

**ÇERÇEVE AKTARMA
ŞEBEKELERİ**

700849

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Devrim SİPAHİ
504940015011**

100849

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Ocak 2000
Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Şubat 2000**

Tez Danışmanı :

Prof.Dr. Günsel DURUSOY

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Osman PALAMUTÇUOĞULLARI

Prof.Dr. Ümit AYGÖLÜ

ŞUBAT 2000

ÖNSÖZ

1980'lı yıllardan bu yana hızla gelişene bilgisayar teknolojisi ile haberleşme teknolojileri yeni gelişmeleri de beraberinde getirmektedirler. Çerçeve aktarma da bunlardan biridir. Hem yarıiletken teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, hem de iletim ortamlarının hızının ve güvenilirliğinin artması sonucu, çerçeve aktarma şebekeleri yüksek hız gerektiren yerlerde önemli bir yer tutmaktadır.

Gelişen teknolojilerin yakından izlenmesi, yeni birikimlerin oluşturulması ve teknolojik yeniliklerin ülkemizde uygulanması bir zorunluluktur. Bu gerçeği önceden görüp bu çalışmanın oluşturulmasında bana destek veren hocam, Prof. Dr. Günsel DURUSOY'a ve dizgi ve kontrol aşamasında yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Şubat 2000

Devrim Sipahi

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	VII
TABLO LİSTESİ	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
ÖZET	XI
SUMMARY	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Tanımı	1
1.2. Tarihçesi	1
1.3. Kullanım Nedenleri	2
1.3.1. Düşük Maliyet	3
1.3.2. Hız	3
1.3.3 . Esneklik	3
1.3.4 . Açıklık	3
2. TEMEL BİLGİLER	4
2.1. OSI Katmanları	4
2.1.1. Fiziksel katman	8
2.1.2. Veri bağlantı katmanı	8
2.1.3. Şebeke katmanı	10
2.1.4. İletim katmanı	10
2.1.5. Oturum katmanı	10
2.1.6. Sunum katmanı	11
2.1.7. Uygulama katmanı	12
2.2. Çerçeve aktarmanın katmanlı modelle ilişkisi	12
2.3. X.25 ile Çerçeve Aktarmanın karşılaştırılması	12
2.4. X.25 katmanları	13
2.5. Kalıcı sanal devre	14
2.6. Bağlaşmalı sanal çağırma	15
3. ÇERÇEVE AKTARMA TEMEL İŞLEMLERİ	17
3.1. Bağlantı hizmetleri ve veri yönetimi	17
3.1.1. Bağlantı hizmetleri	17
3.1.2. Bağlantı yönelimli protokoller	18
3.1.3. Bağlantısız protokoller	18
3.2. Çerçeve aktarma ve bağlantı yönelimli ilişkisi	19
3.3. Temel çerçeve aktarma işlemleri	19

3.3.1. Çerçeve aktarma çerçevesi	20
3.3.2. DLCI	20
3.3.3. FECN ve BECN bitleri	21
3.3.4. DE bitleri	22
3.4. DLCI yorumlamaları	22
3.4.1. Şebeke içinde DLCI kullanımı	23
3.4.2. Şebeke içinde şebeke başlığı kullanımı	24
3.5. DLCI'lerin kullanımı	25
3.5.1. Yerel kullanım	25
3.5.2. Genel kullanım	25
3.6. Çerçevelerin çoğaltılması	25
3.7. Çerçeve aktarma erişim aygıtı	28
3.7.1. Yazılım FRAD'ları	28
3.7.2. Donanım FRAD'ları	29
4. HİZMET TANIMLAMALARI	30
4.1. Çerçeve aktarma kontrol, kullanıcı ve yönetim düzlemleri	30
4.2. Çerçeve aktarma kullanıcı-şebeke arabirim yapısı	31
4.3. Hizmet nitelikleri	32
4.3.1. Aktarma niteliğine ilişkin bilgiler	32
4.3.2. Erişim nitelikleri	32
4.3.2. Genel nitelikleri	32
4.4. OSI mimarisi ve çerçeve aktarma	32
5. ÇERÇEVE AKTARMANIN ÇEKİRDEK YAPISI	34
5.1. Çekirdek fonksiyonları	34
5.2. Çerçeve formatı	34
6. YIĞILMA KONTROLÜ	37
6.1. Giriş	37
6.2. Yığılmanın nedenleri	37
6.3. Yığılma Yönetimi için I.370 önerileri	38
6.4. Performans kriterleri	39
6.4.1. Net çıkış verimi	38
6.4.2. Aktarma gecikmesi	40
6.4.3. Virtüel devre aktarma gecikmesi	40
6.4.4. Kalan hata oranı	40
6.5. ITU-T tarafından tanımlanan diğer parametreler	41
6.5.1. Hatalı çerçeve iletimi	41
6.5.2. Çift çerçeve iletimi	41
6.5.3. Sıradışı çerçeve iletimi	41
6.5.4. Kayıp çerçeve	41
6.5.5. Yanlış yollanmış çerçeve	41
6.5.6. SVC kurma gecikmesi	41

6.5.7. SVC silme gecikmesi	41
6.5.8. Bağlantının erken çözülmesi	41
6.5.9. SVC silme hatası	42
6.6. Trafik yönetimi için CIR, Bc ve Be kullanımı	42
6.6.1. Kabul edilen patlama oranı (Bc)	42
6.6.2. Aşırı patlama oranı (Be)	42
6.6.3. Garanti edilen iletim hızı (CIR)	42
6.6.4. Garanti edilmeyen iletim hızı (EIR)	42
6.7. Akış kontrol mekanizması	43
6.8. Yığılma kontrol mekanizmaları	44
6.9. Çerçeve aktarmada yığılma kontrolü	45
6.9.1. Çerçevelerin atılması	46
6.9.2. FECN kullanımı	47
6.9.3. BECN kullanımı	47
6.9.4. FECN/BECN ve pencere kullanımı	48
6.9.4.1. Trafik kaybı olmaksızın FECN kullanımı	48
6.9.4.2. Trafik kaybı saptandığında FECN kullanımı	48
6.9.4.3. Trafik kaybı olmaksızın BECN kullanımı	49
6.9.4.4. Trafik kaybı saptandığında FECN kullanımı	49
6.9.5. Birleştirilmiş Link katmanı yönetimi	49
7. ÇERÇEVE AKTARMA ÜZERİNDEN SES İLETİMİ	51
7.1. Giriş	51
7.2. Sesin sayısallaştırılması	51
7.3. 64 kbit/sn PCM	52
7.4. 64 kbit/sn altında ses kalitesi	53
7.5. Suskunluk süresinin çıkarılması	54
7.6. Ses iletiminin getirdiği problemler	54
7.6.1. Hatalı çerçevelerin atılması	54
7.6.2. Yığılma durumunda CIR'ın üzerindeki çerçevelerin atılması	54
7.6.3. Gecikmenin ortalamasının ve varyansının yüksek olması	55
7.7. Çerçeve aktarma üzerinden ses iletimi standartı	56
7.7.1. Altçerçeveler ve altkanallar	58
7.8. Çerçeve aktarma üzerinden resim iletimi	60
8. ÇERÇEVE AKTARMA VE ASENKRON TRANSFER MODU	62
8.1. Giriş	62
8.2. ATM karakteristikleri	63
8.3. ATM şebekeleri	63
8.3.1. ATM şebeke mimarisi	64
8.4. ATM ve hücre temelli çerçeve aktarma	65
8.4.1. Çerçeve aktarma düğümleri ve ATM	66
8.4.2. ATM düğümleri ve çerçeve aktarma	67
8.5. ATM şebekeleri ve çerçeve aktarma	67

8.5.1. Çerçeve aktarma ve ATM şebekesi araışlemleri	68
8.5.1.1. IWU'dan IWU'ya şebeke araışlemleri	69
8.5.1.1.1. DE ve CLP bit eşleşmesi	70
8.5.1.1.2. FECN ve ECFI bit eşleşmesi	70
8.5.1.2. IWU ve çerçeve aktarmadan haberdar şebeke araışlemleri	71
8.5.2. Çerçeve aktarma ve ATM hizmet araışlemleri	72
8.5.2.1. DE ve CLP bit eşleşmesi	72
8.5.2.2. FECN ve ECFI bit eşleşmesi	72
8.5.2.3. Saydamlık modu ve çeviri modu	73
9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	75
9.1.Çerçeve aktarmanın geleceğı	75
9.1.1. Çerçeve aktarma ve Sonet/SDH	76
9.1.2. Çerçeve aktarma için ATM omurgasının kullanılabilmesi	77
9.1.3. Ses ve video desteğı	77
9.1.4. Küresel bir şebeke olması	77
9.1.5. Gigabit ethernet dünyasında yer edinmesi	78
9.2. Sonuç	79
9.3. Öneriler	80
9.3.1. Algoritmanın tasarlanması	81
9.3.2. Akış diyagramı	86
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	88

KISALTMALAR

ACK	:Olumlu Alındı Bildirimi
BECN	:Backward Explicit Congestion Notification
CEI	:Connection Endpoint Identifier
CIR	:Committed Information Rate
CLLM	:Consolidated Link Layer Management
CLNP	:Bağılantısız Şebeke Protokolü
CRC	:Cyclic Redundancy Check
CSAP	:Core Service Access Point
CSDU	:Core Service Data Unit
DE	:Discard Eligibility
DSS1	:Digital Signaling System Number 1
EA	:Extended Address
FCS	:Frame Check Sequence
FECN	:Forward Explicit Congestion Notification
FTP	:File Transfer Protokol
GFI	:General Format Identifier
HDLC	:High-level Data Link Control
LAPB	:Link Acces Procedure Balanced
LAPD	:Link Acces Procedure D Channel
LCGN	:Mantıksal Kanal Grup Numarası
LCN	:Logical Channel Number
LLC	:Mantıksal Link Kontrolü
LSAP	:Bağlantı Hizmeti Erişim Noktası
NAK	:Olumsuz Alındı Bildirimi
PCI	:Protokol Kontrol Bilgisi
PDU	:Protokol Data Unit
PPN	:Public Packet Network
PSDN	:Public Packet Switched Network
PVC	:Kalıcı Virtuel Devre
QOS	:Quality of Service
RER	:Residual Error Rate
SAP	:Service Access Point
SDU	:Service Data Unit
SMTP	:Simple Mail Transfer Protocol
SVC	:Switched Virtual Call
UDP	:User Datagram Protocol
XID	:Exchange Identification

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 7.1. Ücrete tabi yük tipi alanının tanımlanması.....	59
Tablo 7.2. Çerçeve aktarma üzerinden resim iletimi.....	60
Tablo 8.1. Çerçeve aktarma ve ATM terimleri.....	62
Tablo 9.1. Sonet/SDH hızları.....	76
Tablo 9.2. Günlük kayıt girişi.....	82



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Yatay ve dikey haberleşme.....	5
Şekil 2.2 : Veri ve başlıkların diğer makineye gönderilmesi.....	7
Şekil 2.3 : OSI referans modelindeki katmanlar.....	8
Şekil 2.4 : Fiziksel katman işlemleri.....	9
Şekil 2.5 : Veri bağlantı katmanı işlemleri.....	11
Şekil 2.6 : X.25 yapısı	14
Şekil 2.7 : Kalıcı virtüel devre	15
Şekil 2.8 : Bağlaşmalı virtüel çağırma	16
Şekil 3.1 : Çerçeve aktarma çerçevesi.....	20
Şekil 3.2 : Yığılma bildirim bitlerinin kullanımı.....	21
Şekil 3.3 : DLCI eşlemeleri.....	23
Şekil 3.4 : Şebeke içi başlık kullanarak DLCI eşlemesi.....	24
Şekil 3.5 : Çerçeve aktarmada çoğaltma işlemleri.....	26
Şekil 3.6 : Çerçeve aktarmada çoğaltma işlemleri (çift yönlü hizmet).....	27
Şekil 3.7 : Çerçeve aktarmada şebekesi ile kullanıcı bağlantısı.....	28
Şekil 3.8 : Çerçeve aktarma UNI'deki DSU/DCU.....	29
Şekil 4.1 : C- U- ve M-düzlemleri.....	30
Şekil 4.2 : Kullanıcı – şebeke ANSI konfigürasyonu.....	31
Şekil 4.3 : Düzlemlerin geçişi.....	31
Şekil 5.1 : Çerçeve aktarma başlık formatı.....	35
Şekil 6.1 : Yığılmadan kaçınma ve net çıkış verimi.....	38
Şekil 6.2 : Kayan pencere kavramı.....	44
Şekil 6.3 : Bandışı işaretleşme.....	49
Şekil 6.4 : CLLM işlemleri.....	50
Şekil 7.1 : Sıkıştırma ve genişletme kavramı.....	52
Şekil 7.2 : Sıkıştırılmış ses kalitesi.....	53
Şekil 7.3 : Jitter bufferı.....	56
Şekil 7.4 : VoFR referans modeli.....	57
Şekil 7.5 : VoFR altçerçeve biçimi.....	59

Şekil 8.1	: ATM katmanları.....	63
Şekil 8.2	: ATM şebeke mimarisi.....	65
Şekil 8.3	: ATM kullanıcıları olarak çerçeve aktarma düğümleri.....	66
Şekil 8.4	: Çerçeve aktarma ve ATM bağlaşma port adapteri....	67
Şekil 8.5	: Çerçeve aktarma çerçevesinden ATM hücresine geçiş.....	69
Şekil 8.6	: IWU'lar arasında çerçeve aktarma ATMşebeke araişlemleri.....	70
Şekil 8.7	: IWU ile ATM uç sistemi arasında FR- ATM şebeke araişlemleri	71
Şekil 8.8	: Çerçeve aktarma ATM hizmet araişlemleri.....	74
Şekil 9.1	: Direkt fiber Gigabit etherneti.....	79



ÇERÇEVE AKTARMA ŞEBEKELERİ

ÖZET

Çerçeve aktarma sistemleri yüksek hız ve düşük gecikme ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanmıştır. Çerçeve aktarmanın temeli HDLC ve HDLC-türevi protokollerdir. X.25 kaynaklı istatistiksel çoğullama, virtüel devre gibi bir çok kavramı kullanmaktadır.

İkinci bölümde OSI modeli gibi haberleşme sistemlerinin temelleri ve X.25 ile ilişkisi incelenmiştir. Çerçeve aktarma, şebeke katmanının az bir kısmı ile veri bağlantı katmanının sınırlı özelliklerini kullanmaktadır. Bunun dışındaki işleri üst katmanlara havale etmiştir. Günümüzdeki herhangi bir bilgisayar ile de bu işlemler yapılabilmektedir. X.25, hem iletim hatlarının güvenilir olmadığı, hem de son kullanıcı aygıtlarının yetersiz olduğu durumlar için tasarlanmıştır.

Üçüncü bölümde çerçeve aktarma şebekelerindeki temel fonksiyonlara bir giriş yapılmaktadır. Çerçeve aktarma işlemleri 2. ve 3. katmanı kullanır. Kullanıcı oturumları için DLCI tanıtcıları kullanılır. Ayrıca yığılma bildirimi için kullanılan BECN, FECN bitleri ile çerçevelerin atılma önceliğini bildiren DE bitleri de bu bölümde incelenmiştir.

Dördüncü bölümde hizmet tanımlamaları başlığı altında çerçeve aktarmanın kullanıcı, kontrol ve yönetim düzlemleri incelenmiştir. ITU-T ve ANSI tarafından yayımlanan CIR, net çıkış verimi, gecikme gibi performans kriterleri de bu bölümde incelenmiştir.

Beşinci bölümde çerçeve aktarma şebekesinin çekirdek yapısı açıklanmıştır. Kullanıcı şebeke arabiriminin felsefesi de burada açıklanmıştır.

Altıncı bölümde UNI ve NNI'deki trafik yönetimi ve yığılma kontrolü üzerinde durulmuştur. BECN, FECN ve DE bitlerinin kullanımı, ve ANSI ve ITU-T tarafından tanımlanan performans parametreleri yani garanti edilen iletim hızı (CIR), garanti edilen patlama hızı ve aşılma patlama hızı bu bölümde açıklanmıştır.

Yedinci bölüm çerçeve aktarma uygulamalarından biri olan ses iletimi üzerinde durmaktadır. Her ne kadar çerçeve aktarma ses amaçlı üretilmemişse de üreticiler FRAD'lara ekledikleri donanımlarla bu desteği vermektedirler. Ses iletiminin çerçeve aktarma açısından bazı zorlukları vardır. Bunların başında jitter gelmektedir. Sesin gecikmeye karşı hassas olması sebebiyle kısa çerçevelerin kullanılması önerilmektedir. Ancak bu durum şebekenin yoğunluğunu arttırmaktadır.

Sekizinci bölüm çerçeve aktarma ile ATM'nin birlikte çalışmasını incelemektedir. Önce ATM hakkında kısa bilgiler verildikten sonra çerçeve aktarma şebekeleriyle olan bağlantılarının çeşitli versiyonları incelenmiştir.

Son bölümde ise çerçeve aktarmanın geleceği tartışıldıktan sonra şebekelerdeki en önemli sorun olan yığılmaya karşı bir öneri getirilmiştir.



FRAME RELAY NETWORKS

SUMMARY

Frame relay systems are designed to support users, who need increased bandwidth for internetworking their machines, and less delay for their traffic. The basis for frame relay is HDLC and HDLC-derived protocols. Frame relay uses many of the concepts of X.25 –such as statistical time division multiplexing- and include the concept of the virtual circuit, which is called the data link connection identifier (DLCI) in frame relay.

In the second chapter basics of communication systems, like OSI model and relationship with frame relay, X.25 are examined. Frame relay uses only a small part of the conventional network layer and limited features of the data link layer. The stripping away of these functions provides for minimal (but fast and efficient) services, which requires that additional operations be performed at the upper layers typically located in the user computer. The frame relay approach is to eliminate almost all of these feature for the sake of efficiency and speed.

The third chapter provides a tutorial of the major functions of the frame relay networks. Frame relay operations use a subset of the data link layer and the network layer operations. DLCI's are used for identifications of user sessions. With few exceptions, DLCI's are premapped before data transmission occurs. Congestion notifications is handled with the BECN and FECN bits, and discarding excessive traffic can be handled the discard eligibility bit. Options are available to allow for global or local addressing with DLCI's, as well as multicasting capabilities.

The fourth chapter examines the frame relay service description specifications. Frame relay utilizes conventional layered protocols for its U-plane and C-plane operations. Both ITU-T and ANSI publish performance criteria relating to throughput, transit delay, committed burst rates, excess burst rates, committed informations rates, and other important measurement criteria.

The fifth chapter examines the core aspects of a frame relay network. The core description specifications for frame relay are quite terse, reflecting the philozophy of keeping the user-network interface simple with few options.

The sixth chapter explains how frame relay user and network devices manage traffic at the UNI or NNI. The performance parameters established by ANSI and ITU-T are defined, with emphasis on the committed information rate. the committed burst rate an the excess burst rate.

Chapter 7 explains how frame relay transport voice, and video. First Frame relay is not designed for voice or video, only for data. But many vendors bundled the voice device to their product. Because voice compression technique will become better, than VoFR is used common. The disadvantage of VoFR is jitter. Because frame relay delays are higher and more variable.

Chapter 8 explains frame relay and ATM interworking. Short definition and feature of ATM are given in this chapter. Then examines several model of interworking of frame relay and ATM.

Chapter 9 is the last chapter and there is given some predictions of frame relay future. Then I discuss congestion control in frame relay network, and present a solution of congestion control.



1. GİRİŞ

Çerçeve aktarma şebekelerinin diğer WAN teknolojilerine göre daha çabuk ve ucuz veri taşıma yeteneği olduğundan 1992 Mayısındaki ticari başlangıcından bu güne, artan sayıda kullanıcıların, analistlerin ve medyanın dikkatini üzerine toplamaktadır. Daha önemlisi, eski çok protokollü sistemleri ve LAN trafiğini eşit uyumlulukta iletebilme yeteneğidir. Son olarak, bir paket-bağlaşma teknolojisi olarak geleceğin hücre-bağlaşma teknolojisine doğru ilerleyen doğal bir yolu sunmasıdır.

1.1 Tanımı

Çerçeve aktarma, kurumlara geniş alan şebekeleri üzerinden yüksek hızlarda hizmet alma imkanı vererek esnek bantgenişliği kullanımı ve kiralık hatlara göre daha verimli ve ucuz bağlantı imkanı sağlayan bir hizmettir.

1.2 Tarihçesi

1988’de ITU-T, I.122 önerisi ile yeni bir veri iletim tekniğini tanıtmıştır. Bu teknik çerçeve modunda taşıma hizmeti veya çerçeve aktarma olarak adlandırılmaktadır. Bu alandaki standart oluşturma çalışmaları ITU-T ve ANSI tarafından yürütülmektedir.

I.122 önerisinin endüstride tanınmasıyla, bunun ISDN olmayan sistemlerde de, ve özellikle X.25’in yerine kullanılabileğinin farkına varıldı. Digital Equipment Corp. (DEC), Northern Telecom, Cisco ve Stratcom şebeke üreticilerinden oluşan dördü, çerçeve aktarma teknolojisini ilerletmek için bir grup oluşturdular. Çerçeve aktarma için ANSI standartlarını temel alan bu dördü, 1990 yılında “Frame Relay Specification with Extension-Based on Proposed T1S1 Standarts” adında bir yayın çıkardılar.

Bu grubun çabaları daha sonraları kar amaçlı olmayan bir kurum olan “Frame Relay Forum”un kurulmasıyla sonuçlandı. [1]

1.3 Kullanım Nedenleri

Var olan bir sistemin yeni bir sistemle değiştirilmesinin maliyeti oldukça yüksektir. Hem eski donanım kullanılamaz hale gelirken, hem de yeni donanımın alınması giderleri arttırmaktadır. Bu nedenle yeni bir yatırım yapılırken getirecekleri ve götürecekleri iyi araştırılmalıdır.

Çerçeve aktarma yatırımını yapmak da birçok yerde bulunan dağıtık yapıdaki LAN'ların merkezileştirilmesi gereğinden doğmuştur. Bugün, WAN üzerinden taşınan birçok veriler istemci-sunucu (client-server) mimarisine göre çalışmaktadır. Yani ana program merkezdeki sunucuda bulunmakta, çeşitli yerlerdeki istemciler de (terminal) sunucudaki programları klavye bilgisi gönderip çalıştırmakta, programın sonuçları da monitör bilgisi olarak istemciye gönderilmektedir.

Bunlar; elektronik veri değişimi ve para transferi gibi firmalar arası ticari işlemler, ve müşteri-firma arası ticari işlemlerdir. Çoğu ticari işlemler, IBM'in SDLC (Synchronous Data Link Control) ve türevleri gibi patentli protokoller kullanan az miktardaki veri haberleşmeleridir.

Son beş yılda, WAN üzerinden LAN-LAN haberleşmesi durmadan arttı. Bunlar; elektronik-posta, dosya transferi ve uzaktan erişimli veri tabanı sistemleri gibi uygulamalardır.

Yakın bir gelecekte, 1000-Mbps (Gigabit) Ethernet ve FDDI (Fiber Distributed Data Interface) gibi genişbandlı LAN teknolojilerinin yaygın benimsenmesi, döküman görüntüleme gibi çoğulortam uygulamalarını, video konferans ve uzaktan öğrenim uygulamalarını sıradanlaştırmaktadır. Kullanıcıların bu tür uygulamalarını dış sitelere çıkarma istekleri birçok farklı veri türlerini bağdaştırabilen genişbandlı WAN ihtiyacını sürekli arttırmaktadır. Bununla birlikte kullanıcılar ellerindeki sistemlerden de vazgeçmek istememektedirler.

Bu sorunların çözümü, paket ve hücre temelli iletim teknolojilerinde ortaya çıkan ihtiyacın, varolan ağlarla LAN trafiğini WAN ile birleştirmeye gerek duyan kullanıcıların seçiminin başlangıç noktası olan çerçeve aktarma'ya bağlı olmasında yatmaktadır. Getirdiği üstünlükler ise aşağıda açıklanmıştır.

1.3.1 Düşük Maliyet

Kiralık hatların ve ISDN (Integrated Services Digital Network) ağ bağlantılarının maliyetleri sürekli düşecektir. Kullanıcılar düşük maliyetli bağlantı sunan ve bandgenişliğini arttırabilen WAN teknolojilerini arayacaklardır.

1.3.2 Hız

Kullanıcılar yüksek bandgenişlikli LAN'ların sağladığı yüksek hızlı karşılık beklemekteler. WAN üzerinden işlem yaparken, yavaş çalışan LAN uygulamalarına artık sabır göstermeyeceklerdir.

1.3.3 Esneklik

Kullanıcılar bütün protokoller ve veri türleriyle çalışabilen WAN teknolojilerini arıyor. Oldukça az bir kesim WAN'ların farklı türleri için ayrı yeteneklere gerek duyacaktır.

1.3.4 Açıklık

Kullanıcılar patentli sistemlerden standart sistemlere geçmek istiyorlar. Geniş-alan ağları satıcıların geniş desteğine ve bilgilerin işlenebilirliğine izin verebilen teknolojileri ve arabirimleri kullanmak zorundadır.

2. TEMEL BİLGİLER

Bu bölümde Açık Sistem Arabağılantısı (OSI = Open Systems Interconnection) referans modeli katmanları, ve çerçeve aktarmanın öncülü kabul edilen X.25 kısaca incelenecektir. Burada asıl vurgu veri bağılantı, şebeke ve iletim katmanlarına yapılacaktır. Çünkü çerçeve aktarma ve X.25 şebekeleri bu katmanlarla ilişkilidir. Bu bölümün sonunda da çerçeve aktarma şebekelerinin OSI modeli ve X.25 ile ilişkisi incelenecektir.

2.1 OSI Katmanları

Genelde bir haberleşme sistemi karmaşık bir yazılım ve donanımdan oluşmuştur. Bu nedenle yazılımların test edilmesi, hataların bulunması ve düzeltilmesi oldukça zor olmaktadır. Bunun diğeri bir sakıncası da farklı fiziksel şebekelerce desteklenememesidir.

Bu problemin üstesinden gelmek amacıyla, ISO tarafından, referans modeli oluşturmak için katmanlı bir yapı benimsenmiştir. Sistemi katmanlara ayırmanın bir nedeni karışık yazılım ve sistemleri basitleştirmektir. Diğeri bir neden ise farklı üreticiler tarafından geliştirilen modellerin birbirleriyle uyum içinde çalışmasını sağlamaktır. Bunun kökeni 1970'li yıllarda geliştirilen yapısal programlama tekniğidir. Burada programlar, katman denilen program bölümlerine ayrılır. Her katmanın işlevi, kullanacağı protokol ve vereceği hizmet çok iyi tanımlanmalıdır. [2]

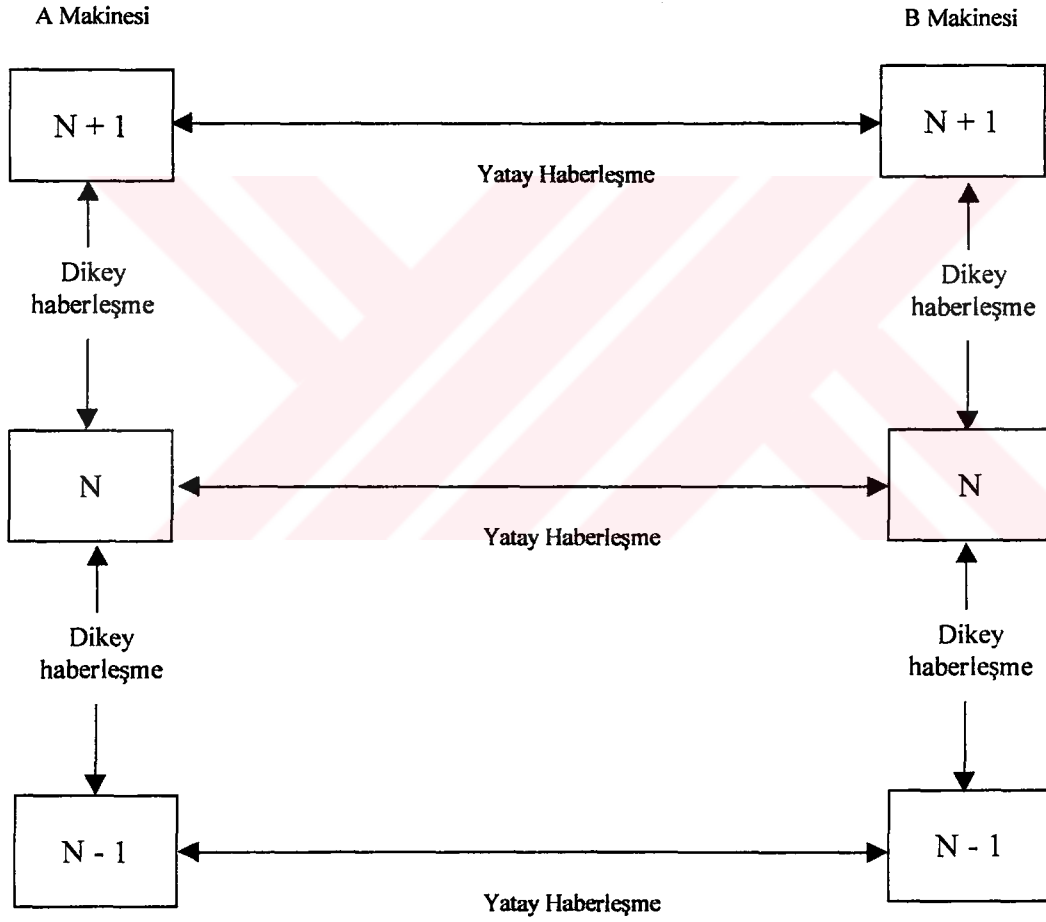
Bir makinedeki katmanlar ve içlerindeki işlemler diğeri katmanlardan ve işlemlerinden göreceli olarak bağımsızdır. Bunun ardındaki temel fikir farklı makinelerdeki aynı katmanlar arasında haberleşmenin yapılabilmesidir.

Bu fikir sayesinde açıkça tanımlanmış arabirimler içeren donanım ve yazılımlar tasarlanmıştır. Bu sistem bir fonksiyonu veya ilgili diğeri fonksiyonları çalıştıran modüller içerir. Sistemdeki bir modülün değışmesi diğeri katmanları etkilemez.

Bir katmanlı sistemde bir katman, üzerindeki katmana (örneğin 2. katman 3. katmana) hizmet sağlamakla sorumludur. Son kullanıcı ise katmanların en üstünde durur. Bu nedenle kullanıcı, sistemdeki bütün katmanların hizmetlerinden yararlanır. Katman işlemlerinde herhangi bir katman atlanamaz.

OSI modelinde katmanlar terimlerle ifade edilir. Söz konusu olan katman N. katmandır. Onun bir üstündeki katman N+1, bir altındaki katman ise N-1 ile gösterilir. Örneğin şebeke katmanından söz ediliyorsa bu katman N. katmandır, İletim katmanı N+1, Veri bağlantı katmanı ise N-1 ile ifade edilir.

Her katman diğer bilgisayardaki aynı katmanla veri alışverişi yapabilir (yatay haberleşme). Şekil 2.1’de A makinesindeki N. katman B makinesindeki N. katmanla mantıksal haberleşir, yani aralarında direkt fiziksel bağlantı yoktur. Buna sanal kanal da denir. Aynı bilgisayardaki iki komşu katman arasında katmanlar arası işlem tanımına göre dikey haberleşme yapılır.



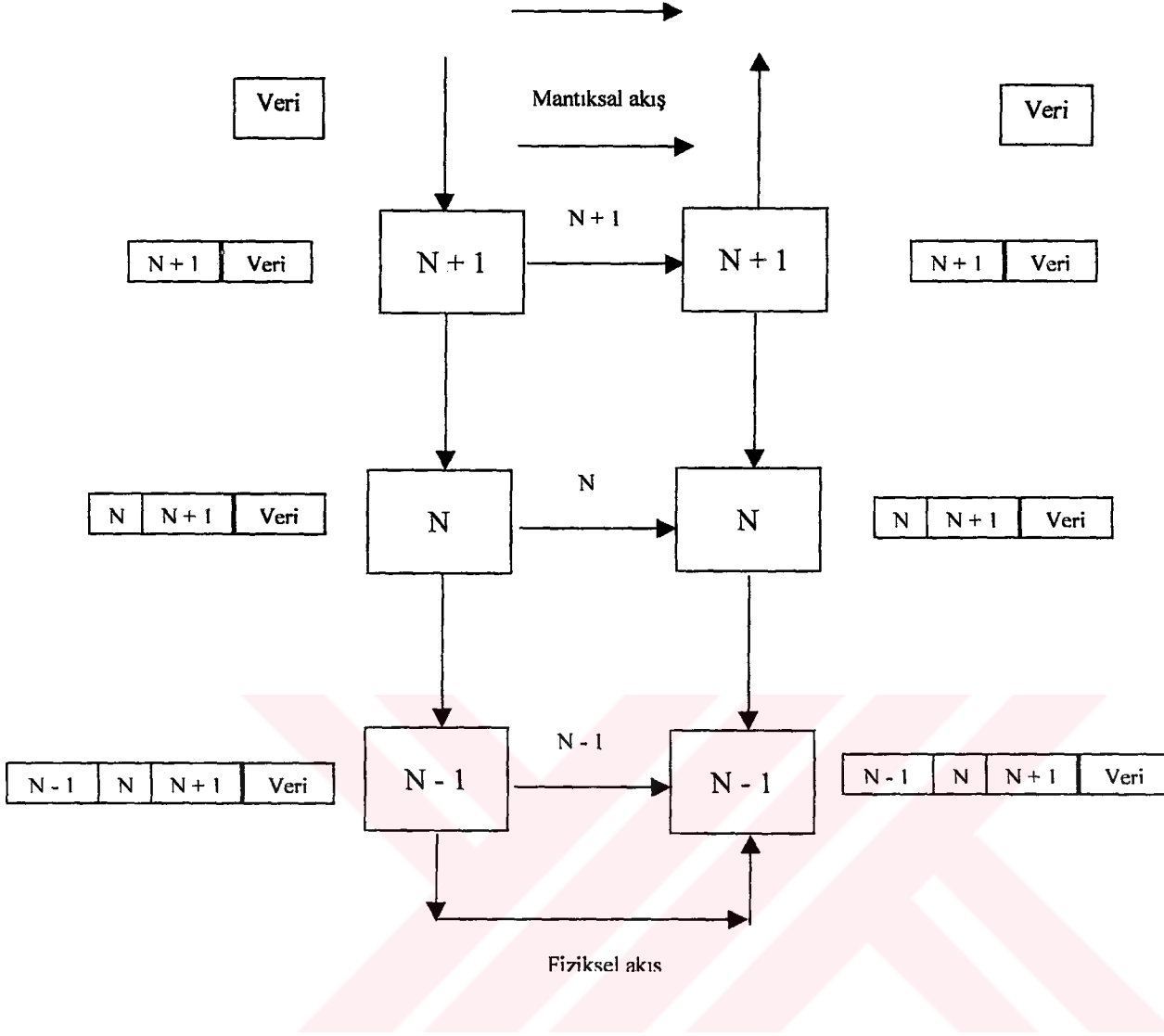
Şekil 2.1 Yatay ve dikey haberleşme

Bir A makinesinin B makinesine veri göndermesi Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Veri üst katmandan veya kullanıcı uygulamasından N+1. katmana geçer. Bu katman veriye bir başlık ekler ve geçiş işlemlerini yapar. N+1 katman veriyi eklediği başlıkla

birlikte N. katmana geçirir. Bu katman da gerekli işlemleri yapar ve veriye kendi başlığını ekler. Veriyi haberleşme hattından veya bir şebeke üzerinden B makinesine iletir.

B makinesinde ise işlemlerin tersi yapılır. A'da aynı katmanın eklediği başlıklar gerekli işlemler yapıldıktan sonra veriden çıkarılarak veri bir üst katmana iletilir. B makinesindeki kullanıcı uygulamasına sadece A makinesinde üretilen kullanıcı verisi iletilir. Diğer katmanlarda eklenen başlıklar iletilmez. Kullanıcı katmanların yaptıkları işlemlerden habersizdir. İki makinedeki aynı katmanlarda üretilen başlıklar sadece kendileri tarafından kullanılır. Genel bir kural olarak bir üst katmanda eklenen başlıklar alt katman için geçirilecek veri (transparent data) olarak görülür.





Şekil 2.2 Veri ve başlıkların diğer makineye gönderilmesi

OSI referans modelinde 7 katman bulunmaktadır. Bunlar; fiziksel iletim hattından kullanıcıya doğru fiziksel katman, veri bağlantı katmanı, şebeke katmanı, iletim katmanı, oturum katmanı, sunum katmanı ve uygulama katmanıdır. Her bir katman kendi makinesindeki komşu katmanlarla fiziksel olarak bağlantı kurmakta; haberleşeceği diğer makinedeki aynı katmanla da mantıksal bağlantı kurmaktadır. Kullanıcı sadece uygulama katmanı ile çalışabilmektedir. Bu yapı Şekil 2.3'te gösterilmiştir.

Kullanıcı

Uygulama Katmanı
Sunum Katmanı
Oturum Katmanı
İletim Katmanı
Şebeke Katmanı
Veri bağlantı Katmanı
Fiziksel Katmanı

Şekil 2.3 OSI Referans Modelindeki Katmanlar

2.1.1 Fiziksel Katman

Modeldeki en alt seviyeli katmandır ve Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Fiziksel katman veri terminal elemanı (DTE) ile veri devre-sonlandırma elemanı arasında ve haberleşen DCE'ler arasında fiziksel devreyi kurma, sürdürme ve çözme işlemlerinden sorumludur. DTE bilgisayar gibi son kullanıcı cihazıdır. DCE ise DTE'leri haberleşme hattına bağlayan modem çoğullayıcı gibi cihazlardır.

Bu katman fiziksel işaret tipini (elektrik, optik vs..), iletim ortamı tipini (normal kablo, koaksiyel kablo, kablosuz, uydu vs..) tanımlar. Fiziksel katmanların ortak işlemleri fiziksel işaretin üretilmesi ve alınması şeklindedir. Fiziksel katman bağlayıcıları (connector) bu katmanda açıklanmıştır. İletim hızı da (bit/sn) bu katmanda belirtilmiştir. Analog sistemlerde modülasyon tipleri, sayısal sistemlerde kodlama ve senkronizasyon işlemleri bu katmanda açıklanmıştır.

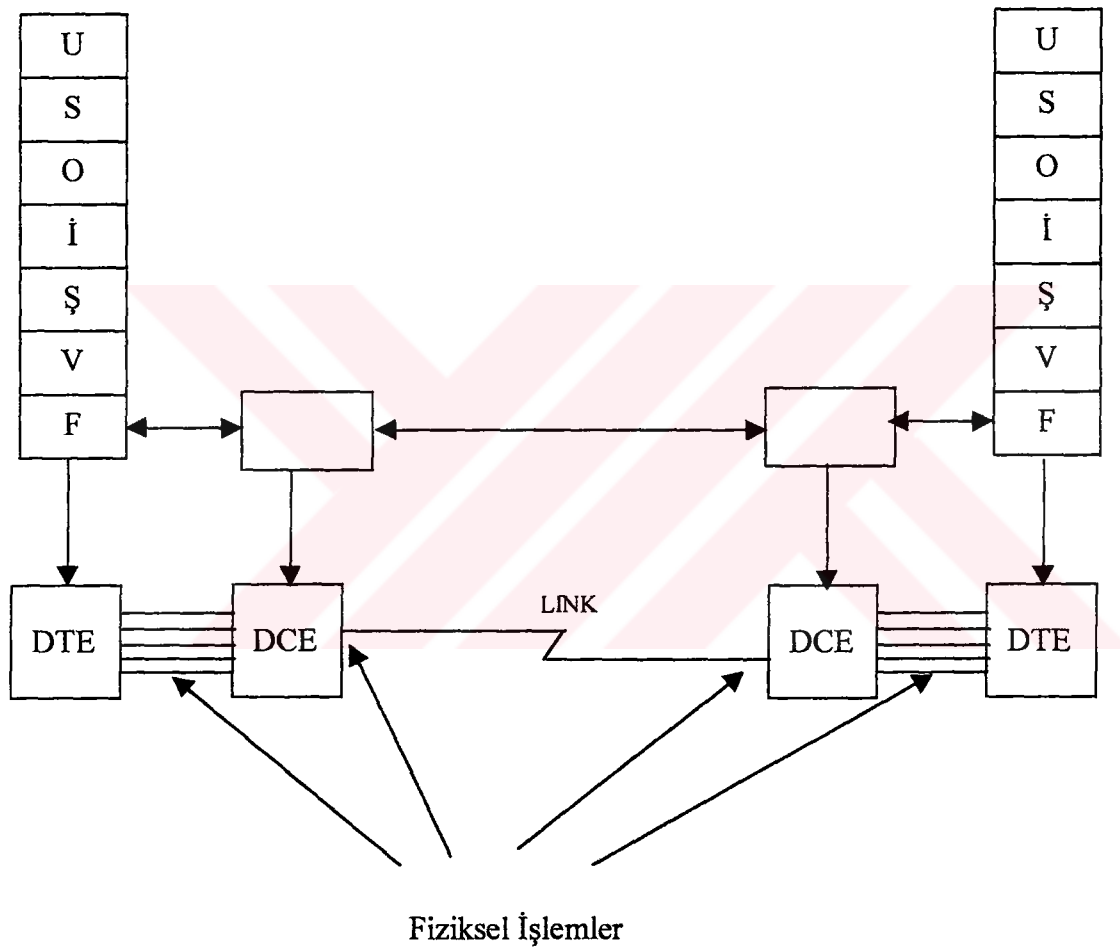
2.1.2 Veri Bağlantı Katmanı

Bu katman haberleşme hatlarından (link) verinin aktarılmasından sorumludur. Fiziksel katmandaki bit akışını sınırlar. Bitlerin tanıtımını sağlar. Çoğunlukla (fakat her zaman değil) veri trafiğinin alıcıya güvenli bir şekilde ulaşmasını sağlar. DTE'de veri yükünün artmaması için akış kontrolü yapar.

Önemli fonksiyonlarından biri de iletim hatalarını saptama, kayıp, hatalı veya çift verileri düzeltme işlemleridir. Bu işlemler desteklendiğinde ise gönderici ve alıcı

birimler arasında pozitif veya negatif alındı bildirisinin gönderilmesidir. Trafiğin başladığına veya bittiğine karar vermek için özel işaretler kullanılır.

Çoğu veri linki, akış kontrolü için alıcı hazır (RR) ve alıcı hazır değil (RNR) işareti göndermekten sorumludur. Bu katman sıralama numarası kullanabilir. Bu numaralar trafiğin makineye giriş çıkışında ve makine belleğinde sıralanır. Hattaki trafiğin doğru sırada alınıp alınmadığını kontrol eder. Bu katmandaki işlemler Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Fiziksel katman işlemleri

2.1.3 Şebeke Katmanı

Bu katman şebeke aracılığıyla iki DTE arasındaki arabirimde olduğu kadar, kullanıcı ile şebeke arasındaki arabirimi de belirtir. Kullanıcıların şebeke ile kararlaştırdıkları net çıkış verimi, gecikme, cevap süresi, kabul edilebilir hata oranı gibi parametreler bu katmanda belirlenir. Bu katmanda bir şebeke üzerinden seçme yöneltme işlemleri tanımlanır. Numara sıralama ve akış kontrolü işlemleri de yapılabilir, fakat bu işlemler linkler arasında değil (çünkü bu veri bağlantı katmanının görevidir), kullanıcı ile şebeke arasında yürütülür. Bazı şebekeler şebeke içindeki trafiğin bütünlüğünden sorumludur, bazıları da bu işi son kullanıcıya bırakır. Haberleşmedeki bütün şebekeler kullanıcılara hizmet kalitesi seçme imkanı tanırırlar.

Bu katmanda yaygın olarak kullanılan protokoller X.25 (şebeke arabirim standardı) ve bağlantısız şebeke protokolüdür (CLNP).

2.1.4 İletim Katmanı

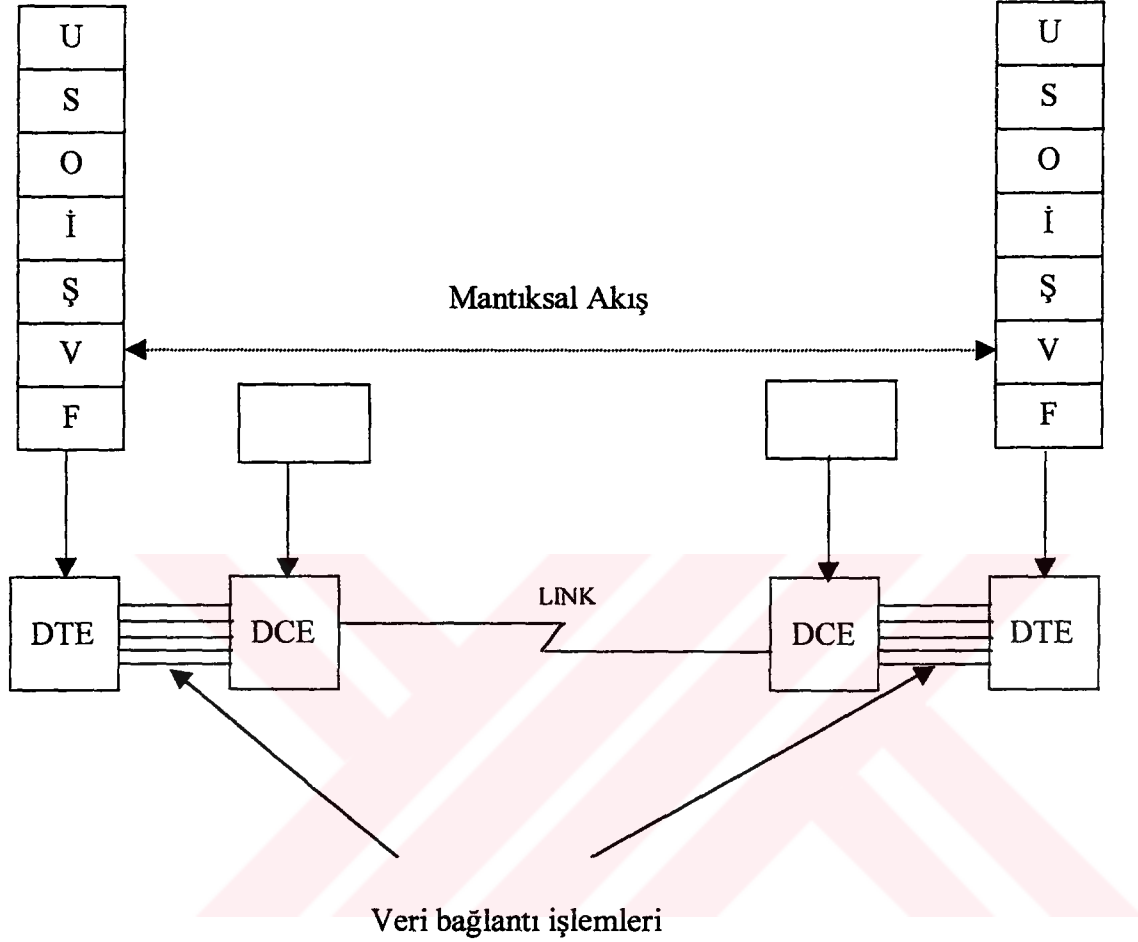
Bu katman veri haberleşme şebekesi ile üstteki üç katman arasında arabirim işini görür. Bu katman kullanıcıya şebekeden belli bir hizmet kalitesi alma seçeneğini maliyetiyle birlikte sunar. Kullanıcıyı şebeke fonksiyonlarından ayrı tutar. Birden fazla veri linkleri üzerinden uçtan uca trafiğin iletiminden, kullanıcı verilerinin bütünlüğünden sorumludur. Bu nedenle trafiğin gönderiminde önemli bir katmandır. Zamanlayıcıdan başka bu katmanda gönderme ve alma numaraları vardır. Bu numaralar şebeke ve veri katmanında da bulunduğundan bu işlem gereksiz gibi görünür. Ancak birden fazla şebekelerin bağlı olduğu durumlarda veri trafiğinin bütünlüğünü ve güvenliğini sağlar. Çünkü veri bağlantı katmanı bir link üzerinde bu işlemi yapar, şebeke ise kullanıcı ile şebeke arasında bu işi yapar. İletim katmanı ise uçtan uca bu işlemi yapar.

Genel bir ifade olarak iletim katmanı verileri şebeke katmanına OSI SDU kavramına uygun bir şekilde saydam olarak geçirir.

2.1.5 Oturum Katmanı

Bu katman iletim katmanına kullanıcı arabirimi olmakla ve son kullanıcı uygulama programlarının yönetiminden sorumludur. Kullanıcı uygulamaları arasında veri alışverişini ve kontrol noktası işlemlerini yönetir. Kontrol noktası işlemleri büyük ve küçük kontrol noktası olarak ikiye ayrılır. Büyük kontrol noktası, kontrol işi onaylanana kadar bütün trafiğin durmasına gerek duyar. Diğer taraftan küçük kontrol noktası yayımlanırken trafik akmaya devam edebilir. Haberleşmekte olan iki oturum

katmanı oturumun sona ermesi konusunda anlaşmak zorundadır. Bağlantı kesilmeden önce bütün trafiğin iletimi sağlanmak zorundadır



Şekil 2.5 Veri bağlantı katmanı işlemleri

2.1.6 Sunum Katmanı

Bu katman verilerin gösteriliminden sorumludur. Verinin içeriğiyle anlamıyla ilgilenmez. Uygulama katmanından gelen veri tiplerini (karakter, tamsayı vs..) alır ve alıcı taraftaki aynı katmanla veri tipi konusunda anlaşır. Bu katmanda birçok veri tipi (teletype, ASCII, Videotex gibi) tablosu bulunmaktadır.

Bu katman genel sözdizim anlaşması 1 (ASN.1) olarak bilinen ve veri gösteriliminde kullanılan yapı ve sözdizimleri açıklayan bir dil içermektedir. Ayrıca bilgisayarlar arasında veri aktarımı için temel kodlama kurallarını (BER) açıklayan protokoller

içerir. Bu katmanda yürütülen iki hizmetten nesne tanımlamakta ASN.1, ve aktarım kurulumu için de BER kullanılmaktadır.

2.1.7 Uygulama Katmanı

Bu katman kullanıcı uygulamalarını destekler. Bir katmanlı modelde son kullanıcı arabirimi olarak görülür. Uygulama katmanı dosya aktarımı, iş yönetimi, finansal veri alışverişi, programlama dilleri, elektronik posta, dizin hizmetleri ve veri tabanı yönetimi gibi uygulamaları destekleyen hizmet elemanları içerir.

Temel işlemleri oldukça değişiktir. Ancak çoğu uygulama katmanı en azından dosya aktarımı ve yönetim hizmeti (FTAM) ile X.400 IPM ile birlikte mesaj işleme sistemlerini desteklerler.

Bazı organizasyonlar da tipik uçbirim hizmetleri, dizin hizmetleri, veritabanı desteği, şebeke yönetimi gibi diğer OSI uygulama katmanı işlemlerini destekler.

2.2 Çerçeve aktarma'nın Katmanlı Modelle İlişkisi

Çerçeve aktarma 2 ve 3. katmandaki belirli işlemleri elemek amacıyla tasarlanmıştır. X.25 protokolünde bulunan istatistiksel çoğullama işlemini ve TDM protokolünde yer alan devre bağlaşma işlemlerini uygular. Bunun yaklaşımın sonucunda net çıkış verimi artar, gecikme azalır ve CPU'da işlem tasarrufu sağlanır.

Ayrıca farklı şebeke türleri (LAN, WAN) birlikte kullanıldığında esneklik sağlayabilen değişken uzunlukta veri tiplerini destekler.

Geleneksel bir veri bağlantı katmanı haberleşme linkinde hata kontrolü, bozulan verinin yeniden iletimi işlemlerini yapar. Şebeke katmanı şebeke içindeki trafiğin yönetiminden, sanal bağlantının kurulmasından şebeke ve kullanıcı arasındaki hizmet kalitesi anlaşılmasından sorumludur.

Çerçeve aktarma ise, şebeke katmanı işlemlerinin çoğunu ve veri bağlantı katmanı işlemlerinden bazılarını eler. Bu nedenle de az iş yaptığından çok hızlıdır.

2.3 X.25 ile Çerçeve Aktarma'nın Karşılaştırılması

1970'lerin başlarında firmalar, kurumlar ve organizasyonlar tarafından birçok veri haberleşme şebekeleri oluşturulmuştur. Bu dönemde herbiri kendi başına

çalıştığından kendilerine özgü protokoller kullanmaktaydılar. X.25 bu şebekeleri birbirlerine uyumlulaştırma ihtiyacından doğmuştur. ITU-T tarafından 1974'te yayımlanmıştır. O zamanın koşullarına göre belli kabuller altında tasarlanmıştır. Bu kabuller kullanıcı cihazlarının yeteneklerinin sınırlı olması ve haberleşme ortamının gürültülü ve güvenilmez oluşudur. Bu iki geçerli kabulden yola çıkılarak zayıf olan kullanıcı cihazlarını desteklemek amacıyla hata kontrolü akış kontrolü hizmetleri sağlanmıştır.

X.25 bağlantı yönelimli sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistemde kullanıcılar ile şebeke arasında telefon santrallerinde olduğu gibi bağlantı güzergahı belirlenir. Bu nedenle bağlaşmalı sanal çağırma (SVC) ve kalıcı sanal devre (PVC) kavramları X.25 protokol yapısının temelini oluşturur. Bağlantısız datagram fikri kullanımdaki X.25 şebekelerinde yer almaz.

Çerçeve aktarma tasarımcıların kabullerinde ise son kullanıcı cihazları yeterince gelişmiş olduğundan akış kontrolü, hata kontrolü ve veri bütünlüğü işlemleri yapabilir. Ayrıca haberleşme hatlarının önceki yıllara göre oldukça güvenilir, yani hatalı bit oranının yeterince düşük olduğu kabul edilmiştir.

2.4 X.25 Katmanları

X.25 önerileri 3 katmana bölünmüştür. Bunlar OSI modelindeki 3 alt katmandır. Fiziksel katmanda fiziksel işaretleşmeler ile DTE ve DCE'ler arasındaki bağlantılar yapılır. Veri bağlantı katmanı DTE olarak adlandırılan kullanıcı elemanları ile DCE olarak adlandırılan şebeke elemanları arasında veri akışının yönetiminden sorumludur. Hata kontrolü ve iletim esnasında bozulmuş verilerin yeniden iletimi işlemleri yapar. Yani veri linki üzerindeki X.25 paketlerinin hatasız iletiminden sorumludur. Bu katman LAPB protokolünü kullanır.

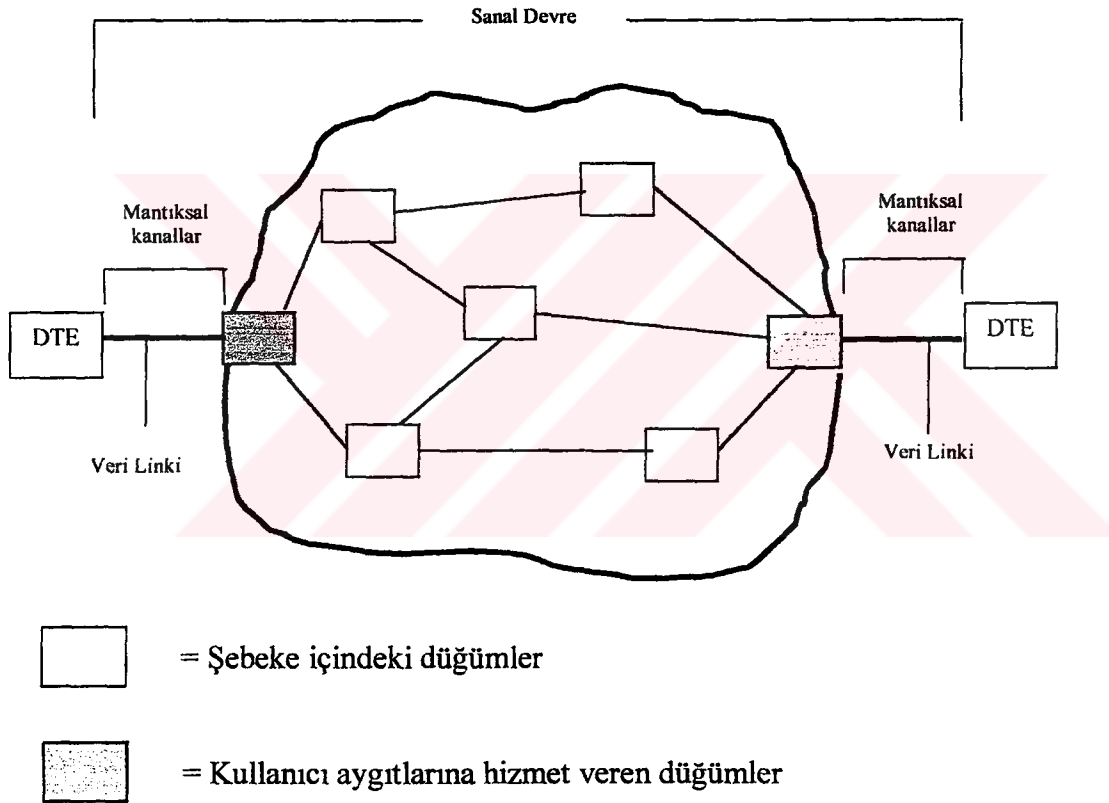
Şebeke katmanı ise X.25 paketlerinin oluşturulmasından ve bağlantıların yönetiminden sorumludur. Paketlerin DTE ve DCE arasında veri bağlantı katmanından güvenli bir şekilde iletilmesine güvenir. Bu katmandaki veri birimine paket denir.

X.25 şebeke düğümü ve DTE'ler, şebekelere gelen ve giden kullanıcı trafiğini aktarmak için istatistiksel zaman bölmeli çoğullama tekniğini kullanırlar. Kullanıcı DTE'si ve şebeke düğümü, tek bir haberleşme hattına giden kullanıcı oturumlarının çoğullanmasından birlikte sorumludurlar. Burada kullanıcılar hattın kendilerine ayrıldığını düşünmelerine rağmen, aslında hattı diğer kullanıcılarla paylaşırlar.

Birçok kullanıcının aynı fiziksel haberleşme hattına çoğullanması X.25'in önemli bir özelliğidir. Buna sanal devre denir. Buradaki sanal terimi gerçekte fiziksel kaynaklar paylaşılmasına rağmen kullanıcı bu fiziksel hattın kendisine sunulduğunu sanması anlamında kullanılıyor. Mantıksal kanal terimi de X.25'in diğer önemli terimidir. Anlamları farklı olmasına rağmen genelde karıştırılır.

Sanal devre, kullanıcı cihazları (DTE) arasındaki uçtan uca bağlantı ilişkisidir.

Mantıksal kanal ise kullanıcı ile şebeke arasındaki yerel bağlantı ilişkisidir. Şebekenin heriki tarafındaki DTE ile DCE arasındaki bağlantılarla ilgilidir. Şekil 2.6'da bu terimlerin açıklaması gösterilmiştir.



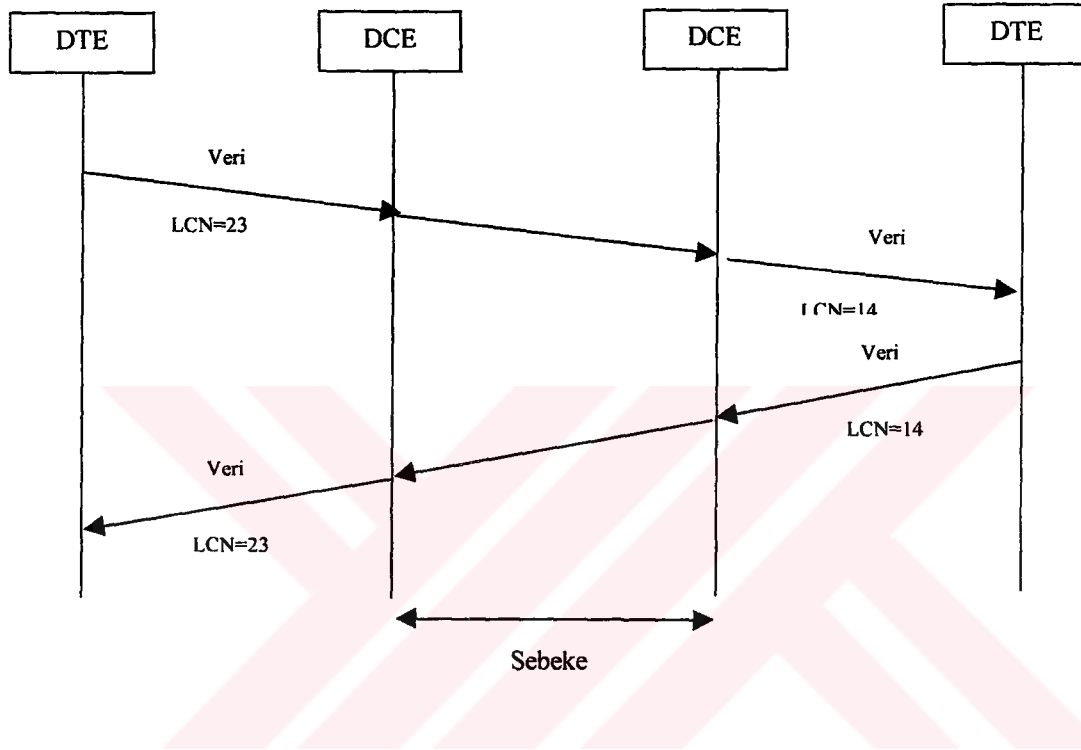
Şekil 2.6 X.25 Yapısı

2.5 Kalıcı Sanal Devre

Bir telefon şebekesindeki kiralık hatlara benzer. Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Gönderici bilgisayar, paket şebekesi üzerinden alıcı ile bağlantının kurulduğunu garantiler. X.25 oturum başlamadan önce PVC'nin kurulmasına gerek duyar. PVC'nin kurulduğu bilgisi her iki kullanıcıya ve paket şebekesi taşıyıcısına ulaşmış

olmalıdır. Ayrıca PVC kullanıcısı için mantıksal kanal numarası (LCN) tahsisi gerekir.

Bir kullanıcı paket şebekesine bir paket gönderdiğinde, paketteki LCN alıcı makineye yönelik bir PVC'ye sahip olduğunu belirtir. PVC'ler çağırma kurma ve çözme işlemlerine gerek duymaz. Ayrıca mantıksal kanal sürekli olarak veri aktarma durumundadır.



Şekil 2.7 Kalıcı sanal devre

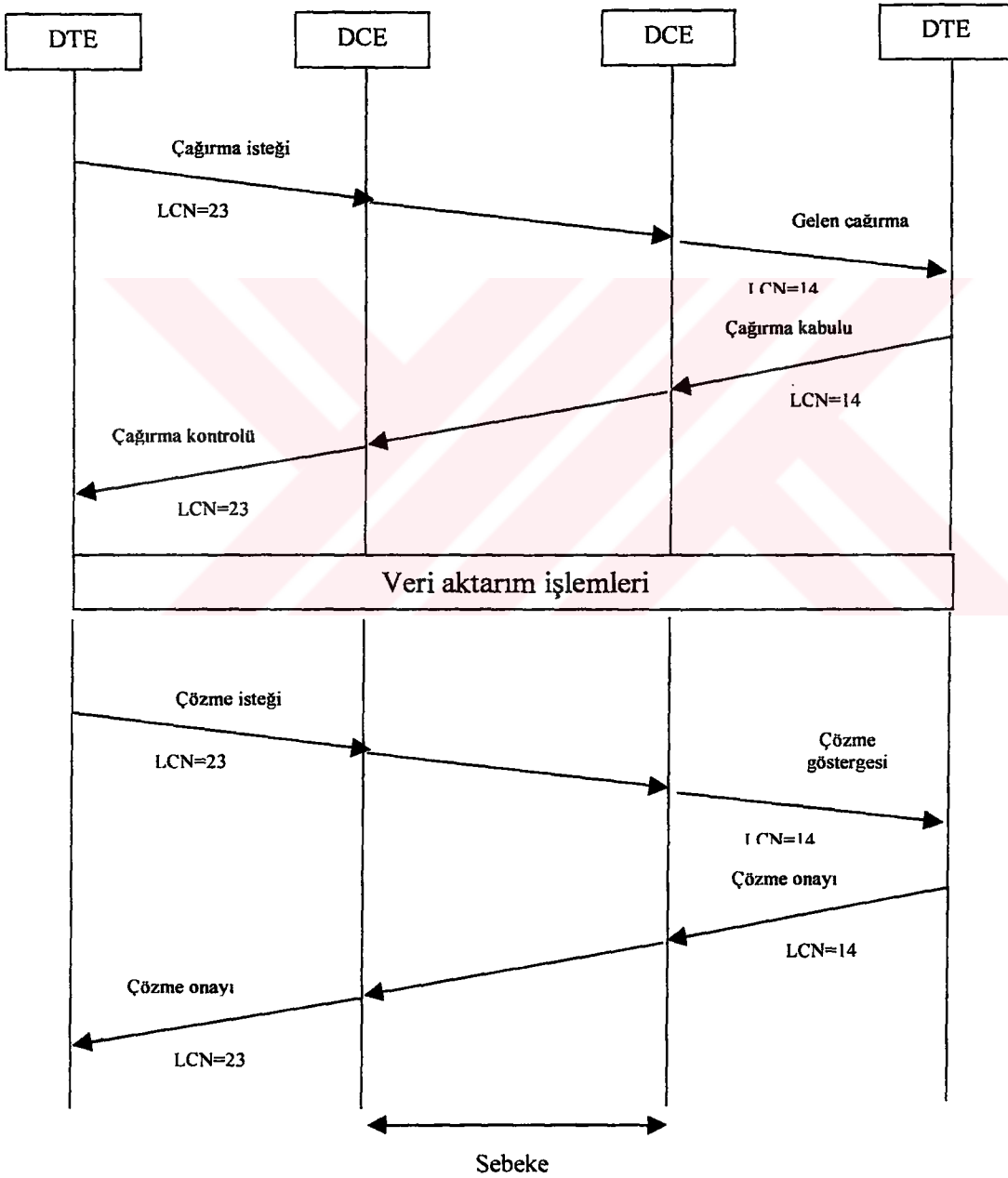
2.6 Bağlaşmalı Sanal Çağırma

Çağırma kurma ve çözme işlemleri uygulandığından çevirmeli telefon şebekesine benzer. Arayan makine, şebekeye bir LCN ve aranan DTE'nin adresi ile birlikte çağırma isteme paketi olarak adlandırılan bir X.25 paketi gönderir. Şebeke bu adresi çağırma isteği paketini alıcıya ulaştıracak olan hedef seçiciye (DCE) yöneltir. Daha sonra uzaktaki DCE alıcı DTE'ye gelen çağırma paketini gönderir. LCN'ler her iki taraftaki şebekelerde ayrı ayrı üretilir. Belli bir oturum aynı LCN çiftleriyle tanıtılır. Şebeke içindeki diğer düğümler kendi LCN numaralarını kullanır.

Alıcı DTE gelen çağırma isteğini kabul ederse şebekeye "çağrı kabul edildi" paketi gönderir. Daha sonra şebeke bu paketi "bağlantı sağlandı" paketine dönüştürerek

gönderici DTE'ye aktarır. Kanal, çağırma kurulduktan sonra veri aktarma durumuna girmiş olur. Bu işlemle uçtan uca sanal bağlantı oluşturulmuş olur.

Oturumu sona erdirmek için DTE'ler veya şebeke tarafından "sonlandırma isteği" paketi gönderilir. Bu paket alıcı tarafından "sonlandırma göstergesi" paketi olarak alınır ve "sonlandırma onaylandı" paketi ile cevaplandırılır. Çağırma sonlandıktan sonra LCN'ler diğer oturumlar için kullanılabilir hale gelir. Şekil 2.8'de bağlaşmalı sanal çağırma gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Bağlaşmalı sanal çağırma

3. ÇERÇEVE AKTARMA TEMEL İŞLEMLERİ

Bu bölümde çerçeve aktarma şebekelerinin ana fonksiyonları işlenecektir. İlk kısımda çerçeve aktarmanın kullanıcı verilerini ve bağlantıları nasıl yönettiği açıklanacak. Yığılma kontrolü ve yığılma bildirimi tartışılacak. Çerçeve aktarma kullanıcılarının DLCI diye adlandırılan mantıksal bağlantılar aracılığıyla şebekeye nasıl tanıtıldığı açıklanacaktır. Son olarak da kullanıcıları ilgilendiren FRAD'lar üzerinde durulacaktır.

3.1 Bağlantı Hizmetleri ve Veri Yönetimi

Veri şebekeleri ve veri haberleşme sistemleri oturumun kurulması ve trafiğin yönetilmesinde farklı teknikler kullanılmaktadırlar. Öncelikle bu özellikleri bilmek gerekmektedir.

3.1.1. Bağlantı Hizmetleri

Protokoller bağlantı yönelimli veya bağlantısız olarak sınıflandırılırlar. Bunların temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Bağlantı-yönelimli şebekeler

1. Şebeke üzerinde bağlantı haritası çizilir.
2. Durum tablosu ve diğer kontrol blokları hazırlanır.
3. Bağlantı kurulduktan sonra adres kısaltmaları kullanılır.

Bağlantısız şebekeler

1. Bağlantı haritası çizilmez.
2. Durum tablosu ve diğer kontrol blokları kullanılmaz.
3. Her veri birimi için tam adresleme gereklidir.

3.1.2 Bağlantı Yönelimli Protokoller

Sade bir bağlantı yönelimli protokol, haberleşecek kullanıcılar arasında veri aktarımı başlamadan önce bağlantıyı kurar. Çoğunlukla uçtan uca bağlantıyı tanıtan etiketler kullanılır. Bu etiketler mantıksal kanallar veya sanal devreler olarak adlandırılır. Çerçeve aktarma ise etiket için DLCI terimini kullanır.

Eğer hizmet iki kullanıcı ve bir şebeke arasında ise, bağlantı yönelimli hizmet iki kullanıcı ve hizmet sağlayıcı (şebeke) arasında üçlü bir anlaşmayı gerektirir. Anlaşma oturumdan önce yapılabilir. Bu da veri aktarımı yapılmadan önce bağlantının ve hizmetin güzergahının çizildiği (premapped) veya kurulduğu anlamına gelir. Bu yöntem PVC –kalıcı sanal devre- diye adlandırılır ve çerçeve aktarma tarafından kullanılır.

Çoğu şebekeler her bir oturumdan önce haberleşen birimlerin belli seçeneklerde ve hizmet kalitesi (QoS) fonksiyonları üzerinde anlaşmalarına izin verir. Bu yaklaşım PVC kullanmaz, bağlaşımlı sanal çağırma (SVC) olarak bilinen kuralları kullanır. Haberleşen birimler bağlantı kurulurken diğerleriyle ilgili gerekli QoS özellikleri ve adresleri gibi bilgileri yüklerler. Çerçeve aktarma da SVC işlemlerini desteklemektedir.

PVC veya SVC ile veri aktarımı başladığında PDU'lar, protokol kontrol bilgilerini (PCI) veya başlıklarını taşımak zorunda değildir. Gerekli olan tek şey DLCI gibi Çerçeve aktarma kullanıcı trafiğinin tanıtılmasına yarayan bir kısaltılmış tanıtıcıdır.

3.1.3 Bağlantısız Protokoller

Bağlantısız mod diye de bilinen bu sistemin temel özellikleri şunlardır:

1. Kullanıcı ile şebeke arasında mantıksal bağlantı kurulmaz. Yani PVC veya SVC yaratılmaz.
2. Bağlantısız hizmet, kullanıcı PDU'larını bağımsız ve ayrık birimler olarak yönetir.

Genelde, haberleşen birimler haberleşmenin nasıl yapılacağı üzerine bir ön anlaşma yapmak ve QoS özelliklerini düzenlemek zorundadırlar. Bunun alternatifi ise, iletilen her PDU için QoS'in sağlanabilmesidir. Eğer böyleyse, her PDU hizmetin derecesini ve türünü belirten alanlar içermek zorundadır.

Doğası gereği bağlantısız hizmetler alt şebekelerdeki özel protokollerden, kullanıcı-şebeke protokollerinden bağımsız olarak iş görebilir.

Bir bağlantısız şebeke, eşdeğeri olan bağlantı yönelimli şebekeye göre daha güçlüdür. Çünkü her PDU bağımsız bir birim olarak işleniyor. Bu sayede PDU'lar bozuk düğümlerden ve şebekedeki yığılma noktalarından kaçınmak için farklı düğümlere yönlendirilebilir. Bununla birlikte bağlantısız şebekeler PDU'lerin başlık kısımları fazla uzun olduğundan dolayı eşdeğeri olan bağlantı yönelimli şebekelere göre çok yüklüdürler.

Bir mantıksal bağlantı şebekede birden fazla fiziksel yönlendirme ile sabitlenebilir ve eğer birinci yolda bir sorun çıkarsa ikinci bir yönlendirmeye bağlanabilir. Bu nedenle, uygulamada alternatif yönlendirme bağlantısız işlemlerde, PVC veya SVC işlemlerinde uygulanabilir.

3.2 Çerçeve Aktarma ve Bağlantı Yönelimli İlişkisi

Çerçeve aktarma bağlantı yönelimli olmasına rağmen, sınırlı veri yönetim hizmeti vardır. Çerçeve aktarma ACK, NAK ve tekrar sıralama işlemleri sunmaz. Bu nedenle Çerçeve aktarma bağlantı yönelimli davranış gösterir; fakat kullanıcı trafiğini düzenleyen birçok hizmeti desteklemez. Bu işlemler son kullanıcıya bırakılmıştır.

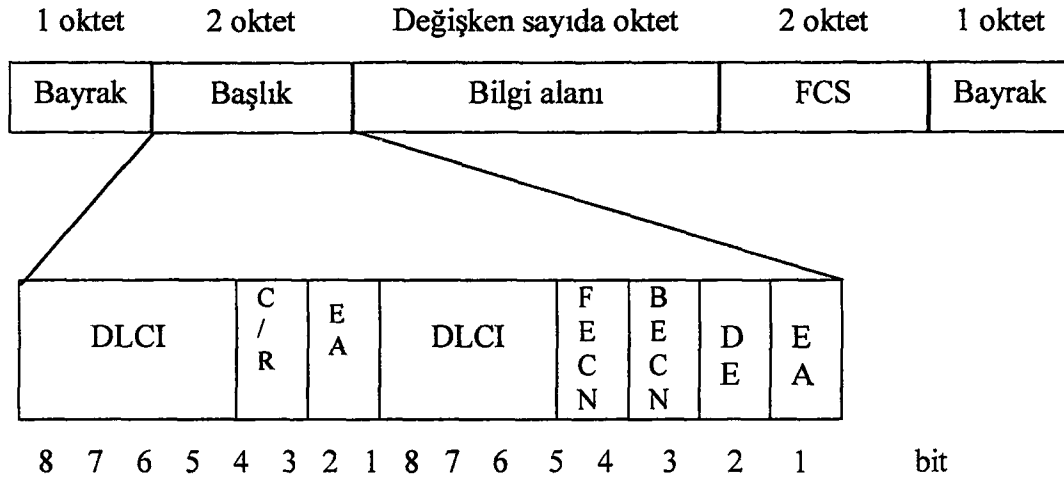
3.3 Temel Çerçeve Aktarma İşlemleri

Çerçeve aktarma işlemlerine geçmeden önce çerçeve yapısı incelenmelidir. Sonra bu yapı içindeki elemanların temel işlevleri incelenecektir. Ayrıntılar ise diğer bölümlerde ele alınacaktır. Verimli bir başlangıç için önce çerçeve yapısıyla başlamak gerekir.

3.3.1 Çerçeve Aktarma Çerçevesi

Çerçeve aktarma çerçevesi HDLC çerçeve formatı kullanan diğer protokollere benzer. Şekil 3.1'te gösterildiği gibi bir çerçeve, haberleşme hattındaki çerçevelerin sınırlandırılması ve farkedilmesi için kullanılan başlama ve bitiş bayraklarını içerir. Çerçevenin uzunluğu değişken olmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan öntanımlı değeri 1500 oktetdir. Maksimum uzunluk ise 4096 oktetdir. Ayrı bir adres alanı içermez, adres alanı ve kontrol alanı birleştirilmiştir ve çerçeve aktarma'de başlık olarak tasarlanmıştır. Bilgi alanı kullanıcı verilerini içerir. Bu alanın maksimum uzunluğu 4472 oktetdir. Minimum uzunluk ise 262 oktetdir. [3]

Çerçeve kontrol düzeni (FCS) diğer bağlantı katman protokollerindeki gibi çerçevenin iletin sırasında bozulup bozulmadığını kontrol etmek için kullanılır.



Şekil 3.1 Çerçeve aktarma çerçevesi

Çerçeve aktarma başlığı 6 alandan oluşur.

1. DLCI: Veri hattı bağlantı kimliği
2. C/R: Komut veya cevap
3. EA: Adres genişleme biti
4. FECN: İleri yönde yığılma bildirim biti
5. BECN: Geriye doğru yığılma bildirim biti
6. DE: Atılma uygunluk biti

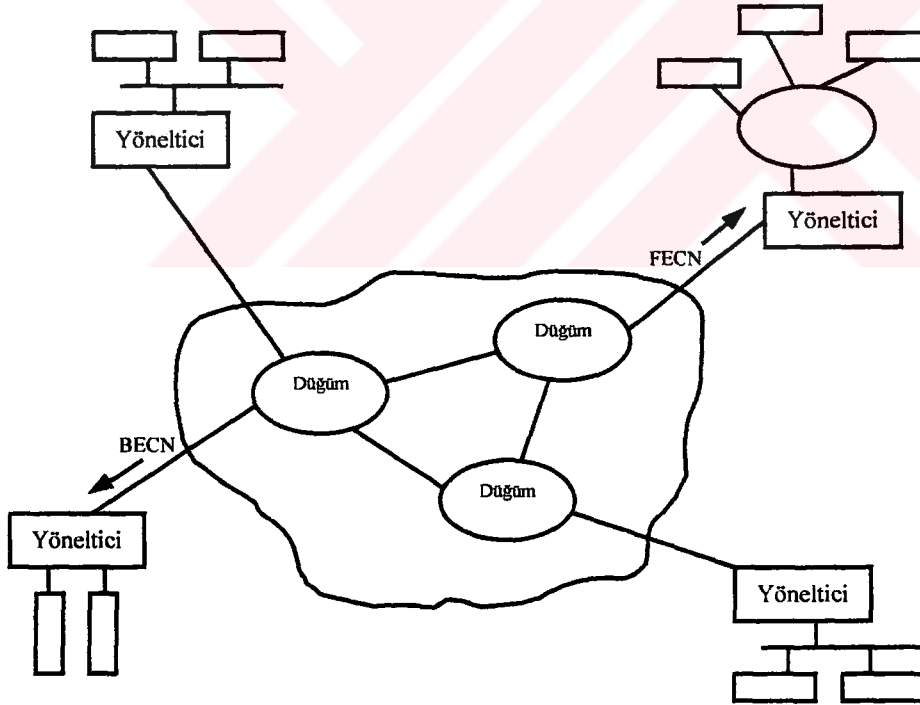
3.3.2 DLCI

DLCI (Data Link Connection Identifier = Veri linki bağlantı tanıtıcısı) bir mantıksal port olarak da adlandırılan, çerçeve aktarma sanal bağlantısını tanıtır. DLCI bir kullanıcı-şebeke (UNI) veya şebeke-şebeke (NNI) sanal bağlantıları da tanıtabilir. DLCI sanal bağlantıyı her iki doğrultuda da tanıtır. Yani hem gönderen tarafı hem de alıcı tarafı tanıtır. Büyüklüğü değişebilir; 2, 3 veya 4 oktet olabilir. Bu yaklaşım daha fazla DLCI numaralarının kullanılmasına imkan tanır.

3.3.3 FECN ve BECN Bitleri

Kullanıcıları ve yöneticileri, çerçeve aktarma düğümlerindeki yığılma konusunda bilgilendiren iki mekanizma vardır. Bunlar BECN biti ve FECN bitidir. Bir çerçeve aktarma düğümünde bufferın dolu olduğunu ve bunun sonucunda bellek yönetimi problemi olduğundan yığılma problemi ortaya çıktığını varsayalım. Bu düğüm kaynaktan hedefe doğru akış yönündeki yığılmayı FECN ve akış yönü tersindeki yığılmayı BECN bitlerini kullanarak bilgilendirir. BECN biti, 1 yapılarak kaynağı bağlantıdaki düğümlerden birinde yığılma ortaya çıktığı konusunda bilgilendirmek için geriye yollanır. Bu bildirim kaynaktaki makinenin yığılma problemi çözülene kadar akış kontrolü yapmasına fırsat verir.

FECN biti 1 yapılarak gerideki yığılmayı bildirmek için ilerdeki düğüme gönderilir. Burada FECN'ye niye gerek duyulduğu sorulabilir. Örneğin FECN biti üst katman protokollerine geçirilebilir ve burada işlenebilir. Bu bitlerin kullanımı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Yığılma bildirim bitlerinin kullanımı

3.3.4 DE Bitleri

Yığılma, büyük problemlere yolaçağından, çerçeve aktarma şebekeleri yığılma probleminden kaçınmak için çerçeve atma yöntemini seçebilir. Hangi verilerin atılabileceğı kullanıcıya bir seçenek olarak sunulabilir.

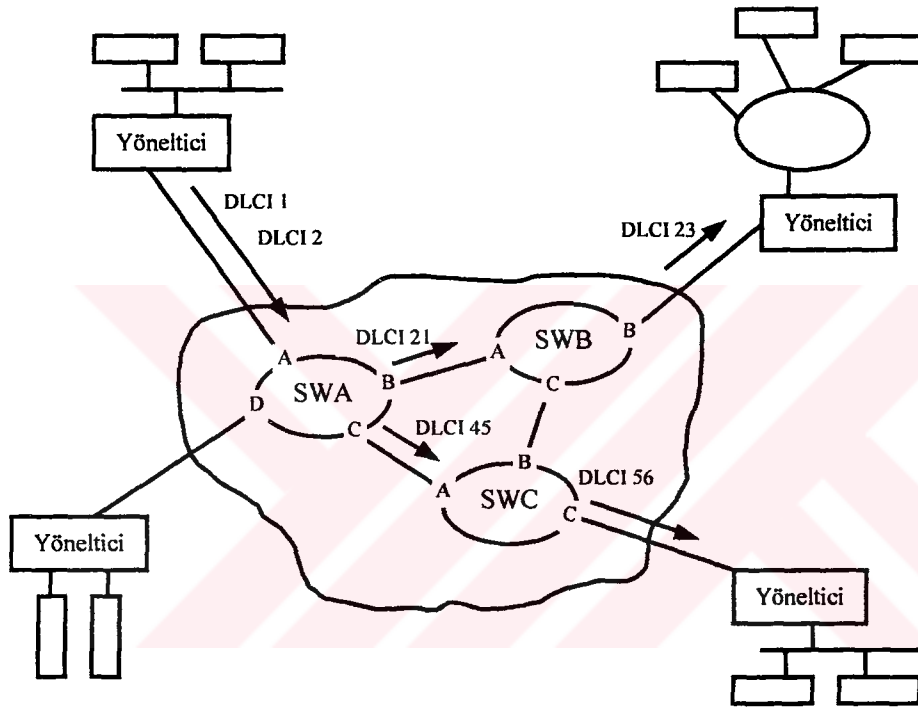
Çerçeve aktarma doğası gereğı DE bitini kullanır. DE biti 1 yapılan çerçeveler 0 olanlara göre atılabilirlik önceliğine sahiptir. DE biti bazen son kullanıcı tarafından bazen de şebeke tarafından belirlenir. Buradaki ölçü sözleşilmiş bilgi iletim hızıdır (CIR). Eğer gönderilen trafik CIR değerinin altında ise şebeke DE bitini değıştirmez. Eğer iletim hızı CIR değerini aşarsa şebeke DE bitini 1 yaparak çerçeveyi işaretler. Yığılma ortaya çıkmadıkça şebeke kullanıcı trafiğine izin verecektir. Eğer şebekede yığılma ortaya çıkarsa çerçeve atılır.

3.4 DLCI Yorumlamaları

Çerçeve aktarma şebekesi, şebeke kullanıcıları arasında, gelen hattan giden hatta doğru bağlantı güzergahını çizerek trafiğı düzenler. Son kullanıcı (yöneltici), DLCI değerini çerçeve başlığına yerleştirerek çerçeve aktarma çerçevesini oluşturmak ve sıradaki çerçeve aktarma düğümüne çerçeveyi iletmekten sorumludur. Çerçeve aktarma şebekesi verilen bilgilere göre bu trafiğı alıcı UNI'deki son kullanıcı makineye aktarmak zorundadır. Eşleme (mapping) ve yönlendirmeler, bağlaşma tablosu, yönlendirme tablosu, eşleme tablosu, veya çapraz bağlantı tablosu gibi adlandırılan tablolar aracılığıyla yapılmaktadır. Trafığın iletiminde iki yöntem kullanılmaktadır. Birincisinde (Şekil 3.3) DLCI'ler şebeke içinde kullanılmaktadır. İkincisinde (Şekil 3.4) ise şebeke içinde iç şebeke başlığı kullanılmaktadır.

3.4.1 Şebeke İçinde DLCI Kullanımı

Şekil 3.3'te çerçeve aktarma düğümü (SWA) fiziksel A portundan gelen başlıklarında DLCI 1 ve DLCI 2 bulunan çerçeveleri kabul eder. Çapraz bağlantı tablosuna göre DLCI 1 çerçevesini B portuna yönlendirir ve DLCI 1'i DLCI 21'e çevirir (mapped). C portuna gidecek olan DLCI 2 çerçevesini de C portuna yönlendirirken DLCI 2 de DLCI 45'e çevrilir. Bu çerçeveler B ve C bağlaşma elemanlarına aktarılır. Buralardaki çapraz bağlantı tabloları benzer işlemlerin yönlendiriciler gibi son kullanıcı makinelerinde yapılmasında kullanılır.

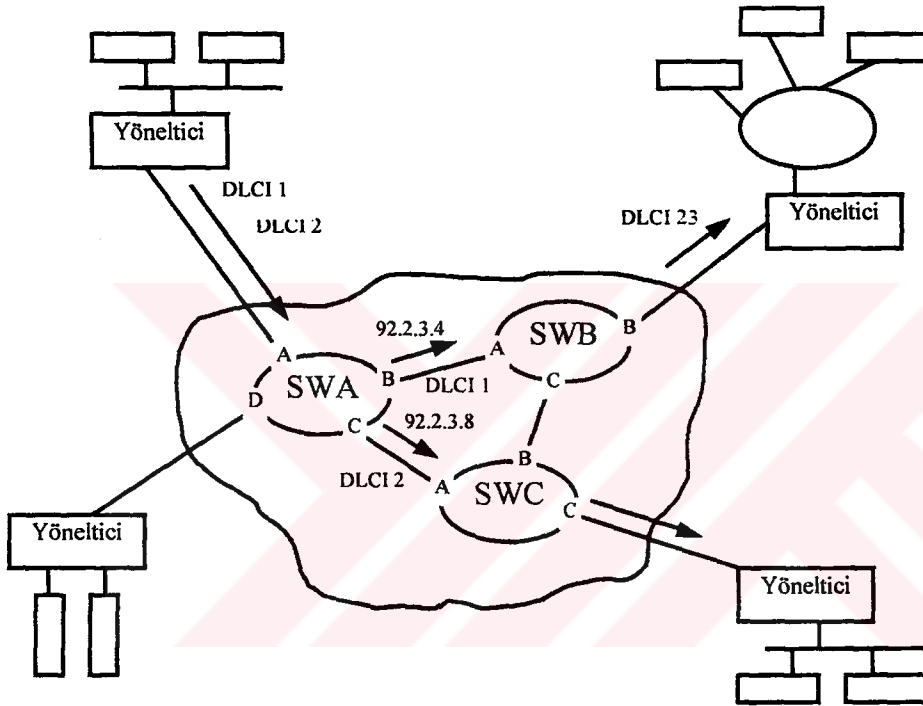


SWA için Bağlantı Tablosu				SWB için Bağlantı Tablosu				SWC için Bağlantı Tablosu			
Geliş portu	DLCI	Çıkış portu	DLCI	Geliş portu	DLCI	Çıkış portu	DLCI	Geliş portu	DLCI	Çıkış portu	DLCI
A	1	B	21	A	21	B	23	A	45	C	56
A	2	C	45								

Şekil 3.3 DLCI eşlemeleri

3.4.2 Şebeke İçinde Şebeke Başlığı Kullanımı

Çerçeve aktarma standartları, UNI ve NNI'lerdeki makineler arasında DLCI'lerin eşlenmesi (mapping) için kurallar koyar. Hangi işlemlerin yapılacağı çerçeve aktarma kılavuzlarında tam olarak belirtilmiştir. Bununla birlikte, bazı şebeke sunucuları ve bazı firmalar, eğer şebeke elemanları da kendileri tarafından üretilmiş iseler şebeke içersinde kendilerine özel başlık işlemleri kullanırlar. Bu iç şebeke başlıkları daha çok şebekedeki dinamik ve uyarlanabilir yönlendirmelere imkan tanıyan bağlantısız işlemleri destekler.



SWA için Bağlantı Tablosu				SWB için Bağlantı Tablosu				SWC için Bağlantı Tablosu			
Geliş portu	DLCI	Çıkış portu	DLCI	Geliş portu	DLCI	Çıkış portu	DLCI	Geliş portu	DLCI	Çıkış ortu	DLCI
A	1	B	92.2.3.4	A	92.2.3.4	B	23	A	92.2.3.8	C	56
A	2	C	92.2.3.8								

Şekil 3.4 Şebeke içi başlık kullanarak DLCI eşlemesi

3.5 DLCI'lerin Kullanımı

Çerçeve aktarmada DLCI'ler hem yerel, hem de genel anlamda kullanılabilir. Yönetimi de bunlara göre yapılmaktadır.

3.5.1 Yerel Kullanım

DLCI'ler, numaraların bir şebeke tarafından tekrar kullanılması şeklinde yönetilebilir. Bu yaklaşım yerel anlam olarak biliniyor ve DLCI'ler her bir UNI'deki her fiziksel arabirimde tekrar kullanılabilirliği için çerçeve aktarma şebekelerinde oluşturulabilecek çokca sanal devrelere izin verir. Burada dikkat edilmesi gereken şey, DLCI'lerin yerel olduğu ve diğer yönlendiriciler tarafından bilinmeyeceğidir.

3.5.2 Genel Kullanım

Genel adresleme seçeneği DLCI'e her yerde geçerli bir anlam verilmesine yol açar. Bu, kaynak yönlendiriciye bakmaksızın aynı hedefe yönelme numarası anlamına gelir.

Genel adreslemenin ardındaki düşünce adresleme yönetiminin basitleştirilmesidir. Fakat dikkat edilmesi gereken şey iki oktetlik çerçeve başlığıyla sadece 1024 DLCI'nin kullanılabilmesidir. Hatta 32 tane DLCI şebeke yönetimi için ayrıldığından bu sayı 992'ye düşmektedir.

PVC'ler üzerinde DLCI kullanımı DLCI'lerin önceden belirlenmesine gerek duyar ve şebekede sadece bir kere kullanılır. Her bir çerçeve aktarma bağlaşma elemanı trafiğin her çerçeve aktarma düğümüne ve son kullanıcı elemanına yönlendirmenin nasıl yapılacağını gösteren tablolara sahiptir.

3.6 Çok Hedefli Bağlantılar Alma (Multicasting)

Kullanıcının birden fazla alıcıya trafik gönderebilmesi ve birden fazla vericiden trafik alabilmesi özelliğine çok hedefli bağlantılar alma denir ve çerçeve aktarma tarafından bir seçenek olarak kullanıcılara sunulur. Bu işlem sanal devrelerde olduğu için, çok yönlü veri trafiği başlamadan önce bağlantılar kurulmak zorundadır.

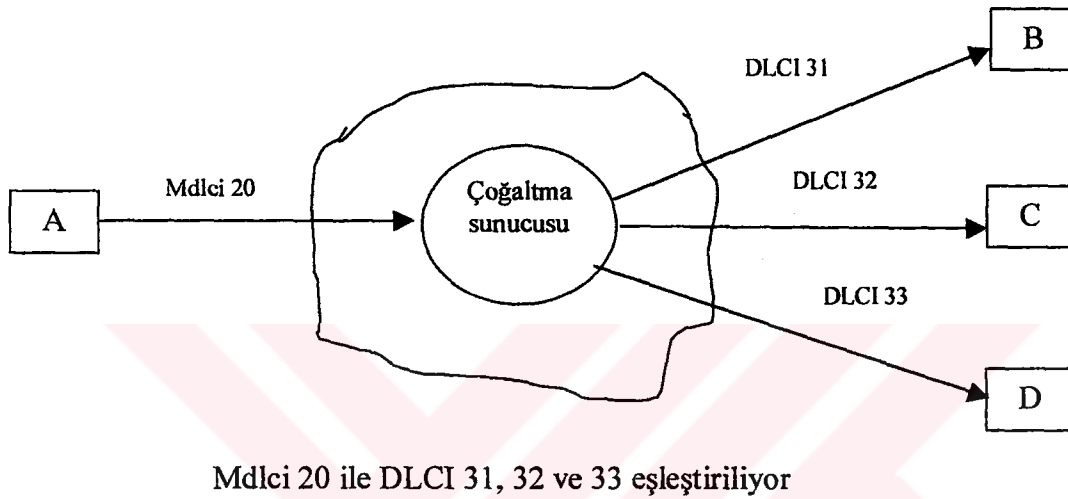
Kullanıcının şebekeye çerçevenin bir kopyasını yollaması yeterlidir. Çoğaltma işini şebeke yapar. Şekil 3.5 tek yönlü çoğaltma işlemlerini gösteriyor. Bu hizmetin kuralları şöyledir:

1.Trafik sadece tek yönlüdür.

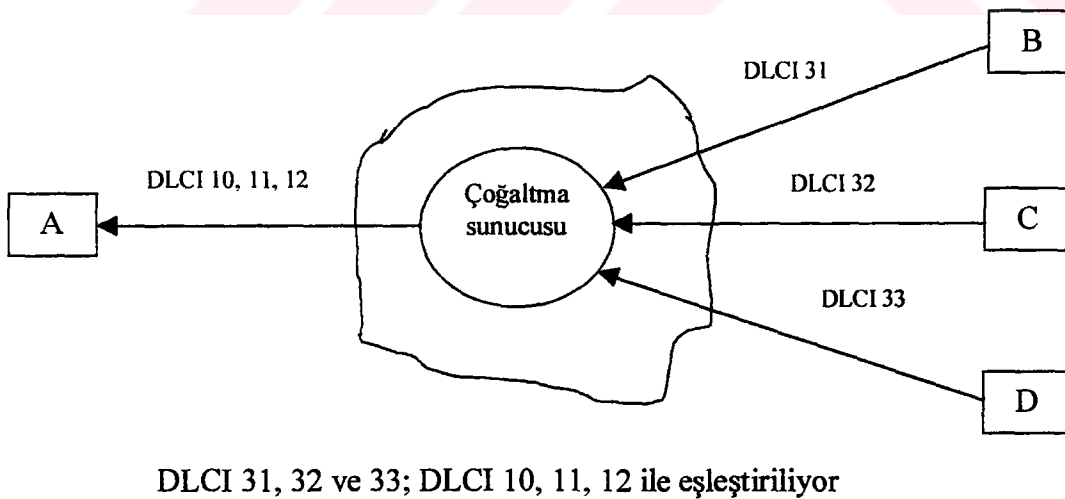
2.Hedef birim (leav) sanal devre gibi davranır. Sunucu kaynaktan (root) gelen çoğaltılacak DLCI bilgisini (Mdlci) normal DLCI verilerine eşler (map).

3.Kullanıcılardan (leaves) kaynağa (root) gelen trafik desteklenmez. Bunun için ayırık hizmet gereklidir.

Bunlar ayırık hizmetlerdir. Çerçeve düzenlenmesi herbirinin kendi içinde uygulanan bir hizmettir; birbiri arasında değil.



a) Yalnızca tek doğrultuda gönderim mümkündür

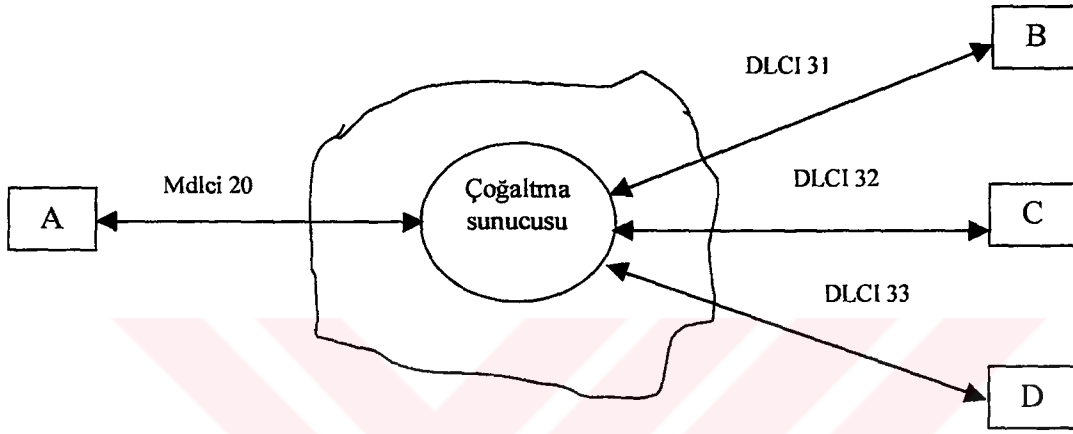


b) Kaynağa doğru tekil gönderim kullanılmalıdır.

Şekil 3.5 Çerçeve aktarmada çoğaltma işlemi (Tek yönlü hizmet)

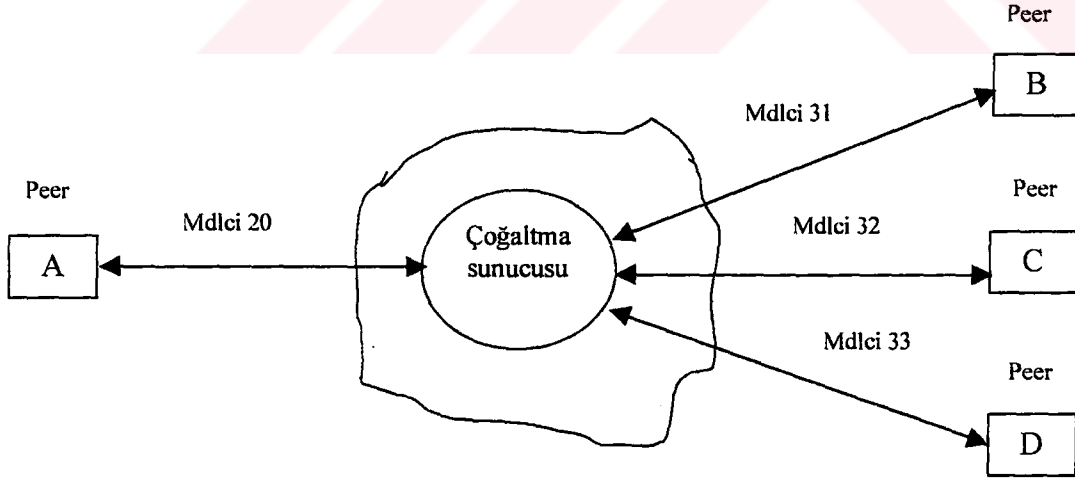
Çift yönlü trafik Şekil 3.6'daki gibi hem kaynaktan kullanıcılara, hem de kullanıcılardan kaynağa akar. Şekil 3.6'ın ilk kısmı bu işlemi gösteriyor. Bütün birimler çift yönlü iletim yeteneğine sahiptir. Çoğaltma sunucusu DLCI'leri heriki yönde de çevirebilen bir eşleme tablosuna sahiptir.

Şeklin alt kısmı ise N-kanallı hizmet olarak bilinen çerçeve çoğaltmanın son özelliğini gösteriyor. Bütün birimler trafiği herhangi bir zamanda gönderebilir ve alabilir. Bu işlemde kaynak (root) ve yaprak (leaf) ayrımı yoktur. Bütün birimler eş (peer) olarak tanımlanır.



Mdlci 20 ile DLCI 31, 32 ve 33 eşleştiriliyor

a) İki yönlü gönderim mümkündür



Bütün Mdlci'ler birbiri ile eşleştiriliyor

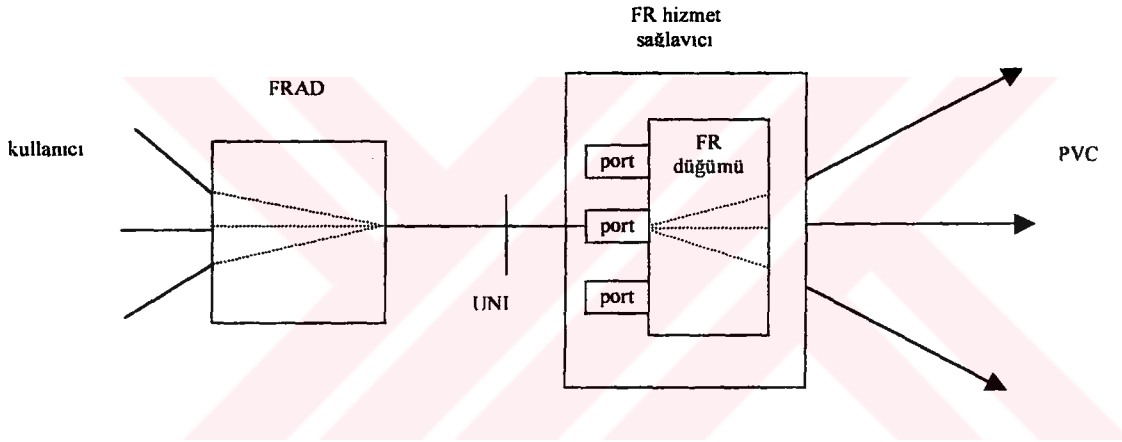
b) Her birim bütün trafiği kabul edebilir..

Şekil 3.6 Çerçeve aktarmada çoğaltma işlemi (iki yönlü hizmet)

3.7 Çerçeve Aktarma Erişim Aygıtı

Çerçeve aktarma hizmeti almak isteyen kullanıcılar önce hizmet sağlayıcısını, sonra da FRAD üreticisini seçmek zorundadır. Türkiye için ise hizmet sağlayıcısı sadece Türk Telekom olduğundan FRAD üreticisine karar vermek yeterlidir. Kullanıcı, kendi tarafında UNI'yi sonlandıran aygıt olan FRAD'nı görür.

Çerçeve aktarma şebekesi üç basit elemandan oluşmaktadır. Bunlar erişim linki, port bağlantıları ve sanal bağlantılardır. Bunlar arasındaki ilişkiler Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Şekildeki kesik çizgiler sanal bağlantıları göstermektedir. Erişim linki FRAD ile hizmet sağlayıcı düğümü arasındadır. FRAD ile düğüm portları arasındaki fiziksel bağlantı vardır. Sanal bağlantılar ise kullanıcılardan gelen trafiği gideceği yere yönlendirir.



Şekil 3.7 Çerçeve aktarma şebekesi ile kullanıcı bağlantısı

Bir FRAD'da, UNI bağlantısını destekleyen en az bir port, çerçeve aktarma protokolünü uygulayacak bir yazılım, ve bir veya daha fazla sayıda LAN portu olmalıdır. Ayrıca bağlantıda bir sorun olması durumunda kullanılabilecek bir yedek telefon bağlantısı (dial backup) bulunabilir.

Erişim cihazları yazılım FRAD'ı ve donanım FRAD'ı olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

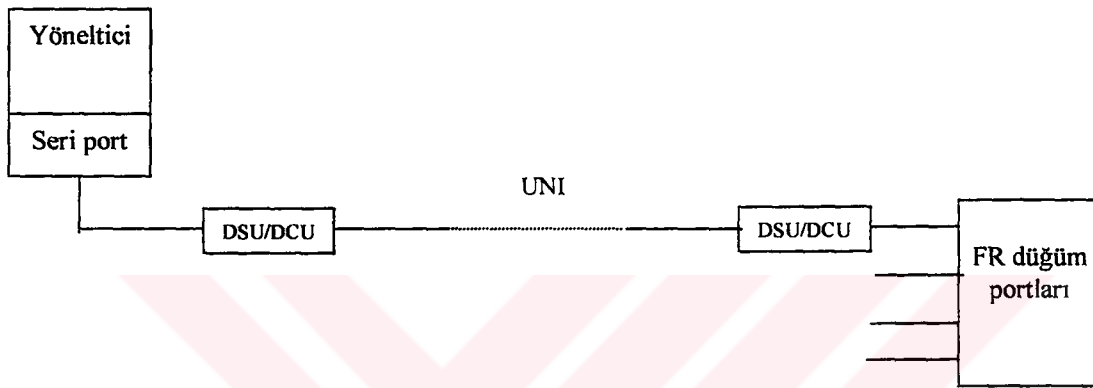
3.7.1. Yazılım FRAD'ları (Routers)

Önceleri LAN'lar arası bağlantılar için kullanılan ağıta "çıkış kapısı" deniliyordu. Sonraları cisco firması tarafından yöneltici (router) ismi verildikten sonra hep bu

isimle anılmaya başlanmıştır. Internet'in şebeke düğümlerinde de bu isim kullanılmaktadır.

Yöneticilerde en az bir tane seri WAN portu vardır. Bu porta çerçeve aktarma protokolü yazılımı eklenmesiyle yönetici FRAD olarak kullanılabilir.

FRAD'ının UNI'ye bağlanabilmesi için standart bir Sayısal Hizmet Birimi / Kanal Hizmet Birimi'ne (DSU/CSU), yani modeme gerek vardır. DSU/CSU OSI referans modelinde fiziksel katman aygıtıdır. Bu aygıtın kullanımı Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Çerçeve aktarma UNI'deki DSU/CSU

Bunların avantajlarından biri farklı yazılımların eklenmesiyle farklı şebekelerde de kullanılabilmesidir. Bakımı kolaydır, yani program bozulduğunda yeniden yüklenebilir. Ayarlarının yapılması kolaydır. Satın alınırken yazılımı hazır olduğundan ek bir maliyet getirmez.

Bu üstünlüklerinin yanında olumsuz yanları da vardır. Sistemdeki işlemcinin yükünü artırır. Bu durum gecikmenin artmasına yol açar. Güçlü bir donanıma gerek duyar.

3.7.2 Donanım FRAD'ları

Bunlar; geleneksel FRAD'lar, çokamaçlı FRAD'lar ve ses FRAD'ları olmak üzere 3 grupta incelenebilir. Geleneksel FRAD'larda sadece temel çerçeve aktarma standartları bulunmaktadır. Çokamaçlı FRAD'lar M-FRAD olarak da anılmaktadır. Bunların temel özelliği çerçeve aktarma hizmetini kesintisiz olarak verebilmesidir. Ses FRAD'larında diğerlerinden farklı olarak ses yeteneği bulunmaktadır. Telefon santrallerine bir dahili kullanıcı gibi bağlanabilmektedir. Diğer bir farklılığı da ses sıkıştırma özelliğinin bulunmasıdır.

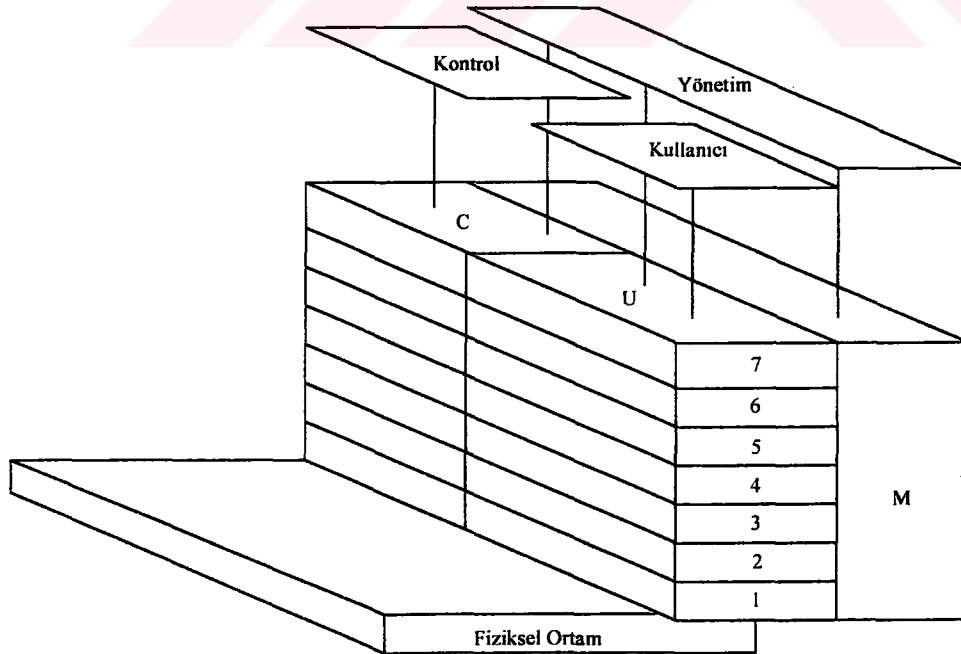
4. HİZMET TANIMLAMALARI

Bu bölümde ANSI T1.606 ve ITU-T I.233 dökümanlarında yayımlanmış çerçeve aktarma hizmet tanımlamaları üzerinde durulacaktır.

4.1 Çerçeve Aktarma ve Kontrol, Kullanıcı ve Yönetim Düzlemleri

Eğer çerçeve aktarma UNI'si ISDN ile birlikte çalışıyorsa, hizmet ISDN C- ve U-düzlemi işleyişiyle yürütülür. C-düzlemi D kanalından uygulanan bir mantıksal bantdışı işaretleşme kanalıdır.

Düzlemlerin ve katmanların UNI'deki işleyişi Şekil 4.1'de gösterilmiştir. UNI için 3 işaretleşme düzlemi kullanılır. Kontrol düzlemi (C-plane) bağlantının kurulması ve çözülmesi ile ilgilenir. Kontrol düzleminin kullanılma nedeni, tüm seviyelerdeki hizmeti sunabilme niyetidir. Kullanıcı düzlemi (U-plane) de, hizmet tanımlamalarını ve veri alışverişi için gerekli protokolleri içerir. Bir ISDN UNI içinde bu veriler B, D ve H kanallarında çalışan uygulamalarla ilgilidir. Yönetim düzlemi (M-plane) ise kontrol ve kullanıcı düzlemleri arasındaki işlemlerin yönetiminde kullanılır.



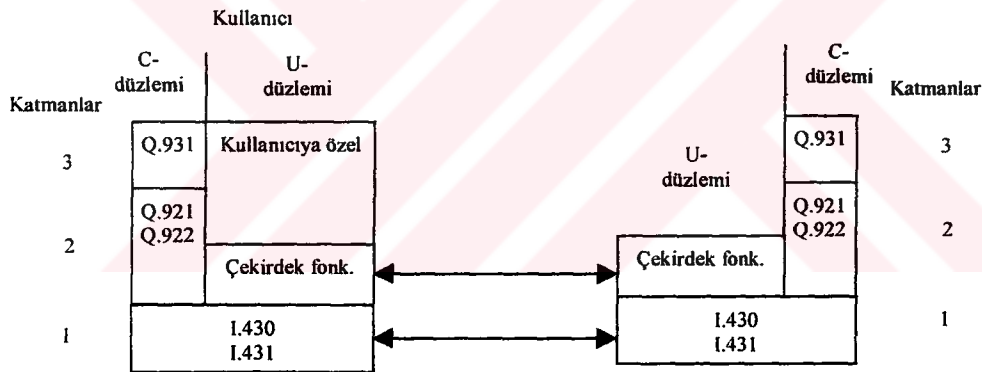
Şekil 4.1 C-, U-, ve M-düzlemleri

Çerçeve aktarma hizmetleri ISDN taşıma hizmetini (ISDN katmanı1/3) kullanır. Bir şebeke üzerinden yönlendirme işlemi çerçeve başlığındaki DLCI etiketini kullanarak yapılır. PVC için QoS önceden tanımlanır ve bu iş için ayrılmış DLCI değeriyle birleştirilir. Şebeke hataları saptar, fakat bir şey yapmaz. Negatif bildirim (NAKs) ve pozitif bildirim (ACKs) kullanılmaz. Sonuçta, veri birimleri (SDU) şebeke üzerinde saydam olarak geçirilir.

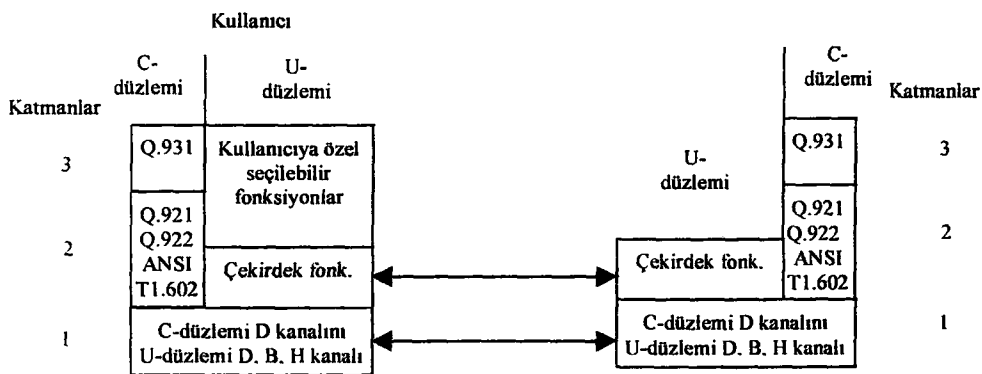
4.2 Çerçeve Aktarma Kullanıcı – Şebeke Arabirim Yapısı

Çerçeve aktarma hizmetleri OSI katman yapısına göre modellenmiş olup, ISDN yapısının kontrol ve kullanıcı düzlemleri ile ilişkilidir. Şebeke, çerçeve aktarma için Q922 ikinci katman protokollerinin tüm özelliklerini desteklemez. Sadece Q922 çekirdek fonksiyonlarını destekler. Bu çekirdek fonksiyonları kullanıcı-şebeke temelinde değil kullanıcı-kullanıcı temelinde uygulanmalıdır.

Şekil 4.2 ve 4.3 ANSI Çerçeve aktarma protokol katmanları yapısını göstermektedir.



Şekil 4.2 Kullanıcı-Şebeke ANSI konfigürasyonu



Şekil 4.3 Düzlemlerin geçişi

Kontrol düzlemi ANSI T1.601-1988 'e göre D kanalını kullanır. Kullanıcı düzlemi ise herhangi bir kanalı (B, D veya H) kullanabilir. Çekirdek fonksiyonları akış kontrolü ve sıralama gibi hizmetleri desteklemediğinden bu işlemler son kullanıcıya bırakılmıştır.

4.3 Hizmet Nitelikleri

ANSI ve ITU-T tarafından yayımlanan çerçeve aktarma taşıma hizmetleri ekbilgileri, hizmet nitelikleri olarak adlandırılmaktadır. Bu bilgiler, protokolün temel özelliklerinin, ulaşılması kolay bir özeti olarak iş görmektedir. Hizmet açıklamaları 3 nitelik etrafinda düzenlenir. Bunlar; aktarma niteliğine ilişkin bilgiler, erişim niteliği ve genel niteliklerdir.

4.3.1 Aktarma Niteliğine İlişkin Bilgiler

Bu bilgiler; aktarım modu, aktarım hızının ne olacağı, haberleşmenin kurulma şekli, trafiğin doğası ve hatta iletim şekli gibi bilgileri tanımlar.

Genelde ANSI ve ITU-T standartları aktarım nitelikleri açısından aynıdır. Ancak bazı yazım farklılıkları var. Örneğin ITU-T aktarım modunu çerçeve olarak, ANSI ise paket olarak tanımlamaktadır.

4.3.2 Erişim Nitelikleri

Bunlar kullanılan kanal tipini, her bir katman için gerekli protokolleri ve her ikisi için de erişim ve işaretleşme bilgilerini açıklar.

4.3.3 Genel Nitelikleri

ANSI ve ITU-T, genel niteliklerin tanımında farklılık gösterir. Temel farklar ek hizmetlerdedir. ITU-T ek hizmetleri maddeler halinde listelerken, ANSI bu işleri gelecek çalışmalara bırakmıştır.

4.4 OSI Mimarisi ve Çerçeve Aktarma

ITU-T, Annex C I.233 adıyla OSI şebeke katmanı hizmetleriyle taşıma hizmeti aktarımı arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir tavsiye yayımladı. Bu taşıma hizmeti şebeke katman hizmetlerini ITU-T X.213 tavsiyelerine göre desteklemek amacındadır.

OSI şebeke hizmetleri 3 aşamalıdır: Bağlantının kurulması, veri aktarımı ve bağlantının çözülmesi. Bağlantının kurulması ve çözülmesi Q930 seriler, veri aktarım aşaması ise Q.922 serileri tarafından sağlanır.

ITU-T yukardaki Q.922 tarafından desteklenecek PDU'ların parçalanması ve birleştirilmesi, bağlantının yeniden kurulması (reset), Q.922 üzerinde çalışan protokolleri tanıtmak için protokol seçimi, veri akışının hızlandırılması gibi çeşitli fonksiyonlara gerek duyar.

Asıl aktarım aşaması son kullanıcı sistemlerinde bulunan bir protokol tarafından sağlanır. Bu protokol veri bağlantı katmanında, yani Q.922 içinde olmak zorundadır. Son kullanıcı protokolü bir X.25 protokolü, özel bir kullanıcı protokolü veya bağlantısız bir protokol (CLNP) olabilir.

Çekirdek hizmeti bilgi aktarımının saydamlığını sağlamak zorundadır. Çekirdek katmanı kullanıcı verisini yorumlayamaz; yani aldığı verinin içeriği kodlanması, formatı onu ilgilendirmez. Sadece verinin (CSDU=core service data unit) uzunluğuyla ilgilenir.

Çekirdek hizmeti bağlantının saydamlığını desteklemek zorundadır. Ayrıca kullanıcı tarafından kontrol düzleminin kullanımına ilişkin düzenlenen belirli QoS parametrelerini desteklemelidir. Yığılma bilgilerini çekirdek servisi kullanıcılarına sunabilmeli ve bir problem çıktığında bağlantının kesilmesi hakkındaki bilgileri de sunabilmelidir.

5. ÇERÇEVE AKTARMANIN ÇEKİRDEK YAPISI

Bu bölümde Çerçeve aktarma şebekelerinin çekirdek yapısı incelenecek, DLCI üzerinde durulacaktır.

5.1 Çekirdek Fonksiyonları

ITU-T Q.921 ve ANSI T1.602-1988 çekirdek fonksiyonlarını 5 temel kuralla düzenlemiştir. Birincisi, Çerçeve aktarma sistemi çerçeve sınırlama ve sıralama hizmetlerini, ve çerçeve bayraklarının saydamlığını sağlamak zorundadır. İkincisi, sistem çerçevedeki DLCI alanını kullanarak sanal devre çoğullama ve ayrıştırma işlemini yapmak zorundadır. Üçüncüsü, sistem oktetlerin sıralanmış olduğunu kesinleştirmek için çerçeveyi incelemelidir. Dördüncüsü, çerçevenin maksimum ve minimum çerçeve boyutları arasında olmasını sağlamak amacıyla çerçeveyi incelemelidir. Bu çerçeve büyüklüğü şebeke sunucusu tarafından belirlenmiştir. Beşincisi, sistem FCS (çerçeve sıra kontrolü) yaparak iletim hatalarını saptayabilmelidir.

Bu çekirdek fonksiyonları çerçeve aktarma'nın amacına uygun olarak diğer ikinci katman protokollerine göre en az hizmeti sunmaktadır.

Çekirdek fonksiyonlarının kullanılması çerçeve aktarma'nın diğer hizmetleri sunmadığı anlamına gelmez. Örneğin akış kontrolü ve yığılma bildirimi çerçeve aktarma'nın önemli bileşenlerindendir, ancak çekirdek fonksiyonları içinde yer almaz.

5.2 Çerçeve Formatı

Çerçeve aktarma çerçevesi içersindeki DLCI alanının uzunluğu değişebilir, yani 2, 3 veya 4 oktet olabilir. Bu yaklaşım daha fazla DLCI numaralarının kullanımına imkan tanır. Şekil 5.1'de bu 3 format gösterilmiştir. EA (extended address) bitinin sıfır olması adres bilgisinin devam ettiğini, 1 olması ise adres bilgisinin sona erdiğini gösterir. ISDN standartlarıyla uyum sağlayabilmek için, D kanalında sadece 2 oktetlik adres kullanılabiliyor.

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI						C / R	EA = 0
DLCI				FECN	BECN	DE	EA = 1

(a) İki oktetli adres/kontrol alanı

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI						C / R	EA = 0
DLCI				FECN	BECN	DE	EA = 0
DLCI veya DL-CORE control						D / C	EA = 1

(b) 3 oktetli adres/kontrol alanı

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI						C / R	EA = 0
DLCI				FECN	BECN	DE	EA = 0
DLCI							EA = 0
DLCI veya DL-CORE control						D / C	EA = 1

(c) 4 oktetli adres/kontrol alanı

Şekil 5.1 Çerçeve aktarma başlık formatı

D/C alanı DLCI veya DL/CORE kontrol göstergesidir. Bu alan son oktette kalan 6 bitin DLCI olarak mı, yoksa DL/CORE bitleri olarak mı yorumlanacağını gösterir. Sıfır ise DLCI, 1 ise DL/CORE bilgileri olarak yorumlanır.

FECN biti şebeke düğümü tarafından ayarlanır ve yığılma olup olmadığının bilgisini verir. Bu bit çerçeveyi alan makinede yığılmadan kaçınma işlemlerinin başlatılması gerektiğini bildirmek için kullanılır. Bu bitin kullanımı isteğe bağlıdır, kullanıcı tarafından veya şebeke tarafından kullanılabilir. Fakat şebeke kullanıcı tarafından sıfır yapılmış bu biti 1 yapmaya yetkili değildir.

BECN biti yığılmaya uğrayan şebeke düğümü tarafından trafiği gönderen kaynağa yığılma ortaya çıktığını ve yığılmadan kaçınma işlemlerinin yapılması gerektiğini bildirmek için kullanılır. FECN biti gibi bu da şebeke tarafından değiştirilemez.

DE (discard eligibility) gösterge biti 1 olan çerçeveler diğerlerine göre silinme önceliğine sahiptir. Şebeke bu biti sıfır yapamaz. Eğer yığılma aşırı boyutlara ulaşmışsa şebeke DE biti 1 olan çerçeveleri silebilir.

C/R biti Çerçeve aktarma çekirdek fonksiyonları tarafından kullanılmaz. Sadece bazı uygulamalarda (CLLM) kullanılır.



6. YIĞILMA KONTROLÜ

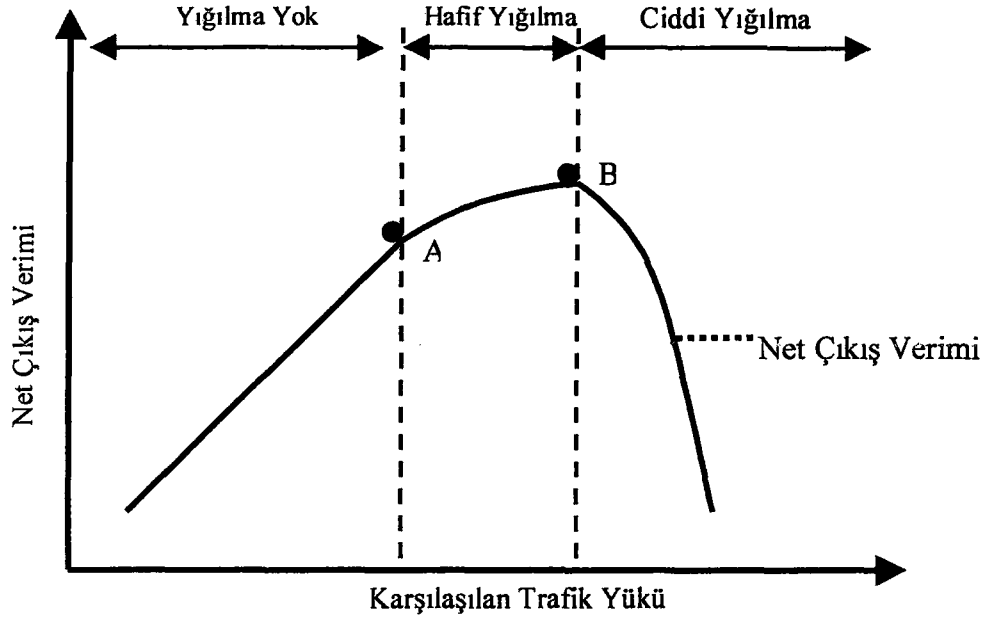
6.1 Giriş

Şebekelerdeki yığılma kontrolü sadece çerçeve aktarma şebekelerine özgü değildir. Kiralık hatlardan X.25, ATM gibi genel hatlı şebekelere kadar tüm şebekeler, yığılma problemine çözüm getirmek zorundadırlar. Burada, sadece çerçeve aktarma şebekelerindeki yığılma kontrolü üzerinde durulmasına rağmen, ortaya konan yaklaşımlar diğer şebekeler için de geçerli olacaktır.

6.2 Yığılmanın Nedenleri

Genel olarak bütün şebekelerde kullanıcıların hız ihtiyaçları bellidir. Şebekede bu ihtiyaçlara göre tasarlanıp kurulur. Belli bir zaman dilimi içinde kullanıcıların yapması gereken iş ve dolayısıyla gereken iletim hızı bellidir. Eğer kullanıcıların zamanı paylaşımı homojen ise doğru tasarlanmış bir şebekede yığılma sözkonusu olmaz. Gerçekte ise kullanıcılar birbirlerinden haberdar olmadıklarından bazı anlarda şebekeye gelen trafik yükü “patlamalı” denecek kadar hızla artmaktadır. Yani şebekenin düğümlerinde yığılma ortaya çıkmaktadır. Şebekenin bir düğümünde ortaya çıkan yığılma kısa sürede diğer düğümlere de yayılmakta ve şebekeyi çökme tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Yığılma kontrolünün temel amacı da patlamalı anlarda oluşan yoğun trafiği zamana yayarak düzeltmektir. Bir benzetme yapacak olursak, yığılma kontrolü, ani gerilim değişikliklerini regüle eden bir kondansatör veya ani akım değişikliklerini düzelten bir bobin gibi çalışır.

Yığılma, herhangi bir anda şebekeye veya şebekenin bir düğümüne işleyebileceğinden fazla trafik gelmesi anlamına gelir. Yığılma, hafif (mild) ve aşırı (severe) olmak üzere ikiye ayrılır. Hafif yığılmada şebeke, gelen trafiği karşılayabilecek durumdadır. Fakat gecikme artar. Şebeke kaynakları ve düğümlerdeki bekletme belleği (buffer) büyük oranda kullanımdadır. Gelen trafiğin artmasıyla hafif yığılma her an aşırı yığılmaya dönüşebilir. Gerçekte heriki yığılma türü de şebeke ve kullanıcı için zararlıdır. Bu nedenle yığılmanın etkilerini ortadan kaldırmaktansa, hafif yığılma bile olsa, yığılmadan kaçınmak daha iyidir.



Şekil 6.1 Yığılmadan kaçınma ve net çıkış verimi

Bir paket bağlama şebekesinde yığılma ortaya çıktığında iletim hızı düşer. Yani verilerin şebeke düğümleri arasında yolunu bulması uzun zaman alacaktır. Bu durum kullanıcı açısından band genişliğinin düşmesi ve gecikmenin artması olarak görülecektir. Şebekenin net çıkış verimi (throughput) ise hafif yığılmada aşama aşama, aşırı yığılma da ise aniden düşer.

Şekil 6.1’de gösterildiği gibi, yığılma yok iken karşılaşılan yük ile şebekenin net çıkış verimi doğrusal olarak artar. Bu artış A noktasına kadar sürer. Yani gelen trafik iki kat arttığında şebekenin net çıkış verimi de iki misli olur. Şebekedeki kaynakların (hizmet organlarının) kapasitesine kadar bu oranı arttırabiliriz. Gelen trafik yükü arttığında bir noktadan sonra doğrusallık bozulmaya başlar. Yani Şekil 6.1’deki A noktası ile B noktası arasında olduğu gibi gelen trafik yükü arttığında net çıkış veriminin artışı daha az olmaktadır. Trafik yükü daha da artarsa bir noktadan (B) sonra net çıkış verimi düşmeye başlar. Doğrusallığın bozulduğu noktadan düşüşün başladığı noktaya kadar olan bölgeye (A – B arası) hafif yığılma, düşüşün olduğu noktadan sonrasına ise aşırı yığılma adı verilir.

6.3 Yığılma Yönetimi İçin I.370 Önerileri

Bu öneriler kullanıcı düzleminde akış kontrolü ve yığılma yönetimi için bir kılavuz işi görür. Kanal erişim hızı 2.048 Mbit/sn veya daha düşük hızlardaki kanallar için hem kullanıcı, hem de şebeke arabirimindeki işlemleri açıklamaktadır. Yığılma yönetiminin amacı her bir kullanıcı için yüksek bir servis kalitesi (QoS) değerini sürekli kılmaktır. Yığılma yönetimi; yığılmanın kontrolünü, yığılmadan kaçınmayı ve yığılmanın giderilmesini kapsar.

Yığılmadan kaçınma işlemi, yığılma saptanıp saptanmadığına bakar, önlemleri alır veya düzeltme işlemlerini yapar. Her bir DLCI için yüksek çıkış verimi ve düşük gecikme sağlamaya çalışır. Şekil 6.1’de gösterildiği gibi, yığılma yönetimi A noktasından önce veya A noktasında yığılmadan kaçınma işlemlerine başlar ve durumun kötüleştiği B noktasına varmasını önlemeye çalışır. B noktasında ise yığılmadan kaçınma işlemleri uygulanamaz. Bu noktada yığılmayı giderme işlemlerini yapmak gerekir. Bu işlemler kullanıcı trafiğinde ve şebeke işlemlerinde hasarı en aza indirme amacını taşır. Yine de, bu işlemler ikinci bölgede QoS açısından kötüleşmeye yol açabilir. B noktasında ileride yığılmaları önlemek amacıyla çerçeveler atılabilir.

Kullanıcı çerçevelerinin atılmasını en aza indirmek için yığılmadan kaçınma işlemlerinin hepsi uygulanmalıdır. Bütün bunlardan sonra atılan çerçeveler kullanıcı iletim katmanı tarafından (veya diğer tekrar iletim protokolleri tarafından) yeniden üretilecek ve fazlaca yük yaratılacaktır. Sonra kullanıcıya beklediği QoS minimum değişiklikle verilmelidir.

Yığılmadan kaçınma işlemleri ileride yığılmalara yol açmamalıdır. Mümkün olduğu sürece yığılma uyarıları akan trafikle birlikte taşınmalıdır.

Bir son kullanıcı, şebeke kaynaklarını diğer kullanıcılara yük olacak şekilde kullanmamalı, ve şebeke kaynakları kullanıcılara adil bir şekilde paylaştırılmalıdır. Herhangi bir yığılma tipi şebekedeki diğer bileşenlere yayılmadan sınırlandırılmalıdır. Diğer bileşenlerle kastedilen ise çerçeve aktarma düğümleri, yönleticiler gibi elemanlardır.

Yığılmadan kaçınma işlemleri sanal devre bağlantılarındaki her iki doğrultuda eşit olarak uygulanır.

6.4 Performans Kriterleri

Bu parametreler I.233 Annex A ve T1.606 Section 4’te belirtilmiştir. Bunlardan net çıkış verimi ve garanti edilen veri iletim hızı (CIR) ticari şebekeler tarafından kullanılan ve müşteriyle yapılan sözleşmelerde yer alan parametrelerdir.

6.4.1 Net Çıkış Verimi (throughput)

Net çıkış verimi, bir virtüel kanal üzerinden birim zamanda bir doğrultuda başarılı olarak iletilen PDU sayısı olarak tanımlanmıştır. Bu sanal bağlantı iki kullanıcı cihazı arasındaki arabileşenleri de kapsamaktadır. Bu tanımda PDU, Çerçeve

aktarma çerçevesinin bayrakları arasındaki bütün bitlerle ilgilidir. Bu bitler adres alanı ve FCS alanı arasında bulunan bilgi bitleridir. Başarılı iletimle kastedilen ise çerçevenin başarılı aktarıldığını gösteren FCS'nin denetim mekanizmasıdır.

6.4.2 Aktarma Gecikmesi

Aktarma gecikmesi, iki cihaz arasındaki link üzerinden çerçeve gönderimi için gerekli zamandır. Tam olarak ifade etmek gerekirse, bu büyüklük link üzerindeki erişim hızının, link uzunluğunun ve çerçeve uzunluğunun bir fonksiyonudur. Link boyu genellikle fazla uzun olmadığından ihmal edilir. Bu nedenle aktarma gecikmesi çerçeve uzunluğunun [bit] link erişim hızına [bit/sn] bölünmesiyle hesaplanır.

Aktarma gecikmesi kullanıcı çiftleri arasında ölçülür. ITU-T X.13'e göre; bir sınır bir şebeke bölümünü yanındaki devre bölümünden ayırır, veya bir erişim devresini bitişik DTE'den ayırır.

Aktarma gecikmesi iki DTE arasındaki sınırdaki, veya iki uluslararası şebekede, veya ulusal şebekeler arasında vs.. tanımlanabilir. Aktarma gecikmesi PDU'nun ilk bitinin birinci sınırı geçtiği T1 anında başlar ve PDU'nun son bitinin ikinci sınırı geçtiği T2 anında biter. Yani aktarma gecikmesi T,

$$T = T_2 - T_1$$

olarak ifade edilir.

6.4.3 Virtuel Devre Aktarma Gecikmesi

Virtuel devre aktarma gecikmesi bütün bölümlerdeki gecikmelerin toplamıdır. Hangi bölümlerin toplanacağına ilişkin karar şebeke yöneticileri tarafından alınır.

6.4.4 Kalan Hata Oranı (RER)

Kalan hata oranı belli bir periyotta ve belli bir sınırdaki tipik olarak çekirdek fonksiyonları arasında değiş tokuş edilen çerçeve aktarma çerçevelerinde ölçülür. Şekil 6.5'de RER işlemleri gösterilmiştir. Kısaca R ile gösterilir.

$$R = 1 - (\text{doğru iletilen toplam SDU}) / \text{toplam SDU}$$

Bandgenişliği alınırken net çıkış verimi ve gecikme ön plandadır. Bütün bunlardan sonra ise, kullanıcı için şebekede sunulan trafik ile doğru olarak iletilen trafik arasındaki oran öne çıkar.

RER, kullancının gerçek net çıkış verimi ve patlama oranı ile bağlantılı olmalıdır. Örneğin bir kullanıcı sözleşmedeki çıkış verimini aştığı zaman verilerinin atılabileceğini beklemelidir. Örneğin eğer bir kullanıcı sözleşmedeki çıkış verimine uyduğu sürece RER iyi olur, aştığı sürece RER kötü olur.

6.5 ITU-T Tarafından Tanımlanan Diğer Parametreler

6.5.1 Hatalı çerçeve iletimi

İletilen çerçeve içindeki bir veya daha fazla bitin hatalı olduğu belirlenmiş olan çerçevedir.

6.5.2 Çift çerçeve iletimi

Alıcıda daha önce alınmış olan çerçevenin aynısının tekrar alınması durumunda çift çerçeve iletilmiş olduğuna karar verilir.

6.5.3 Sıradışı çerçeve iletimi

Alıcıda daha önce alınan çerçevelerin sırasına uymayan çerçeve alınması durumudur.

6.5.4 Kayıp çerçeve

Zamanında ve doğru olarak iletilmemiş olan çerçevedir.

6.5.5 Yanlış yollanmış çerçeve

Yanlış alıcıya yollanmış çerçevedir. Bu durumda DLCI yorumunda hata olabilir veya yönlendirme tablosunun günü geçmiş olabilir.

6.5.6 SVC kurma gecikmesi

Burada kontrol düzleminde çağırma kurma süresi aşılmıştır.

6.5.7 SVC silme gecikmesi

Burada ise çağırma silme süresi aşılmıştır.

6.5.8 Bağlantının erken çözülmesi

Burada sanal devre bağlantısında bir kayıp söz konusudur.

6.5.9 SVC silme hatası

Burada SVC'in çözülmesinde bir hata olduğu belirtilmektedir.

6.6 Trafik Yönetimi için CIR, Bc ve Be Kullanımı

6.6.1 Kabul Edilen Patlama Oranı (Bc)

Çerçeve aktarma şebekesindeki trafik yönetiminin temellerini öğrenebilmek için bazı terimleri ve tanımları bilmek oldukça yararlıdır. Bc, bir kullanıcının Tc zaman aralığında şebeke tarafından işlenmesine izin verilen en büyük veri miktarını gösteriyor. Bc değeri çağırma kurulumunda veya PVC önanlaşmasında belirlenir.

6.6.2 Aşırı Patlama Oranı (Be)

Be ise Tc zaman aralığında kullanıcının yolladığı ve Bc değerini aşan en büyük veri miktarıdır. Yani Tc zaman aralığında şebekenin iletebileceği maksimum verinin Bc'yi aşan kısmıdır. Be de çağırma kurulumunda veya PVC önanlaşmasında belirlenir. Be trafiğinin Bc trafiğine göre iletilebilme olasılığı düşüktür.

6.6.3 Garanti Edilen İletim Hızı (CIR)

CIR normal şebeke işlemleri esnasında şebekenin destekleyebileceği kullanıcı bilgisinin iletim hızını belirtiyor. SVC için CIR kontrol düzleminde çağırma kurulurken belirlenir.

CIR değeri Tc zaman aralığının minimum artışı üzerinden

$$CIR = Bc / Tc$$

ile hesaplanır. Örneğin Tc=1.125s olsun. 64 Kbit/sn'lik bir CIR 72 Kbit/sn'lik (72/1.125=64) Bc değerine izin verir.

Buradaki önemli nokta her kullanıcı çerçevesinin erişim hızında gönderildiğidir.

6.6.4 Garanti Edilmeyen İletim Hızı (EIR)

Kullanıcının hattı üzerinde kullanılabilir bandgenişliği olması durumunda şebekenin koşulları uygun olduğu sürece CIR'ın üzerinde gönderebileceği fazla bilgi oranıdır. EIR'da CIR gibi bir oranla tanımlanır,

$$EIR=Be / Tc$$

Be, fazla patlama büyüklüğü, bir Tc zamanı içinde kullanıcının Bc kredisine ek olarak kullanabileceği ek kredi miktarı olarak tanımlanabilir. Ancak Be kadar bilgi şebeke üzerinde yeterli bandgenişliği olması durumunda gönderileceğinden, bu çerçevelerin DE (Discard Eligibility - Atılabilir) bitleri 1 yapılarak taşınır ve yığılma durumunda atılır. Bu bilgilerin taşınacağı taahhüt edilmediğinden, EIR maliyeti düşüktür. EIR maksimum erişim hızına eşit seçilebilir. [4]

6.7 Akış Kontrol Mekanizması

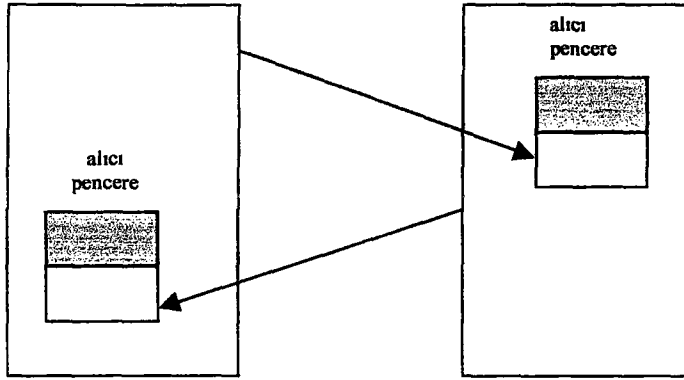
Akış kontrolü gönderici tarafın iletim hızını alıcı tarafın isteğine göre ayarlayan bir mekanizmadır. Alıcı tarafın isteği ise gönderilen paketlerin alındı onaylarının gönderici tarafa gelme hızıyla anlaşılır. Akış kontrol mekanizması X.25'te şebeke düğümleri arasında yapılmasına karşın, çerçeve aktarmada bu kontrol uç sistemlerdeki iletim katmanı tarafından yapılır. Çerçeve aktarma şebekesinin düğümleri arasında bu kontrol yapılmaz. Eğer gönderici düğüm alıcı düğümün kabul edeceğinden daha hızlı veri gönderirse alıcı düğüm işleyemeyeceği paketleri atar.

Akış kontrolünde kullanılan en yaygın yöntem kayan pencere yöntemidir. Çoğu haberleşme protokolleri yığılma yönetimi işlemlerini desteklemek amacıyla gönderici ve alıcı pencere kavramlarını kullanır. Pencere kavramı veri akışının sürekliliği açısından önemlidir. Aksi takdirde gönderilen her bir paket için durup alındı onayını beklemek zorunda kalınmaktadır. Tabii ki bunun için alıcı tarafta gelen trafiği işleyebilecek tampon bellek olmalıdır.

Haberleşen birimler arasında her iki tarafta da kaynak ayrılmasını sağlamak amacıyla bir pencere kurulur. Bu "pencereler" alıcıda gönderici için ayrılmış tampon alanını gösterir. Çoğu sistemlerde pencere tampon alanı ile birlikte sıralama numaralarını da sunar. Oturumun başlangıcında (handshake) pencere kurulur. Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

"Pencere" sıralama numaraları için ayrılmış bellek (buffer) olarak görülür.

Pencere trafik alındığında ve onaylandığında yukarı aşağı hareket eder



Şekil 6.2 Kayan pencere kavramı

Kayan pencere yönteminin yararlı bir özelliği alıcı tarafta onaylama bilgisini tutarak vericiden gelen veri akışını sınırlama yeteneğinin olmasıdır. Verici taraf alıcıdan hiçbir onay almazsa veri akışını tamamen kısımlabilir.

Örneğin PDU'daki sıralama numaraları 0-255 olsun. Numaralar sıfırdan 255'e kadar arttıktan sonra tekrar sıfır kullanmak gerekecektir. İlk sıralarda yollanan bilgilere yönelik alındı onayı alınmadığı sürece bu numaraların tekrar kullanılması mümkün değildir.

Kayan pencere yönteminin kullanımı trafik yönetimi için görece basit ve etkili yöntem sunar. Çerçeve aktarma şebekeleri sıralama numaraları kullanmadığından kayan pencere işlemleriyle yığılma yönetimi yapamaz. Bu görev son kullanıcıya havale edilmiştir.

Çerçeve aktarma şebekelerindeki ilk ve en önemli akış kontrol mekanizması CIR (garanti edilen erişim hızı) dır. Bu da sadece gönderici taraftaki UNI'de geçerlidir. Normal koşullarda yani yığılma yok iken bu hız aşılmadığı sürece çerçeveler atılmaz.

Kayan pencere yöntemi alıcı taraftaki yani çerçeve aktarma şebekesinin çıkışındaki kaynak kullanım durumunu gönderici tarafa yani şebekenin girişine ilettiğinden dolayı geribeslemeli bir kontrol devresine benzer. [6]

6.8 Yığılma Kontrol Mekanizmaları

Yığılma kontrol mekanizmaları genel olarak iki grupta incelenebilir. Bunlar dolaylı (implicit) yığılma kontrolü ve açık (explicit) yığılma kontrolüdür. Dolaylı yığılma kontrolünde uç sistemlerdeki üst katmanlara yöneliktir. Çerçeve aktarma şebekeleri

basit anlamda çerçeveleri taşıdıklarından uçlardaki üst katman protokollerini yığılma konusunda doğrudan bilgilendiremezler. Üst katman protokolleri yığılmayı iki yolla sezerler. Birincisi uç sistemler dolaşım gecikmesindeki (round trip delay) değişiklikleri izlerler. Gecikmenin aniden veya yavaş yavaş sürekli artması yığılmanın olduğunun bir işaretidir. İkincisi ise kayıp çerçeve sayısındaki değişimdir. Çerçevelerin atılışı iki şekilde olur. Ya iletim hattındaki hatalardan dolayı çerçeve bozulmuştur ve bunu farkedene ilk düğüm çerçeveyi atar; ya da yığılma ortaya çıkmıştır ve bu nedenle çerçeveler atılır. İletim hattının hata oranı belli olduğundan normalde atılan çerçeve sayısı da belli sınırlar içindedir. Atılan çerçeve sayısındaki artış ise yığılmanın bir göstergesidir. Açık yığılma kontrolünde ise çerçeve başlıklarındaki belli alanlar kullanılarak yığılma bildirimi hem göndericiye hem de alıcıya iletilir.

6.9 Çerçeve Aktarmada Yığılma Kontrolü

Çerçeve aktarma şebekeleri düğüm bufferlarının iletemeyeceği için atmak zorunda kaldığı çerçevelerle dolmasını engellemek için açık yığılma kontrol yöntemini kullanırlar. Çerçeve aktarma şebekeleri yığılma bilgilerini hem göndericiye hem de alıcıya iletmek için açık yığılma bildirim (ECN) mekanizmasını kullanır.

Buradaki önemli nokta yığılmanın hem bir yerinin hem de bir doğrultusunun olmasıdır. Şebekede yığılma olduğuna karar vermek için düğümlerin çıkış portlarının bufferlarına bakmak gerekir. Çünkü buradaki ana fikir trafiği şebeke dışına ulaştırmaktır. Eğer bir çerçeve atılırsa düğümler aynı çerçeveyi tekrar iletmek zorunda kalacaktır. En önemli çıkış bufferı ise alıcı UNI'deki bufferdır. Alıcı UNI'nin çıkış bufferına ulaşan çerçeve, çerçeve aktarma işleminin başarıyla sonuçlandığı anlamına gelir.

Bir çıkış portunda ortaya çıkan yığılma, diğer çıkış portlarına da bulaşacaktır. Yığılma kontrol ve bildirim işlemlerinin amacı yığılmanın yayılmasını engellemektir. Yığılmanın hafif mi, aşırı mı olduğuna çıkış bufferlarının kullanım oranına bakılarak karar verilebilir. Çoğu çerçeve aktarma düğümleri üreticileri bu oranı hafif yığılma için %50, aşırı yığılma için %80 olarak belirlemişlerdir.

Açık yığılma bildirimlerinden BECN göndericiye, FECN ise alıcıya gider. Bildirimi alan gönderici hızını düşürür. Bildirimi alan alıcı ise göndericinin penceresini kısmasını dolaylı olarak sağlar. Kullanıcı cihazları (FRAD) bu bitleri 0 yaparak çerçeve üretir. Herhangi bir düğüm yığılmanın ortaya çıktığı bir portunda heriki yönde geçen çerçevelerin bu bitlerini 1 yapabilir. Yığılmanın oluşmadığı düğümler ise bu bitlere bakmazlar ve tekrar 0 yapmazlar. Basit bir örnek olarak herbiri 10

çerçeve kapasiteli 4 çıkış portu olan bir düğüm düşünelim. Birine 5 çerçeve gelirse bu porta gelen çerçevelerin FECN bitlerini 1 yapar. Aynı zamanda bu porta karşı gelen giriş portlarındaki çerçevelerin BECN bitlerini de 1 yapar. Diğer portları kullanan çerçeveler bundan etkilenmez.

Verilen bir DLCI üzerinde FECN bitleri 1 olan çerçeveleri alan FRAD'lar, bu yol üzerinde kendileriyle diğer FRAD arasındaki bir düğümde çıkış bufferlarının gelen (arriving) çerçevelerle %50'den fazlasının dolduğunu anlarlar. Benzer şekilde BECN bitleri 1 olan çerçeveleri alan FRAD'lar, bu yol üzerinde kendileriyle diğer FRAD arasındaki bir düğümde çıkış bufferlarının çıkan (departing) çerçevelerle %50'den fazlasının dolduğunu anlarlar. Bir FRAD hem BECN, hemde FECN bitleri 1 olan çerçeveleri alırsa, bu bir veya daha fazla çıkış bufferında heriki yönde de yığılma olduğu anlamına gelir. FECN biti 1 olan çerçeveyi alan alıcının üst katman protokolü göndericinin hızını düşürmesini sağlayacak alındı onayını geciktirme veya pencereyi kısma gibi işlemler yapar.

6.9.1 Çerçevelerin Atılması

Çerçeve aktarma uygulamaları patlamalı trafik karakterinde olduğundan CIR değerlerinin üzerine çıkılır. Bu durumlarda DE biti devreye girer. CIR değerini aşan çerçevelerin DE bitleri FRAD tarafından 1 yapılır.

Düğümdeki buffer kullanım oranı %50'yi aştığında aşırı yığılmayı önlemek için FECN ve BECN bitleri 1 yapılarak bir anlamda yığılmaya karşı erken uyarı sistemi devreye girer. Kullanım oranı %80'i aştığı zaman aşırı yığılma olduğu anlaşılır ve DE biti 1 olan çerçeveler atılmaya başlanır. Bu atma işleminden sonra üç olasılık söz konusudur. Birinci olasılık düğümdeki yığılmanın ortadan kalkması ve düğümdeki buffer kullanımının normale dönmesidir.

İkinci olasılık düğümün tamamen boşalmasıdır. Yani düğümdeki çerçevelerin tamamında DE=1 'dir. Bazı şebekeler sadece CIR=0 durumunu desteklemekte olduğundan şebekeye gelen bütün çerçevelerin DE bitleri 1 olmak zorundadır. Bütün çerçevelerin atılması ise net çıkış verimini sıfırlamaktadır. Bu durumdan kurtulmak için servis sağlayıcı, kullanıcılara UNI'deki fiziksel hızlarının yarısı kadar CIR verir.

Üçüncü olasılık ise %80'i aşmasına rağmen atılacak DE=1 çerçevelerinin yığılmayı önleyememesi durumudur. Yani her kullanıcının CIR hızlarına uyması durumudur. Bu durumda düğüm eğer hiç çerçeve atmazsa, kullanım oranı %100'e ulaştığında belleğinin tamamını kullanan bir PC gibi kilitlenir ve yeniden başlatılmak zorunda kalır. Kısacası bazı çerçeveleri atmazsa bütün çerçeveleri atmak zorunda kalır. Zaten

CIR'da belirtilen hız şebekenin normal koşullar altında iletmeyi garanti ettiği hızdır. Aşırı yığılma ise normal olmayan bir koşuldur. Buradaki sorun atılacak çerçevelerin belirlenmesi sorunudur. Bazı FRAD'ları kullanıcılara CIR değerinin altında bile olsa çerçevelerinin DE bitlerini 1 yapma izni verir. Kullanıcılar ise gecikmeye duyarlı olan ses ve video uygulamalarını içeren çerçevelerin yerine normal dosya aktarım paketlerine atılmasını tercih edeceğinden ses ve video çerçevelerinin DE bitlerini 0, dosya aktarım paketlerinin DE bitlerini 1 yapar. Çünkü yığılma şebekenin herhangi bir yerinde, herhangi bir anda olabilir ve hangi paketlerin gecikmeye duyarlı olduğu şebeke tarafından bilinemez.

DE=0 çerçevelerinin atılması çerçeve aktarma şebekeleri için kısa süreli bir çözümdür. Bu durum şebeke yönetimi, hız planlaması ve düzenlenmesinin doğru yapılmadığını gösterir. Alıcı UNI'deki port hızının ve fiziksel hat hızının doğru seçilmemesi bu tür sorunlar doğurur.

6.9.2 Kullanıcı ve Şebeke Tarafından FECN Kullanımı

Kullanıcı cihazı (FRAD) tanımlanmış bir ölçüm periyodunda FECN biti 1 olan çerçeve sayısı ile FECN biti 0 olan çerçeve sayılarını karşılaştırır. FECN biti 1 olan çerçevelerin sayısı 0 olan çerçevelerin sayısından büyük veya eşit ise kullanıcı cihazı gönderme hızını önceki değerinin 0.875'ine düşürmelidir. Ters durumda ise kullanıcı cihazı iletim hızını 0.0625 oranında arttırabilir. Burada sözü edilen ölçüm aralığı uçtan uca şebeke gecikmesinin yaklaşık olarak 4 katına eşittir. Örneğin uçtan uca gecikme 40ms ise ölçüm aralığı da 160ms olmalıdır.

FECN bitinin şebeke kullanımında ise çerçeve aktarma düğümü her bir kuyruk uzunluğunu yeniden üretim çevrimi içinde sürekli bildirir. Ölçüm periyodunda ortalama kuyruk uzunluğu hesaplanır. Bu ortalama önceden tespit edilmiş bir eşik değerini aştığında bu durum yığılma başlangıcı olarak değerlendirilir. Bu andan itibaren FECN biti 1 yapılır ve ortalama bu değerin altına inene kadar öyle kalır.

6.9.3 Kullanıcı ve Şebeke Tarafından BECN Kullanımı

Eğer bir alıcı ardarda n sayıda BECN=1 çerçeveleri alırsa, trafiği adım adım azaltmalıdır. Bu adımlar şu sırayla yapılır: Önce net çıkış veriminin 0.675 katı, sonra 0.5 katı ve daha sonra da 0.25 katı şeklinde yapılır. Benzer şekilde alıcı ardarda $n/2$ sayıda BECN=0 çerçevesi aldığı anda trafiği arttırabilir. Bu artım önceki gönderme hızının 0.125 katı fazlası kadar olmalıdır.

BECN bitlerinin değerinin şebekede kullanımı durumunda ise yığılma başlangıcında BECN bitleri 1 yapılır. Bununla birlikte yığılma ciddi boyutlara ulaştığında ve gecikme problemi ortaya çıktığında ise DE bitleri 1 olan çerçevelerden başlanarak çerçeveler atılmaya başlanır.

6.9.4 FECN/BECN ve Pencere Kullanımı

FECN ve BECN bitleriyle pencereleme protokolleri arasında uygulamada 4 farklı durum söz konusudur. Bunlar:

1. Trafik kaybı olmaksızın FECN kullanımı
2. Trafik kaybı saptandığında FECN kullanımı
3. Trafik kaybı olmaksızın BECN kullanımı
4. Trafik kaybı saptandığında BECN kullanımı

6.9.4.1 Trafik Kaybı Olmaksızın FECN Kullanımı

FECN ve BECN bitleriyle akış kontrolü için pencere kullanan kullanıcı cihazı iki pencere dönümü (yani alındı bilgisi gönderilmeden önce alınabilecek maksimum çerçeve sayısı) süresine eşit ölçüm aralığında alınan $FECN=0$ ve $FECN=1$ çerçevelerinin sayılarını karşılaştırır. 1 olanları sayısı 0 olanların sayısından büyük veya eşitse, pencere büyüklüğü önceki değerinin 0.875 'ine indirir. Aksi durumda pencere genişliği bir çerçeve kadar arttırılır.

6.9.4.2 Trafik Kaybı Saptandığında FECN kullanımı

Kullanıcı cihazının trafik kaybı saptadığını varsayalım. Bir çerçevenin kayıp olduğu saptandığında pencere büyüklüğü önceki değerinin 0.25'ine indirilir. Bununla birlikte şebekenin yığılma bildirim hizmeti sunduğu biliniyorsa ve ölçüm aralığında $FECN=1$ çerçevesi alınmamışsa, yığılmanın problem olmadığı varsayılarak hareket edilir. Problem ortaya çıkmışsa $FECN=1$ çerçevesi gönderilir. Bu nedenle çerçeve kaybının yığılmadan değil, hatlardaki gürültü gibi nedenlerden kaynaklandığı varsayılır. Bu gibi durumlarda pencere büyüklüğü önceki değerinin 0.25'ine değil, 0.625 katına indirilir.

6.9.4.3 Trafik Kaybı Olmaksızın BECN Kullanımı

BECN=1 çerçevesi alındığında kullanıcı pencere büyüklüğünü 0.675 katına indirir. Ve 1 değeri alınmaya devam ettikçe bu indirim sürer. Ancak pencere büyüklüğü 1 çerçevenin altına inemez. BECN=0 çerçeveleri alınır alınmaz pencere büyüklüğü bir çerçeve arttırılır.

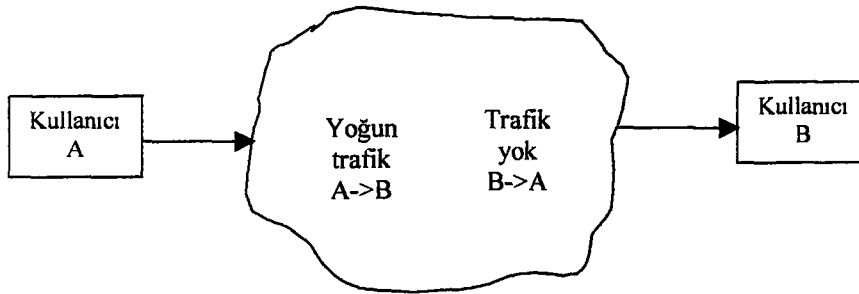
6.9.4.4 Trafik Kaybı Saptandığında BECN Kullanımı

Alıcı cihaz çerçeve kaybı saptadığında gönderme hızını o anki hızının 0.25 katına indirir. Bu tür durumlar bir önceki durumun devamında da olabilir; BECN bit ayarlarını desteklemeyen çerçeve aktarma şebekelerinde de gözükabilir.

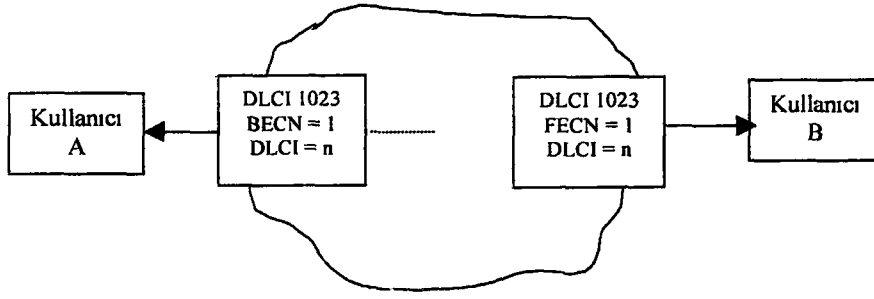
6.9.5 Birleştirilmiş Link Katmanı Yönetimi

FECN ve BECN kullanımı çerçeve aktarma şebekelerinde yığılmadan kaçınmak için kullanılan basit ve güçlü bir mekanizmadır. Ancak trafiğin tek yönlü olduğu uygulamalarda FECN/BECN mekanizması çalışmayacak, yani bu bitler her iki uç noktaya birden gönderilemeyecektir. Bu durumda da yığılma konusunda bildirilemeyen uç nokta akış kontrolü yapamaz.

Bu tür problemler “banddışı” şebeke yönetim mekanizmalarıyla çözülür. Buradaki banddışı terimi kullanıcı trafiğini değil, servis sağlayıcı trafiğinin iletileceği band anlamındadır. Yani kullanıcılara tahsis edilmeyen DLCI kastedilmektedir. Hangi DLCI’nin kullanılacağı ise ANSI tarafından belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan DLCI 1023 sadece FECN/BECN bilgilerini değil, şebekenin durumu hakkındaki bilgileri de kullanıcı cihazına bildirir.



Şekil 6.3 Band dışı işaretleşme



Şekil 6.4 CLLM işlemleri

CLLM şu işlemleri destekler: Birincisi, gerekirse birden fazla DLCI tanıtır. İkincisi, aktif olan problemlili DLCI'leri tanıtabilir. Üçüncüsü aktif edilmemesi gereken DLCI'leri de tanıtabilir. Ayrıca, CLLM yığılma dışındaki problemleri tanıtmak amacıyla kodlanabilir.

CLLM çerçeveleri ve mesajları periyodik olarak bütün UNI'lere gönderilir. CLLM mesajı alındıktan sonra son kullanıcı ANSI T1.618-1991'de belirtilmiş kuralları uygular.

7. ÇERÇEVE AKTARMA ÜZERİNDEN SES İLETİMİ

7.1 Giriş

Çerçeve aktarma şebekeleri başlangıçta sabit hız gerektiren uygulamalar için değil, patlamalı veri trafiğini desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Çerçeve aktarma mimarisi ve standartlarını gözönüne alırsak ses trafiğinin taşınmasını engelleyen 3 durum söz konusudur:

Birincisi, çerçeve aktarma patlamalı ve asenkron veri uygulamaları için tasarlanmıştır. Senkron trafik için sorun çıkar.

İkincisi, çerçeve kaybı durumunda şebeke tarafında bir düzeltme önlemi yoktur.

Üçüncüsü ses trafiği için gereken gönderici ve alıcı tarafında bir saat senkronizasyonu öngörülmemiştir.

Ancak son yıllarda üretici firmalar çıkardıkları ürünlere ses iletimini destekleyen modüller eklemişlerdir. Bu nedenle çerçeve aktarma şebekesi üzerinden ses iletimi için gönderici ve alıcı tarafında aynı firmanın ürününün bulunması zorunluluğu vardır.

Ses iletiminin bu aşamaya gelene kadar birtakım evreleri geçirmiş olması gerekmiştir. Bunların ilki sesin sayısallaştırılması, ikincisi ise sesin sıkıştırılmasıdır.

7.2 Sesin Sayısallaştırılması

Bunun bir nedeni sayısal işaretin analog işarete göre gürültüden daha az etkilenmesidir. Gürültü analog bir işaret olduğundan sayısal değerleri analog değerlere göre daha az etkiler. Diğer neden ise sayısallaştırılan sesin kalitesinin artmasıdır.

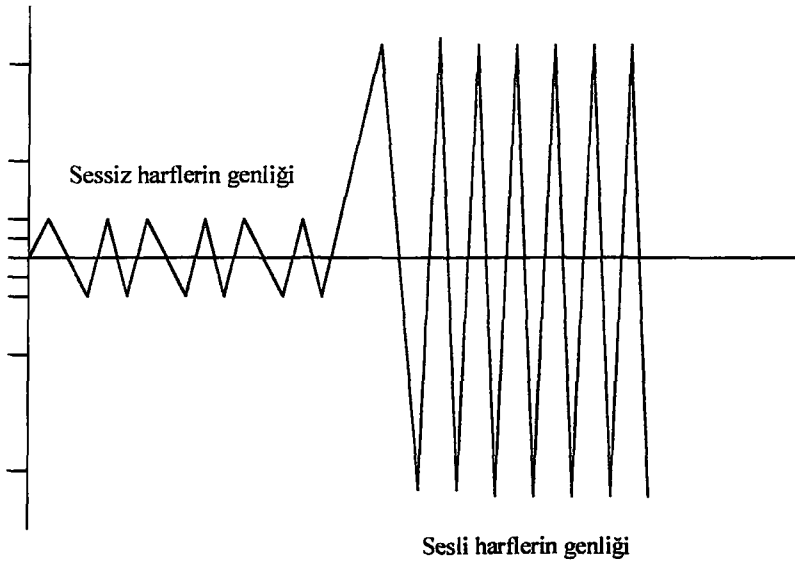
Sesin sayısallaştırılması analog elektrik dalgalarının 0 ve 1'den oluşan dizilere çevrilmesi ile olur. Analog işaret belli aralıklarda tutularak örneklenir. Örneklenen değerler seviyelerine göre 0 ve 1 dizilerine eşlenir. Burada iki sorun var. Birincisi seviye sayısı, yani bit sayısı. Gereğinden fazla bit kullanılması durumunda hem iletim, hem de dönüştürme maliyeti artar. Yetersiz bit kullanılması durumunda ise

sesin anlaşılabilirliği azalır. İkinci sorun ise hangi aralıklarla örnek alınması gerektiğidir. Burada Nyquist örnekleme hızı olarak bilinen matematik formülü kullanılır. Buna göre analog işaretin tam ve güvenilir biçimde yeniden üretilmesi için analog işaretin en yüksek frekans bileşeninin iki katı hızında örnek alınması yeterlidir.

PSTN için analog sesin en yüksek frekans bileşeni 3300Hz, en düşük frekans bileşeni ise 300Hz'dir. Ancak insan sesi 100Hz – 10KHz arasında olmasına karşın insan sesinin %80'i 300-3300Hz aralığındadır. Ses için band genişliği ise 4000Hz olarak belirlenmiştir. Bu durumda Nyquist örnekleme hızı 8000Hz olmak zorundadır. Müzik uygulamalarında ise bu hız duyulabilecek en yüksek frekansın iki katı olan 44KHz olarak seçilmiştir.

7.3 64 kbit/sn PCM

Sesin sayısallaştırılmasındaki ikinci sorun ise seviyelendirme sorunuydu. Bu ise insan sesinin genlik düzeyleriyle ilgilidir. Sesli (ünlü) harflerle sessiz harfler arasında 20 kat genlik farkı var. Herhangi bir değişiklik yapılmadan seviyelendirildiğinde 9 bit gerekmektedir. Ancak bu durumda gereksiz alanlar da seviyelendirilmektedir. Bu sorun da yüksek genlikli sesler sıkıştırılarak ve alçak genlikli sesler genişletilerek 8 bite indirilmesi ile çözülmüştür. Şekil 7.1'de görüldüğü gibi düşük genlikli sesler çok seviye kullanılmış, büyük genlikli seslerde daha az seviye kullanılmış. Bu yöntem "companding" (compressing and expanding) sıkıştırma ve yayma olarak biliniyor.



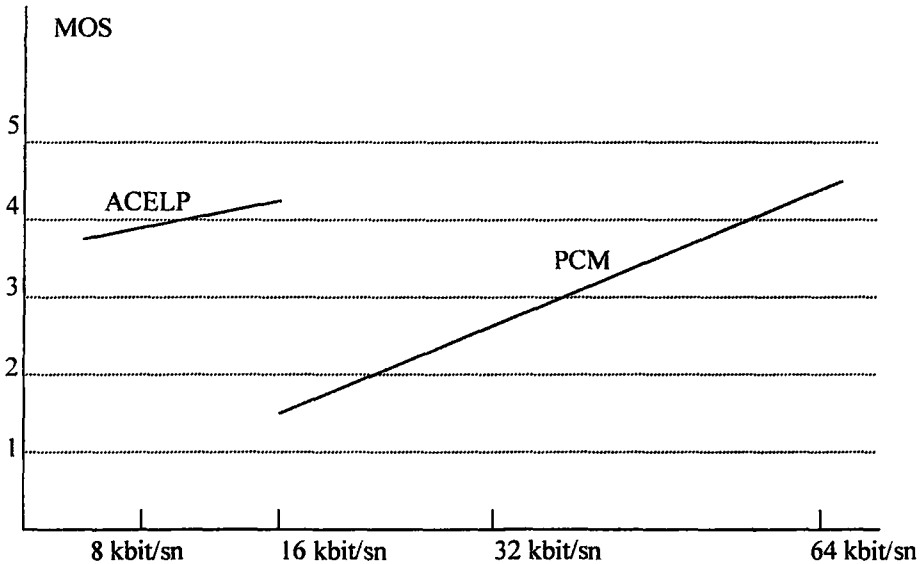
Şekil 7.1 Sıkıştırma ve genişletme kavramı

8 bitlik örnekler 8000 kbit/sn örnekleme hızı ile 64 kbit/sn iletim hızına gerek duyar.

7.4 64 kbit/sn Altında Ses Kalitesi

Öncelikle ses kalitesinin ölçülmesi gerekir. Sayısal işaretlerin kalitesini ölçmek çok kolay. Şebekeye bir bit dizisi gönderilir ve hata oranı ölçülerek kalitesi belirlenir. Ses analog bir büyüklük olduğundan ölçmek biraz zorlaşır. Analog işaretin kalitesi mutlak değildir. Ölçmek için dinletilen kişilerin görüşlerinin ortalamalarına bakmak gerekir. Bu amaçla MOS (mean opinion score) belirlenmiştir. 5 seviyeli bir kalite skalası kullanılır. 64 kbit/sn PCM için 4.5 MOS değeri, 32 kbit/sn için yaklaşık 3.0 MOS değeri, 16 kbit/sn için ise 1.5 MOS değeri ölçülmüştür.

MOS değerini düşürmeden iletim hızını düşürebilmek, ancak sıkıştırma tekniklerini kullanarak mümkün olmaktadır. Doğrusal tahmin kodlaması LPC (Linear Predictive Coding) olarak adlandırılan sıkıştırma tekniğinde gönderici ve alıcı gelecek sesi tahmin etmekte ve sadece tahmin edilen ile gerçekleşen arasındaki fark iletilmektedir. 1980'lerin ortasında geliştirilen bu teknik ile 16 kbit/sn ile aynı kalite yakalanmasına karşın o yıllara göre pahalı işlemcilerle gerek duyduğundan verimli bulunmadı. 1990'larla birlikte işlemcilerin hem güçlerinin artması, hem de ucuzlaması sonucu tercihin artmasıyla birlikte yeni LPC teknikleri de geliştirildi. Bunlardan biri olan ACELP (Algebraic Code-Excited Linear Predictive) ve PCM ses kalitesinin MOS açısından karşılaştırılması Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2 Sıkıştırılmış ses kalitesi

7.5 Suskunluk Süresinin Çıkarılması

Normal bir telefon görüşmesinde ses 64kbit/sn hızında aynı anda iki yönde de taşınır. Oysa telefon görüşmesi yapan iki kişi aynı anda konuşmaz. Çoğunlukla biri konuşurken diğeri dinler. Ancak dinleyen tarafta bir sessizlik söz konusu değildir. Dinleyen kişinin bulunduğu ortamdan gelen sesler vardır ve bunlar iletilir.

Suskunluk süresinin çıkarılması, konuşan kişi dinlemeye geçtiği anda o yöndeki ses iletiminin kesilmesi şeklinde olur. Bu sayede gereksiz sesler iletilmeyerek band genişliğinden tasarruf sağlanır. İletimin tek yönlü kesilmesinin, karşı taraf tarafından hattın koptuğu şeklinde algılanması sorunu, konuşan tarafta yapay gürültü üretilerek çözülmüştür.

7.6 Ses İletiminin Getirdiği Problemler

7.6.1 Hatalı Çerçeveler Atılması

Bir düğüme ulaşan çerçevenin CRC testi başarısız çıkarsa o çerçeve atılır. Yapılan bu işleme dair gönderici ve alıcıya herhangi bir mesaj iletilmez. Veri uygulamaları üst katmanlarda bu durumu farkederek ve atılan çerçeveleri yeniden yollar. Ses uygulamalarında ise atılan ses örneğini yeniden yollama seçeneği yoktur. Bu durum alıcıda sessizlik olarak duyulur.

Her bir ses örneği en az 1/8000 saniyelik sesi temsil eder. Bir çerçevenin ortalama 1500 oktetten oluştuğunu kabul edersek bir çerçeve 0.2 sn veya daha uzun süreli ses bilgisi içerir. 0.2 saniyelik sessizlik insan kulağı tarafından farkedilir. Ortalama 5 dakikalık bir görüşmede ortaya çıkan ufak tefek sessizlik durumu, anlaşılamayan sözlerin tekrar edilmesiyle giderilir. Çerçeve aktarma düğümleri arasında çoğunlukla fiber kullanılması bit-hata oranını azalttığından çerçeve atılma ihtimali azalır. Buradaki sorun uçlarda kullanılan bakır hatların bit-hata oranının yüksek olmasıdır. Bu nedenle bakır hatların mümkün olduğunca kısa tutulmasında yarar var.

7.6.2 Yığılma Durumunda CIR'ın Üzerindeki Çerçeveler Atılması

Yığılma durumlarında DE bitleri 1 olan çerçeveler atılır. Sebepleri farklı olsa da sonuç aynıdır. Konuşma esnasında farkedilen bir sessizlik oluşur. Ancak yığılma söz konusu olduğundan atılan çerçeve sayısı bozulduğu için atılan çerçeve sayısından fazla olacağından konuşmalar daha çok kesintiye uğrar.

CIR=0 olan şebekelerde DE bitleri hep 1 olarak işaretlendiğinden dolayı çerçevelerin atılma olasılığı CIR>0 olan şebekelere göre oldukça yüksektir. Bu nedenle çerçeve aktarma şebekeleri üzerinden ses iletmek için en az 8 kbit/sn'lik yani sıkıştırılmış sesin bit hızı kadar CIR tahsis edilmelidir. Diğer bir deyişle ses iletilirken CIR değerinin üzerine çıkılmamalıdır.

Diğer yandan sessizliğin çıkarılması, çerçeve aktarma şebekelerindeki ses iletiminin bir özelliği olduğundan dolayı sessizlik oranı yaklaşık % 40-50 olmalıdır. Aralıksız konuşmalar ise bu sınırı aştığından dolayı kesilme riskini yükseltir.

7.6.3 Gecikmenin Ortalamasının ve Varyansının Yüksek Olması

PSTN şebekelerinde ses paketleri için işlemlerin basit ve az olması sonucu gecikmenin ortalaması ve varyansı düşüktür. Uydu hatları kullanılmadığı taktirde bu gecikme 20-30 ms'dir. Uydu hatları kullanıldığında ise gecikme 250 ms'ye çıkar, ancak varyans yine düşüktür.

Çerçeve aktarma şebekelerinde ise gecikme 120-200 ms arasında değişir. Bu gecikme pek fazla sayılmaz. Ama esas sorun varyansın büyük olmasıdır (jitter). Kuyruğun uzaması durumlarında gecikme de artar. Zaten çerçeve aktarma patlamalı ve gecikme toleransı olan uygulamalar için tasarlanmıştır, ses için değil.

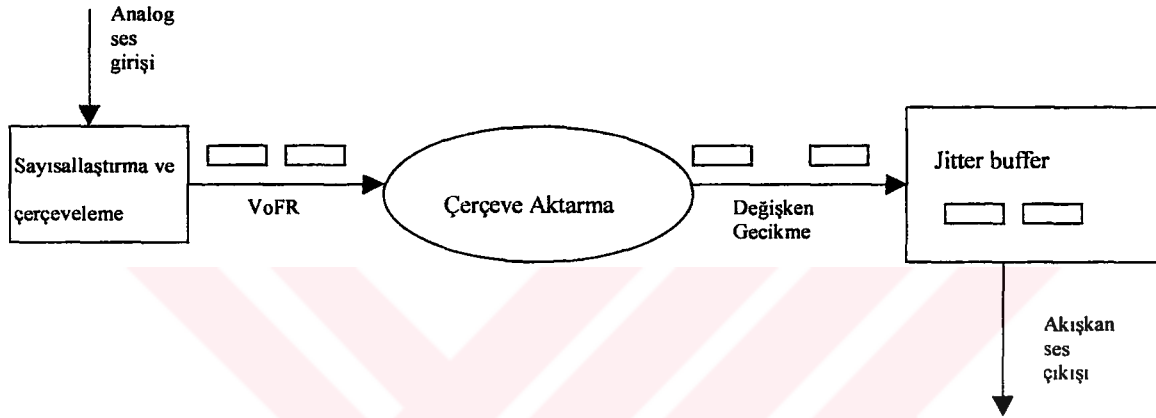
Bu sorunun üstesinden gelmek için iki yöntem kullanılır. Birincisinde ses paketlerine UNI'deki V-FRAD tarafından diğer trafiğe göre öncelik verilmesidir. Bununla, ses paketlerinin V-FRAD'da gereğinden fazla gecikmesi önlenmiş olur. İkinci yöntem ise alıcıda jitter bufferının kullanılmasıdır. Bu jitter bufferı gelen ses paketlerindeki gecikme farklılığını ortadan kaldırarak sese bir akışkanlık (playout) kazandırır. Diğer bir deyişle erken gelen ses paketleri jitter bufferında uzun süre, geç gelen ses paketleri ise kısa süre tutularak gecikmeler eşitlenmeye çalışılır. Jitter bufferının çalışma prensibi Şekil 7.3'te gösterilmiştir.

Bu akışkanlığın belirlenmesinde bir gecikme parametresi kullanılır. Eğer gecikme düşük seçilirse geç ulaşan ses örnekleri kaybedilir. Büyük seçilirse buffera gereksiz gecikmeler eklenerek yavaş bir şebekeye razı olunmuş olur. Eğer jitter bufferı kullanılıyorsa her zaman ses kaybı ile fazla gecikme eklenmesi arasında bir ikilem söz konusudur.

Jitteri azaltmak için kullanılan yöntemlerden biri de ses çerçevelerini kısa tutmaktır. Çerçeve kaybı durumunda çok kısa ses dilimlerinde kayıp oluşturacağından, sesin anlaşılabilirliğini pek etkilemez. Alıcıda ise belli bir zaman aralığında gelen ses

çerçeveleri sayısı uzun çerçeveler kullanımına göre artacağından gecikmenin varyansı azalacaktır.

Ancak bu çözüm çerçeve içindeki kullanıcı bilgisinin çerçeveye oranını düşüreceğinden verimi de düşürmektedir. Diğer bir sakıncası ise kısa çerçevelerin kullanımı düğümlerdeki işlem yoğunluğunu artıracığından yığılmaya sebep olmaktadır. [5]



Şekil 7.3 Jitter bufferi

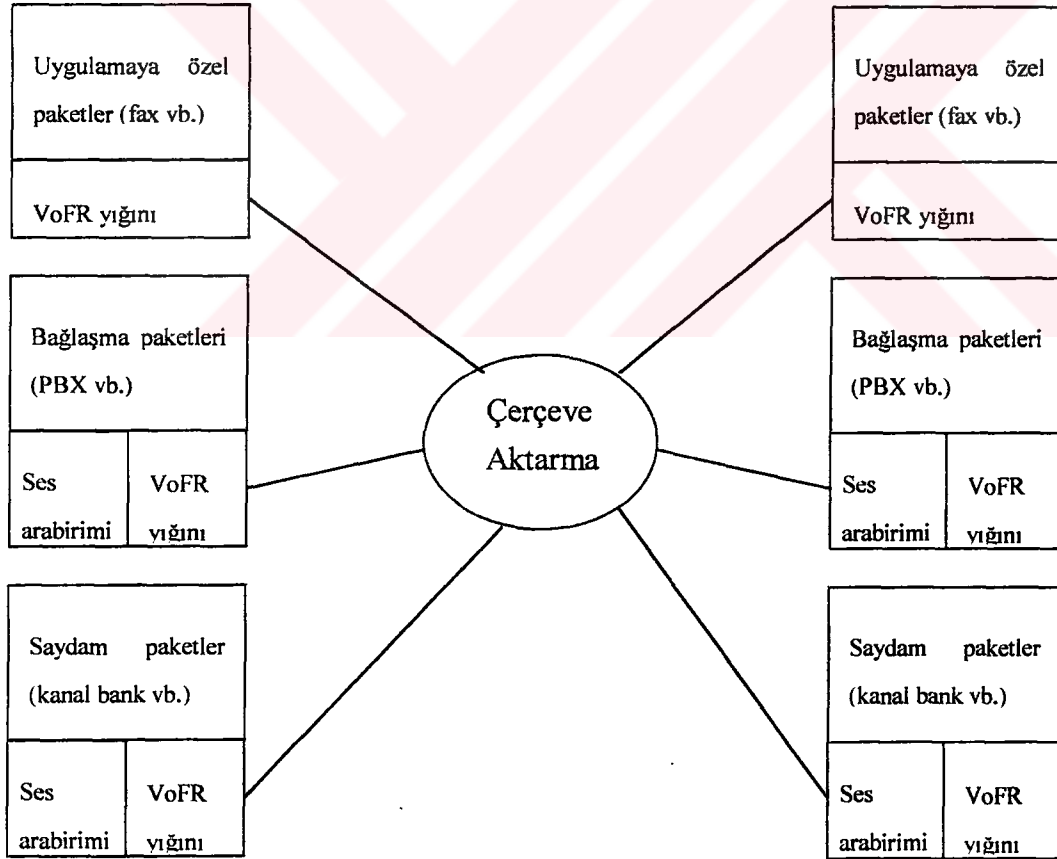
7.7 Çerçeve Aktarma Üzerinde Ses İletimi Standartı

1997 yılında Frame Relay Forum FRF.11'de V-FRAD üreticilerinin ses iletimini nasıl destekleyeceği konusunda bir standart belirlemiştir. Gerçi ses iletimini 1997'den önceden de destekleyen üreticiler vardı; ancak FRF.11 farklı ürünlerin birbirleriyle uyumlu çalışmasını sağlayacak standartlar getirmiştir. Bu sayede kullanıcılar herhangi bir firmanın ürününe bağımlı kalmamış olur. FRF.11 aşağıdaki amaçları içerir:

1. Çerçeve içinde sıkıştırılmış ses iletimini desteklemek
2. Çeşitli ses sıkıştırma tekniklerinin kullanımını desteklemek
3. 64 kbit/sn gibi düşük hızlarda da iyi çalışması
4. Tek bir DLCI üzerinde 255 alt kanala kadar çoğullamayı desteklemek

5. Aynı çerçeve içinde tek veya farklı alt kanallara farklı çağrıların yüklenmesini desteklemek
6. Ses için kullanılan çoğullanmış bir DLCI üzerinden veri alt kanallarını desteklemek

Buradaki en önemli özellik tek bir çerçeve içinde farklı altkanalların desteklenmesidir. Bir başka ifadeyle, çeşitli kaynaklardan gelen sıkıştırılmış seslerin aynı çerçeve içinde aynı DLCI üzerinden taşınabilmesidir. Bu özellik olmasaydı, her bir konuşma için farklı DLCI'lere gerek duyulurdu. Bütün çerçeve aktarma hizmet sağlayıcıları ise bir UNI üzerinden ancak sınırlı sayıda DLCI desteklediğinden bu özellik önemli bir sorun aşılmış olmaktadır. FRF.11'de ses dışı (ABCD işaretlemesi, fax iletimi gibi) bilgi taşımak için ek çerçeve biçimleri tasarlanmıştır. FRF.11, V-FRAD olabilen 3 farklı paket türü Şekil 7.4'te tanımlanmıştır. Her bir tür diğerleriyle çalışabilmektedir. Farkları ise yetenekleri değil, paketleme tarzlarıdır.



Şekil 7.4 VoFR referans modeli

Ses iletimi amacıyla çerçeveler birincil ücrete tabi yük ve işaretleşme ücrete tabi yükü olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Birincil ücrete tabi yük içinde ses, fax bilgisi, ses bandında modem verisi veya sayısal veri olabilir. İşaretleşme ücrete tabi yük çerçevesi ise çevirme numaraları, tonlu veya darbeli telefon numaraları, işaretleşme bitleri (ABCD), alarm veya hata göstergesi, sayısal işaretleşme mesajları veya SID (Silence Information Descriptor = sessizlik bilgisi belirteci) alt çerçevesi olabilir.

Buradaki SID altçerçevesi sessizliğin çıkarılması işleminde kullanılır. SID altçerçevesi konuşma sonunu yani sessizliğin başlangıcını gösterir. Ayrıca alıcıda bu sessizlik anında, konuşan kişi tarafından hattın kesildiği kanısı uyanmaması için ortama uygun gürültü üretilmesine başlanmasını sağlar. SID alt çerçevesi alıcıya sessizliğin sona erip konuşmanın başladığını göstermekte kullanılan VAD (Voice Activity Detection = Aktif ses saptayıcısı) işlevini de görür.

7.7.1 Altçerçeveler ve Altkanallar

Ses içeren çerçeveler bütün altkanalları tek bir çerçeve içinde taşımak zorunda değildir. Altçerçeveler altkanal bilgisinin önünde altçerçeve başlığı taşır. Yani altkanal ile altçerçeve başlığının toplamı altçerçeveye eşittir. CID (Channel Identification) olarak adlandırılan altkanal başlığı altkanalları tanıtımında kullanılır. Kısa altçerçeveler kullanarak altkanalların ses örnekleriyle doldurulması gecikmesini azaltmak veya uzun altçerçeveler kullanarak bandgenişliği verimliliğini arttırmak seçeneklerinden dolayı altkanal bilgisinin farklı uzunlukta olması daha uygundur.

Altçerçeve başlığı Şekil 7.5'te gösterilmiştir. Genişleme göstergesi bitinin (EI) ve uzunluk göstergesi (LI) bitinin 1 olup olmamasına göre 4 farklı tür söz konusudur. Eğer EI biti 0 ise kanal tanıtıcısı CID alanı 6 bit uzunluğundadır ve 0'dan 63'e kadar 64 altkanalı destekleyebilir. Eğer EI biti 1 ise kanal tanıtıcısı CID alanı 8 bit uzunluğundadır ve 0'dan 255'e kadar 256 altkanalı destekleyebilir. Fazlalık olan iki bit ikinci oktette gözükmektedir. Eğer ücrete tabi yük tipi bulunuyorsa, 64 altkanal desteklense de EI biti 1 olmak zorundadır. Aksi takdirde ücrete tabi yük tip alanı yok ise bu alanın tüm bitleri 0 kabul edilir ve bu da birincil ücrete tabi yük türüne girer.

Eğer EI=1 ve LI=0 ise ücrete tabi yük türü 2. oktette belirtilir. Ücrete tabi yük uzunluğu değişkendir. Eğer EI=0 ve LI=1 ise ücrete tabi yük uzunluğu ikinci oktettedir. Her ikisi de 1 ise ücrete tabi yük tipi ikinci oktette, uzunluk alanı ise üçüncü oktettedir. Son olarak her ikisi de 0 ise ücrete tabi yük uzunluk alanı birinci oktetten hemen sonra başlar. LI biti 1 değilse ücrete tabi yük uzunluk alanı yoktur ve ücrete tabi yük çerçevenin sonuna kadar uzar.

EI=1	LI=0	Altkanal Tanıtıcısı (CID) (Düşük seviyeli 6 bit)		
CID (yüksek seviyeli 2 bit)		0 yedek	0 yedek	Ücrete tabi yük tipi (4 bit)
Ücrete tabi yük (değişken uzunlukta)				

EI=0	LI=1	Altkanal Tanıtıcısı (CID) (Düşük anlamlı 6 bit)
Ücrete tabi yük uzunluğu (8 bit)		
Ücrete tabi yük (değişken uzunlukta)		

EI=1	LI=1	Altkanal Tanıtıcısı (CID) (Düşük seviyeli 6 bit)		
CID (yüksek seviyeli 2 bit)		0 yedek	0 yedek	Ücrete tabi yük tipi (4 bit)
Ücrete tabi yük uzunluğu (8 bit)				
Ücrete tabi yük (değişken uzunlukta)				

EI=0	LI=0	Altkanal Tanıtıcısı (CID) (Düşük anlamlı 6 bit)
Ücrete tabi yük (değişken uzunlukta)		

Şekil 7.5 VoFR altçerçeve biçimi

LI bitinin iki çeşit kullanımı vardır. İlkinde çerçeve aktarma çerçevesi birden fazla altçerçeve içerdiğinde bütün altçerçevelerde LI biti 1 yapılır. Sonuncu altçerçevede LI biti 0 yapılarak altçerçeve serisinin sonu olduğu belirtilir. Bu sonuncu ücrete tabi yük alanının uzunluğu ise çerçeve aktarma çerçevesinin bilgi alanının kalan kısmıdır. Eğer çerçeve sadece bir tane ses altçerçevesi içeriyorsa LI biti 0 olmalıdır. Ücrete tabi yük tip alanı kodları Tablo 7.1’de gösterilmiştir. Dikkat edilirse burada alarm ve hata işareti için ayrı bir kod yoktur. Bunlar için işaretleşme bitleri kullanılır.

Tablo 7.1 Ücrete tabi yük tip alanı kodlaması

BİTLER	ONLUK DEĞERİ	ALTÇERÇEVE İÇERİĞİ
0000	0	Birincil Ücrete tabi yük (ses, veri, fax)
0001	1	Çevirme sayıları
0010	2	İşaretleşme bitleri
0011	3	Fax iletimi
0100	4	Sessizlik bilgisi belirteci (SID)

7.8 Çerçeve Aktarma Üzerinden Video İletimi

Nasıl ki radyonun icadını televizyonun icadı takip etmişse, çerçeve aktarma üzerinden sesin iletiminden sonra video iletiminin gelmesi kaçınılmaz olmuştur. Doğal olarak video iletimi ses iletiminden daha karmaşıktır. Bu konuda genel bir anlaşma olmamasına karşın çoğu şebeke uzmanları video iletimini 4 kategoriye ayırmışlardır. Bunlardan bazıları çerçeve aktarma şebekesi tarafından rahat sağlanırken, bazılarında birtakım zorluklar görünmektedir. Bunun temel sebebi de ihtiyaç duyulan band genişliğidir. Bu 4 kategori Tablo 7.2’de özetlenmiştir.

Tablo 7.2 Çerçeve aktarma üzerinden video iletimi

Uygulama	Kodlama Standartı	Maksimum Ekran Boyutu	Saniyedeki Çerçeve Sayısı	Maksimum bit hızı
Görüntülü telefon	H.261	176 x 144	7.5	64 – 128 kbit/sn 1.5 – 2 Mbit/sn
Video Konferansı	H.261	352 x 288	10 - 30	0.384 – 1.5 Mbit/sn 1.5 – 2 Mbit/sn
MPEG-2 Video	MPEG-2	720 x 576	30	4 – 9 Mbit/sn 45 Mbit/sn
HDTV	MPEG-2	1920 x 1080	30	20 – 100 Mbit/sn 45+ Mbit/sn

Birincisi en az band genişliğine gerek duyan ve ISDN-B kanallarında da desteklenen görüntülü telefondur. Bunun için gerek duyulan iletim hızı 64kbit/sn veya 128 kbit/sn dir. Buradaki görüntünün ekran boyutu 176 x 144 resim hücresidir (pixel). Bu, normal PC ekran büyüklüğünün 1/8 ‘dir. Saniyede iletilen çerçeve sayısı 7.5’tir. Bu yüzden görüntü hareketi bulanık olmaktadır.

İkincisi görüntü kalitesi açısından bir üst sırada yer alan video konferanstır. Bu, daha yüksek band genişliğinde çalışan görüntülü telefon gibidir. İletim hızı 384 kbit/sn ile 1.5 Mbit/sn arasındadır. Görüntü boyutu 352 x 288 resim hücresi, yani görüntülü telefonun iki katıdır. Saniyede 10-30 çerçeve iletilir. Kaliteli bir video konferansı için 1.5 Mbit/sn’lik band genişliği gerekir.

Üçüncüsü MPEG-2 ile kodlanmış televizyon yayınıdır. Video kalitesi normal bir kablolu televizyondaki gibidir. MPEG-2 bir sayısal video standartıdır ve görüntü boyutu 720 x 576 resim hücrelidir. Görüntü değişim hızı saniyede 30 resimdir. Gerek duyulan bandgenişliği 4-9Mbit/sn'dir. bu hız LAN için kolay, ancak çerçeve aktarma UNI'si için oldukça zordur.

Sonuncusu ise HDTV (High-Definition Television)dir. Görüntü boyutu 1920 x 1080 resim hücrelidir. Saniyede 30 çerçeve iletilir. Bunun için gereken band genişliği ise 20 Mbit/sn'dir.

Görüntülü telefon ve video konferansı 1.5Mbit/sn ve 2 Mbit/sn'lik UNI'ler tarafından kolaylıkla desteklenmektedir. Ancak bandgenişliği video iletimindeki tek sorun değildir. Ses iletiminde de olduğu gibi kayıp çerçeveler sonucunda görüntü donup atlayabilmekte, gecikmenin değişken olması sonucu da görüntü değişim hızı artıp azalabilmektedir. Bu sorunların çözümü için CIR ayarlarının iyi yapılmasına ve yeterli bir jitter bufferına gerek vardır.



8. ÇERÇEVE AKTARMA VE ASENKRON TRANSFER MODU (ATM)

8.1 Giriş

Çerçeve aktarma ve ATM'nin birlikte kullanılmasının 3 önemli nedeni vardır. Birincisi, her ikisi de hızlı paket şebekeleridir. Burada, X.25 ve önceki paket bağlaşma mimarilerine göre hızlilik söz konusudur. İkinci, her ikisinin ortaya çıkışları yaklaşık aynı döneme rastlamaktadır. İkisi de 1980'lerin sonu ile 1990'ların başlarında ortaya çıkmışlardır. Üçüncüsü, her ikisi de yoğunlukla aynı şebekeler üzerinde kullanılmaktadır. Çoğu hizmet sağlayıcılar her iki şebekeyi de desteklemektedir. Örneğin Türk Telekom'da her ikisi için de aynı başvuru formu kullanılmaktadır. Kullanıcılar açısından ise iki neden ön plandadır. Bazı durumlarda ATM kullanımı verimlilik, fiyat ve kararlılık açısından daha uygun olması, diğeri ise çerçeve aktarma donanımlarına yatırım yapmış olanlar için ATM hizmetini de birarada almak isteğidir.

Bütün şebeke hizmetlerinde 3 temel yapısal blok olmasına karşın bunlara ilişkin kullanılan terimler farklıdır. Hepsi için bir şebeke altyapısı, standartları ve şebekenin desteklemek zorunda olduğu hizmetleri vardır. Bu terimler Tablo 8.1'de gösterilmiştir. Çerçeve aktarmada aynı isim kullanılmasına karşın ATM'de herbiri için farklı terimler kullanılmaktadır. Bu nedenle "Çerçeve aktarma" denildiğinde neyin kastedildiğinin açıklanması gerekirken, "ATM" denildiğinde bunun bir standart olduğu hemen anlaşılır.

Tablo 1 Çerçeve aktarma ve ATM terimleri

Şebeke açısından terimler	Çerçeve Aktarma	ATM
Hizmet Tanımlamaları	Çerçeve Aktarma	B-ISDN
Standartlar	Çerçeve Aktarma	ATM
Teknoloji	Çerçeve Aktarma	Hücre-Aktarma

8.2. ATM Karakteristikleri

ATM denildiğinde B-ISDN (Genişbandlı ISDN) hizmeti için bir bağlaşma ve çoğullama standartı akla gelmektedir. ATM çerçeve aktarmadaki gibi değişken bandgenişliğindeki sanal devreleri desteklemektedir. Ancak veri birimi uzunluğu çerçeve aktarmada değişken olmasına karşın ATM’de sabittir. Hücre uzunluğu, 48 oktet kullanıcı verisi ve 5 oktet başlık olmak üzere 53 oktetdir. ATM’de çerçeve aktarmadaki DLCI’e benzer sanal devre tanıtıcısı vardır. Çerçeve aktarmadan farklı olarak ATM’deki bağlantı tanıtıcıları hiyerarşiktir. Siteler arası bağlantılarda virtüel yol tanıtıcısı (VPI), aygıtlar arası bağlantılarda da virtuel kanal tanıtıcısı (VCI) kullanılır. Yani ATM siteler arası trafiği VPI aracılığıyla, site cihaz arası trafiği VCI aracılığıyla taşır.

Çerçeve aktarma başlangıçta sadece veri trafiği için tasarlanmış, ses sonradan eklenmişken; ATM ses, video kısaca bütün trafik için tasarlanmıştır. Diğer protokoller ya LAN, ya da WAN için tasarlanmışken, ATM her iki şebeke türünü de desteklemektedir. ATM’de hücre uzunluklarının sabit olması donanımı basitleştirmiştir. ATM cihazları ve düğümleri geniş bir aralıkta değişken hızlarda çalışabildiğinden şebeke ve düğüm performanslarının arttırımı ucuz ve basit olmaktadır.

8.3. ATM Şebekeleri

ATM katmanlarının OSI referans modeliyle bir ilişkisi yoktur. Çünkü ATM her türlü veri trafiği için kullanılır, OSI ise veri için. ATM katmanları Şekil 8.1’de gösterilmiştir. Her bir katmanın görevleri de şekilde belirtilmiştir.

Üst katman protokolleri

Yakınlaştırma Hizmetleri (CS)	A	Üst katmandan gelen birimler için yapılan ilk işlemler
	A	
Parçalama ve Tekrar birleştirme (SAR)	L	Hücreleme işlemleri
ATM Katmanı		Hücre başlığındaki hücre bağlaşma ve çoğullama işlemleri
Fiziksel Katman		Bit dizisi şeklinde hücre aktarımı

Şekil 8.1 ATM katmanları

Diğer katmanlarda üretilen değişken uzunluktaki veri birimleri ATM hücrelerine dönüştürme işlemi ATM uyarlama katmanında yapılır. Gönderilecek veri birimleri atm hücrelerine sığacak şekilde parçalara bölünür; gelen hücreler de üst katmanların anlayacağı şekilde tekrar birleştirilir.

ATM katmanı en önemli katmandır. Bağlaşma ve çoğullama bu katmanda yapılır. Hücreler varış yerindeki AAL katmanına ulaşana kadar bu katmanda iletilir. Bu katmanda tanımlanmış 5 hizmet vardır:

1. CBR (Constant Bit Rate = Sabit bit hızı): Bu hizmet 64kbit/sn PCM gibi sıkıştırılmamış uygulamalar içindir.
2. VBR-rt (Değişken bit hızı – gerçek zaman): Sıkıştırılmış video gibi değişken hızlı ve sabit gecikmeye gerek duyan uygulamalar içindir.
3. VBR-nrt (Değişken bit hızı –gerçek olmayan zaman): Değişken hızlı ve sabit gecikmeye gerek duymayan uygulamalar içindir. Bunun için minimum bir bandgenişliği gerekir.
4. UBR (Belirtilmemiş bit hızı): Herhangi bir gecikme sınırı ve bandgenişliği sınırı olmayan uygulamalar içindir. Kredi kartı doğrulaması gibi uygulamalar bu kategoriye girer.
5. ABR (Kullanılabilir bit hızı): Geleneksel LAN-LAN bağlantıları ve istemci sunucu trafiği için bu hizmet kullanılır.

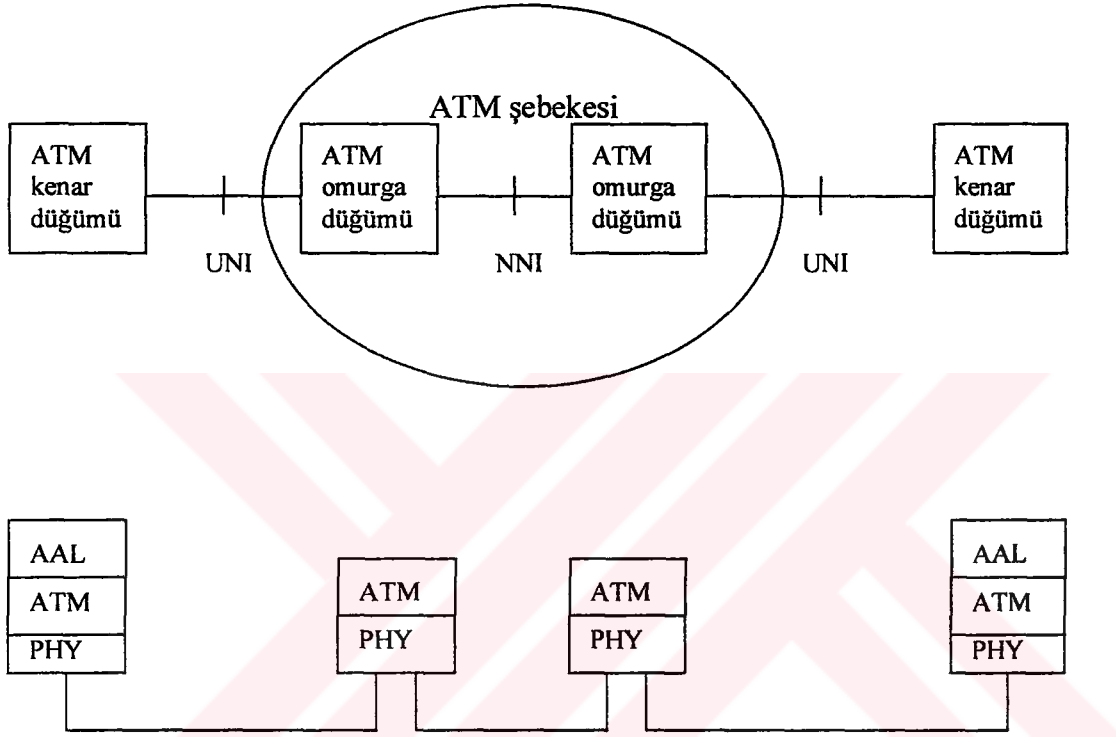
ATM hücre başlığı çerçeve aktarma çerçevesinin başlığına benzer özellikler içerir. Çerçeve aktarmadaki DLCI yerine burada ATM VPI/VCI; DE biti yerine aynı işleve sahip CLP (hücre kayıp önceliği) bulunur. CLP=0 hücrenin atılmaması gerektiğini, CLP=1 yığılma durumlarında hücrenin atılabileceğini anlamına gelir. FECN bitinin karşılığı da ATM’de EFCI (Explicit Forward Congestion Notification) bitidir. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta da ATM’de BECN bitinin karşılığının bulunmamasıdır. Bunun nedeni çerçeve aktarmada bağlantılar çift yönlü tanımlanmasına karşın, birçok tekyönlü uygulamalar bulunan ATM’de bağlantılar tek yönlüdür.

8.3.1 ATM Şebeke Mimarisi

ATM şebekeleri iki ana donanım ve iki arabirimden oluşur. Ana donanım tipleri ATM omurgası düğümü ve ATM kenar düğümüdür. ATM kenar düğümleri AAL ve

ATM olmayan arabirimler içerirken, ATM omurga düğümlerinde bunlara gerek yoktur.

İki arabirim ise kullanıcı-şebeke arabirimi (UNI) ile şebeke düğüm arabirimidir (NNI). ATM'deki şebeke-şebeke arabirimi iki farklı hizmet sağlayıcı arasındaki bağlantıyı gösterir ve B-ICI (Broadband Inter-carrier Interface) olarak adlandırılır. ATM şebekelerinin genel mimarisi Şekil 8.2'de gösterilmiştir.



Şekil 8.2 ATM şebeke mimarisi

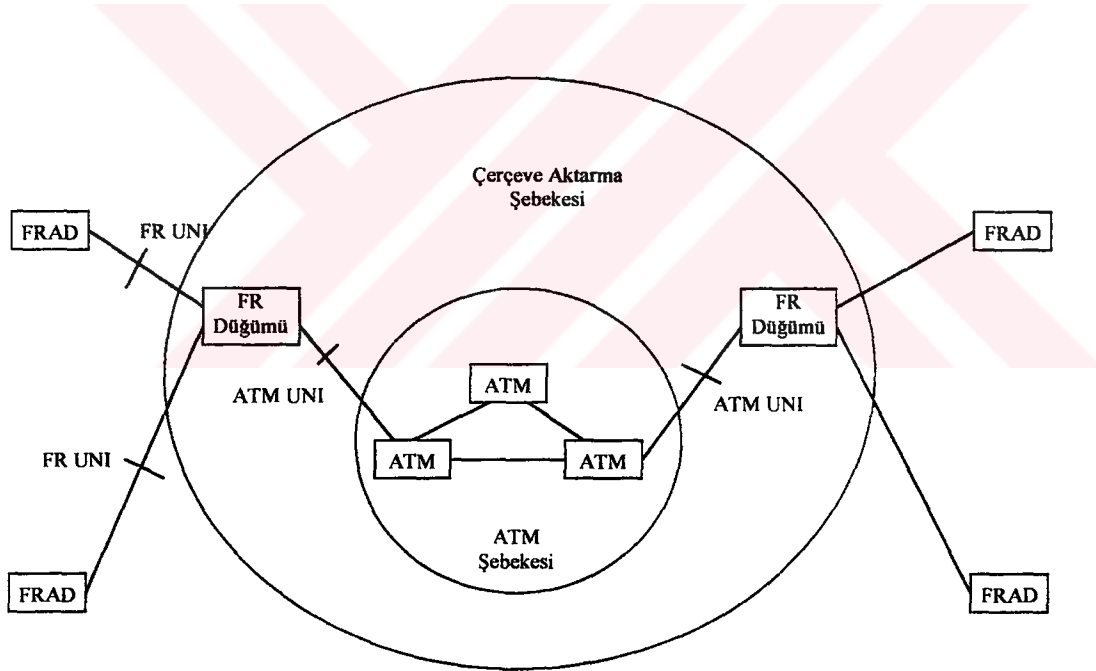
8.4. ATM ve Hücre Temelli Çerçeve Aktarma

ATM "her tür veri trafiği için" tasarlandığına göre, çerçeve aktarma olarak da çalışabilmesi gerekir. ATM'yi çerçeve aktarma düğümlerine bağlamanın iki yolu vardır. Birincisinde çerçeve aktarma düğümleri ATM kullanıcı cihazı gibi davranır ve ATM UNI'ne bağlanır. İkincisinde çerçeve aktarma UNI'i ve ATM UNI ortakır, ancak ATM düğümleri ile çerçeve aktarma UNI'i birbirlerine ATM şebeke düğüm arabirimi (NNI) ile bağlanmaktadır.

8.4.1 Çerçeve Aktarma Düğümleri ve ATM

Çerçeve aktarma çerçeveleri düğümler arasında çerçeve-temelli protokol ve hücre-temelli protokol olmak üzere iki yöntemle iletilir. Genelde çerçeve temelli protokol, çerçeveleri çerçeve aktarma düğümleri arasında iletilirken kullanılır. Ancak şebeke b y d k çe düğümler arası bağlantı sayısı da büyümekte, bu da şebekenin yükünü ağırlaştırmaktadır. Bu durum çerçeve aktarma düğüm bağlantıları için ATM omurgasının kullanılması eğilimini arttırmaktadır. Çoğu hizmet sağlayıcıları da hem bu sorunu çözmek, hem de ses veri hizmetlerinin birleştirilmesindeki kolaylıktan ötürü ATM omurgasını tercih etmektedir.

Bu fırsatı kullanmak için her düğümde en az bir tane ATM UNI bulunmalıdır. Bu ATM UNI'i, ATM bulutuna geçiş noktasıdır. Bu yöntem şekil 8.3'te gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, bu yöntemde kullanıcılara sadece çerçeve aktarma hizmetinin sunulmasıdır. Bu durumda ATM'nin sağladığı doğrudan hizmetlerden kullanıcılar yararlanamaz.

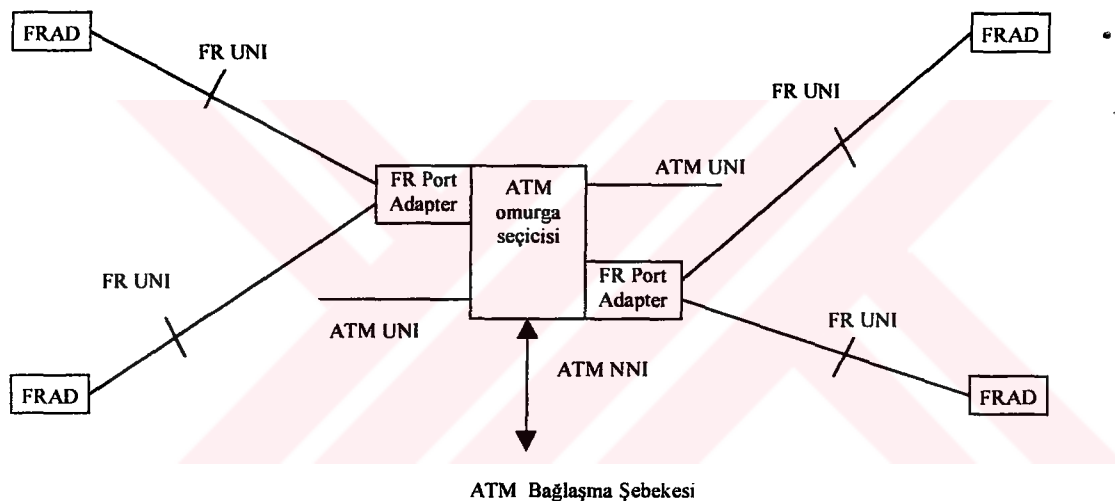


şekil 8.3 ATM kullanıcıları olarak kullanılan çerçeve aktarma düğümleri

8.4.2 ATM Düğümleri ve Çerçeve Aktarma

ATM şebeke düğümleri hücreleri süratle giriş portundan çıkış portuna aktarmaktadır. ATM düğümleri de, çerçeve aktarma düğümlerinin çerçeve içeriğiyle ilgilenmediği gibi hücrelerin içeriğiyle ilgilenmez. Hücrelerin içeriğiyle ATM kenar düğümleri ilgilenir.

Kullanıcıların elindeki FRAD ise çerçeve aktarma port adapteri ile ATM düğümüne bağlanır. Burada, kullanıcılardan gelen çerçeveler hücrelere bölünür ve buna karşılık ATM şebekesinden gelen hücreler çerçevelere dönüştürülür. Bu yöntem Şekil 4’te gösterilmiştir. Bu yöntemde bütün düğümler ATM düğümleridir, ancak kullanıcılar çerçeve aktarma kullanıcıları olabilir. Kullanıcılar ATM hizmetlerine doğrudan erişebilir.



Şekil 4 Çerçeve Aktarma ve ATM Bağlaşma Port adapter

8.5. ATM Şebekeleri ve Çerçeve Aktarma

ATM hizmet tanımlamaları iki organizasyon tarafından yürütülmektedir. Bunlar “ATM Forum” ve “Frame Relay Forum”dur. ATM Forum doğrudan çerçeve aktarma ile ilgili herhangi bir ATM hizmeti tanımlamamıştır. Bunun nedeni ATM Forum’un ATM hücreleriyle ilgili hizmet tanımlamalarına odaklanmış olmasıdır. ATM ve çerçeve aktarma şebekeleri arasındaki geçiş işlemleri hizmetleriyle Frame Relay Forum ilgilenmektedir.

ATM ve çerçeve aktarma arasındaki çalışmaya yönelik iki ana hizmet tanımlanmıştır. Birincisi FRF.5 IA’de tanımlanmış olan şebeke araişlemleri (interworking); ikincisi ise FRF.8 IA’de tanımlanmış olan hizmet araişlemleridir.

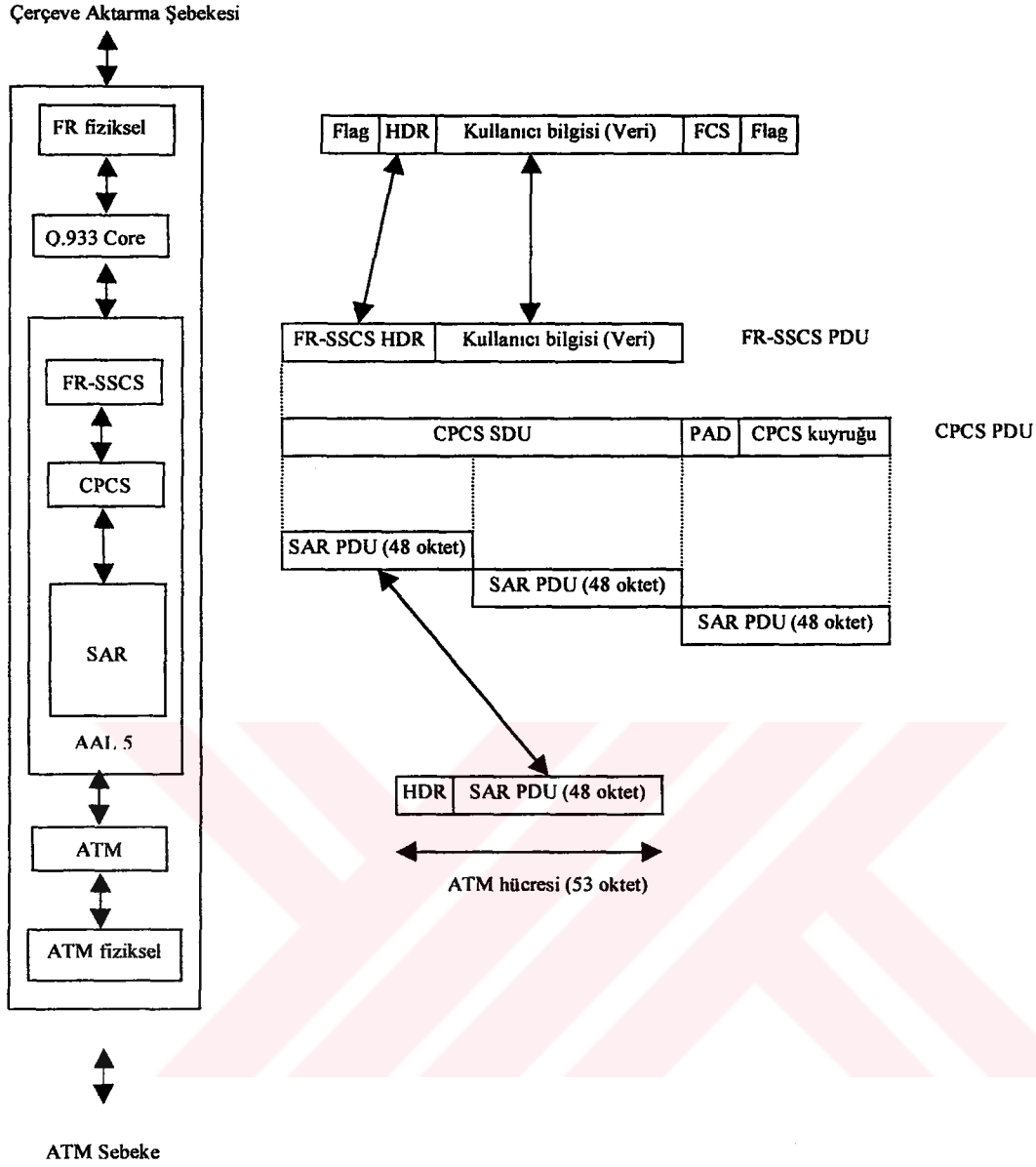
Şebeke ve hizmet araişlemlerinde çerçeveleri hücre dizilerine çevirmek için AAL5 kullanılmaktadır. Bir çerçeve AAL5 aygıtına girdiğinde çerçeve aktarma çerçevesinden kullanıcı bilgisi ve başlığı alınır. Bu işlem AAL altkatmanındaki birleştirme işlemlerinin üst kısmı olan SSCS’in (service specific convergence services) SSCP’i (service specific convergence protocol) tarafından yapılır. Bu SSCP sadece çerçeve aktarma çerçevelerini işleyebildiğinden FR-SSCP olarak adlandırılır.

AAL5, SSCP veri birimlerini işleyen bir CPCS (Common Part Convergence Service) içerir. Bu CPCS, SSCP PDU’e 8 oktetlik bir kuyruk yapııştırarak CPCS PDU oluşturulur. Oluşan bu CPCS PDU’nun 48 oktetin tam katı olabilmesi için PAD eklenir. CPCS PDU değişken uzunlukta olabilir. AAL’nin parçalara ayırma ve tekrar birleştirme katmanında CPCS PDU 48 oktetlik hücrelere bölünür. Bu hücreler SAR PDU olarak adlandırılır. Sonunda bu hücreler ATM katmanına geçirilerek 5 oktetlik başlıklar eklenerek ATM fiziksel katmanı üzerinden ATM şebekesine gönderilir. Şekil 8.5’te gösterilen bütün bu işlemler çift yönlü yapılmaktadır.

Alıcı taraftaki ATM katmanı hücre başlıklarını çıkardıktan sonra kalan 48 oktetlik veri AAL5 işlemine tabi tutar. SAR PDU’ların birleştirilmesi ATM katmanı “dur” diyene kadar sürer. ATM katmanı bunun hücre başlıklarındaki bir bit ile anlar. Daha sonra gönderici tarafta yapılan işlemlerin tersi yapılır.

8.5.1 Çerçeve Aktarma-ATM Şebeke Araişlemleri

ATM kullanıcıları ile çerçeve aktarma kullanıcıları arasındaki şebeke araişlemleri temelde çerçeve aktarma çerçevelerini ATM şebekesinde taşıyabilmek için kullanılan bir AAL5 formudur. Çerçeveleri ATM hücre serisi şeklinde gruplandıran ATM aygıtı “araişlem birimi” (IWU=Interworking Unit) olarak adlandırılır. IWU, araişlem fonksiyonu (IWF) içerir. Şebeke araişlemleri IWU’dan IWU’ya, veya IWU’dan bir ATM uç sistemine doğru çalışır. Doğal olarak bu ATM uç sistemi AAL5 PDU’larını üretebilmeli ve işleyebilmelidir. Bu ATM uç sistemleri bazen “çerçeve aktarmadan haberdar” ATM uç sistemi olarak da bilinmektedir. O halde şebeke araişlemleri için iki seçenek var; biri iki IWU ve uç sistem olarak iki FRAD bulunması durumu, ikincisi ise bir IWU ve çerçeve aktarmadan haberdar bir ATM uç cihazı bulunması durumudur.



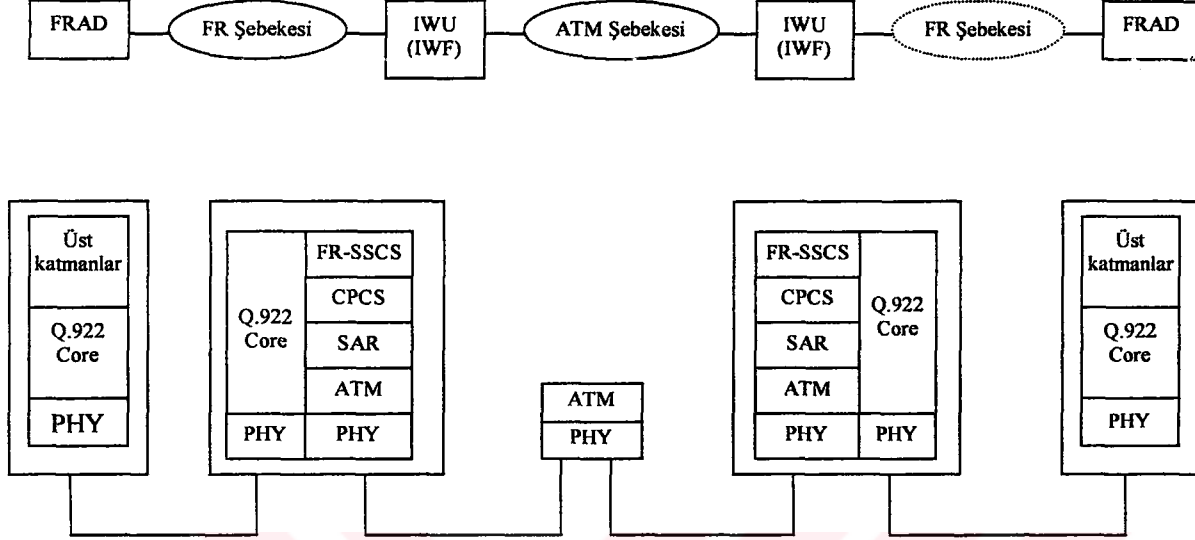
Şekil 8.5 Çerçeve aktarma çerçevesinden ATM hücresine geçiş

8.5.1.1 IWU'dan IWU'ya Şebeke Araışlemleri

ATM şebekesi FRAD'lar için tamamen saydamdır, ve IWU'lar şebekenin uçlarında değil içinde yer alır. IWU AAL5 kullanarak çerçeve aktarma-ATM eşlemesi yapar. Buradaki eşleme işleminde, çerçeve aktarmadaki FECN ve DE bitleri ATM hücre başlığındaki karşılıkları olan EFCI ve CLP bitlerine dönüştürülür.

IWU'dan IWU'ya şebeke araışlemleri Şekil 8.6'da gösterilmiştir. Herbir aygıttaki protokoller de gösterilmiştir. Burada uç sistemlerin ATM şebekesiyle direkt bir

bağlantısı yoktur. IWU, iki ATM şebekesi arasında veya ATM UNI'yi destekleyen çerçeve aktarma düğümü arasında olabilir. Şekilde çizgili şebeke bulutu olarak gösterilmiş olan uçtaki çerçeve aktarma şebekesi gerekmeyebilir.



Şekil 8.6: IWU-IWU arasında çerçeve aktarma - ATM şebeke araışlemleri

8.5.1.1.1 DE ve CLP Bit Eşlemesi

DE ve CLP (hücre atma önceliği) bitlerini birbirlerine doğru olarak dönüştürebilmek için oldukça fazla bir zaman ve emek harcanmıştır. IWU bu eşleme işleminde iki modu desteklemektedir.

FR-ATM doğrultusunda her iki mod da Q.922 çekirdeğindeki DE biti FR-SSCS PDU başlığına değiştirilmeden kopyalanır. Ayrıca Mod 1'de DE biti SAR alt katmanında üretilen her hücrenin CLP bitine de kopyalanır. Mod 2'de ise her hücrenin CLP bitine Q.922 çekirdeğindeki DE bitine bakmaksızın sabit bir değer (0 veya 1) atanır. Bu sabit değer ATM bağlantısı kurulduğunda seçilir.

ATM-FR doğrultusunda, Mod 1'de en az bir ATM hücrendeki CLP biti 1 ise, veya FR-SSCS PDU'daki DE biti 1 ise, IWF Q.922 çekirdeğindeki DE bitini 1 yapar. Mod 2'de ise, ATM hücrelerindeki CLP bitlerine bakılmaz; bunun yerine FR-SSCS PDU içindeki DE biti değiştirilmeden Q.922 çekirdeğindeki DE bitine kopyalanır.

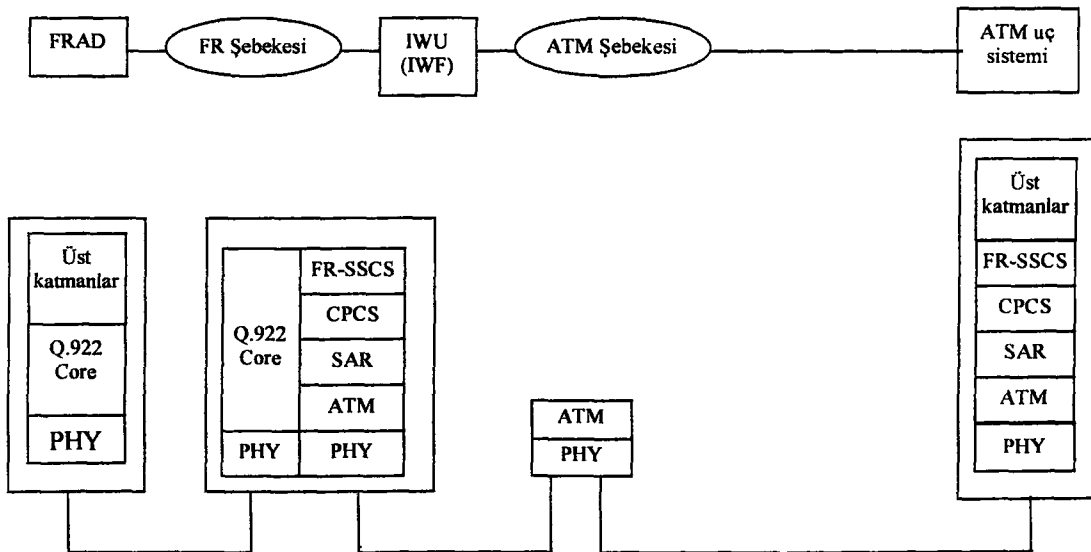
8.5.1.1.2 FECN ve EFCI Bit Eşlemesi

Q.922 çekirdeğindeki ve FR-SSCS PDU içindeki FECN biti her iki doğrultuda da değiştirilmeden birbirine kopyalanır. FR-ATM doğrultusunda FECN biti ile EFCI biti eşlemesi yapılmaz, ve EFCI her zaman 0 yapılır. ATM-FR doğrultusunda ise FR-SSCS PDU içindeki FECN biti 1 ise, veya bir çerçeveye ait alınan son ATM hücresindeki EFCI biti 1 ise, IWF Q.922 çekirdeği içindeki FECN bitini 1 yapar.

ATM çift doğrultulu çalışmadığından ATM hücresinde BECN bitinin eşleniği yoktur. ATM ve Frame Relay Forum tarafından şebeke araişlemlerinde yığılma durumunu silmek için bir seçenek tanımlanmıştır. ATM-FR doğrultusunda belli bir periyotta yeni bir yığılma bildirisi alınmazsa yığılma bildirimini silmek için bir zamanlayıcı kullanılır. Alınan bir sonraki çerçevenin son hücresinde EFCI biti 1 değilse yığılma bildirimi silinir; aksi taktirde zamanlayıcı yeniden başlatılır.

8.5.1.2 IWU ve Çerçeve Aktarmadan Haberdar Şebeke Araişlemleri

Çerçeve aktarma-ATM şebeke araişlemlerinde ortaya çıkan ikinci durum ise FRF.5'te belirtildiği gibi sadece bir tane IWU bulunmasıdır. Şebekenin diğer ucunda çerçeve aktarmadan haberdar ATM uç sistemi bulunmaktadır. Burada da gereken AAL5 ve FR-SSCS süreçleri IWU tarafından değil, doğrudan ATM uç sistemi tarafından yürütülmektedir. Bu yaklaşımın üstün yanı çerçeve aktarma aygıtlarıyla haberleşebilmek için burada sadece ATM uç sistemlerine gerek duyulmasıdır, yani parasal bir tasarruf söz konusudur. Bu yapı Şekil 8.7'de gösterilmiştir. Buradaki bütün araişlem fonksiyonları ATM uç sisteminde bütünleştirilmiştir.



Şekil 8.7: IWU ile ATM uç sisteme arasında FR-ATM şebeke araişlemleri

8.5.2 Çerçeve Aktarma-ATM Hizmet Araışlemleri

FR-ATM hizmet araışlemleri Frame Relay Forum tarafından FRF.8'de tanımlanmıştır. Bir çerçeve aktarma hizmeti kullanıcısının, bir hücre aktarma hizmeti kullanıcısı ile birbirinin donanımından bağımsız olarak araışlemlerini yürütmesini sağlar. Her iki şebeke IWF'ler arasılığıyla birbirlerinin donanımları hakkında herhangi bir bilgiye gerek görmeden bağlanır. Ne ATM CPE, ne de IWF, FR-SSCF işlemlerini yürütmez. IWF her iki doğrultuda da protokol çevirisi yapar.

8.5.2.1 DE ve CLP Bit Eşlemesi

Her iki doğrultuda da iki mod tanımlanmıştır. İkinci mod seçime bağıdır, ve mod seçimi her bir virtuel bağlantı için ayarlanabilir.

FR-ATM doğrultusunda, mod 1'de Q.922 çekirdeğindeki DE biti SAR altkatmanında üretilen bütün hücrelerin CLP bitine değiştirilmeden kopyalanır. Mod 2'de ise üretilen hücrelerin CLP bitleri, DE bitine bakmaksızın sabit bir değer yapılır. Bu sabit değer abonelik sırasında kararlaştırılır.

ATM-FR doğrultusunda, mod 1'de en az bir ATM hücresinin CLP biti 1 ise, Q.922 çekirdeğinin DE biti de IWF tarafından 1 yapılır. Mod 2'de ATM hücrelerindeki CLP bitine bakılmaz. Bunun yerine bu hizmete abone olurken kararlaştırılan sabit değer atanır.

8.5.2.2 FECN ve EFCI Bit Eşlemesi

FR-ATM doğrultusunda IWF'nin desteklediği iki mod tanımlanmıştır. Her virtuel bağlantı için hangi modun uygulanacağı ayarlanabilir. Mod 1'de çerçevenin FECN biti, SAR tarafından üretilen her hücrenin EFCI bitine kopyalanır. Mod 2'de ise EFCI alanı her zaman "yığılma yok" şeklinde ayarlanır. Bununla birlikte, yığılma ortaya çıktığında her iki modda da EFCI alanı 1 yapılır.

ATM-FR doğrultusunda ise bölünmüş çerçeveye ait hücrelerden sonuncusunun EFCI alanı 1 ise, çerçevenin FECN biti 1 yapılır. ATM hücre seviyesinde BECN bitinin karşılığı yoktur. Bu nedenle, bu doğrultuda IWF çerçevenin BECN bitini 0 yapar. FR-ATM doğrultusunda ise, IWF BECN bitini dikkate almaz.

8.5.2.3 Saydamlık Modu ve Çeviri Modu

FR-AT hizmet araişlemleri için sadece bir IWU vardır. Çerçeve aktarma cihazları sadece çerçeve aktarma şebekesini, ATM cihazları da sadece ATM şebekesini görür. ATM şebekesi boyunca iletilecek bir çerçeve aktarma çerçevesi olmadığı için, hizmet araişlemleri IWU’da veya ATM uç sisteminde bir FR-SSCS kullanmaz. FR-ATM doğrultusunda çerçeve aktarma çerçevesinden kullanıcı bilgisini alıp, üzerine ATM kuyruğu ekleyerek oluşturulan “sıfır SSCS AAL5 çerçevesi” kullanılır. ATM-FR doğrultusunda da aynı sıfır SSCS AAL5 çalıştırılır. IWU, AAL5 ücrete tabi yük serisi aldığıında, AAL5 kuyruğu çıkartılır ve içerikler tekrar birleştirilerek IWU’daki Q.922 çekirdek fonksiyonlarına geçirilir. Buradaki önemli nokta, çerçeve aktarma çerçevesi –ATM hücre eşlemesi işlemlerinin bir IWU’da yapıldığıdır.

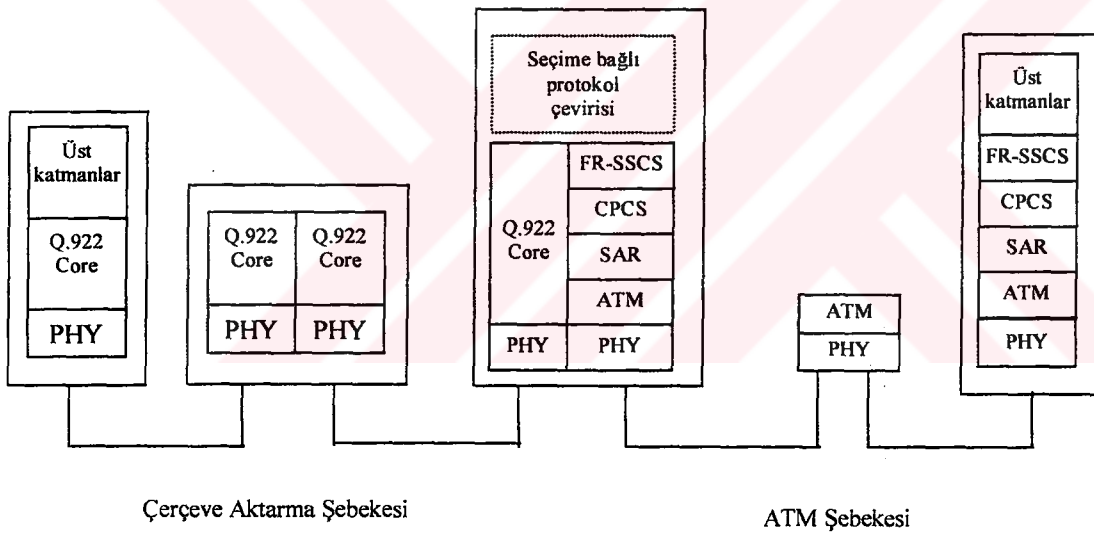
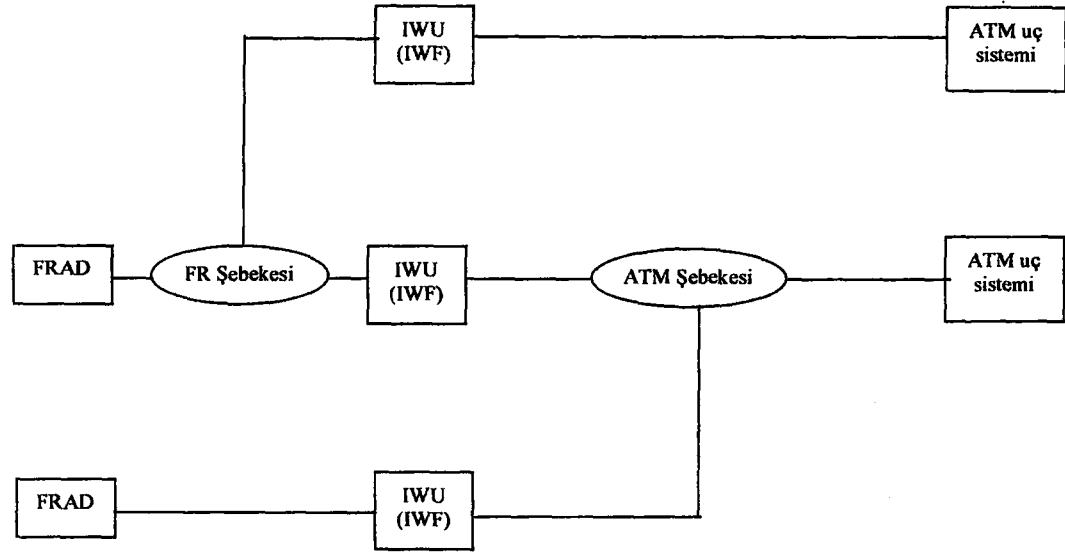
FR-ATM hizmet araişlemlerinde iki mod bulunmaktadır. Bunlar saydamlık modu ve çeviri modu olarak adlandırılır.

Saydamlık modunda çerçevenin içeriği (FR-ATM doğrultusunda) veya AAL5 PDU’i (ATM-FR doğrultusunda) hiç değiştirilmeden IWU’daki bir formdan diğerine geçirilir. Bu saydamlık modu, çerçeve aktarma ve ATM protokol katmanlarının üzerindeki uygulama protokolleri aynı ise oldukça avantajlıdır.

Ancak bu tür uygulamaların sayısı pek fazla değildir. Örneğin IP paketlerinin iletiminde saydamlık modu kullanılamaz. Çünkü çerçeve aktarma IP paketlerini RFC 2047’e göre paketlemekte iken ATM ise IP paketlerini RFC 1483 ile paketlemektedir.

FR-ATM hizmet araişlemlerinde kullanılan IWU, çerçeve aktarma ve ATM şebekesinde 3 ana durumun bir karışımı olarak bulunabilir. Şekil 8.8’de gösterildiği gibi, IWU çerçeve aktarma şebekesi ile ATM aygıtı arasında, çerçeve aktarma şebekesi ile ATM şebekesi arasında, veya çerçeve aktarma aygıtı ile ATM şebekesi arasında bulunabilir.

Çeviri modu FRF.8’de bütün olasılıkları ve ayrıntıları ile birlikte açıklanmıştır. IWU’daki FR-ATM PVC’leri arasında üstkatmanların köprüleme ve yönlendirme eşlemesi yapılır. Yani çeviri modu yönlendirme ve köprüleme araişlemlerini destekler.



Şekil 8.8: FR-ATM hizmet araışlemleri

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

9.1. Çerçeve Aktarmanın Geleceği

Şebeke teknolojilerinin de diğer bütün teknolojiler gibi sınırlı bir ömrü vardır. Yeni bir teknoloji doğar, az ya da çok yaygınlaşır, ve sonra yerini yeni çıkan teknolojilere bırakır. Bir teknolojinin ömrünün uzun veya kısa olması birçok etkene bağlıdır. Bunlar ilgili diğer teknolojiler olduğu gibi, sosyal ve ekonomik etkenler de olabilir.

Çerçeve aktarmanın ortaya çıkışı da X.25'in kullanım alanını daraltmaktadır. Aslında çerçeve aktarmanın kullandığı altyapıda X.25 de kullanılabilir. Ancak çerçeve aktarmanın kullanılabileceği ortamda X.25 kullanmak iletim maliyetlerini arttıracak gibi verimi de düşürecektir.

Çerçeve aktarmanın geleceği nasıl olabilir? Daha genel bir ifade ile OSI referans modelinin 2. katmanındaki değişken uzunluklu çerçevelerin hızlı paket bağlaşması gelecekte nasıl bir şekil alır? Geleceğin teknolojileri bugünden berrak görünebilseydi, bu sorunun yanıtı da kolay olurdu. Ancak geleceğin teknolojileri tam berrak olmasa da, zaten kullanılmakta olan veya gelecekte kullanılabilmesi olası olan teknolojilerde çerçeve aktarma kullanımının nasıl olacağı şimdiden tartışılabilmektedir.

Hizmet sağlayıcıların ve kullanıcıların bugün ve/veya gelecekte çerçeve aktarma ile kullanabileceği teknolojiler aşağıda sıralanmıştır:

1. Sonet/SDH hızlarında UNI ve NNI desteği
2. ATM altyapısının kullanılması
3. Daha fazla ve daha iyi bir ses ve video desteği
4. Küresel bir şebeke olması
5. Gigabit ethernet dünyasında yer edinmesi

9.1.1. Çerçeve Aktarma ve Sonet/SDH

Bir şebeke teknolojisi her zaman üzerinde çalıştığı fiziksel ortamın hızını arttırmak eğilimindedir. Çerçeve aktarma düğümleri de, X.25 düğümlerinin yerini aldığı anda başlangıçta port hızları aynı kalmıştır. Kullanıcı port hızı en az 64 kbit/sn veya daha altı ile en fazla 2.048 Mbit/sn (E1); Amerika için ise en büyük hız 1.544 Mbit/sn (T1) olarak alınmıştır. Daha sonraları ise çerçeve aktarma UNI ve NNI için sadece E1 ve T1 hızlarını değil, E3 (34 Mbit/sn) ve T3 (45 Mbit/sn) hızlarını da destekleyebilecek şekilde gelişmiştir.

Buradaki sorun, artan hızların şebeke standartları tarafından desteklenmesi sorunudur. ATM'nin bu konuda bir sıkıntısı yoktur. Sonet/SDH (Eşzamanlı optik şebeke / eşzamanlı sayısal hiyerarşi) sabit bir hızı değil, ölçeklenebilir standart hızları tanımladığından ATM düğümleri ve linkleri bu hızlarda da hücreleri aktarabilmektedir. ATM bunun için ayrı bir şartnameye gerek duymaz. Bu hızlar Tablo 9.1'de gösterilmiştir.

Bazı çerçeve aktarma donanımları geleceği önceden doğru tahmin etmelerinden dolayı bu hızları desteklemektedir. Bu hızların doğrudan FRAD ve düğümler tarafından kullanılabilmesi için bazı çerçeve aktarma standartlarının değiştirilmesi zaman alacaktır. Bununla birlikte, Sonet/SDH'nin yaygınlığı ve geniş bir aralıkta kullanılabilir olması çerçeve aktarma şebekelerine kolaylıklar getirmektedir.

Tablo 9.1 Sonet/SDH hızları

BİT HIZI	SONET	SDH
51.84 Mbit/sn	OC -1	Tanımlı değil
155.52 Mbit/sn	OC-3c	STMO-1
622.08 Mbit/sn	OC-12c	STMO-4
2.4 Gbit/sn	OC-48c	STMO-16
5 Gbit/sn	OC-96c	(STMO-32)
10 Gbit/sn	OC-192c	(STMO-64)

9.1.2 Çerçeve Aktarma İçin ATM Omurgasının Kullanılabilmesi

ATM ve çerçeve aktarmanın her ikisi de hızlı paket şebekeleri etiketini paylaşmaktadırlar. Ancak çerçeve aktarma veri trafiği için düşünülmüşken, ATM her türlü trafik için düşünülmüştür. Dolayısıyla ATM çerçeve aktarma şebekesini de desteklemektedir.

Öte yandan bir önceki maddede açıklandığı gibi, ATM şebeke teknolojilerindeki hız artışlarına kolayca uyum sağlamaktadır. Gelecekte hızların daha da artacağı düşünüldüğünde bunu önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu gerçeğin farkına varan çerçeve aktarma hizmet sağlayıcıları da ATM omurgası ile çerçeve aktarma port adaptörlerini kullanarak ATM yapısı oluşturup, çerçeve aktarma hizmeti satmaktadırlar. Bir AAL5 port adaptörü aynı zamanda birçok çerçeve aktarma UNI'ne hizmet verebildiğinden kullanıcıların pahalı ATM donanımı almasına gerek yoktur. Bazı kullanıcılar da yakın bir gelecekte çerçeve aktarma şebekesinin ATM şebekesine dönüşeceğini düşünmektedirler. Ancak bugün için çerçeve aktarma şebekelerinin verebileceği hizmetin ATM şebekelerinden almak ekonomik değildir.

9.1.3 Ses ve Video Desteği

Çerçeve aktarma şebekeleri veri şebekesi olatakar tasarlanmışsa da ses desteği başarılı bir şekilde eklenmiştir. Video desteği de daha fazla bandgenişliği gerektirmesine rağmen kaçınılmaz olmuştur. Çerçeve aktarma servis sağlayıcılarının daha önceden (ve hala) telefon firmaları olmaları nedeniyle, yakın bir gelecekte ses ve video desteğinin daha kalitesi hale gelmesi şarşırtıcı olmaz.

Ses sıkıştırma tekniklerinin gelişimine bakarak verilen bir bandgenişliği için sıkıştırılmış sesin kalitesinin daha da artacağı açıktır. Video için de aynı durum söz konusudur. Ayrıca ATM omurgasının kullanımı ses ve video iletiminde hem gecikmeyi, hem de gecikmenin varyansını (jitter) azaltarak hizmet kalitesini arttırmaktadır.

9.1.4 Küresel Bir Şebeke Olması

Çerçeve aktarma şebekeleri farklı kıtalardaki FRAD'lar arasında kolayca çalışabilir. Bu alandaki en büyük rakibi de Internettir. Internete göre bazı üstünlükleri vardır. Örneğin çerçeve aktarmada FRAD'lar arasında belli bir band genişliği garantisi (CIR) vardır. Internette sunucu ve istemciler arasında böyle bir garanti yoktur. Bir diğer üstünlük ise Internetteki kadar yığılma ve güvenlik sorunlarının olmamasıdır.

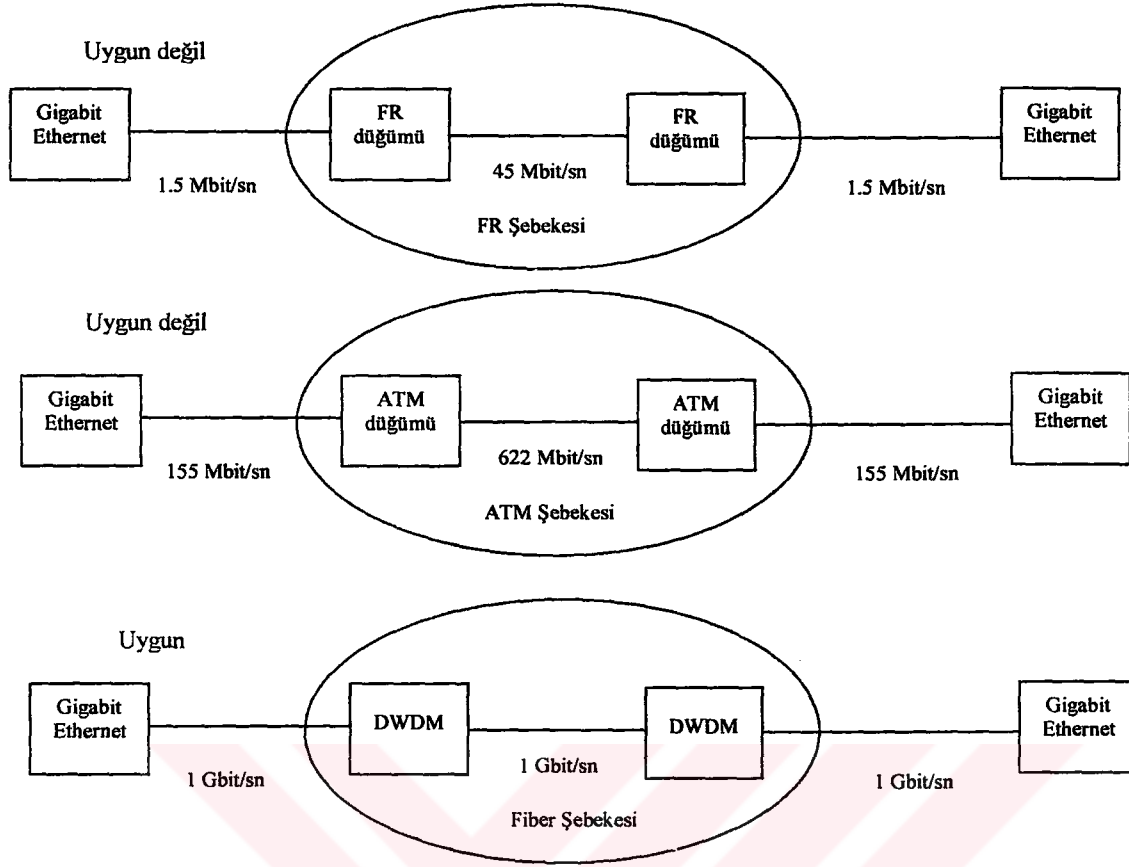
Bazı hizmet sağlayıcıları ayrı bir IP şebekesi oluşturarak yönetilebilen internet hizmeti sunmaktadırlar. Böylelikle çerçeve aktarmanın sağladığı kadar bir hizmet kalitesini sunmaya çalışmaktadırlar. Çok uluslu şirketler için çerçeve aktarma hizmeti almak telefon ve faks giderlerinde önemli miktarlarda tasarruf sağlamaktadır.

9.1.5 Gigabit Ethernet Dünyasında Yer Edinmesi

Gigabit ethernet, çerçeve kullanarak fiber optik kablolar ve sınırlı uzaklıklar için UTP bakır kablolar üzerinde 1 Gbit/sn hızında çalışan yeni bir LAN teknolojisidir. Çerçeve aktarma ise en fazla 45 Mbit/sn hızına kadar çıkabilmektedir. Tabii ki, WAN hızının LAN kadar olması beklenemez. Örneğin 10 Mbit/sn hızındaki LAN uygulamalarında oluşan patlamalı trafiği, çerçeve aktarma şebekesinde 64 kbit/sn hızındaki UNI rahatlıkla karşılamaktadır. Buradaki oran yaklaşık 150/1'dir. Bu oran LAN-WAN uygulamalarındaki patlamalı trafik için yeterlidir. Gigabit ethernetette ise bu oran çerçeve aktarma UNI'in karşılayacağını çok üzerindedir.

Gigabit ethernetette hub'lar arası uzaklık, fiber hatlar kullanıldığında 10km'ye kadar çıkmaktadır. Gigabit ethernet sitelerinin bağlanması sözkonusu olduğunda çerçeve aktarma için "tehlike" başlıyor demektir. Sorun çerçeve aktarma UNI'nin yeterli bandgenişliğine sahip olamamasından kaynaklanmaktadır.

Gigabit ethernetler için fiber hatlar üzerinde çalışan DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing = Yoğun dalgaboyu bölmeli çoğullama) tekniği kullanılır. Bununla öncekinden 32 veya 64 kat fazla trafik taşınabilmektedir. Bu durum Şekil 9.1'de gösterilmiştir.



Şekil 9.1 Direkt fiber Gigabit etherneti

9.2 Sonuç

Çerçeve aktarma şebekelerinin gelişimi hem haberleşme teknolojilerindeki, hem de kullanıcı cihazlarındaki gelişmelerden kaynaklanmaktadır. Çerçeve aktarmanın ses ve videoda olduğu gibi ortaya çıkan yeni gereksinimleri karşılamadaki esnekliği gelişmelere açık olduğunun bir göstergesidir. Bu da ömrünün uzun olacağını düşündürmektedir. Ömrünün uzun olması kavramı, diğer teknolojilerin gelişmesine bağlı olan göreceli bir kavramdır.

Diğer bir etken de iletim hatlarıdır. Bakır hatlar yerlerini tamamen fiber hatlara bırakana kadar düşük hızlar gündemde kalmaya devam edecektir. Bu da çerçeve aktarmanın ömrü ile doğrudan ilgilidir.

9.3 Öneriler

Yığılma yönetimi, birbirinden farklı fakat biri değerini takip edebilen iki mekanizmayı kapsar. Birincisi yani öncelikle yapılması gereken yığılmadan kaçınma işlemleridir. Bunların yetersiz olması durumunda, yani yığılmanın önlenemediği durumda yığılma düzeltme mekanizmaları devreye girer. Yığılmadan kaçınma işlemlerinin yetersiz kalması şebeke açısından istenmeyen bir durumdur. Bir taraftan net çıkış verimi birden düşmekte, diğer taraftan atılan çerçeveler tekrar istenmekte, dolayısıyla ek trafik yükü gelmektedir. Bu nedenlerle yığılmadan kaçınma işlemlerinin başarıya ulaşması şebekeler açısından çok önemlidir.

Çerçeve aktarma şebekelerinde düğümlerdeki buffer kullanım oranı %50'yi aştığında yığılmadan kaçınma işlemlerini başlatmakta, %80'i aştığında ise yığılma düzeltme işlemlerine başvurmaktadır. Bu değerler düğüm üreticileri tarafından öntanımlı değerler olarak belirlenmiştir. Burada üzerinde değişiklik yapılabilecek parametre %50 oranıdır. Çünkü yığılmadan kaçınma işlemlerinin erken ya da geç başlatılmasını bu parametre belirlemektedir. Buradaki en canalcı soru ise ne zaman erken, ne zaman geç başlatılması gerektiği sorusudur. En uygun cevap ise çerçeve atmak zorunda kalındığı, yani yığılmadan kaçınma işlemlerinin yetersiz kaldığı zaman erken başlatmak, diğer durumda ise geç başlatmaktır. Bu cevap basit, ancak uygulaması zordur. Şimdiki zamandan geçmişe yönelik yorum yapmak çok kolaydır. Ancak iş işten geçmiştir.

Bu tür sorunların çözümünde olasılık teorisi devreye girmektedir. Geçmişteki verilerden yararlanarak geleceğe yönelik kestirimlerde bulunmak. Çerçeve aktarma şebekelerindeki gibi patlamalı ve rasgele trafik sözkonusu olduğunda bu kestirimin ne kadar işe yarayacağı sorusu akla gelebilir. Çerçeve aktarma şebelerinde kullanıcı sayısının fazla olması birtakım avantajlar getirmektedir. Çok sayıda denemelerin yapılmış olması, geleceğe yönelik tahminin doğru olması olasılığını arttırmaktadır. Burada dikkat çeken diğer bir özellik ise şebekeyi kullanan sektörlerdeki çalışma saatlerinin rasgelelik değil, düzenlilik göstermesidir. Bu nedenle yığılmanın ortaya çıktığı ve çerçevelerin atılmak zorunda kalındığı zaman dilimleri düzenlilik göstermektedir.

Burada kullanılması gereken algoritma da bu çerçevede düzenlenebilir. Her düğüm dönemsel olarak (günlük ve haftalık) çerçeve atılmanın gündeme geldiği zaman dilimlerini kaydeder. Bir sonraki dönemde bu zaman dilimlerine gelindiğinde yığılmadan kaçınma işlemlerini erken (örneğin şebeke kullanım oranının %45 olduğu zamanda) başlatır; yığılmanın görünmediği zaman dilimlerinde ise daha geç başlatır. Bu kayıtlar sürekli güncellenerek istatistikler tutulabilir.

9.3.1. Algoritmanın tasarlanması

Burada geçmişe yönelik bir kayıt tutma zorunluluğu olduğundan öncelikle bir veri tabanı oluşturulması gerekir. Bu veri tabanı sürekli güncelleştirilmeli, önceki zamanlara ait veriler de istatistik oluşturmak amacıyla saklanmalıdır. Veri tabanındaki en önemli nokta zaman dilimlerine ve periyotlara karar verilmesidir. Periyot için en uygun olan zaman dilimi bir gündür. Çünkü her gün hafta sonları hariç, bir öncekinin bir tekrarıdır. Cumartesi ve Pazar günleri ise ayrı bir değerlendirilmeye tabi tutulmalıdır. Periyot gün olarak seçildiğine göre zaman dilimi olarak da saat seçilmesi uygun olur. Düğümlerdeki işlem yükünü hafifletmek amacıyla şebekenin çok az kullanıldığı dolayısıyla da yığılmanın söz konusu olmadığı gece saatleri daha büyük zaman dilimi olarak alınabilir. Dolayısıyla bir gün için oluşturacağımız tabloda 24 yerine 16 zaman dilimi bulunabilir.

Tabloda kayıt girişi olarak zaman dilimleri, alan olarak da saat, gelen çerçeve sayısı, bozuk çerçeve sayısı, atılan çerçeve sayısı, yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısı (YDAÇS), giden çerçeve sayısı, yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısının gelen çerçeve sayısına oranı ve yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısının gün sonunda toplam yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısına oranı olabilir. Burada yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısı, atılan toplam çerçeve sayısından bozuk çerçeve sayısı çıkarılarak bulunur. Cumartesi ve Pazar günleri için de ayrı tablolar oluşturularak kendi içlerinde değerlendirilmeye tabi tutulmalıdır. Tablo başlığı olarak da o günün tarihi kullanılmalıdır. Bir gün için hazırlanan tablo Tablo 9.2’de gösterilmiştir. Kullanılan kısaltmaların karşılıkları ve eşitlikler ise şöyledir:

ÇS : Çerçeve Sayısı

YDAÇS : Yığılmadan dolayı atılan çerçeve sayısı

TYDAÇS :Gün sonundaki toplam YDAÇS

GG/AA/YYYY: Gün, ay, yıl olarak tarih

$YDAÇS = \text{Atılan ÇS} - \text{Bozuk ÇS}$

$x = \text{Bir saattaki YDAÇS'nın TYDAÇS'na oranı}$

$x = YDAÇS / TYDAÇS$

Tablo 9.2: Günlük kayıt girişi

GG/AA/YYYY

Saat	Gelen ÇS	Bozuk ÇS	Atilan ÇS	YDAÇS	Giden ÇS	$\frac{YDAÇS}{Gelen\ ÇS}$	$\frac{YDAÇS}{TYDAÇS}$
8-9							
9-10							
10-11							
11-12							
....							
....							
23-24							
Toplam				TYDAÇS			1

Başlangıç için yığılmanın bu saat dilimlerine homojen olarak dağıldığını varsayabiliriz. Bu durumda tablonun en sağında bulunan YDAÇS / TYDAÇS oranı da 1/16 yani % 6.25 olmaktadır. Tablonun bu alanı gün bitiminde yazılmalıdır.

Bir sonraki gün için yığılma uyarısının yani buffer kullanım oranının %50'den farklılaşması da yukardaki %6.25 değerinden sapmasıyla ters orantılı olmalıdır. Örneğin %7 olduğunda uyarı %45'lerde başlayabilir. %8 olduğunda ise %40'larda başlayabilir. Sistemin %6.25 oranının etrafındaki ufak salınımları dikkate almaması için $\%6.25 \pm \alpha$ gibi bir α tolerans değeri verilebilir. Burada karşılaştırmalar ve karar vermeler devreye girer.

Eğer $x > \%6.25 + \alpha$ ise yığılma uyarısını K kadar bir önceki günkü değerinden (başlangıç için %50) çıkar.

Eğer $x < \%6.25 - \alpha$ ise yığılma uyarısını K kadar bir önceki günkü değerine (başlangıç için %50) ekle.

Buradaki α ve K parametreleri şebekenin durumuna göre deneyimler sonucu elde edilecek değerlerdir. Ancak istenirse başlangıçta mümkün mertebe küçük tutularak başlanır ve önlerine birer katsayı eklenebilir. Bu durumda yukardaki karşılaştırma ve karar verme şu şekilde olur:

Eğer $x > \%6.25 + k\alpha$ ise yığılma uyarısını kK kadar bir önceki günlük değerinden (başlangıç için %50) çıkar.

Eğer $x < \%6.25 - k\alpha$ ise yığılma uyarısını kK kadar bir önceki günlük değerine (başlangıç için %50) ekle.

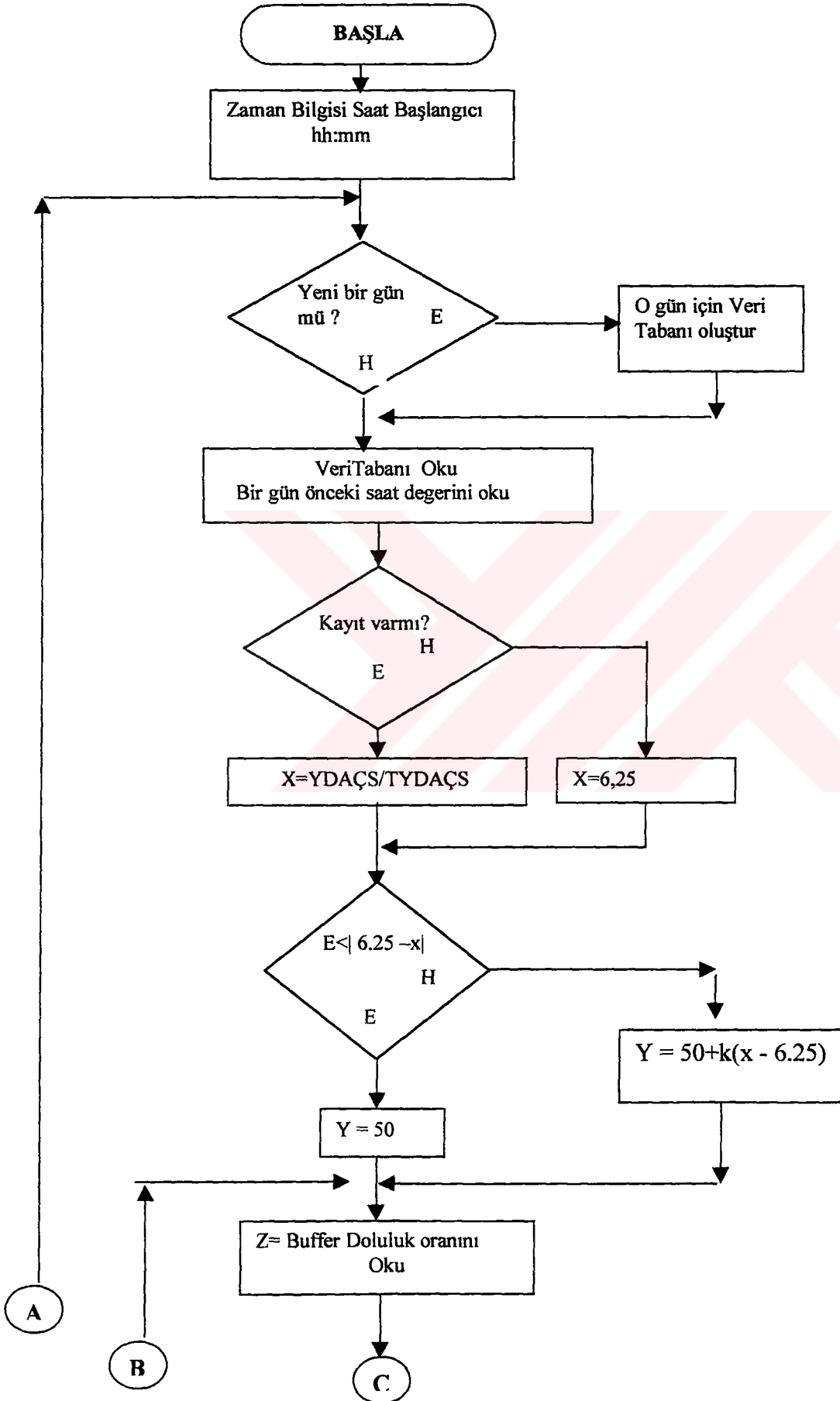
Günlük olarak bu kayıtlar tutulduktan sonra daha uzun dönemler (haftalık veya aylık olabilir) için analizler yapılmalıdır. Bu analizler sonucunda bazı saat dilimlerinin belli bir kararlılığa ulaştığı, bazı saat dilimlerinin ise belli miktarlarda salınım yaptığı gözükabilir. Kararlı bir duruma ulaşan saatler için parametreler doğru seçilmiş sayılabilir. Salınım yapan saat dilimleri için ise daha önceden seçilmiş parametreleri küçültmek gerekir. Böylece salınım miktarı azaltılarak tolereans sınırları içine çekilmesine yardımcı olunur.

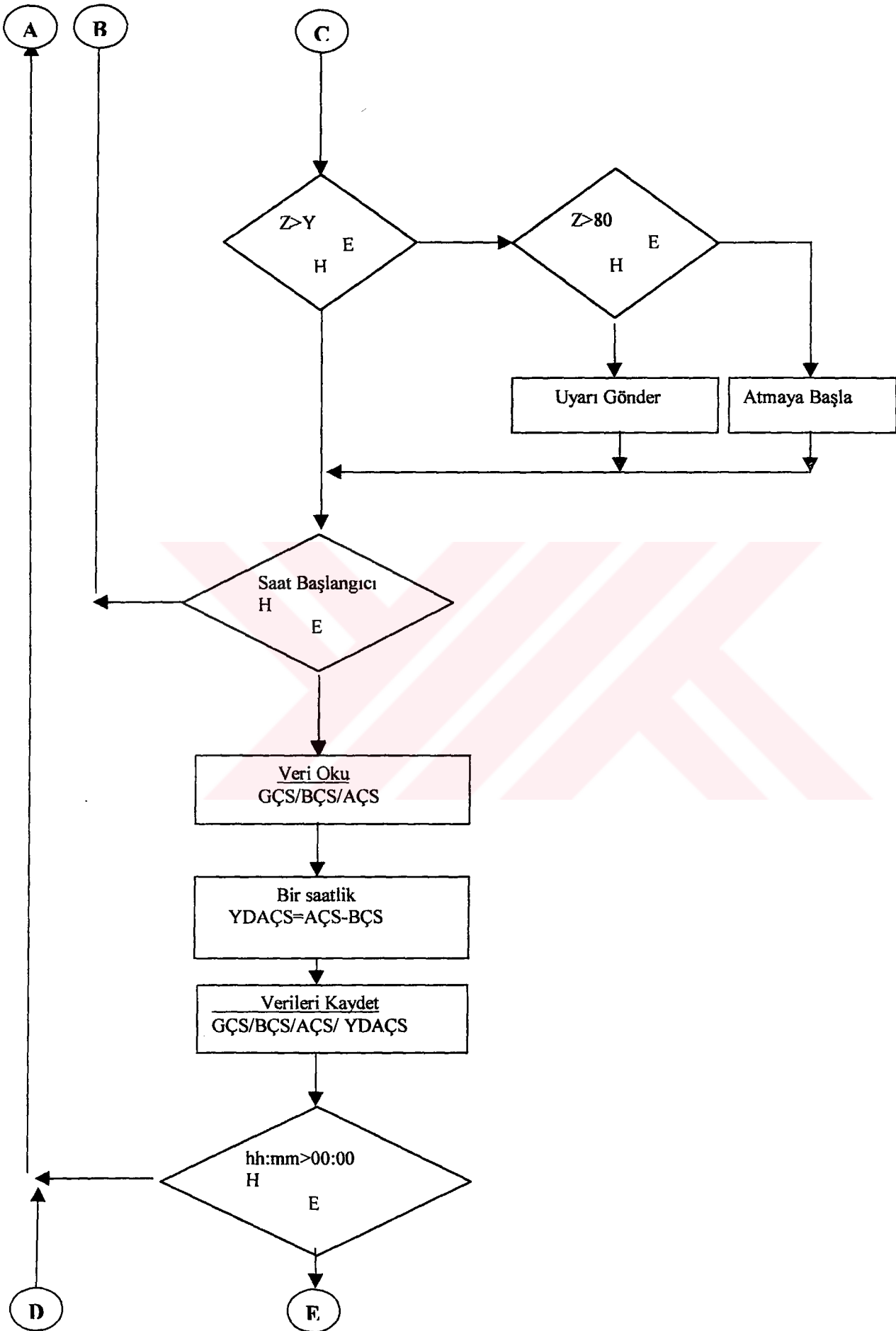
Örneğin $k\alpha$ değerinden daha büyük bir salınım oluyorsa; yani bir gün $x > \%6.25 + k\alpha$ olmakta ve bu nedenle yığılma uyarısı kK kadar azaltılmakta; ve bir sonraki gün $x < \%6.25 - k\alpha$ olmakta ve bu nedenle yığılma uyarısı kK kadar arttırılmakta ise yığılma uyarısı kK değerinin yarısı kadar arttırılmalı ve/veya azaltılmalıdır. Böylece salınım miktarı küçültülerek tolerans sınırlarına yaklaşması sağlanabilir.

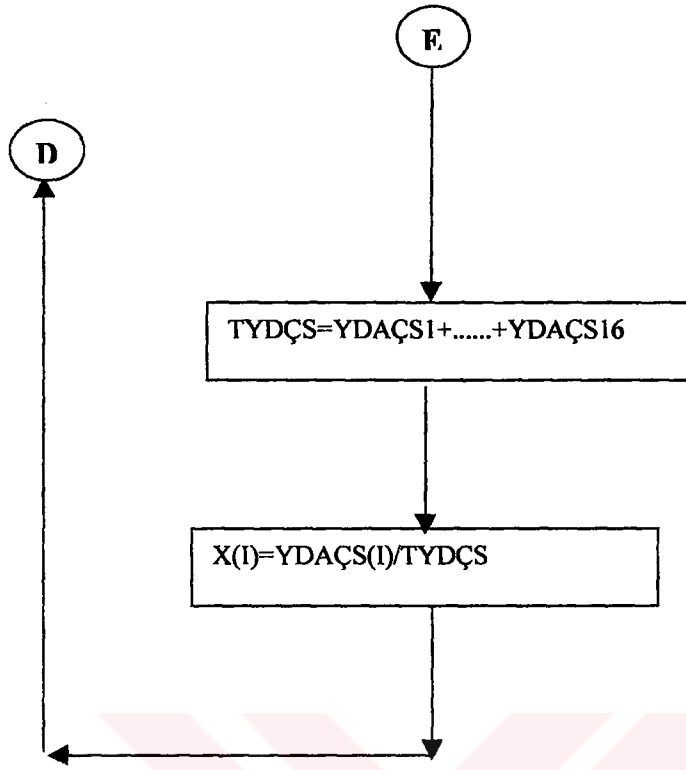
Yeni bir haftanın ve/veya yeni bir ayın başlangıcında referans değerleri olarak bir önceki işgününün değerleri değil bir hatanın veya bir ayın ortalama değerleri referans alınmalıdır.

Haftanın günlerinin trafik yoğunluğu açısından birbiriyle farklılık göstermesi, buna karşılık bir hafta önceki aynı günle trafik yoğunluğu açısından benzerlik göstermesi durumunda her gün için ayrı bir tablo oluşturulmalı ve referans olarak da bir önceki haftanın değerleri kullanılmalıdır.

9.3.2 AKIŞ DİYAGRAMI







DEĞİŞKEN TANIMLARI

E: Eşik değeri

x: Yığılma oranı

Y: Uyarı başlangıç değeri

Z: Buffer doluluk oranı

k: Uyarı Katsayısı

KAYNAKLAR

- [1] **Uyless Black**, 1996. Frame Relay Networks, Specifications and Implementations McGraw-Hill.
- [2] **Byeong Gi Lee, Minho Kang, Jonghee Lee**, Broadband Telecommunications Tehnology, 1993 Artech House, pp 388
- [3] **Walter, Goralski**, 1999. Frame Relay for High-Speed Networks, pp. 328-329, Wiley Computer Publishing.
- [4] **Türk Telekom A.Ş.**, Frame Relay Servis özellikleri, www.telekom.gov.tr.
- [5] **S.A. Mahmoud, L. Dong, A.R. Kaye**, IEE Proceedings Communications, Volum 141, Number 4, August 1994, 265 –268.
- [6] **Cui-Qing Yang, Alapati V.S. Reddy**, A Taxonomy for Congestion Control in Packet Switching Networks, IEEE Network Magazine, July/August 1995, Volum 9, Number 5
- [7] **Sudhir Dixit, Stuart Elby.**, Frame Relay and ATM Interworking, IEEE Communications Magazine, June 1996, 64-79
- [8] **William Stallings**, Advances in ISDN and Broadband ISDN, 1992 Chapter 3, 85-110.
- [8] **R.L. Brewster**, ISDN Technology, 1993 Chapter 9, 85-89.
- [9] **P. K. Bhatnager**, Engineering Networks for Synchronication CCS 7 and ISDN, IEEE Telecommunications Handbook Series, 1997 Chapter 12, 391-410.
- [10] **Frame Relay Forum**, The Basic Guide to Frame Relay Networking, 1998

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Sinop'un Gerze ilçesinde doğdu. İlkokulu Sinop'ta, ortaokulu Ordu'da, liseyi Bursa'da okuduktan sonra 1989 yılında İTÜ Elektronik ve Haberleşme mühendisliği bölümüne girdi. 1993 yılında mezun oldu. 1994 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Anabilimdalı Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği programına başladı.

