi içerisinde kullanılacak tek-nitelikli şebekede içerisinde yeralan uç-birimleri doğrudan birbirleri ile haberleşme imkanına sahip olabileceklerdir.



Şekil 3.2. H.323/PSTN şebeke geçidi (gateway) ortamı

3.3. Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper)

H.323 temelli şebekelerde en önemli bileşendir. Temel görevi, adres tercümesi (ör: IP adresinin E.164 adresine çevrilmesi, ve tersi), şebekedeki bandgenişliği yönetimi, H.323 uç-birimlerine çağırma kontrolü (call control) ve ücretlendirme hizmetlerini gerçekleştirmesidir. Adres tercümesi ve şebekede bandgenişliği yönetimi ileride sözü edilecek RAS protokolüne dayanarak geliştirilmiştir. Eşzamanlı yapılan konferans görüşmeleri sırasında, gatekeeper şebekedeki uç-birimlerin bandgenişliği kullanımını en uygun bir şekilde yönetmektedir. Bunun yanı sıra, bir gatekeeper, uç-birimlerinden gelen H.323 çağrılarına bir yönlendirici (router) rolünde de üstlenebilmektedir.

3.4 Çok-uçlu Kontrol Birimi (Multipoint Control Unit - MCU)

Üç veya fazla H.323 bileşenin (ör: terminaller veya gateway'ler) konferans görüşme imkanını sağlamaktadır. Çoğul-ortam konferans görüşmesi yapacak tüm terminaller, MCU ile haberleşmek zorundadır. MCU konferans görüşmesi yapan kaynakların yönetiminde üstlenmektedir. Tek başına (örneğin: bir kişisel bilgisayar), bir gateway, bir gatekeeper veya bir terminal ile tümleştirilebilir.

Bir MCU iki birim içermektedir:

- Zorunlu destek ile gelen Çok-uçlu Kontrolör (Multipoint Controller - MC) ve
- Seçimli bileşen olan Çok-uçlu İşlemci (Multipoint Processor - MP).

MC'nin temel görevi, H.245 Kontrol Protokolü yardımıyla konferans görüşmelerin kontrol ve işaretleşmesini gerçekleştirmesidir. İşaretleşme ile, terminaller arası ses, görüntü ve veri bilgilerinin temel nitelikleri tanımlamaktadır. Ayrıca şebekeye sağladığı kontrol görevi ile, hangi ses, görüntü ve veri bilgilerinin konferans görüşmesine tabi tutulacağını tespit etmektedir. MC bileşeni, bir terminal, gatekeeper, gateway veya MCU üzerinde işlev görebilir. Diğer yandan, MP'nin ana görevi, MC kontrolü altında uç-birimlerinden gelen bilgi dizisini alıp bağlaşma fonksiyonunu yerine getirdikten sonra konferans görüşmesini gerçekleyen uç-birimlere iletilmesini sağlamaktadır.

3.4.1 Çok-uçlu konferans görüşmesi kontrolü

H.323 tavsiyesi, üç farklı konferans görüşmesi tanımlamıştır (şekil 3.3).

1. Merkezileşmiş Konferans Görüşmesi,
2. Merkezileşmemiş Konferans Görüşmesi ve
3. Karmaşık (Hibrid) Konferans Görüşmesi.

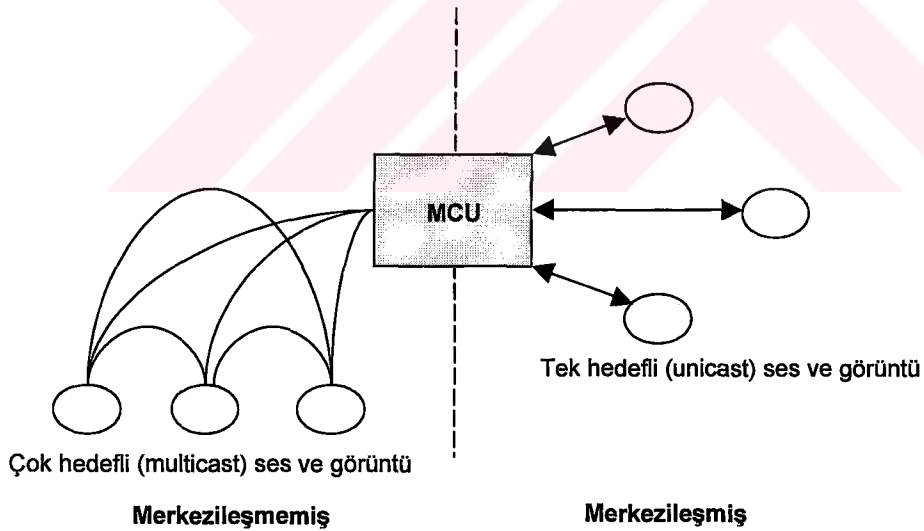
1. Konferans görüşmesine katılan tüm terminaller, MCU ile tek-hedefli (unicast) haberleşmektedirler. H.245 kontrol fonksiyonlarına dayanarak, MC konferans görüşmeyi yönetirken, ses, görüntü ve veri bilgilerin bağlaşma fonksiyonu MP tarafından gerçekleştirilmektedir. Sonuçta, MCU hem işaretleşmeyi (MC) hemde bilgi dizisi işlenmesini/bağlaşmasını (MP) ele alır.

2. Konferans görüşmesine katılan tüm terminaller aralarında çok hedefli (multicast) haberleşmenin yanı sıra MCU ile tek hedefli (unicast) haberleşir. Bu yaklaşımla ses,

görüntü ve veri bilgilerin MCU'ya ulaştırılmadan doğrudan terminaller aralarında iletilip, terminaller ortamında işlenir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken husus, H.245 kontrol bilgilerinin halen MCU tarafından gerçekleştirildiği göz önünde unutulmamalıdır. Sonuçta, MCU sadece işaretlemeyi (MC) üstlenirken, bilgi dizisi işlenmesi uç-noktalarda gerçekleşmektedir. Bu durumda MCU kendi ortamında, MP işlevini yerine getirmeyecektir.

3. Merkezileşmiş ve merkezileşmemiş konferans görüşme niteliklerinin kombinasyonunu kullanmaktadır. H.245 kontrol mesajları ve ses, görüntü ve veri bilgilerinin bir kısmı MCU üzerinden tek hedefli (unicast) olarak iletilirken, geri kalan ses, görüntü ve veri bilgi topluluğu doğrudan terminallere çok hedefli (multicast) biçiminde iletilmektedirler.

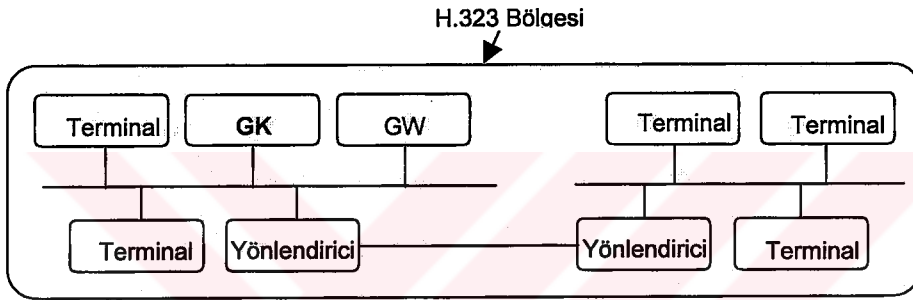
Tek ve çok hedefli (unicast ve multicast) iletişimlerini desteklenerek, H.323 mevcut ve gelecekte şebeke teknolojilerini bütünleştirmiş olacaktır. Fakat, çok hedefli (multicast) haberleşme imkanı ile şebeke bantgenişliği kullanımı daha verimli hale gelirken, terminaller üzerinde iş yükü artmaktadır.



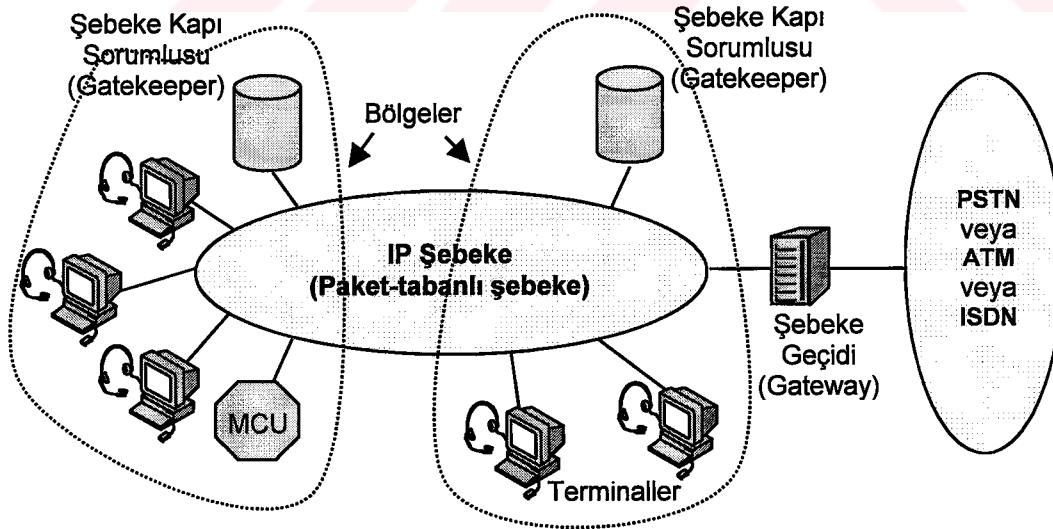
Şekil 3.3. Merkezileşmiş / merkezileşmemiş konferans görüşme türleri

3.5. H.323 Bölgesi

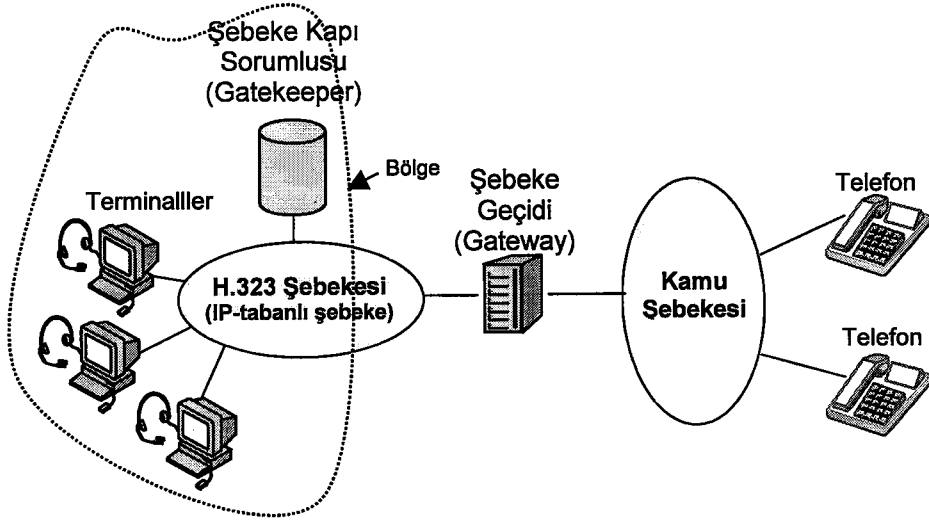
Bir gatekeeper kendi bünyesinde terminaller, gateway'ler ve MCU'leri ihtiva etmektedir. Bu topluluk yönetimi, Bölge Yönetimi (Zone Management) olarak adlandırılır. Genellikle bir bölgeye bir gatekeeper tahsis edilir, fakat iş yükünün yüksek olduğu durumlarda yük dengesini sağlamak amacıyla birden fazla gatekeeper kullanımına da izin verilebilir. Şekil 3.4'te bir H.323 bölgesi verilmiştir. H.323 sürüm 3.0 ile geliştirilen gatekeeper-gatekeeper doğrudan haberleşmesi ile farklı özelliklere sahip şebekelerin birbirleriyle haberleşmesi sağlanmıştır. Şekil 3.5'te tipik bir H.323 ortamı görebiliriz. Ayrıca şekil 3.6 ile bir "IP telefonu" için bir çözüm önerisi verilmiştir.



Şekil 3.4. Bir H.323 bölgesi



Şekil 3.5. Tipik bir H.323 ortamı

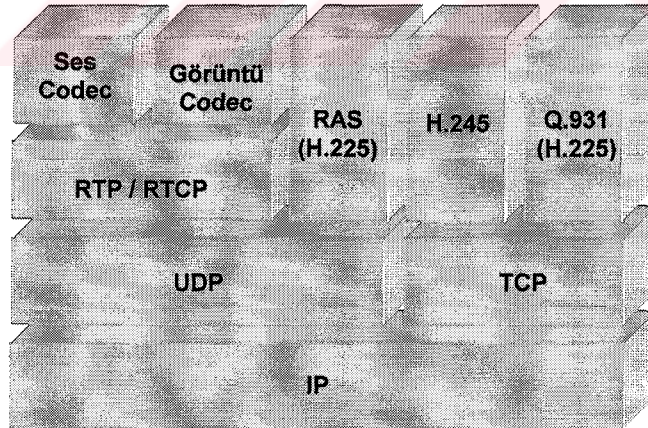


Şekil 3.6. Tipik bir "IP telefonu" ortamı

4. H.323 PROTOKOLLERİ

H.323 standardı ile tanımlanan protokoller topluluğu aşağıdaki belirtilmiştir (şekil 4.1 ve 4.2).

- Ses kodlama/çözme (Voice codec) aygıtları,
- Görüntü kodlama/çözme (Video codec) aygıtları,
- H.225 kayıt/kabul/durum protokolü (RAS),
- H.225 çağırma işaretleşme protokolü,
- H.245 kontrol işaretleşme protokolü,
- T.12x veri haberleşme protokolü,
- H.235 güvenlik protokolü,
- Gerçek-zaman protokolü (RTP) ve
- Gerçek-zaman kontrol protokolü (RTCP).



Şekil 4.1. H.323 protokoller topluluğu

AIV Uygul.		Terminal Kontrol ve Yönetimi				Veri Uygul.
G.711	H.261	H.225 RTCP	H.225 RAS	H.245 İşaretl.	H.225 (Q.931)	T.12x
G.xxx	H.xxx					
RTP						
Güvenilir Olmayan İletim UDP				Güvenilir İletim TCP		
Şebeke Katmanı (IP)						
Veri Bağlantı Katmanı						
Fiziksel Katman						

Şekil 4.2. Çoğul-ortam protokoller topluluğu

4.1. Kodlama/Çözme İhtiyaçları

(Encoding/Decoding - Codec)

H.323 tavsiyelerinde ses “codec’leri” zorunlu destek olarak tanımlanmışken, görüntü “codec’leri” seçimli destek olarak belirtilmiştir.

- Ses “Codec’leri”

Tüm terminallerde sesin kodlanması/çözmesini gerçekleştiren yazılım ve donanım mimarisi bulunması zorunlu kılınmıştır. H.323 için, G.711 tavsiye desteği zorunlu öngörülmüşken, diğer ses kodlama/çözme standartları da desteklenmiştir. Bunlar: G.723, G.726, G.728, G.729 tavsiyeleri sayılabilmektedir. Terminaller, farklı ses bilgi dizilerin işlevini karşılamak zorundadırlar. Bu nedenle ilk önce H.245 kontrol işaretleşme protokolü kullanarak terminaller arasındaki ses bilgi dizilerinin nitelikleri tanımlanması gerekmektedir. ITU-T tarafından tanımlanan çoğul-ortam konferans görüşmeleri için kullanılabilecek ses formatları tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Ses "codec'lerin" karşılaştırılması

Ses türü	Kodlanmış iletim hızı (Kbit/sn)	Gerekli işlemci kaynağı	Ses kalitesi	Eklenen gecikme miktarı
G.711	64 (kodlama yok)	Gereksiz	Çok iyi	Yok
G.723	6.4 / 5.3	Orta	İyi / Kötü	Yüksek
G.726	40 / 24	Düşük	İyi / Kötü	Çok düşük
G.728	16	Çok yüksek	İyi	Düşük
G.729	8	Yüksek	İyi	Düşük

- Görüntü "Codec'leri"

Eğer görüntü destekleniyorsa, H.323 terminalleri, H.261 ve H.263 tavsiyelerinde belirlenen görüntü bilgisinin kodlama/çözme yeteneklerini sağlamaları gerekmektedir. ITU-T tarafından tanımlanan çoğul-ortam konferans görüşmeleri için kullanılabilecek görüntü formatları tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. ITU-T'nin konferans görüşmesi için tanımladığı görüntü formatları

Konferans görüşme için tanımlanmış görüntü formatları	Piksel bazında görüntünün boyutu	H.261	H.263
Alt-QCIF	128x96	Seçimli	Zorunlu
QCIF	176x144	Zorunlu	Zorunlu
CIF	352x288	Seçimli	Seçimli
4CIF	702x576	Tanımlanmamış	Seçimli
16CIF	1408x1152	Tanımlanmamış	Seçimli

QCIF : Çeyrek Genel Ara Formatı (Quarter Common Intermediate Format)

CIF: Genel (Ortak) Ara Formatı (Common Intermediate Format)

4.2. H.225 Kayıt / Kabul / Durum Protokolü

(Registration / Admission / Status - RAS)

RAS, uç-birimleri (terminaller ve gateway) ile gatekeeper arasında tanımlanmış bir protokoldür. RAS genel olarak, uç-birimlerin bir gatekeeper ile kayıt, kabul kontrolü ve iletişim bandgenişliği değişiklikleri durumu üzerinde işlev görmektedir. Bu amaçla mesajların değiş-tokuşu için RAS, bir işaretleşme kanalı kullanmaktadır. Bu kanal "RAS kanalı" olarak adlandırılmaktadır.

4.3. H.225 Çağırma İşaretleşme Protokolü

ITU-T H.225 protokolü, ISDN şebekeleri için tanımlanmış ve Q.931 işaretleşme protokolü temel alınarak geliştirilmiştir. İki H.323 uç-birimi arasındaki çağırmanın kurulması ve sonlanması kontrolünde üstlenmektedir. H.225, ses, görüntü ve veri bilgilerinin ile paket-tabanlı şebekenin kontrol bilgileri arasındaki yönetimin nasıl geręeklenebileceęini açıklamaktadır.

4.4. H.245 Kontrol İşaretleşme Protokolü

ITU-T H.245 protokolü, telefon-tabanlı olmayan işaretler için hat transmisyonunu geręekleřtirmektedir. Daha doğrusu, terminal mesajlarının bilgi sözdizimini (syntax) ve bu mesajların kullanılmasındaki prosedürü (akış-kontrolü) belirtmektedir. H.222.0, H.223 ve H.225 protokolleri tarafından kullanıldığı için, "genel" kontrol protokolünü temsil etmektedir. Terminal niteliklerinin belirlenmesi, mantıksal kanal işaretleşmeleri gibi mesaj bilgileri H.245 ile geręeklenmektedir. Mesaj türleri istek, onay ve red komutlarıyla tanımlanmıştır.

4.5. T.12x Veri Haberleşme Protokolleri

ITU-T'nin T.12x tavsiyeleri bir çoğul-ortam konferans görüşmesi için veri haberleşmesini tanımlamaktadır. T.12x standartları, bir çoğul-ortam konferans görüşmesi için gerçek-zamanda dosya ve grafiksel bilgilerinin dağılım bütünlüğüdür. Örneğin, T.120 tavsiyesi bir konferans görüşmesi sırasında uç-birimler arasında ses-resim (audiovisual), ses-grafik (audiographic) uygulamalarını desteklemektedir.

4.6. H.235 Güvenlik Protokolü

H.323 çerçevesi içinde güvenlik hizmetlerine değer katmak amacıyla geliştirilen protokoldür. Başlıca doğrulama (authentication), gizlilik-şifreleme (privacy-encryption) işlevlerini yerine getirmektedir. H.235, "genel" güvenlik protokol formatını tanımlayarak diğer H.32x serisi tavsiyeleri ile çalışma uygunluğu kanıtlanmıştır.

4.7. Gerçek-Zaman Protokolü

(Real-Time Protocol – RTP)

RTP protokolünün temel amacı gerçek-zaman trafiğinin (ses, görüntü, veri) desteğini sağlamasıdır. RTP genelde iletim katmanında yer alan ve güvenilir olmayan UDP protokolünü kullanarak veri iletişimini gerçeklemektedir. Veri bilgisinin tanımlanması, zamanlama-damgası (timestamp) ve paket diziliş numarası (sequencing number) bilgilerin sağlanması RTP protokolünün işlevleri arasındadır. RTP protokolü ilerideki bölümlerde daha ayrıntılı değinilecektir.

4.8. Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü

(Real-Time Control Protocol – RTCP)

Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü (Real-Time Control Protocol - RTCP), RTP'yi kontrol etmek için geliştirilmiştir. RTCP'nin RTP'yi kontrol etmekten yanısıra, uç-birimlere veri dağılımı hakkında "hizmet kalitesi" geribildirimi (feedback) sunmasıdır. RTCP'nin bir işlevi daha, bir RTP kaynağı için "iletim katmanı belirteci" olarak adlandırılan Kanonik İsim (Canonical Name - CNAME) niteliğini sağlamasıdır. CNAME belirteci ve RTCP protokolünü ilerideki konularda daha ayrıntılı değinilecektir.



5. H.323 PROTOKOLLER AİLESİ

Şekil 4.2'de H.323 protokol mimarisinin standartlar ailesi verilmişti. Ses uygulamaları için G.711 tavsiyesi zorunlu desteklenmesi istenirken, diğer G-serisi tavsiyeleri seçimlidir. Günümüzde yeni ticari ürünlerin seçimi G.711'de olduğu söylenemez çünkü, bu tavsiye 64kbit/sn'lik bandgenişliğini mecbur kılar. Bu nedenle diğer geliştirilmiş ses kodlama/çözme (codec) yöntemlerini kullanan aygıtlardan yararlanmak gerekmektedir. Örneğin, yeni geliştirilmiş G.729 tavsiyesi 8 kbit/sn iletim hızı ile bandgenişliğini verimli bir şekilde kullanmamızı sağlamaktadır.

H.261 ve H.263, görüntü standartları için geliştirilmiştir. Veri haberleşme desteği T.120 ile gerçekleşirken, kontrol ve işaretleşme, H.245 ve Q.931 ile sağlanmaktadır. Ses ve görüntü paketleri RTP protokolüne zarflandıktan (encapsulation) sonra güvenilir olmayan bir protokol (ör: UDP) üzerinden iletilmektedir. RTCP protokolü ise oturum ve bağlantıların kontrolünü üstlenerek sistemin kalitesine değer biçmektedir. Veri paketleri ve kontrol bilgileri güvenilir olan protokol (ör: TCP) üzerinden iletilmektedir.

H.323, güvenilir ve güvenilir olmayan haberleşmeyi kullanır. Kontrol ve veri bilgilerin iletişimi için güvenilir kanallar kullanılırken, ses ve görüntü bilgilerinin iletişimi için güvenilir olmayan kanalları kullanılmaktadır.

- Güvenilir İletişim

Bağlantılı-yönelimli paket haberleşmesi için tanımlanmıştır. OSI referans modelinin iletim katmanında TCP protokolünü kullanmaktadır. Bu tarz iletişim, iletilen paketlerin düzenli, hatasız, akış kontrolü uygulayarak güvenilir bir iletişim hizmetini gerçekleştirir. Diğer yandan bu tür iletişim sırasında paketlerin gecikme ve giriş-çıkış veriminin (throughput) düşmesi olası dezavantajlardır. H.323, uçtan-uca TCP protokol hizmetini

H.245 kontrol kanalı, T.120 veri iletimi kanalı ve çağırma işaretleşme kanalı için kullanılmaktadır.

- Güvenilir Olmayan İletişim

Bağılantısız-yönelimli paket haberleşmesi için tanımlanmıştır. OSI referans modelinin iletim katmanında UDP protokolünü kullanmaktadır. Bu tarz iletişim, “en iyiye gayret” (“best effort”) algoritmalar kullanarak paketlerin iletimini sağlamaktadır. UDP minimal kontrol bilgi hizmeti sunmaktadır. H.323, UDP protokol hizmetini ses, görüntü bilgilerinin iletimi ve RAS kanalı için kullanmaktadır.

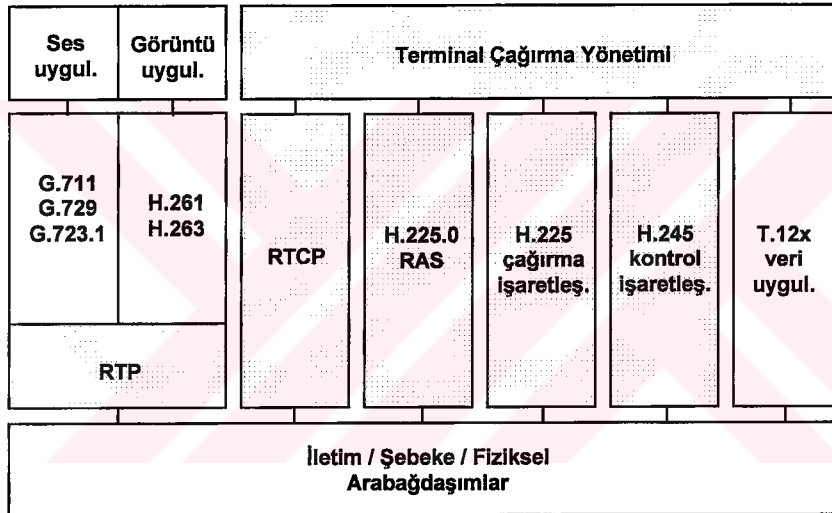
Birçok ses ve görüntü bilgilerinin yer aldığı çoğul-ortam konferans görüşmelerinde, bilgilerin iletişimi için UDP protokolünde öngörülen IP Çok-hedefli (IP Multicast) iletimi kullanılırken, bilgilerin düzenlenmesi (paket sıralanması) amacıyla IETF teşkilatının geliştirdiği Gerçek-Zaman Protokol’ü (Real-Time Protocol - RTP) kullanmaktadır. RTP protokolü çok-hedefli IP (IP Multicast) protokolü üzerinde işlev görmektedir. Bu demektir ki, gelen bilgi dizileri (ses veya görüntü) ilk önce düzgün bir şekilde düzenlenip (sıralanıp) sonradan güvenilir olmayan UDP protokolü üzerinden iletilmelidir. Her UDP paketinin başlık kısmında RTP ile sağlanan zamanlama damgası (timestamp) ve paket diziliş numarası (sequencing number) yer almaktadır. Bununla, alıcı tarafta paketlerin kopyası (duplication) ve paketlerin yanlış dizilmesi önlenmiş olur. RTP protokolü, terminaller, gateway’ler ve MP ile donatılmış MCU’lar tarafından desteklenmesi gereklidir. RTP protokolü, ilerideki bölümlerde daha ayrıntılı değinilecektir.

H.323 terminalleri, iletişim kanalı (transmission channel) kullanım niteliklerini belirten H.245 protokolünü, çağırmanın kurulması ve sonlanması tanımlanan Q.931 protokolünü, ve şebeke bölge (zone) yönetimini gerçekleyen gatekeeper ile gerçek-zamanda haberleşme sağlaması beklenmelidir. Ayrıca, terminallerin, RAS protokolü ile ses, görüntü ve veri bilgi akışını düzenleyecek RTP/RTCP protokollerini sağlaması gerekmektedir. Şekil 5.1’de bir terminal yapısı verilmiştir. Terminaller, internet telefonları, ses ve görüntü konferans görüşme cihazları gibi yeni nesil haberleşme teknolojilerini tamamlamaktadır.

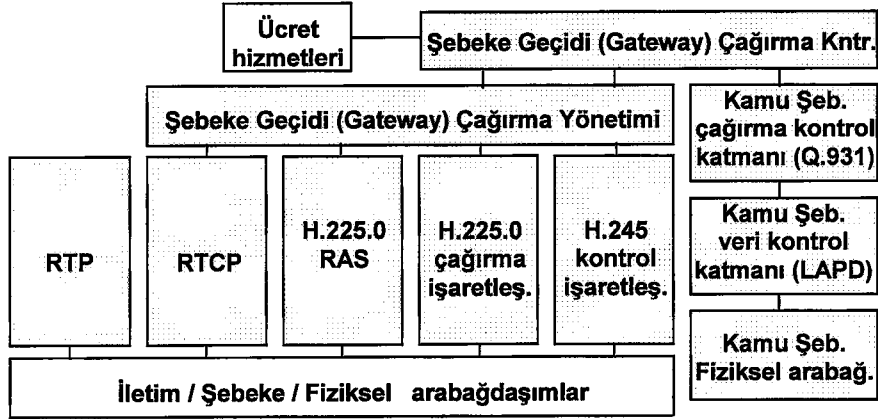
Gatekeeper kendi tanımladığı bölgesinde yeralan uç-birimlerine çağırma kontrol hizmetlerini yerine getirerek bir sanal bağlama birimi (virtual switching unit) görevinde

üstlenmektedir. Gatekeeper bir yazılım uygulaması olup, fiziksel olarak terminallerde, gateway veya MCU'lerde yerleşebilir.

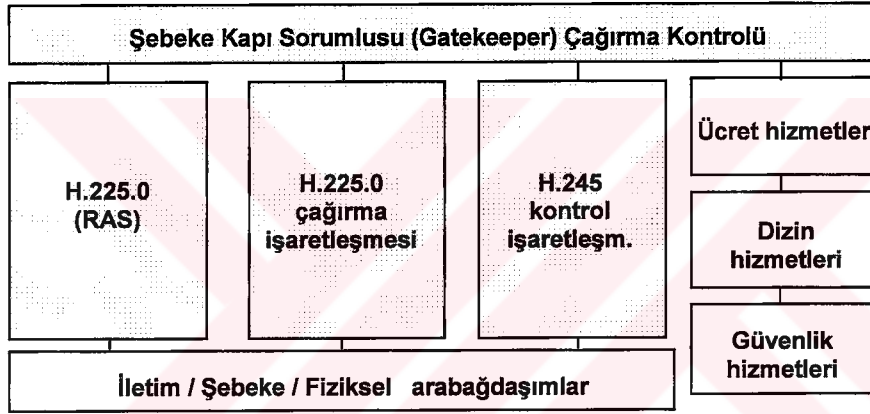
Gatekeeper, H.323 bünyesinde seçimli bileşendir. Eğer gatekeeper H.323 ortamında mevcut ise bu durumda terminaller, gatekeeper'den sunulan hizmetleri kullanmak zorundadırlar. Bu hizmetler RAS protokolü tarafından belirlenen: adres tercümesi, şebeke bandgenişliği kontrolü ve bölge yönetimi'ni içermektedir. Gatekeeper'ın bir önemli görevi daha, çok-uçlu konferans görüşme hizmetini desteklemesidir. H.245 kontrol kanallarından gelen konferans görüşmelerin işaretleşme mesajlarını, terminaller veya terminaller ile çok-uçlu kontrolör doğrultusunda yönlendirmeyi gerçeklemektedir.



Şekil 5.1. Terminal protokol yığını



Şekil 5.2. Şebeke geçidi (gateway) protokol yığını



Şekil 5.3. Şebeke kapı sorumlusu (gatekeeper) protokol yığını

Tablo 5.1. Şebeke kapı sorumlusu'nun (gatekeeper'in) zorunlu işlevleri

Adres Tercümesi	Bir tablo kullanarak adres tercümesini gerçekleştirmektedir. Yeni kabul mesajların gelmesi ile beraberinde tablo içeriğine yeni adres kayıtları eklenmesi mümkündür.
Kabul Kontrolü	Kabul istek-onay-red (ARQ-ARC-ARJ) mesajlarını kullanarak LAN erişimi sağlanabilir. LAN erişimi çağırmanın veya bandgenişliğinin yönetiminde dayanmaktadır.
Bandgenişliği Kontrolü	Bandgenişliği değişimi için istek-onay-red (BRQ-BCF-BRJ) mesajlar desteği mevcut.
Bölge Yönetimi	Gatekeeper, yukarıdaki tüm işlevleri kendi bölgesinde kaydını yapmış terminaller, gateway'ler ve MCU'lar için yerine getirmektedir.

Tablo 5.2. Şebeke kapı sorumlusu'nun (gatekeeper'in) seçimli işlevleri

Çağırma Kontrol İşaretleşmesi	Uçtan-uca bir konferans görüşmesinde gatekeeper, Q.931 çağırma kontrol işaretlerini gerçekleştirebilir. Ayrıca, gatekeeper alternatif olarak Q.931 işaretlerini doğrudan uç-birimlerine de iletebilir.
Çağırma İzni (Authorization)	Q.931 tavsiyesine dayanarak gatekeeper, bir terminalden gelen çağırmaı red edebilir.
Bandgenişliği Yönetimi	Bandgenişliğinin yeterli derecede tahsis edilememesi durumunda gatekeeper, terminalden gelen çağırmaı red edebilir. Üstelik, bu işlev bir çağırmanın aktif durumunda iken terminalden gelen fazla bandgenişliği isteği durumunda da geçerlidir.
Çağırma Yönetimi	Çağırmaıların, terminalin meşğul olup olmadığını tespit etmek amacıyla gatekeeper, gelen H.323 çağırmaı için bir liste barındırabilir.

5.1. H.323 Altında Haberleşme

H.323 altında haberleşme bilgisi ses, görüntü, veri ve kontrol işaretlerinin karışımından oluşan bir bilgi dizisini temsil etmektedir. Ses nitelikleri, H.225 (Q.931) çağırma kurma, RAS kontrolü ve H.245 işaretleşme protokolleri zorunlu destek olarak tanımlanmışken, görüntü, veri ve diğer tüm nitelikler seçimli olarak karşımıza gelmektedir. H.323 terminalleri, farklı kodlama/çözme algoritmaları kullanarak bir veya birden fazla ses, görüntü ve veri bilgi dizilerinin iletişim kanallarında işleyebilme yeteneğine sahip olması beklenmelidir.

1. Kontrol

H.323 terminali için çağırma kontrol fonksiyonları, çağırma kurma işaretleşmesi, niteliklerin değiş-tokuşu ve mantıksal kanalların kurulma ve sonlanma komutlarını ihtiva etmektedir. OSI Referans modelinde tanımlanan kontrol katmanı (iletim katmanı) üzerinden gelen ses, görüntü, veri ve kontrol bilgi dizileri şebeke katmanı doğrultusuna kontrol mesajlarına çevrilir (ters süreç alıcıda mevcuttur). İletim katmanı ayrıca bilgi dizisinin düzenlenmesinde, hata sezme ve hata düzeltme gibi ihtiyaçları da yerine getirmektedir. Bu ihtiyaçlar H.225 (Q.931), RAS ve RTP/RTCP protokolleri sayesinde

uyarlanmaktadır. Özetlemek gerekirse tüm sistemin kontrolü, üç farklı işaretleşme fonksiyonu sayesinde gerçekleştirilmektedir.

- H.245 Kontrol Kanalı
 - H.225 (Q.931) Çağırma İşaretleşme Kanalı
 - RAS Kanalı
- H.323 bileşeninin kontrol mesajları güvenilir olan H.245 Kontrol kanalından iletilmektedir. Bu nedenle H.245, güvenilir olan TCP protokolünden yararlanmaktadır. Terminal niteliklerinin belirlenmesi, mantıksal kanalların açılma ve kapatılması, akış kontrolü mesajları, mesaj önceliklerin belirlenmesi, H.245 protokolü görevlerinden birkaçıdır. H.245 kontrol protokolü, H.222.0, H.223 ve H.225 protokolleri için “temel” protokol mimariyi temsil etmektedir.
- H.225 (Q.931) çağırma işaretleşme kanalı, iki terminal arasındaki bağlantıyı kurmak amacıyla kullanılmaktadır.
- RAS işaretleşme fonksiyonları, uç-birimler ile gatekeeper arasında kayıt, kabul, şebeke bandgenişliği değişimi, durum gibi işlevleri yerine getirmektedir. RAS protokolünü ilerideki bölümlerde daha ayrıntılı ele alacağız.

2. Ses

Ses işaretleri sayısallaşmış konuşma (speech) parçacıklarından ibarettir. H.323 tavsiye ettiği ses parçacıklarının kodlama algoritmaları ITU-T standartları tarafından sağlanmıştır. Tüm H.323 terminalleri ses kodlanması için önerilen G.711'i desteklemesi gerekmektedir. Diğer ITU-T ses standartların desteği seçimlidir (örneğin: G.722, G.723, G.728, G.729 algoritmaları). Tüm bu algoritmalar, ses kalitesi, bit oranı, bilgisayar gücü ve işaretin gecikmesi parametreleri gözönüne alınarak geliştirilmiştir. Örneğin: G.729 algoritması çok düşük bit oranında (8 kb/sn) çalışarak yukarıdaki sözü edilen parametreler göz önünde bulundurularak optimal bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle ITU-T G.729 tavsiyesini, H.323 uygulamaları için en elverişli olarak tespit etmiştir.

3. Görüntü

Eğer görüntü destekleniyorsa, H.323 terminalleri H.261 ve H.263 tavsiyelerinde belirlenen kodlama/çözme yeteneklerini sağlaması gerekmektedir. H.323 protokolü, H.261'i zorunlu ve H.263'ü seçimli destek olarak belirlemiştir. H.263 tavsiyesi H.261'e göre daha verimli ve daha kaliteli bir görüntü formatı sunmaktadır.

4. Veri

H.323, veri konferans görüşmesini T.120 tavsiyesi ile gerçekleştirmektedir. T.120 tek hedefli (unicast) ve çok hedefli (multicast) veri konferanslarını desteklemektedir. Bununla, bir MCU veri konferans görüşme bilgilerini hem kontrol hem de bağlaşmasında üstlenebilir.

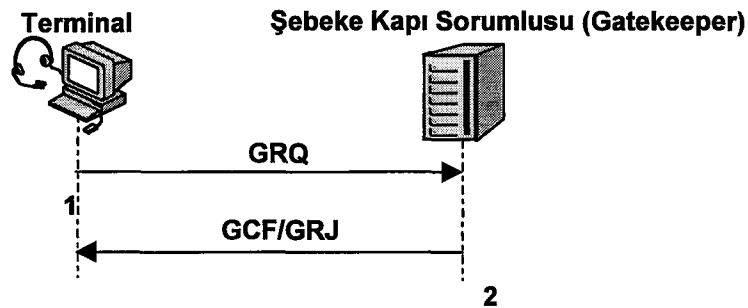


6. KAYIT / KABUL / DURUM (RAS) İŞLEVLERİ

Bu bölümde gatekeeper'ın keşif süreci, bir gatekeeper üzerinde uç-birimin kayıt süreci ve çağırma yönetimi gibi, H.323 işlevlerin nasıl gerçekleştiği açıklanacaktır. H.323, bir yerel alan şebekesi üzerinde işaretleşme etkinliklerini gerçekleştirmek üzere bir mantıksal kanala ihtiyacı vardır. Bu kanal, Kayıt-Kabul-Durum (RAS) kanalı olarak adlandırılmıştır.

6.1. Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper) Keşif Süreci

Temel olarak, uç-birimin isteği karşılığında hangi gatekeeper'da kayıt yapabileceğini tanımlayan bir otomatik istek/cevap mesajlar grubudur. Şekil 6.1 gatekeeper keşif sürecini göstermektedir. Süreç, bir uç-biriminin yerel alan şebekesi üzerinde GRQ (Gatekeeper Request) istek mesajının gönderilmesi ile başlamaktadır. Bu mesaj bir veya birçok gatekeeper tarafından algılanıp GCF (Gatekeeper Confirmation) mesajı ile uç-birimine cevap verilmektedir. Bu mesaj sonucunda uç-birimi isteği kabullenmiş/kabullenmemiş olup olmadığı belirlenir. Eğer cevap olumlu ise, gatekeeper tarafından iletilen bu mesaj içeriğinde, RAS kanalın iletim adresi (transportation address)¹ bilgisi verilmektedir. Eğer cevap olumsuz ise Gatekeeper red cevabı olarak GRJ (Gatekeeper Reject) mesajını iletmektedir. GRC, GRJ ve GCF mesajları H.323 bünyesinde H.225 ile belirlenmektedir.

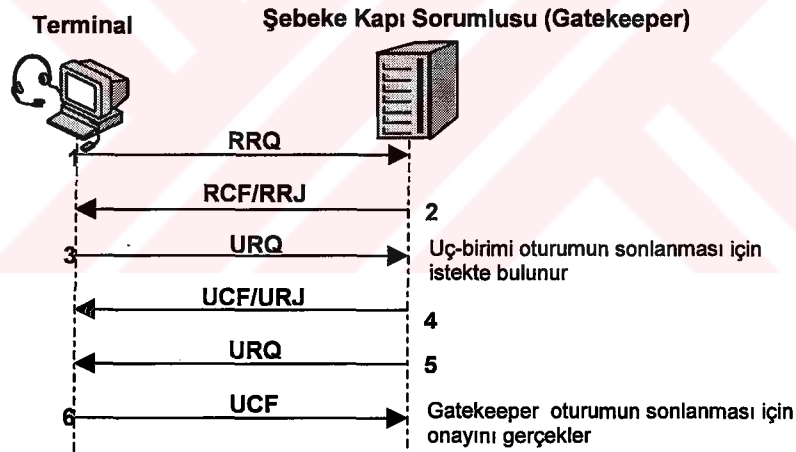


Şekil 6.1. Şebeke kapı sorumlusu (gatekeeper) keşif süreci

¹ İletim adresi, internet soket adresine eşdeğerdir. İnternet soket adresi ise bir kapı (port) numarası ve bir internet adresini içermektedir.

6.2. Kayıt

Keşif prosedürü tamamlandıktan sonra uç-biriminin gatekeeper'a kayıt süreci başlamıştır. Bu süreç ile bir uç-birimi kendi iletim adresini gatekeeper'a doğru ileterek gatekeeper'ın yönettiği bölgeye (zone) katılma hakkına sahip olmaktadır. Şekil 6.2'de bir uç-birimi ile gatekeeper arasındaki otomatik istek/cevap mesajlar grubunu göstermektedir. Süreç uç-biriminin gatekeeper'a doğru kayıt isteği mesajı RRQ (Registration Request) iletilmesi ile başlamaktadır. Bu mesaj içeriğinde bir önceki süreçte elde edilen RAS kanalı iletim adresleri kullanılır. Sonuçta gatekeeper, bu mesaja olumlu RCF (Registration Confirmation) veya olumsuz RRJ (Registration Reject) mesajları ile cevap verir. Sürecin tamamlanması veya prosedür sırasının kesilmesi herhangi bir bileşen tarafından gerçekleştirilebilir. Bu nedenle otomatik istek/cevap mesajlar grubuna URQ (Unregister Request), UCF (Unregister Confirm) ve URJ (Unregister Reject) mesajları katılmış olur. Ör: Şekil 6.2'de sürecin kesilmesini isteyen taraf uç-birimidir.

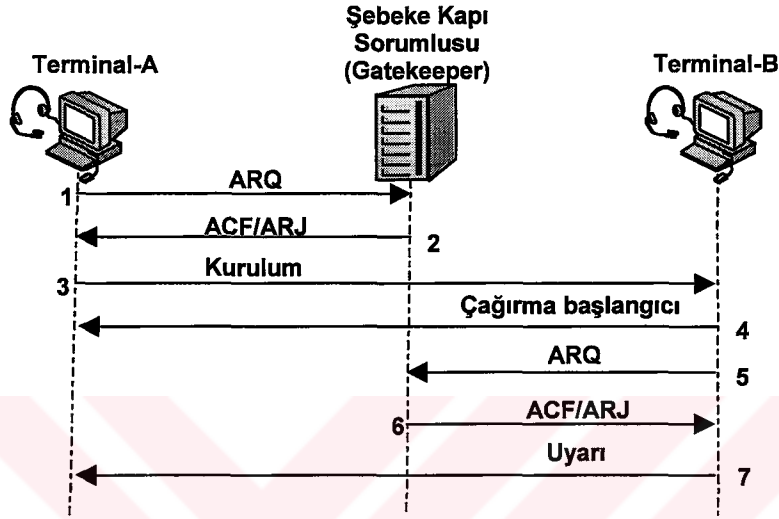


Şekil 6.2. Kayıt süreci

6.3. Kabul

Şimdiye kadar keşif ve kayıt prosedürü tamamlandığını varsayarak, hala bandgenişliği ve diğer hizmet istekleri gerçekleşmemiştir. Kabul prosedürü ile sözkonusu istekler sağlanacaktır.

H.323 kabul prosedürü, Q.931 işaretleme protokolünden yararlanır. Q.931 işaretleme protokolü RAS ile birlikte kabul prosedüründe yeralan istek/cevap mesajlar grubu şekil 6.3'te verilmiştir. Şekilde mesaj haberleşme topluluğu, uç-birimleri aralarında ve uç-birimi gatekeeper arasında gerçekleşmektedir. Tıpkı önceki iki prosedür gibi burada da uç-birimleri ile gatekeeper arasında özel mesajlar bulunmaktadır: ARQ (Admission Request), ACF (Admission Confirmation) ve ARJ (Admission Reject).



Şekil 6.3. Kabul süreci

6.4. Diğer RAS Prosedürleri

Bu bölümde RAS protokolünde yeralan ve daha az niteliğe sahip prosedür mesajlarından söz edilecektir.

1. Terminal ile gatekeeper arasında bandgenişliğin değişme isteği:

- BRQ: (Bandwidth Change Request) bandgenişliği parametrelerini içermektedir (ör: iletişim hızı, QoS bilgileri),
- BCF: (Bandwidth Change Confirmation) belirlenen parametre ile bandgenişliği değişim onayı,
- BRJ: (Bandwidth Change Reject) bandgenişliği isteğin reddedilmesi.

2. Konum İsteği:

Aslında konum ile adlandırılan bu istekler fonksiyonel olarak adres tercüme hizmetlerini yerine getirmektedir. (ör: E.164 adresinin, iletim adresine dönüştürülmesi)

- LRQ: (Location Request) uç-birimi belirteci (identifier) ve hedef uç-birimin bilgilerini içermektedir,
- LCF: (Location Confirm) adres bilgileri içermektedir.

3. Uç-birimin Ayrılma İsteği (Disengage Procedure):

Gatekeeper'a herhangi bir uç-birimin görüşmeden ayrıldığını bildiren istekler topluluğu.

- DRQ: (Disengage Request) çağrının kimliğini (uç-birimi belirteci ve konferans görüşme belirteci) ve süreçten ayrılış sebebini tanımlamaktadır,
- DCF: (Disengage Confirmation) ayrılış onayı,
- DRJ: (Disengage Reject) ayrılış için red isteği.

4. Durum Bilgi İsteği:

Terminaller ve Gatekeeper aralarında durum bilgilerini elde etmek için prosedür isteklerini tanımlamaktadır.

- IRQ: (Information Request) çağrı bilgilerini (ör: RTP veri bilgisini, çağrı türü bilgisi (görüntü, ses), bandgenişliği kullanımı bilgisi v.b) içermektedir,
- IRR: (Information Request Response) terminal, gatekeeper veya çağrının bilgilerini tanımlamaktadır.

7. GERÇEK-ZAMAN PROTOKOLÜ (RTP)

RTP protokolünün temel amacı gerçek-zaman trafiğinin desteğini sağlamasıdır. Gerçek-zaman trafiği ile iletilen bilgi dizisinin çok kısa bir zaman zarfında karşı tarafta alınmasına gereksinim duyar. Gerçek-zaman trafiği örneklerinden bildiğimiz klasik ses haberleşmenin yanı sıra, görüntü haberleşmesini de içermektedir. RTP, herşeyden önce çoğul-ortam konferans katılımcıların ihtiyaçlarını desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. Bu yüzden RTP, kendi doğası gereği gerçek-zaman hizmetleri (ör: ses, görüntü) için QoS'u garanti etmiyor. RTP, QoS konusunu alt seviyelerde bulunan şebeke katmanına bırakmaktadır (ör: QoS-tabanlı şebekeler arasında Asynchronous Transfer Mode-ATM şebekeleri sayılabilir). RTP'nin temelde üç işlevi yerine getirmesi istenmektedir:

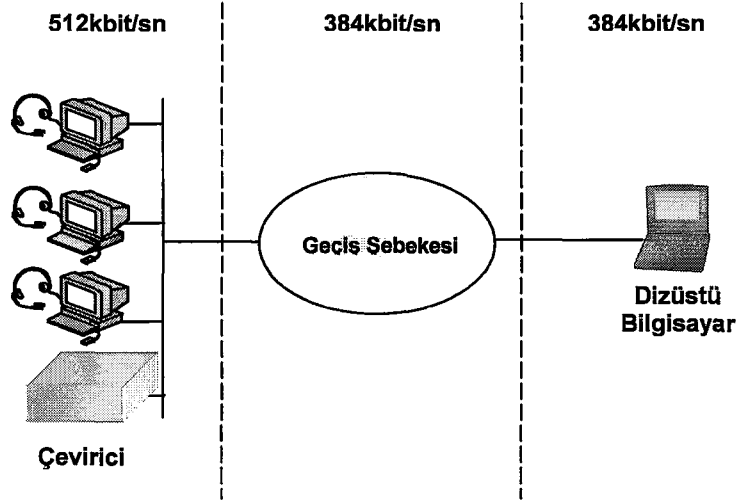
1. Gerçek-zaman uygulamaları ile mevcut iletim katmanı protokollerin arabağdaşımını gerçekleştirmektedir,
2. Alıcı tarafında paketlerin düzgün gelmesini sağlamak amacıyla "paket sıralama" özelliğini tanımlamaktadır,
3. Sisteme "zamanlama (timing) ve senkronizasyon" bilgilerini sağlamaktadır.

Gerçek-zaman trafiği RTP paketinin veri bölümünde yer alırken, paketin başlık kısmında hangi tür trafiğin iletildiğine dair bilgi bulunmaktadır. RTP paketinin başlık kısmı bir sonraki bölümde daha ayrıntılı söz edilecektir.

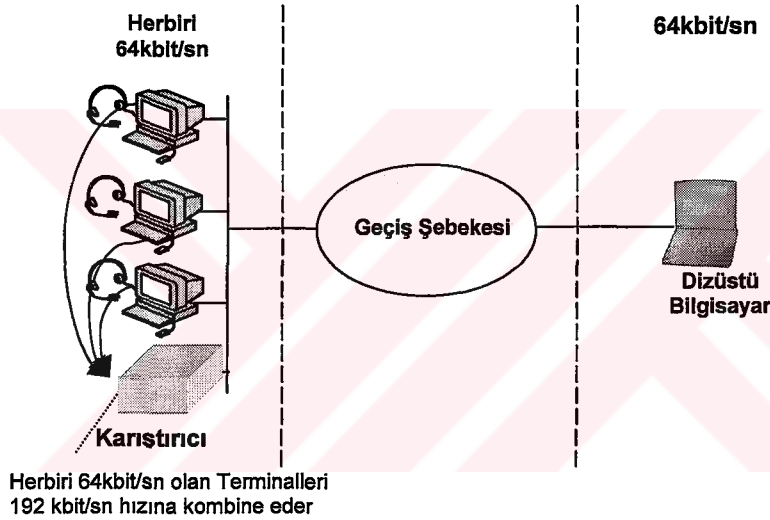
Şekil 7.1 ve 7.2'de RTP'nin çalışma prensibini açıklamaktadır. Şekil 7.1'de RTP bir tercüme işlevini yerine getirmektedir. Örneğin, şeklin sol tarafında bulunan terminaller ile sağ taraftaki dizüstü bilgisayar arasında farklı bandgenişliği oranında haberleşmenin gerçekleşmesini göz önünde bulunduralım. Sol taraftaki terminallerin görüntü uygulamalarını gerçeklemek amacıyla 512kbit/sn iletişim hızına gereksinimi vardır. Diğer yandan sağ taraftaki dizüstü bilgisayar 384kbit/sn iletişim hızı ile çalışmaktadır. İki tarafın farklı iletişim hızlarının yanı sıra, şeklin ortasında yer alan geçiş şebekesinin

(transit network) de aynı zamanda 512kbit/sn iletişim hızını desteklemediğini varsayalım. Bu durumda ortam, her iki tarafın haberleşmesini sağlayacak bir çeviriciye ihtiyaç duyulacaktır. RTP protokolü her iki tarafın birbirleri arasında haberleşeceğini garanti etmektedir. Daha açıkça belirtilirse, terminallerden karşı tarafa iletilecek bilgi dizileri ilk önce Çeviriciye (RTP Sunucu) doğru yöneltilmektedir.

Çeviricide gelen bilgi dizileri: a) geçiş (transit) şebekenin bandgenişliği sınırı ve b) sağ taraftaki uç-birimi bandgenişliği sınırı tespit edildikten sonra bilgi dizileri kodlama işlemine tabi tutulur. En sonunda iletişimin gerçekleşmesi için optimum iletişim hızı belirlenmiş olur. Diğer yandan Şekil 7.2'de RTP, sisteme Karıştırıcı (mixer) işlevini yerine getirmektedir. Karıştırıcının temel görevi terminallerden gelen bilgi dizilerini bir tek bilgi dizisine birleştirmektir. Karıştırıcının bir diğer görevi, birçok terminalden gelen bilgi dizisinin zamanlama (timing) bilgisini sağlamasıdır. Bu yüzden sistemde karıştırıcıyı bir senkronizasyon kaynağı olarak göz önünde bulundurabiliriz. Genelde karıştırıcı işlevi hizmet kalitesinde düşüş görülmeden sadece ses konferansı görüşmeleri için elverişli olduğu saptanmıştır. Diğer yandan görüntü bilgileri üreten birçok uç-birimlerden toplanan çerçevelerin tek bir diziye dönüştürülmesi zor olduğu için görüntü konferansları için karıştırıcı işlevi iyi sonuçlar vermemektedir.



Şekil 7.1. RTP çevirici



Şekil 7.2. RTP karıştırıcı

7.1. RTP Paket İçeriği

RTP mesaj formatı OSI referans modelinin 7. katmanı için tanımlanmış değişik tür uygulamaları desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. RTP Protokol Veri Birimi (Protokol Data Unit - PDU), UDP ve IP üzerinde taşınabilir. Değişik protokoller üzerinden taşındığı için sabit bir kapı numarası (port number) yoktur. Fakat yine de uygulamanın hangi kapı üzerinden geçeceği belirtilmemişse, ITU-T varsayılan bir kapı numarası

vermeyi tercih etmiştir. Bu yüzden RTP protokol veri biriminin varsayılan kapı numarası 5004 olarak kaydedilmiştir. Paket bilgisinin ilk oniki byte'ı (oktet'i) her RTP paketi için sabit olup, CSRC belirteçleri ancak sistemde karıştırıcı kullanıldığı zaman yer alabilmektedir. Tablo 7.1 bir RTP başlık bölümünün içeriğini göstermektedir.

Tablo 7.1. RTP mesaj formatı

0	1	2	3	4-7	8	9-15	16-31
V	P	E		CC	M	PT	Bilgi dizisinin sıra numarası (SN)
Zamanlama Damgası (Timestamp-TS)							
Senkronizasyon Kaynak Belirteci (SSRC)							
Katılımcı Kaynak Belirteçleri (CSRC)							
....							
Bilgi Dizisi (değişken)							
....							

RTP mesaj formatında yer alan bilgilerin anlam ve işlevleri aşağıda verilmektedir:

- V: (Version – 2 bit) Sürüm bilgisi.
- P: (Padding – 1 bit) Eğer P içeriği bayrak almışsa (P=1), bu durumda paketin en son bölümü ücrete tabi yüküne (payload) bağlı olmayan ilave (padding) byte bilgileri içerebilir. Ekleme bilgileri örneğin bazı şifreleme algoritmaları için kullanıldığı anda yer alabilmektedir.
- E: (Extension – 1 bit) RTP başlığını temsil eder. Eğer E içeriği bayrak almışsa (E=1), bu durumda sabit paket başlığı genişlemektedir. (sadece sınırlı kullanım)
- CC: (Contributor count – 4 bit) Sabit paket başlığından sonra takip edilen CSRC belirteçlerin sayısını tespit eder.
- M: (Marker – 1 bit) Toplam bilgi dizisini oluşturan kaynakların dizi büyüklüğü sınırını belirler.
- PT: (Payload Type – 7 bit) Trafik türünü tanımlar (Ör: G.722 ses, v.b.).
- SN: (Sequence Number – 16 bit) Her RTP paketinin gönderilmesi ile bir bir artış gösteren gerçel bir sayı değerini gösterir. Bununla alıcı tarafta paket kaybının sezilmesi veya paket sırasının düzgün olup olmadığı belirlenebilir. SN için başlangıç değeri herhangi bir rastgele sayı olabilir.

- Zamanlama Damgası: (Timestamp – 32 bit) RTP paketine örnekleme bilgisi sağlar. Örnekleme bilgisi zamanda tekdüze (monotonically) olarak bir saat yardımıyla elde edilebilir. Bu örnekleme saat bilgisi, senkronizasyon ve jitter hesaplamalarında kullanılabilir. Senkronizasyon ve alıcıda gelen paketlerin jitter hesabı doğruluğu tam olarak belirlenmesi için kullanılacak saat çözünürlüğün (resolution) yeterli derecede olması beklenmektedir. SN'de olduğu gibi burada da zamanlama damgası başlangıç değeri rastgele seçilebilir.
- SSRC: (Synchronization Source ID – 32 bit) Senkronizasyonu bildiren kaynağı tanımlar (ör: mikrofon, kamera, karıştırıcı v.b.). Bu belirteç de aynı şekilde rastgele seçilmektedir. Aynı RTP oturumunda katılan iki kaynağın seçilmiş rastgele belirteç büyüklüklerinin (32-bitlik sayısal değerler) olası örtüşme söz konusu olabileceği için üretilen rastgele değerlerin gerçekleşmesi yöntemi bu durumu önlenmesi beklenmelidir.
- CSRC: (Contributing Source ID's – herbiri 32 bit'lik 0 ile 15 arasındaki kaynak belirteçleri) Ücrete tabi yükü paylaşan birimleri belirtir. Belirteçlerin sayısı CC alanında verilmektedir. Bir RTP karıştırıcısı ile üretilmiş toplam bilgi dizisinin oluşturduğu kaynak sayısı en çok 15 olabilmektedir. Bu amaçla karıştırıcı, kendi bünyesinde SSRC belirteçlerini barındıracak bir liste kurmaktadır. Bu listeye CSRC listesi adı verilmektedir.
- D: (Data - değişken) Veri bilgisini içerir. Verinin (ses veya görüntü) tanımı uygulamaya bırakılmıştır.

7.2. Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü (RTCP)

IETF'nin (Internet Engineering Task Force) geliştirdiği bir protokol olarak karşımıza gelen Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü (Real-Time Control Protocol-RTCP), RTP'yi kontrol etmek için geliştirilmiştir. Ayrıca RTCP, uç-birimlere hizmet kalitesini üzerinde geribildirim sunmaktadır. RTCP temelde üç işlevi yerine getirmektedir.

1. RTCP, rapor türleri kullanarak sistemdeki birimlere, bilgi dağılımının kalitesi üzerine geribesleme vermek. (ör: akış ve yığılma kontrolü bilgileri gibi),

2. RTP birimi için sürekli bir iletim katmanı belirteci tutmaktadır. Bu belirteç Kanonik İsim (Canonical Name-CNAME) ile adlandırılmıştır. CNAME genelde SSRC belirteci için bir bilgi kaynağı olarak kullanılmaktadır,
3. Görüşmelere katılacak yeni birimlerin kontrolünü ve izini gerçeklemektedir.

7.3. RTCP Paket İçeriği

RTCP kendi işlevini gerçeklemek üzere beş farklı paket türü tanımlamıştır (Tablo 7.2).

Tablo 7.2. RTCP paket türleri

Nicelik	Paket Türü	Amaç
200	Çağırın Raporu (SR)	Oturumdaki aktif çağırın birimler, birbirlerine istatistik bilgilerini bildirirler
201	Çağrılan Raporu (RR)	Oturumdaki aktif çağrılan birimler, istatistik bilgilerini elde ederler
202	Kaynak bilgisi (SDES)	CNAME dahil kaynağı tanımlar
203	Oturum sonu (BYE)	Oturum sonlandırma
204	Uygulama (APP)	Uygulamaya özel işlevler

RTP paket formatı gibi, RTCP paket içeriği sabit bir bölüm ile başlamaktadır. Yukarıdaki tabloda verilen paket türlerine göre, RTCP paket içeriğinin geri kalan kısmı değişkendir. Ayrıca, bir konferans oturumuna katılan birden fazla kaynak için bileşik bir RTCP paket formatı tanımlanmıştır. Bileşik paket formatı bir karıştırıcı tarafından kullanılmaktadır. Bileşik paket formatı iletim katmanında yeralan UDP protokolü aracılığıyla tek bir paket bütünü olarak iletilmektedir. Bileşik pakette yeralan kaynakların bilgisi ayrı ayrı işlevlendirilmektedir. Bileşik paket formatının büyüklüğü bir alt katmanın işlevselliğine bağlıdır. Eğer üretilen bileşik paket içeriği, şebeke yolu üzerinde tanımlanan Maksimum İletim Birimi (Maximum Transmission Unit - MTU) büyüklüğünü geçiyorsa bu durumda bileşik paketin alt bölmelere parçalanması beklenmelidir.

İster tek başına isterse bileşik olarak üretilen bir RTCP paket formatı her zaman SR veya RR paket türleri ile başlanması gerekmektedir. Ayrıca, herhangi bir verinin iletimi söz konusu olmadığı durumlarda da bu kural geçerlidir. (ör: boş RR raporu iletimi)

7.4. RTCP Rapor Türleri

7.4.1. Çağırın RTCP paket türü (Sender Raport - SR)

Tablo 7.3'te bir çağırın (verici) ile ilgili RTCP paket türü verilmiştir. Çağırın paket raporu üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm paketin başlık bölümü olmakla sabit 8 oktet'lik bir alan kapsamaktadır. Paketin ikinci kısmı 20 oktetlik bir alan ile çağırının bilgilerini içermektedir. Üçüncü bölüm ise 24 oktetlik bölmeler ile oturuma katılacak kaynakların sayısına bağlı kalıp, her kaynakla ilgili rapor bilgilerini sunulmaktadır. Paketin üçüncü kısmı değişken bir alana sahiptir.

Tablo 7.3. Çağırın RTCP mesaj formatı

0	1	2	3-7	8-15	16-31	Sabit Başlık
V	P	RC	PT=SR=200	Büyüklik		
Çağırının SSRC'si						Çağırın Bilgisi
NTP zamanlama belirteci (en anlamlı kelime)						
NTP zamanlama belirteci (en az anlamlı kelime)						
RTP zamanlama belirteci						
Çağırının paket sayısı						
Çağırının byte (oktet) sayısı						
SSRC_1 (ilk kaynağın SSRC belirteci)						
Bölüm (fraction) kaybı			Toplam kümülatif paket kaybı sayısı			Rapor Bloğu 1
Alınan en yüksek dizi sayısı						
Jitter bilgisi						
En son paket türü (Last SR)						
En son paket türünden itibaren gecikme bilgisi						
SSRC_2 (ikinci kaynağın SSRC belirteci)						Rapor Bloğu 2
...						

- V: (Version – 2 bit) Sürüm bilgisi.
- P: (Padding – 1 bit) Eğer P içeriği bayrak almışsa (P=1), bu durumda paketin en son bölümü ücrete tabi yüküne (payload) bağlı olmayan ilave (padding) byte bilgileri içerebilir. Ekleme bilgileri örneğin bazı şifreleme algoritmaları için elverişlidir.
- RC: (Receiver block count – 5 bit) Pakette bulunan blok rapor sayısının tanımlar,
- PT: (Packet type – 8 bit) RTCP paket türünü belirtir. Örneğin bir çağırın mesaj raporu için PT=200 değerini alır.
- Büyüklük: (Length – 16 bit) Bir RTCP paketinin büyüklüğünü belli eder.
- SSRC: (Synchronization Source ID – 32 bit) Çağırın kaynağın senkronizasyon bilgilesini tanımlar.

RTCP başlık paketinin ikinci bölümü her verici paket raporu için kullanılacak sabit 20 oktetlik verici bilgisini barındırmaktadır.

- NTP (Network Time Protocol) zamanlama belirteçleri – 64 bit): Bir RTCP raporunun zamanlama bilgisini (wallclock time) elde etmede kullanılmaktadır. Daha doğrusu, iletilen bir RTCP raporunun alıcı taraftaki zamanlama belirteçleri kullanılarak raporun gidiş-dönüş (round-trip) yayılım (propagation) süresi ölçülmesinde yararlanılmaktadır. (Ör: ABD’de saat frekansını belirleyen üç ana sunucu vardır!). Eğer raporu gönderen tarafın wallclock zamanlama bilgisini elde etme olanağı yoksa NTP zamanlama belirteci 0 değerini alabilir. Ayrıca, kaynağın wallclock zamanlama belirteci alma imkanı yoksa, bileşen NTP zamanlama belirteci yerine toplam RTP oturumun süresini kullanabilir.
- RTP (Real Time Protocol) zamanlama belirteci – 32 bit): NTP zamanlama belirtecinden yararlanarak aynı RTP oturumunda yer alan birimlerin senkronizasyon bilgisini sağlar.
- Çağırın’ın (Vericinin) Paket Sayısı – 32 bit): SR raporu üretilip iletdikten sonra Verici tarafına toplam kaç adet RTP veri paketinin gönderildiğini bildiren sayısal bir değer. Eğer SSRC belirteci değişmişse bu durumda sayaç sıfırlanır.
- Çağırın’ın (Vericinin) Byte (Oktet) Sayısı – 32 bit): SR raporu üretilip iletdikten sonra verici tarafına toplam kaç adet RTP veri paketinin (başlık ve ekleme bilgileri

hariç, sadece ücrete tabi yüke bağlı olanlar) gönderildiğini bildiren sayısal bir değerdir. Eğer SSRC belirteci değişmişse bu durumda sayaç sıfırlanır.

RTCP Paket içeriğinin üçüncü kısmı sıfır veya fazla alıcı rapor bilgi bloğundan oluşmaktadır. Herbir rapor bloğu, alıcı hakkında istatistik bilgileri barındırır. Bu istatistik bilgileri aşağıda verilmektedir.

- SSRC_n (kaynağın SSRC belirteci – 32 bit): Rapor bloğuna ait olan kaynağın SSRC belirteci.
- Bölüm (fraction) Kaybı – 8 bit): Kaybolan veya kopyalamaya (duplikasyona) uğrayan paket sayısının sabit bir öndeğerini bildirir. Bu değer kaybolan paket sayısının beklenen paket sayısına olan oranının tam değerini (integer) vermektedir.
- Toplam Kümülatif Paket Kaybı Sayısı - 24 bit): İlgili SSRC belirteci içinde toplam kaybolan paket sayısının değerini vermektedir. Alıcı tarafına geç gelen paketler kayıp olarak sayılmazlar! Bu yüzden beklenen paket sayısı gecikme süresi en çok olabilecek paket dizisinin numarasını da savunması beklenmelidir. Bu koruma yöntemi bir paketin bir sonraki bölümünde yer almaktadır.
- Alınan En Yüksek Dizi Sayısı – 32 bit): En düşük anlamlı 16 bit, SSRC_n kaynağından iletilen paketler dizisinin ilk sıra değerini, en yüksek anlamlı 16 biti ise iletilen paketlerin en son sıra değerini belirtmektedir.
- Jitter Bilgisi – 32 bit): Zamanlama-bilgilerini ele alarak RTP paketlerinin gecikme kestirimini tanımlar. Verici tarafından iletilen çift paketlerin arasındaki zaman süresinin, alıcı tarafındaki paketlerin zaman süresi hesaplanarak Jitter bilgisi elde edilebilir. RTP paketler arası (interarrival) sürenin ölçülmesi “istatistiksel varyans” hesaplarıyla kestirilebilir.

D: verici-alıcı taraflarında çift paketlerinin arasındaki fark ile elde edilen zaman süresi olsun,

Bu durumda jitter miktarı J yaklaşık D'nin ortalama sapmasına eşittir. Bu kestirim hesabı için kullanılacak matematiksel ifadeler aşağıdaki verilmektedir.

Eğer S_i , iletilen i. RTP paketinin zamanlama belirteci ve R_i alıcı tarafındaki i. RTP paketinin zamanlama belirteci ise, bu durumda D miktarı:

$$D(i,j) = (R_j - R_i) - (S_j - S_i) = (R_j - S_j) - (R_i - S_i)$$

Jitter miktarı J sürekli SSRC_n kaynağından iletilen her çift paketler (i. ve i-1.) için hesaplanmaktadır. Bu durumda jitter miktarı en optimal kestirimi (ortalama sapma) kullanarak aşağıdaki formül ile elde edilebilir:

$$J = J + (|D(i-1, i)| - J) / 16$$

Formülde yer alan 1/16 değeri, kazanç parametresini belirtmektedir.

- En son paket türü (LSR – 32 bit): Eğer SSRC_n kaynağından gelen en son SR raporu mevcut ise bu durumda bu alan NTP zamanlama belirtecindeki en anlamlı kelimesinin eşdeğerini içermektedir. Eğer SR raporu mevcut değilse bu alan sıfır değerini almaktadır.
- En son paket türünden itibaren gecikme bilgisi – 32 bit): SSRC_n kaynağından alınan en son SR raporu ile bu bloğun iletilmesinde meydana gelebilecek gecikme zamanlama bilgisinin 1/65536 sn. biriminde ifade edilmesi. Eğer SR raporu mevcut değilse bu alan sıfır değerini almaktadır.

7.4.2. Çağrılan RTCP paket türü (Receiver Raport - RR)

Tablo 7.4. Çağrılan RTCP mesaj formatı

0	1	2	3-7	8-15	16-31	
V	P		RC	PT=RR=201	Büyüklik	Sabit Başlık
Çağırının SSRC'si						
SSRC_1 (ilk kaynağın SSRC belirteci)						
Rapor Bloğu 1						
Bölüm (fraction) kaybı			Toplam kümülatif paket kaybı sayısı			
Alınan en yüksek dizi sayısı						
Jitter bilgisi						
En son paket türü (Last SR)						
En son paket türünden itibaren gecikme bilgisi						
SSRC_2 (ikinci kaynağın SSRC belirteci)						
Rapor Bloğu 2						
...						

Yukarıda verilmiş olan paket türü çağrılan bir kaynak için rapor sunacak RTCP paket formatını vermektedir. Çağırılan paket formatı ile tek farkı paket türünü belirten alanın PT=201 değerini alması ve çağırılan ile ilgili biginin (20 oktet) kaldırılmasıyla elde edilen yeni bir paket türünü belirtmektedir. Geri kalan tüm bilgiler aynen çağırılan paket formatı gibidir. Boş RR paketi iletildiği takdirde RC alanı sıfır değerini almaktadır. Bu durumda herhangi bir verinin iletimi söz konusu olmadığı belirtmektedir.

Çağrılan ve çağırılan RTCP raporları, iletim ortamı hakkında geribildirim vermek için kullanılırlar. Örneğin: bu raporlara dayanarak şebeke yöneticileri iletim ortamının kalitesini ve performansını değerlendirebilme imkanına sahip olabilirler. Buna ilave olarak, şebeke yöneticileri iletim ortamında meydana gelebilecek paket gecikmeleri veya kayıpları ölçebilirler.

7.4.3. Kaynak bilgisi raporu (Source Description - SDES)

Tablo 7.5. Kaynak bilgisi RTCP mesaj formatı

0	1	2	3-7	8-15	16-31	
V	P		SC	PT=SDES=202	Büyüklik	Sabit Başlık
SSRC/CSRC_1						Blok 1
SDES bilgileri						
...						
SSRC/CSRC_2						Blok 2
SDES bilgileri						
...						

SDES paket formatının sabit başlık kısmı 4 byte'tan (oktet'ten) oluşmuştur. Burada V, P, ve Büyüklik alanları tıpkı diğer paket formatlarında yer alan bilgilerin aynısını belirtmektedir.

- Kaynak sayısı (SC) Source count – 4 bit): SDES paketine ait kaç adet SSRC/CSRC bloğunun ihtiva ettiğini bildirmektedir.
- PT: (Packet type – 8 bit) Paket formatının SDES'e ait olduğunu tanımlamaktadır. (PT=202 değerini almaktadır).
- Büyüklik: (Length – 16 bit) Bir SDES paketinin büyüklüğünü belli eder.
- SSRC/CSRC_n: Her blok bir SSRC/CSRC belirteci ile tanımlıdır.

- Her SSRC/CSRC belirtecinden sonra SDES bilgilerine ait bir liste tutulmaktadır. Bu listede yer alacak bilgilerin fiziksel anlamları daha ayrıntılı aşağıda verilmektedir.

Her blok listede yer alacak bilginin türünü belirtmek için ilk 8 bitlik bir alana ihtiyacı vardır. Başlığın ikinci 8 bitlik alanı, kullanılacak metin (text) ile ilgili büyüklüğü vermektedir. Üçüncü kısım ise metnin ta kendisini belirtmektedir. Buradaki metin alanı değişken olup büyüklüğü 255 byte'ı (oktet'i) geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Şu ana kadar geliştirilen SDES metin türleri şunlardır:

1. CNAME : Uç-birimin kanonik ismi,
2. NAME : Kullanıcı ismi,
3. EMAIL : Elektronik posta adresi,
4. PHONE : Telefon numarası,
5. LOC : Kullanıcının coğrafi bölgesi,
6. TOOL : Uygulama ismi,
7. NOTE : Durum ismi,

IETF tarafından SDES türleri için sadece CNAME zorunlu olarak belirtilmişken, geri kalan diğer SDES türleri seçimlidir.

7.4.3.1. CNAME: Uç-birimin kanonik ismi

Tablo 7.6. CNAME SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
CNAME = 1	Büyüklük	Kullanıcı ve alan (domain) ismi

Bir CNAME belirteci, SSRC belirteci gibi bir RTP oturumunda yer alan her kaynak için tek (unique) olması beklenmelidir. Bu isterlerin karşılanması için CNAME formatı için kullanıcı@makine veya bir sistemde kullanıcı ismi (login name) mevcut değilse sadece "makine" olarak ele alınabilir. Burada makine ingilizcede "host" anlamında kullanılmıştır. Ayrıca "makine" yerine IP sürüm 4 ile belirtilen "noktalı ondalık sayılar" (dotted decimal

numbers) da kullanılabilme olanağı sunulmuştur. Söylenen bu format türleri pratikte aşağıdaki gibi kullanılacaktır:

ali@klm.com.tr veya ali@192.0.2.97 çok-kullanıcılı sistemler için tanımlanmışken, kullanıcı ismi bulunmayan sistemlerde klm.xyz.com veya 192.0.2.97 metin formatları kullanılacaktır.

7.4.3.2. NAME: Kullanıcı ismi

Tablo 7.7. NAME SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
NAME = 2	Büyüklik	Kullanıcın genel ismi

Burada kaynağı kullanan kişinin gerçek ismi verilmektedir. Ör: “Ali Sert, Kompakt Elektronik, Bakım Bölümü” . Bu çeşit SDES paket formu belirteci konferans görüşmeleri için elverişlidir, çünkü görüşmeye katılanlar doğrudan kendi isimlerini ve konumunu (görevlerini) belirtme olanağına sahiptirler.

7.4.3.3. EMAIL: Elektronik posta adresi

Tablo 7.8. EMAIL SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
EMAIL = 3	Büyüklik	Kullanıcının e-mail adresi

Bu tür SDES belirteci tipik elektronik posta adresini kullanmaktadır. Ör: “ali@yahoo.com.tr”

7.4.3.4. PHONE: Telefon numarası

Tablo 7.9. PHONE SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
PHONE = 4	Büyüklik	Kullanıcının telefon numarası

Bu tür SDES belirteci tipik telefon numarasını kullanmaktadır. Telefon numarasının ön kısmında uluslararası görüşmeyi tanımlayacak “+” işaretinin kullanılabilmesine izin verilmiştir. Ör: Türkiyede bulunan Ali isimli şahsın kişisel telefon numarası + 90 212 535 34 56 formatında bir SDES belirtecini sağlaması beklenmelidir.

7.4.3.5. LOC: Kullanıcın coğrafi bölgesi

Tablo 7.10. LOC SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
LOC = 5	Büyüklik	Kullanıcının bulunduğu coğrafi bölgesi

Kullanıcının haberleşeceği anda hangi coğrafi alanda bulunduğunu belirten bir belirteç türü: Ör: “ali, istanbul, maslak”

7.4.3.6. TOOL: Uygulama ismi

Tablo 7.11. TOOL SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
TOOL = 6	Büyüklik	Uygulamanın ismi ve/veya sürümü

Uygulamanın ismini ve sürümünü belli edecek bir belirteç türü. Ör: “görüntü uygulaması sürüm 1.2”

7.4.3.7. NOTE: Kullanıcıya ait not

Tablo 7.12. NOTE SDES paket formatı

0-7	8-15	16- ...
NOTE = 7	Büyüklik	Kullanıcıya ait not

Kullanıcının o anki durumunu bildirecek bir belirteç türü. Ör: "şu anda meşgulum, haberleşemiyorum"

7.4.4. Oturum sonu (Goodbye - BYE)

Tablo 7.13. BYE RTCP mesaj formatı

0	1	2	3-7	8-15	16-31
V	P	SC	PT=BYE=203	Büyüklik	Sabit Başlık
SSRC/CSRC					
...					
Büyüklik			Oturum terketme nedeni		

Bir kaynağın oturumu terketmesi sonucunda kullanılacak mesaj formatını temsil etmektedir.

- V, P, ve Büyüklik: alanları diğer RTCP mesaj formatları ile aynı anlamdadır.
- SC: Kaynak Sayısı (Source Count – 5 bit): BYE mesaj formatında bulunan SSRC/CSRC belirteçlerin sayısını bildirmektedir.
- PT: Paket Türü (Packet Type – 8 bit): Paket formatının BYE'a ait olduğunu tanımlar (PT=203 değerini almaktadır).
- SSRC/CSRC: Her kaynak bir SSRC/CSRC belirteci ile tanımlıdır.
- Seçimli Alan: Kaynağı oturumu terketme nedeni ve bu metnin büyüklüğü. Ör: "kamera arızaya uğradı".

7.4.5. Uygulamaya özel RTCP paket türü (Application Defined - APP)

Tablo 7.14 APP RTCP mesaj formatı

0	1	2	3-7	8-15	16-31	Sabit Başlık
V	P		Alt-tür	PT=APP=204	Büyüklik	
SSRC/CSRC						
İsim (ASCII formatı)						
Uygulamaya özel veri						

Yeni uygulamalar için tahsis edilmiş bir RTCP mesaj formatını tanımlamaktadır.

- V, P, ve Büyüklik: alanları diğer RTCP mesaj formatları ile aynı anlamdadır.
- SubType: Alt-Tür (5 bit): Bir APP paketler kümesinin tek bir isim ile belirtilmesi istenildiği durumlarda kullanılabilir.
- PT: Paket Türü (Packet Type – 8 bit): Paket formatının APP'ye ait olduğunu tanımlar (PT=204 değerini almaktadır).
- SSRC/CSRC: Her kaynak bir SSRC/CSRC belirteci ile tanımlıdır.
- İsim (ASCII - 32 bit): Kullanıcı tarafından ASCII formatında belirtilen ve bir APP paketler kümesine verilen isim.
- Uygulama (değişken): Uygulamaya özel.

8. PAKETLENMİŞ SES HABERLEŞMESİ ETMENLERİNE DEĞER BİÇMEK

VoIP teknolojisi geliştirilirken üç temel etmene bakmak gereklidir.

1. Paket gecikmesi,
2. Bandgenişliği gereksinimi ve,
3. Bilgi işleme yükü.

1. Paket gecikme konusunu iki yönden ele alabiliriz. Birincisi, verici tarafından iletilen bilginin alıcı kısmında ne kadar zaman zarfında ulaşabileceğini tanımlayan zamanlama kavramı. İkincisi, gecikme ile oluşabilecek paketler arası zamanlamadaki değişme miktarını tanımlayan jitter kavramı.

2. Ses ile görüntü bilgilerinin aynı anda iletilme ihtiyacı olan uygulamalar için ne kadarlık bir bandgenişliğe ihtiyacımız vardır? Bu soruyu cevaplamak için paket içerisinde yer alacak veri ve kontrol bilgilerinin büyüklüğünü tespit etmemiz gerekecektir. Muhtemelen bu büyüklük kendi verinin yanısıra, OSI referans modelindeki katman-2 ve katman-7 başlıkları, IP başlığı, UDP başlığı ve ses/görüntü/veri kodlama/çözme işlevlerinden elde edilen başlık bilgilerini gözönüne bulundurmamız gerekecektir.

3. Üçüncü nitelik olarak karşımıza gelen bilgi işleme yükü, şebekede yer alacak tüm aygıtlar (bilgisayarlar) üzerinde bilginin kodlanması, iletimi ve kodlanmanın çözülme gayretlerini ele almamız gerekecektir. Aslında, bilgi işleme yükü (çabası) terimi maliyet (masraf) ve karmaşıklık tanımlar. Örneğin: geleneksel 64kbit/sn'lik ses işaretlerini kaliteli üretmek için bilgisayarlarda yaklaşık olarak saniyede 2 milyon işlemin gerçekleşmesi gerekmektedir. VoIP ortamında kullanılacak yüksek kaliteli 8kbit/sn'lik

ses işaretleri elde etmek için bilgisayarların saniyede 15-20 milyon işlem desteğine ihtiyaç duyulacaktır. Günümüzde ITU-T'nin 4kbit/sn'lik ses işareti üretmek amacıyla standartlar geliştirme üzerinde çalışmaları bulunmaktadır. Bunun için saniyede bilgisayarların yaklaşık 40-45 milyon işleme ihtiyacı olacaktır.

8.1. Hatalar için Tolerans

Ses haberleşmesi, hatalar için yüksek tolerans sergilemektedir. Ses bilgisinin distorsiyona uğraması aslının anlamını neredeyse hiç değişikliğe uğratmaz. Diğer yandan, veri haberleşmesi hatalar için düşük tolerans göstermektedir. İletilen bilginin bir biti bile distorsiyona uğramışsa, bilgi aslının anlamı son derece değişecektir.

8.2. Gecikmeler için Tolerans

Şebeke içinde gecikme, ses ve veri haberleşmesini ayırt eden bir diğer özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Paketlenmiş ses haberleşmesinde az da olsa her zaman bir gecikme sözkonusu olacaktır, fakat istenilen bu gecikmenin en aza indirgenmesidir. Neden düşük gecikme önemlidir? Örneğin, bir konuşmacı (kişi-A) tarafından gönderilen ses paketleri bir dinleyici'ye (kişi-B) gelmesi durumunu ele alalım. Kişi-A belli bir süre sonra ses paketlerinin iletimini durdurması durumunda kişi-B halen ses paketleri almaya devam edecektir. Kişi-A tarafından iletilen paketlerin tümü kişi-B'ye gelmesinden sonra ancak, kişi-B cevap verme hakkına sahip olacaktır. Bu arada kişi-A bir süre için boşta kalacaktır. Bu yüzden ses paketlerinde meydana gelebilecek bu tür çift-yönlü gecikme için sabit ve genelde düşük olması yeğlenecektir (genelde 300msn'den daha düşük).

Özetlemek gerekirse, çift-yönlü toplam gecikme miktarı hesaplanırken aşağıdakileri göz önünde bulundurmamız gerekecektir.

1. Kişi-A için: iletilen bilginin ne kadar zaman zarfında kişi-B'ye ulaşacağı,
2. Kişi-B için: bu bilginin elde edilmesi ne kadar sürenin geçmesine ihtiyaç duyacağı,
3. Kişi-B için: bu bilginin cevabını sağlamak için ne kadar zaman harcanacağı,
4. Kişi-A için: bu cevabı ne kadar süreyle alacağı.

Sonuçta tüm bu zamanlama miktarları önem arz etmektedir. Eğer bu gecikme süresi son derece uzun olarsa (ör: 400 veya 500 msn ve üzeri), konuşma hemen hemen yarı-çift yönlü (half duplex - ilk önce taraflardan biri konuşurken diğeri sadece dinleyebiliyor, ve tersi) özelliğı alacaktır. Bu, paketlenmiş ses haberleşmesi için istenmeyen bir durumdur.



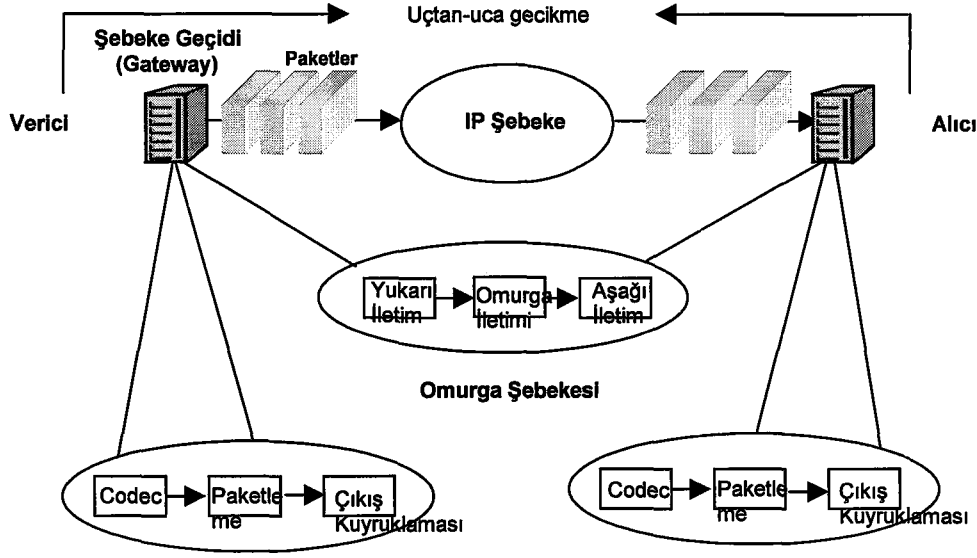
9. İNTERNET ÜZERİNDEN SES İLETİMİ TEKNOLOJİSİNDE SES KALİTESİ

9.1. Gecikme

Uçtan-uca aşırı derecede gecikme, elverişsiz ve doğal olmayan bir konuşma üretecektir. Bir iletişim yolu ortamında mevcut tüm bileşenler (verici, şebeke, alıcı), bilginin gecikmesi için neden olabilir. ITU-TG.114 (Tek-yönlü İletişim Zamanı) tavsiyesi yüksek kaliteli ses örnekleri elde etmek için tek-yönlü gecikmenin en yüksek 150 msn olmasını arzulamıştır. Tablo 9.1 bir iletişim yolu bünyesinde olası tüm bileşenlerden meydana gelebilecek ortalama gecikme bütçesini göstermektedir. Şekil 9.1’de ise uçtan uca gecikmeye sebep olacak nitelikler verilmektedir.

Tablo 9.1. Toplam gecikme bütçesi

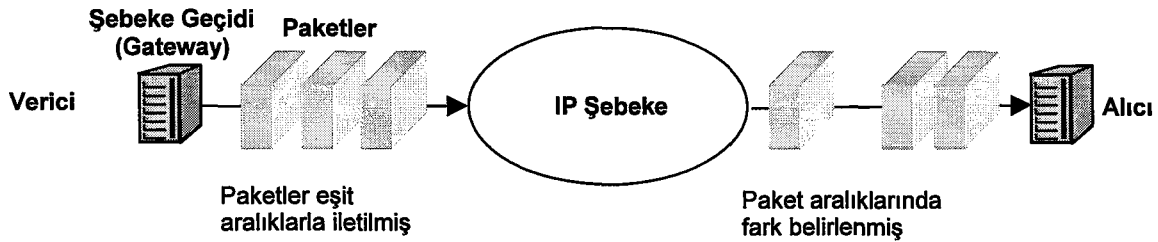
Parametre	Sabit gecikme	Değişebilir gecikme
Codec (G.729)	25msn	-
Paketleme	Codec içinde belirtilmiş	-
Kuyruklama gecikmesi	-	Bağlantıya bağlı. Birkaç ms civarında
Şebeke gecikmesi	50 msn	Şebeke yoğunluğuna bağlı
Jitter hafızası	50 msn	-
TOPLAM	125 msn	-



Şekil 9.1. Uçtan-uca gecikme

9.2. Jitter

Şebeke gecikmeleri yüzünden, vericiden iletilen paketlerin zaman aralıkları, alıcıya gelen paketlerin zaman aralıklarıyla farklılıklar gösterebilir. Şekil 9.2'de sol taraftaki gateway aracılığıyla eşit aralıklı iletilen paketlerin, sağ taraftaki gateway'e düzensiz bir biçimde geldiğini görmekteyiz. Pratikte bu durum konuşmanın dalgalanmasına ve konuşmanın anlaşılabilir olması zorluğuna yol açmaktadır. Jitter bilgisi, başarıyla ulaşmış paketlerin birbirleri aralarındaki zaman farkının üzerinde hesaplamalar yapılarak ölçülebilir. Yüksek kaliteli bir ses haberleşmesi gönderilen paketlerin zaman aralıklarının, alınan paketlerin zaman aralıklarının eşdeğer olmasına bağlıdır.



Şekil 9.2. Jitter

9.3. Paket Kaybı

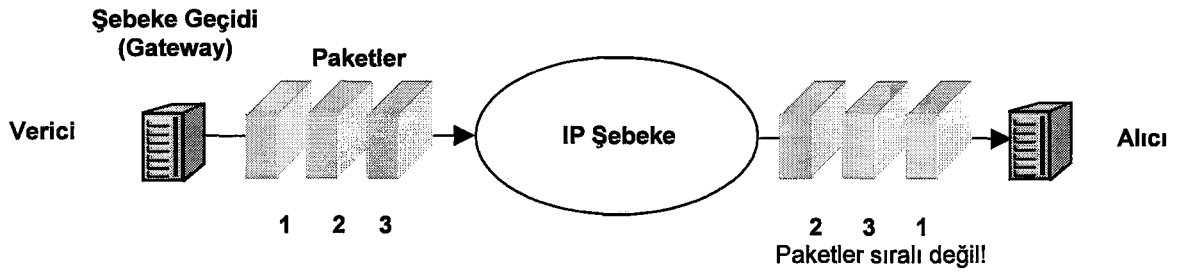
Şebekede meydana gelebilecek periyodik yoğunluklar (tikanıklık) sayesinde iletilen paketlerin kaybına yol açabilir. Bu tür şebeke patlamaları ses haberleşmesindeki kaliteyi düşürmektedir (Ör: pratikte, toplam bilginin kaybı %5-10 ise, ses kalitesinde son derece düşüş gözlemlenmiştir).



Şekil 9.3. Paket kaybı

9.4. Sıralama Hatası

Tıkanıklık gösteren şebekeler, paketlerin alıcı kısmında farklı sıralamada gelmesine neden olacaktır.



Şekil 9.4. Sıralama hatası

9.5. Ses Kalitesinin Ölçümleri için Tavsiyeler (ITU-T P.800 tavsiyesi)

Ortalama Kanı Değeri (Mean Opinion Score - MOS) üzerinde kalite testini tanımlamaktadır. MOS değerleri en düşük 1 ve en yüksek 5 arasında değişebilir. MOS = 4, bir kaliteli ses örneğini temsil etmektedir. Farklı ses düzenleri için MOS kalite değerleri tablo 9.2'de verilmiştir.

Tablo 9.2. Değişik ses kalite testleri sonucunda MOS değerleri

MOS değerleri	Konuşma ve dinleme düzeyi	Sonuç: konuşma ve dinleme	Sonuç: ses yüksekliği (loudness)
5	Pek iyi	Mükemmel	İstenilenden fazla
4	İyi	Tam	İstenilenden fazla
3	Orta	Dikkate değer	Arzu edilen
2	Zayıf	Epey düşük	Düşük
1	Kötü	Anlamı yok	Oldukça düşük

10. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnternet başlıca bir şebeke içinde veri haberleşme gereksinimlerini karşılamak üzere kurulmuştur. Kullanımı kolay ve düşük maliyetli olması İnternet'in uluslararası toplulukta başarısını kanıtlamıştır. Bugünlerde çoğul-ortam hizmetleri verebilecek şebekelerin geliştirilmesinde artış gözlenirken, interneti daha fazla kullanılmaya ve geliştirmeye zorlayacaktır. Bizler basit bir şekilde:

“İnternet ortamı: ses, görüntü ve veri haberleşme desteğini sağlamalı” cümlesi yerine “İnternet ortamı: farklı türden ses, görüntü ve veri sistemlerinin haberleşme desteğini sağlamalı” cümlesini söyleme imkanına sahip olmalıyız.

İnternet üzerinden ses iletimi için esas oluşturan H.323 tavsiyesi çok-yönlü, esnek ve gerçek-zamanda tüm çoğul-ortam uygulamalarını destekleyen standartlar bütünü ile karşımıza çıkmaktadır. Bunları maddeler halinde özetlemeye çalışırsak.

1. Mevcut şebeke altyapılarını kullanır

Varolan şebeke altyapılarında H.323 topluluğu, mevcut altyapı için çoğul-ortam standartlarını karşılamaktadır (örneğin: IP-temelli şebekeler). Bu nedenle H.323, kullanıcılara varolan şebeke altyapılarında hiçbir değişiklik yapılmadan çoğul-ortam uygulamalarından faydalanmalarını sağlamaktadır.

2. Bandgenişliği yönetilebilirliği

Şebekedeki yük yönetilebilir. H.323 ile şebeke yöneticileri konferans görüşmeler için uygun bandgenişliği tahsis etme imkanına sahiptirler.

3. Uluslararası destek

H.323 birçok bilgisayar şirketlerin desteğini kabul görmüştür. (örneğin: Intel, Microsoft, Cisco, IBM v.b.).

4. "Codec" standartların gelişmesini sağlar

H.323, değişik üreticilerin ses ve görüntü bilgi verilerinin kodlama ve çözme yeteneklerin geliştirmesine fırsat tanımaktadır.

5. Esneklik

H.323 platformu, şebekede yeralan uç-birirlere esneklik sağlamaktadır. Daha açıkçası, bir H.323 konferansında farklı niteliklere sahip uç-birirleri yer alabilir. Örneğin: aynı konferans görüşmesinde yeralan ve sadece ses niteliklerine sahip bir terminal ile ses ve görüntü gibi gelişmiş niteliklere sahip bir başka terminal ile haberleşebilir.

6. Çok hedefli yayın (multicast) desteği

H.323 çok-uçlu konferans görüşmeleri için multicast iletişimini desteklemektedir. Bununla şebekede bandgenişliği daha verimli kullanılmış olacaktır.

7. Şebekeler arası konferans haberleşme imkanı

Birçok kullanıcı konferans görüşmelerini uzak mesafelerde yapılmasını arzulamaktadır. Bu nedenle H.323 olası bilgi gecikmesi ve bilgi kaybını en aza indirgeyerek şebekedeki güvenliğin sağlanması amacıyla en optimal çözümler sunmaktadır.

8. Platform ve uygulama bağımsızlığı

H.323 özel bir platform istemeksizin her türlü donanım veya işletim sisteminde işlev görebilir. Örneğin: H.323 uygulamaları kişisel bilgisayarlar (içerdikleri hızlı işlemciler sayesinde çoğul-ortam uygulamaları için ideal bir platform sunmaktadır), IP-temelli telefon aygıtlarında veya kablo TV cihazlarında işlevselliğini yerine getirebilir.

9. Üstün konferans görüşme imkanı

H.323 ortamında yeralan MCU nitelikleri kullanılarak, uç-birirlere güçlü ve esnek konferans görüşme olanağı sağlamaktadır.

Sadece ucuz telefon görüşmelerinden çok daha fazlasını sunan VoIP teknolojisi bugün pek çok kişinin ve kuruluşun üzerinde çalışma yapmak ve dikkate almak gereğini hissettiği bir konu haline almıştır. Telefon servislerinin çehresini ve haberleşme firmalarının yapısını değiştirecek olan bu teknolojinin standartlarının belirlenmesi için çalışmalar halen devam etmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] **Black, U.**, 2000. Voice Over IP, Prentice Hall Series in Advanced Communication Technologies, New York.
- [2] **Minoli, D. and Minoli, E.**, 1998. Delivering Voice Over IP Networks, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- [3] **Stevens, Richard.**, 1991. Understanding TCP/IP, Addison-Wesley, New York.
- [4] **Stallings, W.**, 1997; 5th edition. Local & Metropolitan Area Networks, Prentice Hall, New York.
- [5] **Tanenbaum, A.**, 1996. 3rd edition. Computer Networks, Prentice Hall, New Jersey.
- [6] **Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R. and Jacobson, V.**, 1996. A Transport Protocol for Real-Time Applications, *Request for Comments 1889*, Network Working Group, Internet Engineering Task Force, <http://ietf.org/rfc/rfc1889.txt?number=1889>.
- [7] **Schulzrinne, H.**, 1996. RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control, *Request for Comments RFC 1890*, Network Working Group, Internet Engineering Task Force, <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/h/h225-0.html>.
- [8] **ITU-T Recommendation H.225.**, 1998. Call signalling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia communication systems, *ITU-T Recommendation on RAS – H.225*, ITU-T Study Group 15, <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/h/h225-0.html>.
- [9] **ITU-T Recommendation H.245.**, 1998. Control protocol for multimedia communication, *ITU-T Recommendation on Call Signalling - H.245*, Study Group 15, <http://www.itu.int/itudoc/itut/rec/h/h245.html>.

- [10] **Multimedia Course Notes.**, 1999. Multimedia over Packet Networks, *Alcatel University Course Notes*, Alcatel Publications, Antwerpen, Belgium, <http://aww.bec.bel.alcatel.be/users/multimedia/>.
- [11] **Internet Protocol Course Notes.**, 1998. The World of Internet, *Alcatel University Course Notes*, Alcatel Publications, Antwerpen, Belgium, <http://aww.bec.bel.alcatel.be/users/internet/>.
- [12] **Technical White Paper on H.323.**, 1999. A Primer on the H.323 Series Standard, *A DataBeam Corporation White Paper*, DataBeam Corp, <http://www.databeam.com/standards/index.html>.
- [13] **Technical White Paper on VoIP.**, 1999. H.323 Standards, *Technical White Papers on VoIP*, Radcom Inc, <http://www.radcom-inc.com/pdf/pdf.htm>.
- [14] **Technical White Paper on VoIP.**, 1999. Voice Over IP Technology Protocol Reference, *Technical White Papers on VoIP*, Radcom Inc, <http://www.radcom-inc.com/pdf/pdf.htm>.
- [15] **Technical White Paper on VoIP.**, 1999. Voice Over IP, *Technology guide on VoIP*, Telogy Networks, <http://www.techguide.com/comm/voiceip.shtml>.
- [16] **Technical White Paper on VoIP.**, 1999. Fine Tuning Voice Over IP Packet Services, *VoIP Business Development*, Radcom Ltd, <http://www.protocols.com/papers/voip2.htm>.
- [17] **Technical White Paper on H.323.**, 1999. H.323 protocols, *Web ProForum Tutorials*, The International Engineering Consortium, <http://www.webproforum.com/h323/index.html>.
- [18] VoIP için verimli internet sayfaları:
<http://www.protocols.com>, <http://www.pulver.com>, ve <http://openh323.org>.

EK A. ITU-T oğul-ortam Haberleşme Tavsiyeleri

Tablo A.1. ITU-T oğul-ortam haberleşme tavsiyeleri

	H.320	H.321	H.322	H.323	H.324
Tarih	1990	1995	1995	1996/98/99	1996
Şebeke	Dar-Bantlı ISDN	Geniş-Bantlı ISDN ATM LAN	Güvenilir bandgenişlikli paket bağlaşmalı şebekeler	Güvenilir- olmayan bandgenişlikli paket bağlaşmalı şebekeler	PSTN (analog telefon sistemi)
Görüntü	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263
Ses	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.723 G.728 G.729	G.723
Veri	T.120	T.120	T.120	T.120	T.120
Çoğullama	H.221	H.221	H.221	H.225	H.223
Kontrol	H.230 H.242	H.242	H.242 H.230	H.245	H.245
Uç-Birimi	H.231 H.243	H.231 H.243	H.231 H.243	H.323	
Arabağdaşım	I.400	I.363 AAL	I.400 TCP/IP	TCP/IP	V.34 modem

EK B. Ses, Görüntü ve Veri Uygulama Gereksinimleri

Paketlenmiş ses haberleşmesi Değişken Bit Oranlı (Variable Bit Rate - VBR) trafik sınıfına uymaktadır. Daha doğrusu VoIP farklı türden trafik gereksinimlerine cevap vermesi beklenmelidir. Örneğin, tablo B.1, B.2 ve B.3 değişik ses, görüntü ve veri uygulamaları için mutlak gereksinimleri vermektedir.

Tablo B.1. Ses ortamı bandgenişliği ve MOS başarımlı değerleri

Nitelik	Kodlanmamış hız değerleri (kbit/sn)	İletişim türü	Beklenen hız değerleri (kbit/sn)		
			Tepe değer	Ortalama değer	MOS
CD ses kalitesi	1411-1536	CBR / VBR	192 / 384	192 / 192	*
FM stereo ses kalitesi	1024-1536	CBR	128	128	*
Genişband ses kalitesi (G.722)	128	CBR	64 / 56 / 48	64 / 56 / 48	*
PCM ses kalitesi (G.711)	64	CBR / VBR	64 / 64	64 / (21-32)	4.3 / *
ADPCM ses kalitesi (G.721)	64	CBR	32	32	4.1
LD-CELP ses kalitesi (G.728)	64	CBR	16	16	4.1
CS-ACELP ses kalitesi (G.729)	64	CBR	8	8	4.2

* MOS değeri 4 ve yukarı olanlar iyi olarak nitelendirilebilir.

ADPCM : Uyarlamalı Diferansiyel Kod Modülasyonu (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)

CBR : Sabit Hız Oranı (Constant Bit Rate)

CD : Yoğun Disk (Compact Disc)

CELP : Doğrusal Kestirim Darbe Kodlaması (Code Excited Predictive Linear Coding)

FM : Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation)

LD-CELP: Düşük Gecikmeli CELP (Low Delay CELP)

MOS : Ortalama Kanı Değeri (Mean Opinion Score)

PCM : Darbe Kodu Modülasyonu (Pulse Code Modulation)

VBR : Değişken Bit Oranı (Variable Bit Rate)

Tablo B.2. Görüntü ortamı bandgenişliği ve MOS başarım değerleri

Görüntü kalitesi, kodlama formatı ve çözünürlüğü	Kodlama ve Çözme gecikmesi (çerçeve bazında)*	İletişim türü	Beklenen hız değerleri (kbit/sn)		
			Tepe değer	Ortalama değer	MOS
Düşük bit oranlı görüntü konferans kalitesi	0	VBR (Yetersiz hafıza kullanarak)	2562	239.6	4.5-5.0
360x288 piksel, 8bit/simge veya MPEG-1 standartları	1	VBR	1400	239.6	4.0-4.5
	2	(Yeterli hafıza kullanarak)	934	239.6	3.5-4.5
	3		847	239.6	3.5-4.5
	4		822	239.6	3.5-4.5

* Hafıza miktarı gecikme miktarı ile doğru orantılıdır (1 çerçeve gecikmesi = 33 msn.)

MOS : Ortalama Kanı Değeri (Mean Opinion Score)

MPEG : Hareketli Resim Uzmanlar Grubu (Motion Pictures Expert Group)

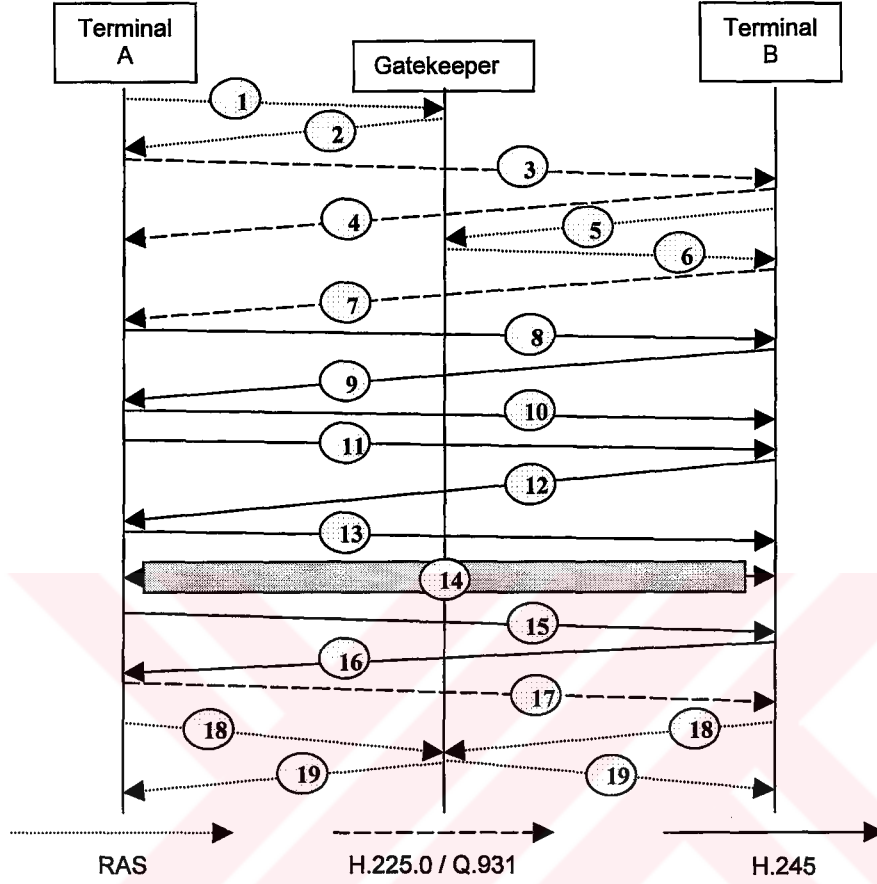
VBR : Değişken Bit Oranı (Variable Bit Rate)

Tablo B.3. Veri haberleşmesi için gerekli iletişim hızı değerleri

Veri (metin, resim) nesne büyüklüğü	Sıkıştırıl mamış nesne büyüklüğü (Mbit/sn)	Sıkıştırma Oranı	Veri alma ve iletme (Mbit/sn)*		Veri üzerinde gezinme (Mbit/sn)*	
			Sıkıştırılmamış	Sıkıştırılmış	Sıkıştırılmamış	Sıkıştırılmış
ASCII text, 8.5"x11" sayfa (88 simge/satır X 55 satır X 8bit/simge)	0.029	2-4	0.015	0.008-0.004	0.059	0.029-0.015
8.5"x11" renkli sayfa (200 piksel/inç X 24 bit/piksel)	90	10-20	45	4.5-2.3	180	18-9
Orta çözünürlük 8.5"x11" renkli sayfa (400 piksel/inç X 24 bit/piksel)	359	10-20	180	18-9	700	70-35
Yüksek çözünürlük 8.5"x11" renkli sayfa (800 piksel/inç X 24 bit/piksel)	1436	10-20	718	72-36	2.872	287-144
Grafik kalitesi 8.5"x11" renkli sayfa (1600 piksel/inç X 24 bit/piksel)	5744	10-20	2872	287-144	11.49	1152-575

* Bangeişliği ihtiyacı (tepe değeri)

EK C. Tipik bir H.323 Çağırması, Kurulması ve Sonlanması



Tablo C.1. Önemli H.323 mesajları (komutları) ve işlevleri

1	Kabul İsteği (Admission Request-ARQ): Terminal-A'nın veri şebekeye katılma isteği
2	Kabul Onayı (Admission Confirm-ACF): Terminal-A'nın veri şebekeye katılma onayı
3	Kurulum (Setup): Terminal-A çağrısını kabul etme durumu
4	Çağrı İşleme (Call Proceeding): Kurulum başlangıcı durumu
5	Kabul İsteği (Admission Request-ARQ): Terminal-B'nin veri şebekeye katılma isteği
6	Kabul Onayı (Admission Confirm-ACF): Terminal-B'nin veri şebekeye katılma onayı
7	Bağlantı Uyarısı (Alert): Terminal-B uyarılmıştır. "telefon çalışıyor!"
8	Terminal Niteliklerin Değişimi (Terminal Capability Set): Terminal-A niteliklerinin tanımlanması
9	Terminal Niteliklerin Değişimi + Onay (Terminal Capability Set + Acknowledgment): Terminal-B niteliklerinin tanımlanması ve Terminal-A niteliklerinin onayı (Terminal-B tarafından)
10	Terminal Niteliklerin Değişimi Onayı (Terminal Capability Set Acknowledgment): Terminal-B niteliklerinin onayı (Terminal-A tarafından)
11	Mantıksal Kanalin Açılması (Open Logical Channel): Ses/görüntü/veri bilgilerinin iletimi için mantıksal kanalın açılması

12	Mantıksal Kanalın Açılması + Onay (Open Logical Channel + Acknowledgment): Ses/görüntü/veri bilgilerinin iletimi için mantıksal kanalın açılma onayı (Terminal-B tarafından)
13	Mantıksal Kanalın Açılması + Onay (Open Logical Channel + Acknowledgment): Ses/görüntü/veri bilgilerinin iletimi için mantıksal kanalın açılma onayı (Terminal-A tarafından)
14	Bilgi Dizisi Akışı (Media Stream): RTP protokolü kullanılarak bilgi dizisinin iletimi
15	Mantıksal Kanalın Kapanışı (Close Logical Channel): Terminal-A tarafından mantıksal kanalın kapanışı
16	Mantıksal Kanalın Kapanışı + Onay (Close Logical Channel + Acknowledgment): Terminal- tarafından mantıksal kanalın kapanış onayı
17	Oturumun Tamamlanması (Release Complete): Çağrının tamamlanması
18	Sonlanma İsteği (Disengage Request-DRQ): Terminal çağrının sonlanması
19	Sonlanma Onayı (Disengage Confirm-DCF): Terminal çağrının sonlanması onayı



H.245 mesajı



RAS mesajı



H.225.0 / Q.931 mesajı



Ek D. H.323 Ortamı için Anahtar Terimler

Bölge (Zone)

Gatekeeper yönetiminde mevcut terminallerin, gateway'lerin ve MCU'lerin topluluğu.

Çağırma (Call)

İki H.323 uç-birimi arasında gerçekleşen çoğul-ortam haberleşmesi.

Çağırma İşaretleşme Kanalı (Call Signalling Channel)

Q.931 aracılığıyla çağırma kurma mesajlarının iletildiği güvenilir bir kanal.

Çok-uçlu Konferans Görüşmesi (Multipoint Conference)

Bir LAN veya bir SCN üzerinde, üç veya fazla terminalin birbiriyle aynı anda haberleşmesi.

Çok-uçlu Kontrol Birimi (Multipoint Control Unit - MCU)

Üç veya fazla terminalin konferans görüşmesini sağlayan LAN üzerinde tanımlanmış bir uç-birim. Bir MCU'de zorunlu olarak bir Çok-uçlu kontrolör ve seçimli çok-uçlu işlemciler yer alır.

Çok-uçlu Kontrolör (Multipoint Controller - MC)

Bir konferans görüşmesinde üç veya fazla terminalin kontrolünde üstlenen bir bileşen.

Çok-uçlu İşlemci (Multipoint Processor - MP)

MC kontrolü ile bir konferans görüşmesinin ses, görüntü ve verilerin işlenmesinde (bilgi akışının bağlanması) yer alan bileşen.

Devre Bağlaşmalı Şebeke (Switched Circuit Network - SCN)

Kamu veya özel bağlaşmalı telefon şebekesini tanımlar.

E.164

ISDN şebekelerin adres formatı.

Gerçek-Zaman Protokolü / Gerçek-Zaman Kontrol Protokolü (Real-Time Protocol/Real Time Control Protocol - RTP/RTCP)

Ses/görüntü/veri bilgilerinin iletilmesi ve yönetilmesinde üstlenir.

Güvenilir Transmisyon (Reliable Transmission)

Mesajların hatasız ve akış kontrolü altında karşı tarafa iletileceğini garantileyen bir transmisyon türü. Sadece bağlantı-yönelimli veri haberleşmesi için tanımlıdır.

Güvenilir-olmayan Transmisyon (Unreliable Transmission)

Mesajlar “en iyiye gayret” (best-effort) iletilme yöntemiyle gönderilir. İletilen mesajlarda kayıp, tekrarlama veya alıcı tarafta paket dizisinin sıralanmasında hata oluşma imkanı söz konusu. Sadece bağlantı-yönelimli olmayan veri haberleşmesi için tanımlıdır.

H.323 Bileşeni (H.323 Entity)

Herhangi bir H.323 birimi: terminal, gateway, gatekeeper, MP, MC veya MCU.

H.245 Mantıksal Kanal (H.245 Logical Channel)

İki H.323 bileşeni arasında bilgi akışını sağlayan kanal.

İnternet Protokolü (Internet Protocol – IP)

İnternet Protokolü.

Karıştırıcı (Mixer)

Bir veya birden fazla kaynaktan alınan RTP paketlerin verileri yeni bir RTP paketinde birleştirilerek oluşacak toplam bilgi dizisinin tek bir RTP paketi aracılığıyla iletilmesini sağlayan ara bir sistem. Karıştırıcı kendi ortamında alacağı verilerin ve üretilecek toplam yeni verinin senkronizasyon bilgileri sağlaması beklenmelidir.

Merkezeleşmiş Çok-uçlu Konferans (Centralized Multipoint Conference)

MCU yardımıyla uç-birimlerin konferansını sağlayacak bir çağırma türü.

Merkezeleşmemiş çok-uçlu Konferans (Decentralized Multipoint Conference)

MCU yardımı olmadan uç-birimlerin konferansını sağlayacak bir çağırma türü.

Katılımcı Kaynak (Contributing Source - CSRC)

Bir RTP oturumuna katılan uç-birimlerini tanımlar. Bir oturuma katılan kaynaklarının isimlerini bildirmek amacıyla karıştırıcı RTP paketi bünyesinde her katılımcı için tanımlanmış SSRC belirteçlerinden oluşmuş bir liste tutmaktadır. Bu liste CSRC listesi olarak isimlendirilmiştir. Örneğin, bir karıştırıcı ile elde edilmiş toplam bilgi dizisi tek bir SSRC belirteci olarak tanımlanabilir.

Q.931

Çağrıların kurulumu ve sonlanması gerçekleyen bir çağırma işaretleşme protokolü.

RAS (Registration-Admission-Status) Kanalı

Kayıt-Kabul-Durum protokol mesajlarını taşıyan güvenilir-olmayan bir kanal.

RTP Paketi (RTP Packet)

Sabit RTP başlık, oturuma katılan kaynakların listesi ve RTP veri bölmelerinden oluşan paket türü.

RTCP Paketi (RTCP Packet)

Sabit RTCP başlık, ve RTCP paket türünde belirtilen değişik rapor kısımlarından oluşan bir kontrol paket türü.

RTP Oturumu (RTP Session)

RTP paketler üzerinden haberleşen kaynaklar topluluğunu tanımlar. Bir çoğul-ortam haberleşme türünde farklı veriler, değişik RTP oturumları olarak ele alınır. Ör: Eğer ses ile görüntü karışımında bir çoğul-ortam verisi söz konusu ise, Ses verileri farklı RTP oturumu, görüntü verileri farklı RTP oturumu olarak gerçekleştirilmelidir.

RTP Ücrete Tabi Yük (RTP Payload)

RTP paketi ile iletilen veri. Ör: kodlanmış ses veya görüntü örnekleri.

Senkronizasyon Kaynağı (Synchronization Source - SSRC)

RTP başlığında yeralan ve 32-bitlik bir sayı ile belirtilen RTP paketlerin kaynağını tanımlar. Her senkronizasyon kaynağının bir RTP oturumu için tek olması beklenmelidir. Bu, SSRC belirteci olarak tanımlanmıştır. Eğer aynı RTP oturumunda yer alan kaynaklar farklı veri türleri üretiyorlarsa bu durumda her bilgi dizisi için rastgele seçilmiş olan farklı SSRC belirteçlerini kullanmak zorundadırlar. Seçilen rastgele belirteçlerin olası bir örtüşme söz konusu olabileceği için, üretilen rastgele sayıların bu durumu önlenmesini çözecek bir yöntemin gerçekleştirilmesi beklenmelidir.

Servis Kalitesi (Quality of Service - QoS)

Şebeke bandgenişliği garantisini tanımlar.

Şebeke Geçidi (Gateway - GW)

LAN'da yeralan H.323 terminalleri ile kamu bağlaşımlı telefon şebekesi'nde (PSTN) yeralan H.323 terminali olmayan aygıtların gerçek-zamanda, çift-yönlü haberleşme arabağdaşımını gerçekleştirir. Ayrıca, farklı bir H.323 gateway ile arabağdaşımının gerçekleşmesini üstlenir.

Şebeke Kapı Sorumlusu (Gatekeeper - GK)

H.323 terminalleri, gateway veya MCU'lerin adres tercümesini, erişim kontrolü ve LAN'daki bandgenişliği yönetimini üstlenen bir H.323 bileşeni.

TCP (Transmission Control Protocol)

IP katmanı üzerinde yeralan güvenilir bir iletim protokolü.

Çevirici (Translator)

İletim ortamını en optimal bir şekilde gerçekleştirecek, dolayısıyla RTP paketlerini tek tek iletecek ara bir sistem. Bir çevirici bilgi dizilerinin kodlanma ve çözmesine gerçekleştirecek özelliğe sahiptir. Bir çevirici "Ateş Duvarı – Firewall" güvenlik uygulamalarında yer alabilir.

Terminal

LAN içinde gerçek-zamanda, çift-yönlü haberleşmeyi sağlayan bir sunucu. (ör: kişisel bilgisayarlar)

UDP (User Datagram Protocol)

IP katmanı üzerinde yeralan güvenilir-olmayan bir iletim protokol türü.

Uç-birimi (Endpoint)

Bir terminal, şebeke geçiti veya MCU'yu tanımlamaktadır.

Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network - LAN)

Sınırlı coğrafi alan üzerindeki bilgisayar sistemlerin ortak uygulama, dosya ve çevre birimlerini paylaşmak üzere oluşturulan donanım ve yazılım altyapı bütünü.

EK. E RTP ve RTCP Mesaj Formatlarının Kaynak Kodları

Aşağıda RTP ve RTCP protokollerinin mesaj formatlarının işleyiş biçimini açıklamak amacıyla tasarım kod kısımları sunulmuştur.

```
/* rtp.h -- RTP başlık dosyası */

/* global değişkenler */
typedef unsigned char u_int8;
typedef unsigned short u_int16;
typedef unsigned int u_int32;
typedef short int16;

#define RTP_VERSION 2 /* RTP sürüm 2 protokolu */
#define RTP_MAX_SDES 255 /* SDES için maksimum metin büyüklüğü */

typedef enum {
    RTCP_SR = 200, /* Gönderici raporu */
    RTCP_RR = 201, /* Alıcı raporu */
    RTCP_SDES = 202, /* Kaynak bilgisi raporu */
    RTCP_BYE = 203, /* Oturum sonu raporu */
    RTCP_APP = 204 /* Uygulamaya özel rapor */
} rtcp_type_t;

typedef enum {
    RTCP_SDES_END = 0, /* Boş SDES paketi */
    RTCP_SDES_CNAME = 1, /* Kullanıcının Kanonik isim */
    RTCP_SDES_NAME = 2, /* Kullanıcının ismi */
    RTCP_SDES_EMAIL = 3, /* Kullanıcının E-postası */
    RTCP_SDES_PHONE = 4, /* Kullanıcının Telefonu */
    RTCP_SDES_LOC = 5, /* Kullanıcının Coğrafi Bölgesi */
    RTCP_SDES_TOOL = 6, /* Uygulama ismi */
    RTCP_SDES_NOTE = 7 /* Kullanıcı notu */
} rtcp_sdes_type_t;

/* RTP genel başlığı */
typedef struct {
    unsigned int version:2; /* protokol sürümü */
    unsigned int p:1; /* ekleme biti */
    unsigned int x:1; /* başlık ekleme */
    unsigned int cc:4; /* CSRC sayacı */
    unsigned int m:1; /* marker biti */
    unsigned int pt:7; /* ücrete tabi yuk */
    u_int16 seq; /* sıra numarası */
    u_int32 ts; /* zamanlama damgası */
    u_int32 ssrc; /* senkronizasyon kaynağı */
    u_int32 csrc[1]; /* CSRC listesi */
} rtp_hdr_t;

/* RTCP genel başlığı */
typedef struct {
    unsigned int version:2; /* protokol sürümü */
    unsigned int p:1; /* ekleme biti */
    unsigned int count:5; /* paket türüne göre değişir */
    unsigned int pt:8; /* RTCP paket türü */
    u_int16 length; /* paket büyüklüğü */
} rtcp_common_t;

/* Alıcı rapor bloğu */
```

```

typedef struct {
    u_int32 ssrc; /* raporlanan veri kaynağı */
    unsigned int fraction:8; /* bölüm (fraction) kaybı SR/RR */
    int lost:24; /* toplam paket kaybı */
    u_int32 last_seq; /* alınan en yüksek sayı dizisi */
    u_int32 jitter; /* jitter hesabı için kullanılacak parametre */
    u_int32 lsr; /* kaynaktan gönderilen son SR paketi */
    u_int32 dlsr; /* son SR paketinden meydana gelen gecikme */
} rtcp_rr_t;

/* SDES niceliği */
typedef struct {
    u_int8 type; /* nicelik türü (rtcp_sdes_type_t) */
    u_int8 length; /* nicelik büyüklüğü (byte-oktet) */
    char data[1]; /* metin */
} rtcp_sdes_item_t;

/* Bir RTCP paketi */
typedef struct {
    rtcp_common_t common; /* genel başlık */
    union {
        /* Verici raporu (SR) */
        struct {
            u_int32 ssrc; /* verici ssrc'si */
            u_int32 ntp_sec; /* NTP zamanlama damgası */
            u_int32 ntp_frac; /* NTP bölüm (fraction) kaybı */
            u_int32 rtp_ts; /* RTP zamanlama damgası */
            u_int32 psent; /* gönderilen paketler */
            u_int32 osent; /* gönderilen byte (oktet) sayısı */
            rtcp_rr_t rr[1]; /* değişken büyüklüklü liste */
        } sr;

        /* Alıcı raporu (RR) */
        struct {
            u_int32 ssrc; /* alıcı ssrc'si */
            rtcp_rr_t rr[1]; /* değişken büyüklüklü liste */
        } rr;

        /* Kaynak tanımı raporu (SDES) */
        struct rtcp_sdes {
            u_int32 src; /* ilk SSRC/CSRC */
            rtcp_sdes_item_t item[1]; /* SDES listesi */
        } sdes;

        /* Oturum sonu raporu (BYE) */
        struct {
            u_int32 src[1]; /* kaynak listesi */
        } bye;
    } r;
} rtcp_t;

typedef struct rtcp_sdes rtcp_sdes_t;

/* Kaynak durumunu belirleyen olası bilgiler */
typedef struct {
    u_int16 max_seq; /* en yüksek dizi numarası */
    u_int32 base_seq; /* dizi numarası */
    u_int32 probation; /* paketler dizisi */
    u_int32 received; /* alınan paketler */
    u_int32 expected_prior; /* en son zaman diliminde kestirilen paket dizi */
    u_int32 received_prior; /* en son zaman diliminde alınan paket dizisi */
    u_int32 jitter; /* kestirilen jitter */
    /* ... */ } source;

```