

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ISDN İLETİŞİM SİSTEMİNİN İNCELENMESİ VE TEMEL
ISDN KANALI ÜZERİNDE ÇALIŞAN BİR ISDN
TELEFON TERMİNALİNİN TASARIMI VE
GERÇEKLENMESİ**

Müh. Ahmet Afşın AKIN

**F.B.E. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı Haberleşme Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ünal KÜÇÜK

İSTANBUL, 1999

KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 ISDN Tanımı	1
1.2 ISDN’i Ortaya Çıkaran Faktörler	2
1.3 Bütünleşik Hizmetlere Erişim	2
2. HABERLEŞME ALT YAPISI VE KAVRAMLARI	5
2.1 Analog Telefon Kanalı	5
2.2 Çoğullama	6
2.3 Ses Sayısallaştırma Ve Darbe Kod Modülasyonu (PCM)	7
2.4 Sayısal TDM Hiyerarşisi	8
2.5 Analog Telefon Hattında Sayısal İşaret	9
2.5.1 Sayısal telefon hattı	9
2.5.2 Karşılıklı eş zamanlı iletişim	10
2.6 Anahtarlama Ağlar	11
2.6.1 Devre anahtarlama	12
2.6.2 Paket anahtarlama	13
3. ISDN TERMİNOLOJİSİ, KAVRAMLAR VE STANDARTLAR.....	15
3.1 ISDN Kanalları	15
3.1.1 D Kanalı	16
3.1.2 B Kanalı	17
3.1.3 H kanalı	17
3.2 Erişim Arabirimleri	17
3.2.1 Temel erişim arabirimi BRI	18
3.2.2 İleri erişim arabirimi PRI.....	18
3.3 Fonksiyonel Cihazlar Ve Referans Noktaları.....	19
3.3.1 ISDN fonksiyonel cihazları.....	20
3.3.2 ISDN referans noktaları.....	21
3.4 ISDN standartları.....	22
4. ISDN SERVİSLERİ.....	24
4.1 ISDN Servislerinin Genel Yapısı	25
4.1.1 Taşıyıcı servisleri ve özellikleri	26

4.1.1.1	Bilgi iletim özellikleri.....	26
4.1.1.2	Erişim özellikleri	29
4.1.1.3	Genel özellikler ve ek servisler	31
4.1.2	Tele servisler	33
4.2	Örnek Servis Tipleri	34
4.3	Taşıyıcı Ve Paket Servis Kategorileri	35
5.	OSI REFERANS MODELİ.....	36
5.1	Giriş.....	36
5.2	Hiyerarşik Haberleşme.....	36
5.3	Veri Yapıları.....	38
5.4	Uyumluluk Problemi.....	39
5.5	OSI Tabakaları.....	40
5.5.1	Uygulama tabakası (application layer).....	40
5.5.2	Sunum tabakası (presentation layer).....	40
5.5.3	Oturum tabakası (session layer).....	40
5.5.4	İletim tabakası (transport layer).....	40
5.5.6	Ağ tabakası (network layer).....	41
5.5.7	Veri bağlantı tabakası (Data Link Layer).....	41
5.5.8	Fiziksel Tabaka (Physical Layer).....	41
5.6	ISDN Ve OSI.....	41
6.	ISDN 1.TABAKA.....	44
6.1	S/T Arabirimi (ITU-T I.430).....	44
6.1.1	Topoloji.....	44
6.1.2	Fiziksel bağlantı ve güç	45
6.1.3	Hat Kodlaması ve çerçeve formatı.....	47
6.1.4	BRI iletişim başlatma prosedürü.....	50
6.2	U Referans Noktası (ANSI T1.601).....	51
7.	ISDN 2.TABAKA.....	54
7.1	HDLC.....	54
7.2	LAPD ve D kanalında Bağlantı Erişim Prosedürleri	55
7.2.1	LAPD çerçeveleri.....	56
7.2.2	Bayraklar ve sıfır bit yerleştirme.....	57
7.2.3	Kontrol bilgisi ve LAPD çerçeve tipleri.....	57
7.2.4	LAPD adresleme.....	60
7.2.5	LAPD'nin özel durumları.....	60
7.2.6	Çoğullama, TEI ve SAPI'lar.....	61
7.2.7	SAPI ve TEI tanımlamaları	63
7.2.8	TEI yönetimi.....	64
7.2.9	Hata Kontrolü.....	66
7.3	Sistem Parametreleri Ve Zamanlayıcılar.....	68
8.	ISDN 3.TABAKA.....	69
8.1	Mesaj Yapısı.....	69
8.1.1	Protokol ayracı.....	70
8.1.2	Arama Referansı.....	70

8.1.3	Mesaj Tipi.....	71
8.1.4	Diğer Bilgi elemanları.....	71
8.2	Temel Devre Modu Arama.....	72
8.2.1	Arama	73
8.2.2	Aramayı Sonlandırma.....	75
8.3	Terminal Seçimi.....	76
8.4	Temel Paket Ve Çerçeve Modu Aramalar.....	77
8.4.1	Uzak Paket ağlarına devre modu bağlantı ile erişim.....	78
8.4.2	ISDN sanal devre servisine B kanal üzerinden erişim.....	79
8.4.3	ISDN sanal devre servisine D kanal üzerinden erişim.....	79
8.5	Ek Servislerin Kontrolü Ve Kullanılması.....	79
8.5.1	Tuş takımı protokolü.....	80
8.5.2	Özellik tuşu Yönetimi protokolü.....	80
8.5.3	Fonksiyonel protokol.....	81
8.6	ISDN İnsan-Ağ Arabirimi.....	81
8.7	Numaralama Ve Adresleme.....	83
8.7.1	Telefon numaraları:.....	83
8.7.2	PSPDN numaralama.....	83
8.7.3	ISDN numara ve adresleri	84
9.	ISDN TERMİNALİ UYGULAMALARI.....	86
9.1	ISDN Terminallerine Genel Bakış.....	86
9.1.1	ISDN telefonu.....	86
9.1.2	Terminal adaptörü.....	87
9.1.3	Bilgisayar uygulamaları.....	87
9.1.4	Görüntülü telefon.....	87
9.2	ISDN Terminal Donanım Yapısı.....	87
9.2.1	ISDN terminal tasarımında kullanılan temel donanım bileşenleri.....	87
9.2.2	ISDN bileşenleri arası iletişim.....	90
9.2.2.1	IOM-2.....	91
9.2.2.2	Abone kartı modu.....	92
9.2.2.3	Terminal modu.....	93
9.2.2.4	IOM-2 Terminal modu çerçeve yapısı.....	93
9.2.2.5	Alt çerçeve yapısı.....	94
9.2.2.6	IOM-2 terminal modunda kanallar.....	95
9.3	ISDN Terminal Yapıları.....	96
9.3.1	Temel ISDN telefon yapısı:	97
9.3.2	ISDN Terminal Adaptörü yapısı.....	98
9.3.3	ISDN PC kartı yapısı.....	100
10.	ISDN TELEFON MODÜLÜNÜN GERÇEKLENMESİ.....	101
10.1	Gerçekleme Kapsamı.....	101
10.2	ISDN Telefon Modülü Genel Donanım Yapısı.....	101
10.3	Donanım Detayları.....	102
10.3.1	Kullanılan bileşenler.....	102
10.3.1.1	ISAC S-TE PSB 2186.....	103
10.3.1.2	ARCOFI-SP PSB 2163.....	104
10.3.2	ISDN-analog sistem geçiş röleleri.....	105
10.3.3	Koruma.....	105
10.3.4	Kontrol lojigi.....	106

10.3.5	Kesmeler.....	106
10.4	ISDN Yazılım-Donanım İlişkisi.....	106
10.5	Gerçek Zamanlı Çok Görevli İşletim Sistemi (RTOS)	107
10.6	Yazılım	108
10.6.1	ISDN ana görev fonksiyonu.....	109
10.6.2	ISDN dinamik bellek yönetim birimi.....	110
10.6.3	ISDN mesaj kontrol sistemi.....	111
10.6.4	Uygulama-Protokol yazılımı Arabirimi.....	112
10.6.5	ISDN Telefon terminali uygulama yazılımı.....	114
10.6.6	ISDN Protokol Yazılımı.....	116
10.6.6.1	3.Tabaka Protokol yazılımı.....	116
10.6.6.2	2.Tabaka Protokol yazılımı.....	117
10.6.6.3	1.Tabaka protokol yazılımı.....	117
10.6.7	ISDN doğrudan bileşen erişim yazılımı.....	117
10.6.7.1	Zamanlayıcılar.....	118
10.6.7.2	Çerçeveçözümleme.....	119
10.6.7.3	Gönderilecek veri sırası	119
10.6.7.4	Monitör kanalı erişimi.....	120
10.7	Gerçeklenme Düzenegi.....	120
11.	SONUÇLAR.....	122
	KAYNAKLAR.....	123
	EKLER	124
Ek-1	3.Tabaka Mesaj Ve Mesaj Bilgi Elemanlarının Listesi.....	125
Ek-2	SETUP Mesajı Ve Taşıyıcı Özellikleri (Bearer capability) Mesaj Bilgi Elemanın İçeriğine İlişkin Tablolar.....	128
Ek-3	Tasarlanan ISDN Telefon Modülünün Donanım Şematik Çizimi.....	130
Ek-4	ISDN Telefonunun Arama Ve Aranma İşlemlerinin D Kanalı İzleyicisi İle Elde Edilmiş Tabloları.....	133
	ÖZGEÇMİŞ.....	136

KISALTMA LİSTESİ

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, Asimetrik sayısal abone hattı.
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation, Adaptif diferansiyel darbe kod modülasyonu.
AFE	Analog Front End. Analog uç nokta.
ANSI	American National Standards Institute. Amerikan milli standartlar enstitüsü.
ATM	Asynchronous Transfer Mode. Asenkron transfer modu.
BRI	Basic Rate interface. Temel erişim arabirimi.
CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.
CODEC	Coder-Decoder. Kodlayıcı-Kodçözücü
DMA	Dynamic Memory Access. Dinamik bellek erişimi
DSL	Digital Subscriber Line. Sayısal abone hattı
DSS	Digital Subscriber Signaling System . Sayısal abone işaretleşme sistemi.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Avrupa haberleşme standartları enstitüsü.
FDM	Frequency Division Multiplexing. Frekans bölmeli çoğullama.
HDLC	High Level Data Link Control. Üst seviye veri bağlantı kontrolü.
IRPC	ISDN Remote Power Controller. ISDN uzak güç denetleyicisi.
ISAC	ISDN Subscriber Access Controller. ISDN abone erişim denetleyicisi
ISDN	Integrated Services Digital Network. Bütünleşlik servisler sayısal ağı.
ITAC	ISDN Terminal Adapter Circuit. ISDN terminal adaptör devresi.
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector.
LAPD	Link Access Protocol for channel D. D kanalı için bağlantı erişim protokolü.
LE	Line Equipment. Santral cihazı.
NT	Network Termination. Ağ sonlandırıcı.
OSI	Open System Interconnection. Açık sistemler arası bağlantı.
PAM	Pulse Amplitude Modulation. Darbe genlik modülasyonu.
PCM	Pulse Code Modulation. Darbe kod modülasyonu.
PRI	Primary Rate Interface. İleri erişim arabirimi.
PSPDN	Packet switched public data network. Paket anahtarlama genel veri ağı.
SAP	Service Access Point. Servis erişim noktası.
SAPI	Service Access Point Identifier. Servis erişim noktası tanımlayıcı.
TDM	Time Division Multiplexing. Zaman bölmeli çoğullama.
TE	Terminal Equipment. Terminal cihazı.
TEI	Terminal Endpoint Identifier. Terminal uç nokta tanımlayıcı.
UDI	Unrestricted Digital Information. Sınırlanmamış sayısal veri.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Günümüz iletişim sistemi yapısı.....	3
Şekil 1.2	ISDN yapısı.....	3
Şekil 2.1	İnsan konuşma işareti için yaklaşık frekans-göreceli enerji grafiği.....	5
Şekil 2.2	FDM yapısı.....	6
Şekil 2.3	TDM yapısı.....	7
Şekil 2.4.	T1 çerçeve yapısı.....	8
Şekil 2.5	E1 çerçeve yapısı.....	9
Şekil 2.6.	Anahtarlamalı ağ topolojisi.....	12
Şekil 3.1	Bir TDM hattı ve içerisindeki kanallar.....	15
Şekil 3.2	ISDN ve Analog sistemlerde kullanıcı arabirimleri.....	19
Şekil 3.3	ISDN fonksiyonel cihazları ve referans noktaları.....	20
Şekil 3.4	I serisi standartların yapısı.....	22
Şekil 4.1	ISDN servisleri ve kapsamaları.....	25
Şekil 5.1	OSI tabakaları ve hiyerarşik haberleşme sistemi.....	37
Şekil 5.2	Servis erişim noktası.....	38
Şekil 5.3	OSI tabakaları arasında veri iletimi ve başlık ekleme.....	39
Şekil 5.4	ISDN kullanıcı ve işaretleşme bilgilerinin OSI tabakaları ile ilişkisi.....	42
Şekil 5.5	ISDN 1,2 ve 3. Tabaka çerçeve yapıları.....	43
Şekil 6.1	Olası ISDN topolojileri.....	44
Şekil 6.2	ISDN sisteminde olası NT-TE güç bağlantı şeması.....	45
Şekil 6.3	Pseudo ternary kodlama.....	47
Şekil 6.3	ISDN 1.tabaka çerçeve yapısı.....	47
Şekil 6.5	Örnek 2B1Q hat işareti.....	52
Şekil 6.6	2B1Q iletim çerçevesi biçimi.....	52
Şekil 6.7	2B1Q çerçevesinde B ve D kanalı yerleşimi.....	53
Şekil 7.1	Bir LAPD çerçevesinin genel yapısı.....	56
Şekil 7.2	Veri bağlantı tabakası referans modeli ve SAPlar.....	61
Şekil 7.3	Bir TE içerisindeki birden fazla SAP için birden fazla mantıksal LAPD bağlantısı oluşturulması.....	62
Şekil 7.4	Birden fazla TE, birden fazla servis isteminde bulunursa LAPD mantıksal bağlantıları TE nin SAPI ve TEI değerine göre oluşturulması.....	62
Şekil 7.5	TEI belirleme ve mantıksal bağlantı kurma için LAPD çerçeve iletişimi.....	65
Şekil 8.1	Tipik bir ISDN devre modu bağlantı başlatma işlemi.....	73
Şekil 8.2	Aramayı sonlandırma işlemi.....	76
Şekil 8.3	Uzak paket ağına devre modu bağlantı ile erişim.....	78
Şekil 8.4:	Analog şebekede insan-telefon-ağ ilişkisi.....	82
Şekil 8.5	ISDN'de insan-telefon-ağ ilişkisi.....	82
Şekil 8.6	ISDN numaralandırma sistemi.....	84
Şekil 8.7	ISDN PBX ve normal numaralandırma.....	85
Şekil 9.1	ISDN Ağ sonlandırıcı ve Terminal cihazlarında güç bileşeni IRPC nin kullanılması	90
Şekil 9.2	Tipik IOM-2 kullanılan abone kartı blok şeması.....	92
Şekil 9.3	IOM-2 abone hattı modu çerçeve yapıları.....	92
Şekil 9.4	IOM-2 terminal blok şeması.....	93
Şekil 9.5	IOM-2 Terminal modu çerçeve yapısı.....	94
Şekil 9.6	Terminal modunda örnek IOM-2 kullanımı.....	95
Şekil 9.7	IOM-2 olmayan tipik ISDN telefon yapısı.....	96
Şekil 9.8	IOM-2 telefon terminali yapısı.....	97
Şekil 9.9	Uzaktan konuşma ve iç güç birimi içeren temel ISDN ses terminali.....	97
Şekil 9.10	ISDN analog telefon adaptörü blok şeması.....	98

Şekil 9.11	ISDN X.21 ve V.24 Terminal adaptörü.....	99
Şekil 9.12	ISDN X.25 terminal adaptörü.....	99
Şekil 9.13	ISDN PC-ISA yolu kartı yapısı.....	100
Şekil 10.1	Gerçeklenen ISDN telefon terminali.....	102
Şekil 10.2	ISAC-S TE nin iç yapısı.....	103
Şekil 10.3	ARCOFI – SP iç yapısı.....	104
Şekil 10.4	ISDN-Analog sistem ahize ve uzaktan konuşma geçiş sistemi.....	105
Şekil 10.5	ISDN terminalinin yazılım-donanım ilişkisini gösteren blok şema.....	107
Şekil 10.6	ISDN yazılımı genel blok şeması.....	108
Şekil 10.7	ISDN ana görev fonksiyonunun blok şema gösterimi.....	110
Şekil 10.8	Dinamik bellek yapısı ve temel bellek işlemleri.....	111
Şekil 10.9	Mesaj sırası sistemi blok şeması.....	112
Şekil 10.10	Uygulma – Protokol arabiriminin diğer yazılımlarla ilişkisini gösteren blok şema.....	113
Şekil 10.11	Uygulama – Protokol yazılım arabirimi yapısı.....	114
Şekil 10.12	ISDN telefon terminali uygulama yazılımı.....	115
Şekil 10.13	Arama ve Aranma işlemlerine ilişkin uygulama durum makinesi şeması.....	116
Şekil 10.14	ISDN doğrudan bileşen erişim modülü yazımı blok şeması.....	118
Şekil 10.15	Zamanlayıcı yazılımı blok şeması.....	119
Şekil 10.16	ISDN doğrudan bileşen erişim yazılımı detaylı blok şeması.....	120
Şekil 10.17	ISDN telefon terminali gerçekleştirme ve test düzeneği.....	121



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1	ISDN Erişim arabirim tipleri.....	18
Çizelge 4.1	Kişisel servis ihtiyaçları.....	24
Çizelge 4.2	İş servis ihtiyaçları.....	25
Çizelge 4.3	Bilgi İletim özellikleri.....	27
Çizelge 4.4	Erişim özellikleri.....	29
Çizelge 4.5	Genel özellikler.....	31
Çizelge 4.6	ISDN telefonu ve X.25 terminali özellikleri.....	34
Çizelge 6.1	ISDN S/T arabirimi pin bağlantısı.....	46
Çizelge 6.2	ISDN S/T arabirimi kanal bit paylaşım ve dizilimi.....	48
Çizelge 6.3	ISDN çoklu çerçeve durumunda tabaka 1 bitlerinin durumu.....	50
Çizelge 6.4	ISDN 1. Tabaka hat iletişim başlatma prosedürü ve çerçeve tipleri.....	51
Çizelge 6.5	İki ikilik bir dördlük (2B1Q) işaretleme.....	52
Çizelge 7.1	LAPD çerçeve yapısı ve alanlar.....	56
Çizelge 7.2	LAPD Kontrol alanı yapısı ve çerçeve tipleri.....	58
Çizelge 7.3	2.Tabaka Çerçeve tipleri ve anlamları.....	59
Çizelge 7.4	LAPD Adres alanı yapısı.....	60
Çizelge 7.5	SAPI değerleri.....	63
Çizelge 7.6	TEI değerleri.....	64
Çizelge 7.7	TEI yönetim fonksiyonları.....	65
Çizelge 7.8	LAPD sistem parametre ve zamanlayıcılarının ilk deger ve anlamları.....	68
Çizelge 8.1	Q.931 mesaj yapısı.....	69
Çizelge 8.2	Protokol ayracı değerleri.....	70
Çizelge 8.3	Tek sekizlik bilgi elemanı ,Tip-1.....	72
Çizelge 8.4	Tek sekizlik bilgi elemanı, Tip-2.....	72
Çizelge 8.5	Değişken uzunluklu bilgi elemanı.....	72

ÖNSÖZ

Başta Yrd. Doç. Dr. Ünal Küçük, Tübitak UEKAE Arge-952 proje grubu, Elek.Elektronik Müh. Alper Güler, Arş. Gör. Osman Nuri Ertürk, Arş. Gör. Bülent Bolat, Bilg. Müh. Mehmet D. Akın ve eşim Madeline olmak üzere, çalışmada emeği geçen herkese teşekkür ederim.



ÖZET

Zaman ilerledikçe, insanların bilgiye ve iletişime olan ihtiyacı da teknoloji ile birlikte takip edilmesi güç bir ivme ile artmıştır. Bu ihtiyaçların günümüz telekomünikasyon alt yapısı ile karşılanamayacağı gerçeği ile 70'li yıllardan bu yana iletişim sayısal bir görünüm almaya başlamış, ihtiyaçlara tek bir arabirim ve sistem ile cevap verebilecek bir sistemin arayışına gidilmiştir. Sayısal işaret işleme ve entegre bileşen teknolojilerinin de yardımı ile 1980'lerin ortalarında ortaya atılan bütünleşik servisler sayısal ağı, yani ISDN ortaya çıkmıştır. Temelde hız ve esnekliğin bir arada en az maliyetle kullanıcıya götürülmesi problemine bir cevap olabilecek ISDN, günümüzde geliştirilen diğer ağ sistemlerine de zemin hazırlamıştır.

Sunulan bu çalışma ile ISDN sistemi detaylı olarak incelenmiş, genel haberleşme alt yapısı, ISDN servis ve kavramları, OSI tabakaları, ISDN 1., 2. ve 3. Tabaka protokolleri, temel devre ve paket modu aramaları hakkında bilgi verilmiştir. Tezin son bölümlerinde günümüzde kullanılmakta olan ISDN terminal yapıları ve donanımı incelenmiş, son olarak ta konu ile ilgili bir ISDN telefon terminal modülü gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Modülde sistem bağımsızlığı özelliği ön planda tutularak her türlü mikroişlemcili sistem ile çalışabilmesi düşüncesiyle tasarım yapılmıştır. Aynı kaygıyla, yazılımda da makine kodu yerine C programlama dili tercih edilmiş ve yazılım ona göre gerçekleştirilmiştir. Var olan bir haberleşme sistemiyle bütünleştirilerek oluşturulan donanım tasarımı ISDN hat benzetimi yapan bir cihaz üzerinden başarı ile test edilmiştir.



ABSTRACT

By the time passed, the human being's need for information and communication has been increased parallel to technology with a big acceleration which is not easy to follow. Realizing that those requirements cannot be fulfilled by the telecommunication system in use today, the image of communication had become more and more "digital" shape and it has led to develop a system that can meet the needs, with only one set of system and interface. With the help of digital signal processing and integrated circuit technology, in the early 80's, integrated services digital network, ISDN appeared in the telecommunication area. Considered as the answer to the basic problem of reaching services by means of cheap, fast and flexible devices, ISDN has made a base point for the other fast access technologies being developed today.

The work being introduced here, gives detailed information about whole ISDN system, and specific knowledge about telecommunication background, ISDN concepts and services, OSI layers, ISDN 1., 2., and 3. layer information and protocols, basic call procedures for packet and voice calls. In the last two chapters reader can find ISDN terminal design and implementation details. Additionally, an ISDN telephone terminal has been designed and implemented both hardware and software. This design is intended to be a module that can work with all microprocessor systems. Thus in the software no specific machine code has been used and ANSI C was chosen as a general programming language. The design has been applied on a real data communication device. This new system has been tested and demonstrated with an ISDN line simulator.

1. GİRİŞ

Günümüz iletişim alt yapısı, bu alanda gelişen teknoloji ve artan iletişim talebi ile birlikte zaman içerisinde kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap veremez hale gelmiştir. Halen çeşitli iletişim servislerine erişim için farklı arayüzlere, cihazlara ihtiyaç duymamız ve buna karşılık gene de istediğimiz hız ve kaliteye erişemememiz altında yatan gerçek, geçmişten günümüze oluşan hantal analog iletişim ağını değiştirme, hatta yenileme için parasal açıdan gözden çıkarılması gereken astronomik rakamlardır. Yapılan tahminlere göre 2010 yılında dünya çapında telefon kullanıcılarının en az %50'sinin hala günümüzdeki analog telefon ağını kullanıyor olacakları¹ düşüncesi günümüz teknolojilerini ne tür zorlukların beklediğini göz önüne sermektedir. Bu teknolojilerden biri olan ve kullanımdaki alt yapı üzerinde fazla değişikliğe gidilmeden servislerin bir tek iletişim sistemi üzerinde birleştirilmesi düşüncesi ile geliştirilen ISDN, bu soruna çare olarak sunulmuştur. Bu çalışma ile ISDN sistemi detaylı bir biçimde incelenerek, ve bir ISDN telefon terminali temel arama fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde tasarlanacaktır.

1.1 ISDN Tanımı

Bütünleşik Hizmetler Sayısal Ağı şeklinde Türkçeleştirilebilecek, Integrated Services Digital Network terimlerinin baş harflerinden oluşan ISDN, basitçe farklı iletişim servislerini kullanıcılara sunan sayısal ağ olarak tarif edilebilir. Bütün iletişim servislerinin birleştirilerek bir sayısal taşıyıcı kanal üzerinden kullanıcıya sunulması fikri ile birlikte ortaya çıkan ISDN kavramı, ITU'nun (International Telecommunication Union, eski adı ile CCITT) 70'li yıllardan sonra bu konu üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırıp ve 1984 yılında ilgili ilk önerilerini (ITU, standart kelimesi yerine öneri anlamına gelebilecek "recommendation" kelimesini kullanmayı tercih etmiştir.) yayınlamasıyla iletişim sahnesinde yerini almaya başladı. ITU-T, ISDN'i şöyle tanımlar²:

ISDN, kullanıcıların çok amaçlı kullanıcı-ağ arabirimlerinin sınırlı bir kümesi ile ses ve ses dışı iletişim hizmetlerine erişebileceği geniş bir alandaki servisleri destekleyen ve bunu uçtan uca sayısal bağlantı ile sağlayan, bütünleşik sayısal telefon sisteminden geliştirilerek ortaya çıkan bir ağıdır.

Bütünleşik Hizmetler Sayısal Ağı terimleri 1971 de ITU 6. Çalışma grubu tarafından ortaya atılmış ve böylece kullanıla gelmiştir. ISDN, daha anlaşılabilir bir deyişle, alt yapıda fazla bir

¹ Siemens ICs for Telecommunications s.6

² ITU-T recommendations, 1998 bölüm I.110

değişiklik yapmadan (örneğin temel ISDN erişiminde bakır telefon kabloları kullanılmaya devam eder) birden çok ses, görüntü yada farklı veri türlerinin aynı anda sayısal olarak iletilmesini sağlar

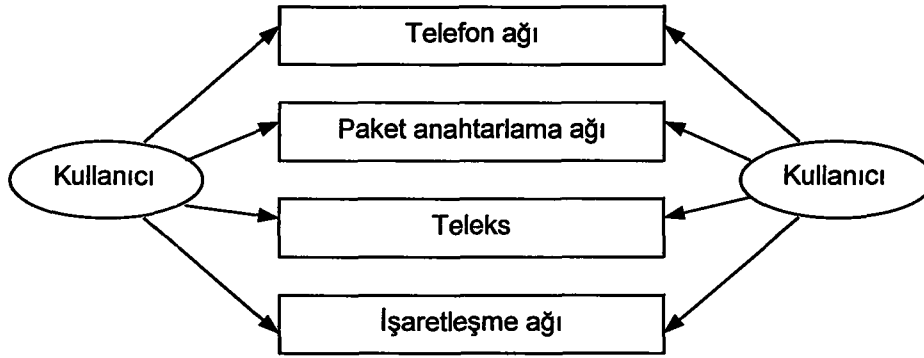
1.2 ISDN’i Ortaya Çıkaran Faktörler

Sayısal iletişim tekniklerinin giderek yaygınlaşması genel anlamda bir iletişim ağı ihtiyacını ortaya çıkarmış. ISDN kavramının oluşmasında ve gerçekleştirilmesinde önemli rol oynayan bazı faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- 1- Yöresel ve uluslararası sayısal iletişime artan talep. Özellikle iş alanında gittikçe büyüyen ve coğrafi olarak genişleyen şirketler için iletişim vazgeçilmez bir ihtiyaç olarak kendisini göstermiştir.
- 2- Kullanılan iletişim ağlarında esnekliğe ve daha düşük fiyatlara olan talep
- 3- Kullanıcı uç birim cihazlarının gelişimini ağ teknolojilerinin gelişiminden bağımsız kılmak. Böylece kullanıcının satın aldığı cihaz ağı yapısına ve yapısında meydana gelen değişikliklerden etkilenmeyecektir.
- 4- Kullanıcıların istedikleri iletişim servislerini kendilerinin talep etmesini sağlamak
- 5- Çoklu ortam ,internet ve sayısal ticaret kullanımının yaygınlaşması.

1.3 Bütünleşik Hizmetlere Erişim

ISDN sistemi kendi içerisinde verilebilecek bütün servisleri desteklerken, çeşitli amaçlara hizmet eden kullanıcı cihazları bu servislerin uygun olanlarını ağdan isteme yeteneğine sahip olacaklardır. Günümüzde kullanılan analog ve sayısal ağları inceleyecek olursak kullanıcıların her servis için farklı bir fiziksel veya mantıksal arabirime ihtiyacı olduğunu görürüz. Örneğin Telefon bağlantısı için uygun protokolleri ve fiziksel yapıyı karşılayacak bir telefon cihazına ve bir çift kablo bağlantısına, paket veri servisi için başka bir çift kablo ve özel paket servis protokolünü destekleyecek cihaza, yüksek hız için gene bağımsız bir kiralık hat ve cihaz, faks cihazı için yine ayrı bir cihaz, protokol ve kablo çiftine ihtiyaç olabilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Günümüz iletişim sistemi yapısı, kullanıcılar farklı servislere farklı yapılarla erişebiliyor.

ISDN ilk olarak tek bir kablo çifti üzerinden bütün erişimleri gerçekleştirerek farklı erişim metodları problemini çözecektir. Elbette ki bütün servisler hala ayrı bir alt ağı kullanarak servis verecektir ancak kullanıcı sadece tek erişim noktası ve servis istemi için tek ve belirli bir dizi protokolün varlığını bilecektir. Bunun yanında ISDN şu anda kullanılmakta olan servis tiplerine yenilerini ekleyecek ve daima gelişmeye uygunluğunu devam ettirecektir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 ISDN yapısı, farklı ağlara aynı yapı üzerinden erişim

ISDN erişim yolunu *sayısal boru hattı* olarak adlandıırırsak, ortaya çıkan bir soru bu sayısal borunun genişliği ne kadar olacaktır? Erken doksanlara kadar ISDN konusundaki çalışmalar genellikle *dar bant ISDN* (narrowband ISDN, N-ISDN) konusunda yoğunlaşmıştı. Bu çalışmada da daha çok dar bant ISDN konusunda bilgiler verilecek, uygulama da o yönde geliştirilecektir. N-ISDN'in kapasitesi temel erişimde 192 kbps ve ileri erişimde 2.048 Mbps hızına ulaşmaktadır. Doksanlı yıllarda ise çalışmalar daha yüksek hızlı ağ yapılarına kaymış, artan iletişim ihtiyacına *geniş bant ISDN* ile (broadband ISDN, B-ISDN) cevap bulunmuştur.

Bu tip yapıda ise hızlar 5 Mbps ile 2.4 Gbps arasında değişmektedir. Bu yüzden N-ISDN'i iletişim alanında bir ilk adım, B-ISDN i ise bir devrim olarak görebiliriz.

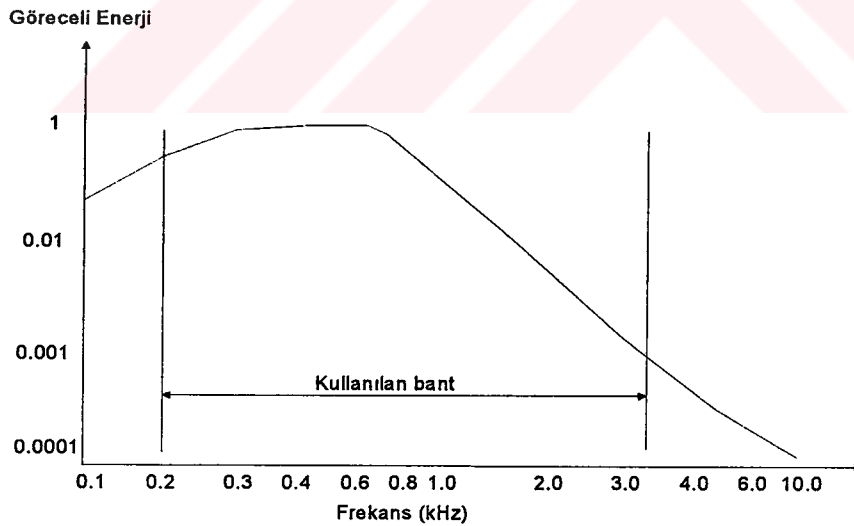


2. HABERLEŞME ALT YAPISI VE KAVRAMLARI

ISDN sistemini tanımadan önce, mevcut sistem ve bazı kavramlar konusunda fikir edinmek gerekir. Bu bölümde analog ses işareti, analog ve sayısal kanal yapısı, sayısal işaret iletimi ve anahtarlama sistemlerinden bahsedilecektir.

2.1 Analog Telefon Kanalı

Analog telefon kanalı, yaklaşık 0-4000 Hz frekansları arasında 4kHz'lik bir bant genişliğine sahip olmak üzere tasarlanmıştır. Bu kanal aslında insan sesinin kabaca 300 Hz ile 3.1 kHz frekansları arasında kalan bölümünde iletim gerçekleştirir. İnsanın 30 Hz ile 10 kHz arasında ses üretebildiği bilindiğine göre bu kanalın konuşma işaretini taşıyamayacağı düşünülebilir. Oysa, analog telefon kanalı herhangi bir işareti değil insan sesini taşımak için dizayn edilmiştir. Üst frekansların filtrelenmesi ile ses iletiminde ortaya çıkabilecek gürültüler önemli miktarda engellenmiş olur. Şekil 2.1'deki insan sesinin frekans-göreceli enerji grafiği incelenirse enerjinin asıl yoğunlaştığı frekans aralığının yaklaşık 200 Hz – 3500 Hz olduğu görülebilir. Bu frekans aralığında konuşma işaretinin yüksek orandaki gücü, anlaşılabilirliği ve tanınabilirliğine ilişkin bilgi vardır. Bu yüzden analog telefon hatlarında kullanılan 300-3400 Hz frekans kısıtlaması insan sesi iletiminde kabul edilebilir bir düzeydedir.



Şekil 2.1 İnsan konuşma işareti için yaklaşık frekans-göreceli enerji grafiği

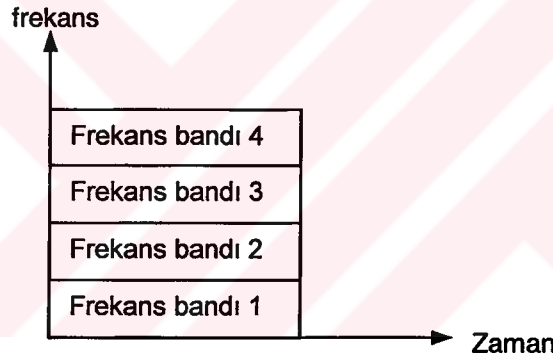
Her ne kadar bu kanal insan seslerini anlaşılır düzeyde iletse de müzik işaretlerini taşımada yetersiz kalır. Müzik sesi çok daha yüksek frekans bandında iletişime izin veren bir kanal

gerektirir . Frekans bandının 3.1 kHz ile sınırlanmasının bir sebebi de santraller üzerinde tek bir hatta çoğullanarak gönderilebilecek ses işaretlerin miktarını arttırmaktır.

2.2 Çoğullama

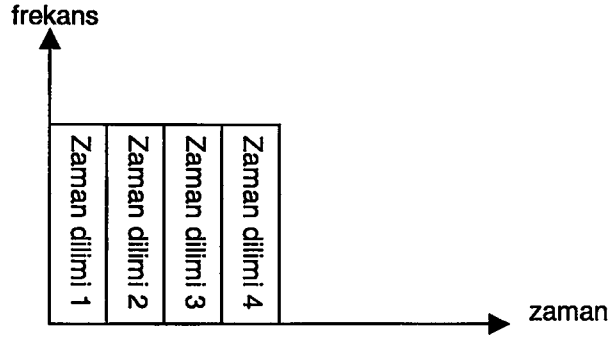
Ağ üzerinde çoğullama bir kaynağın pek çok kullanıcı tarafından paylaşılarak kullanılmasını sağlar. Telefon şebekesinde de çoğullayıcılar bir tek fiziksel kanal üzerinden birden çok sesin taşınmasına imkan sağlarlar.

Analog iletişim cihazları birden fazla görüşmeyi aynı kanaldan yollamak için *frekans bölmeli çoğullama* (frequency division multiplexing – FDM) kullanılır (Şekil 2.2). Ses için FDM ile eldeki toplam kanal frekansı bütün kullanıcılar arasında paylaşılır ve her ses görüşmesi 4kHz frekans bandı kullanılır. Kullanılan fazladan 0.9 kHz, kanallar arası örtüşmeyi engellemek içindir. FDM sistemine verilebilecek güzel bir örnek de televizyon yayın sistemidir . Televizyon kanalları FDM ile çoğullanarak belirli frekans bölgelerine örtüşmeyecek şekilde yerleştirilirler.



Şekil 2.2 FDM yapısı

Sayısal işaretler bir haberleşme kanalında genellikle *zaman bölmeli çoğullama* (time division multiplexing, TDM) ile çoğullanırlar (Şekil 2.3). Bu sayede kullanıcı bütün bir frekans bandında zamanın çok kısa bir anını kullanır. Başka bir deyişle sabit frekansta zaman dilimlere ayrılarak her dilim bir kullanıcı için ayrılır.



Şekil 2.3 TDM yapısı

2.3 Ses Sayısallaştırma Ve Darbe Kod Modülasyonu (PCM)

İnsan sesini sayısal formda iletebilmek için ses işaretinden saniyede 8000 kere örnek alınır. Bu örnekleme oranı Harry Nyquist'in örnekleme teorisine dayanır. Bu teoriye göre Bir analog işaretin sayısallaştırıldıktan sonra tekrar bozulmaya uğramadan oluşturulabilmesi için sayısallaştırma sırasındaki örnekleme frekansının işaretin frekansının en az iki katı olması gerekir. Analog telefon hatlarının izin verdiği frekans aralığı 0-4000 Hz olduğuna göre (900 Hz örtüşmeyi engelleme bandı ve 3100Hz kanal bandı) örnekleme hızının en az 8000örnek/sn ve örnek aralığının ise 125mikrosaniye olması gerektiği ortaya çıkar.

Bütün ses örnekleri sayısal ortamda iletebilmeleri için sayısal bit dizileri haline çevrilir. Analog işareti sayısal biti dizilerine çevirme işlemi *kodlayıcı-kod çözücü* (coder-decoder, CODEC) adı verilen bir sistemle *darbe kod modülasyonu* (pulse code modulation, PCM) kullanılarak gerçekleştirilir. CODEC'ler duruma göre telefon servisi sağlayıcı santrallerde yada sayısal kanal üzerinden iletişim yapan telefonlarda (örneğin ISDN telefon) bulunabilir.

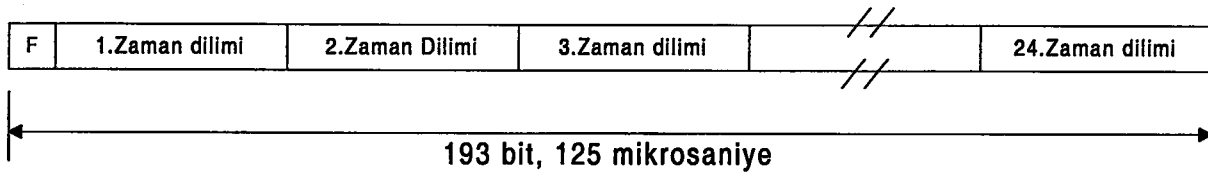
Ses işaretinden önce her 125 mikrosaniyede bir örnek alınır. Bu işlem *darbe genlik modülasyonu* (Pulse Amplitude Modulation, PAM) olarak adlandırılır ve örnekleme anındaki işaretin genlik değeri tam olarak korunur. Daha sonra bu genlik değeri ayrık bir değere karşılık düşürülerek sayısal bir değer kazanmış olur. Ancak bu işlem yapılırken ayrık değerler arasındaki mesafeler eşit tutulmaz. Düşük genlikli seslerin daha iyi ayrıştırılabilmesi için kodlama aralıkları sıfıra yakın değerlerde iyice daralır. Bu işlemi yapmak için ABD, Kanada ve Japonya da μ -Law diğer ülkelerde ise A-Law algoritmaları kullanılır. Ses kalitesini arttırmada kullanılan algoritmalarla özellikle düşük genlik değerlerinde 9 bit örnekleme seviyesini yakalanmasında etkisi büyüktür.

PCM de ses işaretleri 256 ayrık kademede sayısallaştırıldıklarından Sekizlikler halinde ortaya çıkan ses genlik değerleri ve saniyede 8000 örnek alındığı için bit oranı en az 64.000 bit/sn'lik

bir kanaldan iletilebilirler. Bu kanal *0.Sayısal İşaretleşme seviyesi* (Digital Signalling Level-0 , DS-0) olarak ta adlandırılır. Dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi, PAM dan sonra yapılan gerçek değerin ayırık değere karşılık düşürülmesi sırasında oluşacak genlik farkıdır. Bu genlik farkı orijinal işaretin değerinin kısmen bozulması anlamına gelir. Bu bozulmaya *örnekleme hatası* (Quantization error) denir. Bu hata her bir Analog-Sayısal, Sayısal-Analog dönüşümüyle artar (Bu genellikle analog-sayısal santraller arasındaki geçişlerde meydana gelir). Bu nedenle aramalarda sadece bir defa bu dönüşümün yapılması sağlanmaya çalışılır. İlerde PCM'den başka özellikle sayısal kanallarda yüksek kaliteli ses için kullanılan kodlama biçimlerinden de bahsedilecektir.

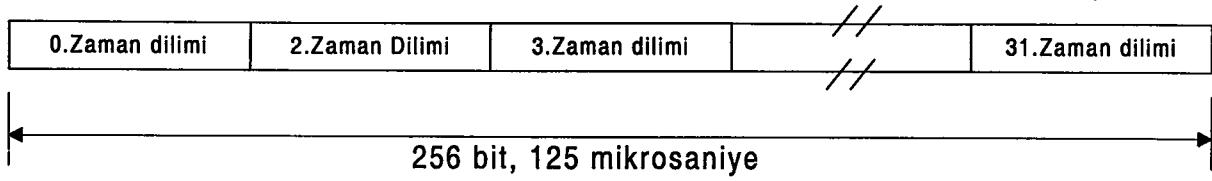
2.4 Sayısal TDM hiyerarşisi

Kullanılan ilk sayısal taşıyıcı sistemi T1 dir ve ilk olarak ABD 'de devreye sokulmuşlardır. Bir T1 taşıyıcısı 24 ses kanalını tek bir iletim kanalı üzerinden TDM kullanarak çoğullandırır. İletişimin temel birimi *çerçeve* olarak adlandırılır ve bir çerçeve içerisinde 24 kanalın hepsinden birer örnek taşır. Her bir örnek 8 bit olduğuna göre bir çerçeve 192 bit kullanıcı verisinden oluşur. Her bir çerçevenin başında *çerçeveleme biti* adı verilen bir bit bulunur ve böylece bit T1 çerçevesinin boyu 193 bit olarak ortaya çıkar. Her bir çerçevede 24 ayrı sestten bir örnek bulunduğundan bir saniyede 8000 tane çerçevenin varlığı söz konusu olmalıdır. Buradan da 1.sayısal işaretleşme kanalı (DS-1) hızı olan 1.544 Mbps lik toplam bit hızı elde edilir. Ancak aslında taşınan kullanıcı verisinin oranı ise 1.536 Mbps tir.



Şekil 2.4. T1 çerçeve yapısı

Kullanılan diğer TDM sistemi ise Avrupa Posta ve Haberleşme Konferansı (Conference of European Postal and Telecommunications - CEPT) tarafından belirlenen standartla ortaya çıkmıştır. CEPT hiyerarşisinde ilk tabakada 32 zaman dilimi çoğullandırılır (her bir dilim 8 bit, 64 kbps) ve toplamda kanal 2.048 Mbps lik bir hıza sahiptir. Bu dilimlerden iki tanesi işaretleşme ve çerçeve senkronizasyonu, diğerleri ise kullanıcı verisi için kullanılır (Toplam kullanıcı veri hızı 1.920 Mbps). Bu CEPT 1. Tabaka yada E1 biçimi olarak bilinir.



Şekil 2.5 E1 çerçeve yapısı

2.5 Analog telefon hattında sayısal işaret

Kullanılmakta olan analog telefon ağı alt yapısında sayısal bir sistem geliştirmek isteyenlerin karşılaştıkları ilk problem sayısal işaretlerin analog ses işareti taşımak için tasarlanmış kablolar üzerinden taşınması olmuştur.

2.5.1 Sayısal telefon hattı

Sayısal bir sisteme geçmedeki en büyük zorluklardan birisi de kullandığımız Analog telefon altyapısıdır. Lokal ağ, yani telefon ağı, bir ağaç yapısındadır ve kablolar yerel santrallerden dağılırlar. Telefon ağı genelde *ana ağ* (Main Network) ve *dağıtım ağı* (Distribution Network) olmak üzere iki bölümden oluşur. Ana ağ nemden korunmak için basınçlanmış kablolar, dağıtım ağı ise petrol jeli doldurulmuş kablolar kullanır. Çeşitli kalınlıkta ve biçimde kabloların kullanıldığı Ana ağda genellikle büyük boyutlu kablolar tercih edilir. Zayıflama limitleri çeşitli kuruluşlar tarafından 800 Hz de 6 dB veya 1600 Hz de 10 dB olarak belirlenmiştir. Modern santrallerde ise bu sayılar, 800 Hz de 10 dB ve 1600 Hz de 15 dB'ye kadar çıkar. Direnç ise santralin işaretleşme limitine göre değişir. Eski santrallerde 800 ohm direnç limiti varken modern santrallerde bu rakam 2000 ohm'a çıkar. Döngü direnci (Loop Resistance) bir kablonun transmisyon karakteristiğini belirlemede birincil rol oynamasa da 0.4 mm ve 0.5 mm lik kablolardaki kayıpları doğrudan ilgilendirir. Bununla birlikte kullanıcının hattı enerjilendirilir ve döngü direnci kullanıcıya gelen bu enerjiyi sınırlandırır. Telefon kablolarının ortalama uzunluğu 5-6 km arasındadır¹.

Yükleme sargıları (Load Coils) farklı frekanslarda işaret gücünü zayıflatmak için kullanılır. Bu sargıların kullanım amacı bakır kabloda ses frekansındaki gürültüleri azaltmaktır. Kullanılan dağıtıcılar telefon hattı kurulum maliyetini düşürür ancak zayıflatma miktarını artırırlar. Analog telefon hatlarının problemi, anlaşıldığı üzere sayısal işaretler için gereken yüksek frekans bölgelerini iletememesidir. Özellikle kare dalga gibi geniş frekans

¹ ISDN Explained

spektrumuna sahip (aslında sonsuz) işaretlerin dar bantlı kanallardan yüksek hızla ve uzak mesafelere analog telefon hatları üzerinden iletilmesi söz konusu değildir.

Ancak, aslında bu frekans sınırlaması fiziksel ortamın yetersizliğinden kaynaklanmamaktadır. Normalde kullanılan bakır *bükülü kablo çifti* (twisted pair) 250 khz bant genişliğindeki analog işaretleri 5-6 km uzaklıklara tekrarlayıcı bir sistem olmadan taşıyacak kapasitededir. Aynı şekilde bu fiziksel kanal sayısal işaretleri 6Mbps hızında 3-5km uzaklığa kadar taşıyabilir. Sistemi sayısal verileri taşıyacak hale getirmek için yükleme sargıları kaldırılır ve santraller sayısal işaretleşmeye uygun hale getirilir. Bu yüklenmemiş fiziksel ortam sayısal iletim için kullanıldığında *sayısal abone hattı* (Digital subscriber line-DSL) olarak adlandırılır. Bu konuda ISDN ile birlikte çalışmalar devam etmiş, gelişen sayısal işaret işleme donanım teknolojisi ile yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bunlardan özellikle internet ve çoklu ortam uygulamaları için geliştirilen *asimetrik sayısal abone hattı* (Asymmetric digital subscriber line, ADSL) ve *asen kron transfer modu* (Asynchronous transfer mode, ATM) adından bugün ve gelecekte sıkça bahsedilen sistemlerdir.

Akla gelebilecek bir soru bazı yerel alan ağlarında (LAN) korumasız bakır kablo çiftleri üzerinden 100-150Mbps hızlara nasıl erişilebildiğidir. Bu soruya cevap ise söz konusu ağlarda uzaklığın son derece kısıtlı (yüz metreler seviyesinde) tutulmasıdır.

2.5.2 Karşılıklı eş zamanlı iletişim

Fiziksel kanalın frekans bandını analog telefon sistemlerindeki engelleri kaldırarak arttırdıktan sonra karşılaşılan problemlerden birisi *karşılıklı eş zamanlı* (Full Duplex) iletişimin sağlanmasıdır. Kullanılan klasik sistemde üzerinde giden ve gelen işaretler eş zamanlıdır ve işaretlerin toplamı biçimindedirler. Ancak hat üzerindeki ayrılımlar, hat parametreleri de göz önüne alınınca yankı olayına sebep olabilirler. Ses işaretinin insan beyni filtrelediği için giden ve gelen sinyalleri algılamak zor olmaz. Klasik modemler bu ayrım problemini , giden ve gelen sinyalleri farklı frekans bantlarında taşıyarak çözmüşlerdir.

Ancak sayısal sistemlerde durum farklıdır. Sayısal işaretler belirli bir frekans geçiş bölgesi ile sınırlanamadıkları için frekans bölgesini giden ve gelen işaret için ayırmak mümkün değildir. T1 yaklaşımında iki işaret için iki kablo çifti kullanılabilir, ancak bu da aşırı maliyet problemlerini beraberinde getirebilir. Bu yüzden DSL üzerinden eş zamanlı karşılıklı sayısal haberleşme için iki farklı metot geliştirilmiştir. İlk metot *zaman sıkıştırırmalı çoğullama* (Time compressing multiplexing, TCM) olarak adlandırılır. TCM şu şekilde çalışır: Eğer x bps hızında eş zamanlı görüşme yapmak istiyorsak 2x bps hızında *karşılıklı ayırık zamanlı* (half duplex) iletişimi taklit ederiz. Bu şekilde her iki sistem ayrı zamanlarda birbirlerine

verileri yollar ve iletişim yönü çok hızlı bir şekilde taraflar arasında sürekli yön değiştirecektir. Bu işleme ping-pong adı da verilir. Aşırı frekans gereksinimi oluşan gecikmelere karşı duyarlılığından dolayı bu yöntem daha sonraları terkedilmiştir.

İkinci yaklaşım ise sistemde *yankı gidericili hibrit* devresini kullanmaktır (hybrid with echo canceller). Hibrit devresi kanaldaki işareti ayırmak yada birleştirmek için kullanılır. Yankı gidericinin amacı ise hatta oluşan yankıyı gönderilen değerleri hatırlayarak işareten çıkarmaktır. Bu işlem oldukça karmaşık algoritmalar gerektirse de günümüz DSP teknolojisi için çok büyük bir problem oluşturmamaktadır.

2.6 Anahtarlama Ağlar (switched network)

ISDN servislerini tam olarak anlayabilmek için *devre* ve *paket anahtarlama* (circuit and packet switching) kavramlarını anlamak gerekir (bu kavramlar ISDN dilinde paket ve devre modu olarak bilinir). Her iki anahtarlama tekniği de günümüzde sıklıkla kullanılmakta ve ISDN tarafından desteklenmektedir. Bu iki kavramı tartışmadan önce ses ve veri işaretlerinin karakteristiklerini incelemek gerekir. Ses aramaları tipik olarak aşağıdaki özellikleri gösterirler:

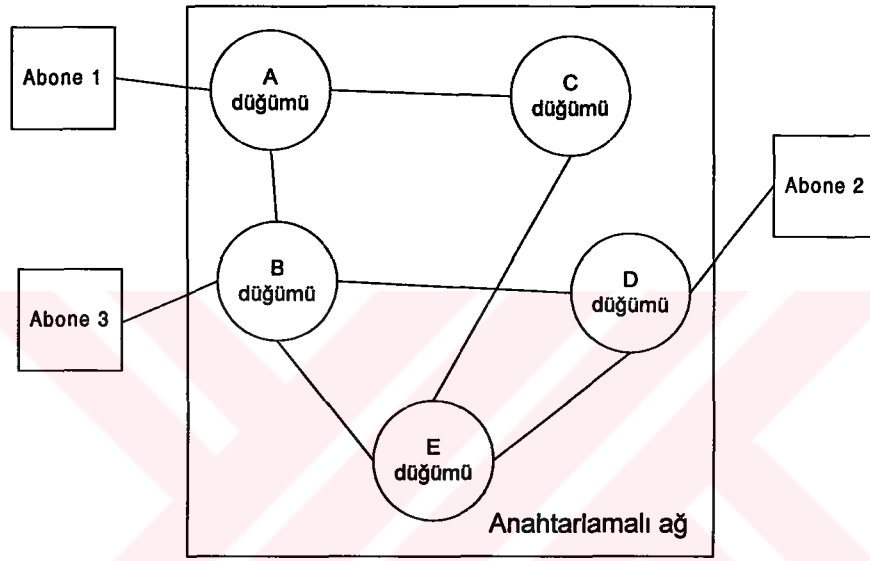
- Gecikmeye hassaslık: Karşılıklı konuşma sırasında meydana gelen sessizliğin bile anlamlı olduğu için konuşma ağının iletişim sırasında bekletme yapmaması ve sessiz bölgeleri de iletmesi gerekir.
- Uzun hatta kalma süresi: Telefon aramaları arama başlatma işlemine göre göreceli olarak uzun sürer. Ortalama arama işlemi 3-11 sn zaman alır iken bir konuşma ortalama 5-7 dakika sürer.
- Dar bant gereksinimi: İnsan sesi için ortalama 4 kHz bir frekans bandı yeterlidir.

Veri aramaları ise farklı karakteristikler gösterir, örneğin,

- Gecikmeye duyarsızlık: Veri iletişimde meydana gelebilecek gecikmeler genellikle veri iletişiminin sağlığını etkilemez. Örneğin ağ üzerinden yollanan bir hava sıcaklığı verisinin 1-2 saniye geç gitmesi pek önemli değildir. Ancak gecikmeye duyarlı veriler de söz konusudur.
- Kısa hatta kalma süresi: Veri trafiği genelde darbeler şeklindedir. Özellikle etkileşimli sistemlerde verinin büyük kısmı çok kısa bir zamanda gönderilir yada alınır. Burada 90/10 kuralı geçerlidir diyebiliriz. Bu yaklaşıma göre verinin %90'ı toplam kullanılan sürenin %10'unda gönderilir.

- Geniş bant kullanılabilirlik: Veri aramalarında bant genişliği ne kadar büyük olursa o kadar hızlı sistemler tasarlanabilir.

Şekil 2.6'da bir anahtarlama ağı genel topolojisi gösterilmiştir. Son kullanıcılar ağı diğer son kullanıcılara erişmek için bağlanırlar. Ancak bu terminaller arasında direkt bir bağlantı bulunmaz. Bu yüzden bu ağ anahtarlama ağı olarak adlandırılır. Düğümler ağ içerisindeki anahtarlardır. Bir terminalin diğerine erişmesi için birden fazla yol mevcuttur. Telefon ağı için son kullanıcılar telefonlar, düğümler ise santraller olarak düşünülebilir.



Şekil 2.6. Anahtarlama ağı topolojisi

2.6.1 Devre anahtarlama

Devre anahtarlama ağı (circuit switched networks) iletişim sırasında kullanılan kanal taraflar arasında sabittir (sadece tarafların kullanımındadır) ve diğer kullanıcılar tarafından paylaşılamaz. Arama süresince sistem sanki kullanıcılar arasında fiziksel bir kablo çifti varmış gibi davranır. Pek çok kullanıcı TDM yada FDM sayesinde aynı fiziksel ortamı paylaşırsalar da sadece bir kullanıcı belirli bir zamanda bir kanalı işgal edebilir.

Devre modunda karşılıklı iki kişi arasında bağlantı kurulurken oluşacak sabit yol, arayan tarafın arama işlemini aranan kişinin adresini vermesiyle başlatılmasından sonra belirlenir. Devre modu bağlantılar ses ağı için çok uygundur. Çünkü bir ses görüşmesine sabit bir kanal ayırmak gecikmeye hassas ses görüşmesi için bir zorunluluktur. Aynı sebepten devre anahtarlama sistemleri veri haberleşmesi için pek uygun değildir. Sürekli tekrar kurulması gereken veri aramaları büyük zaman kaybına yol açabilir. Veri akışının kesikli olması da

kanal zamanının çoğunda kanalda veri olmayacağı anlamına gelir. Aynı şekilde kullanımdaki devre anahtarlama sistem ses için optimize edilmiştir ve paket veri iletişiminin frekans ihtiyaçlarına cevap vermeyebilir.

2.6.2 Paket anahtarlama

Paket anahtarlama ağlar (Packet switching networks) kavramı ilk olarak erken 1960'larda ortaya atıldı. Paket anahtarlama sistemlerde devre anahtarlama sistemlerin aksine veri alışverişi sırasında iletişim için ayrılmış sabit bir fiziksel kanal mevcut değildir. Kullanıcılar diğer bir kullanıcıya mesajlarını ağa yollayarak ulaştırırlar. Böylece ortaya çıkan kanallar fiziksel değil sanal kanallardır. Düğümler arası kanallar belirli son kullanıcılar arasında olmadığı için aynı anda pek çok son kullanıcı tarafından paylaşılabilir. Bu sayede sadece iki tarafın iletişimi kesmesi ile bütün fiziksel sistemin boş durması engellenir ve sistem kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanır. . Paket anahtarlama sistemler gecikmeye fazla hassas olmayan sistemlerde tercih edilir, çünkü veri trafiği arttığında kuyruklar oluşabilir.

Paket anahtarlama sistemlerde (PSN) kullanıcı mesajı alt birimler olan *paket*lere dönüştürülür. Paketler bir noda geldiklerinde düğüm tarafından bellekte korunur ve ilk uygun zamanda diğer düğüme yollanır. Birden çok kullanıcının bir fiziksel kanalı paylaştıkları bu sistemlerde çoğullama için genellikle istatistiksel TDM metodu kullanılır.

İstatistiksel TDM sisteminin dezavantajı işletilen bazı paketlerin gecikmesidir. Örneğin aynı fiziksel ortama aynı anda gönderilmesi gereken iki paketten birisi gönderilinceye kadar ikincisi bellekte tutulur. İkinci paket için oluşan bu gecikme pek çok veri iletişimi uygulamasında bir probleme yol açmasa da borsa takibi, gerçek zamanlı olay izleme gibi mekanizmalar için bu durum kabul edilebilir değildir. Paket ağları iki tür bağlantı modunda çalışırlar. Bunlardan birisi *bağlantı tabanlı* (connection oriented) diğeri ise *bağlantısız* (connectionless) modlarıdır. Bağlantı tabanlı diğer bir deyişle *sanal devre ağlarında* (virtual circuit networks, VC) uçtan uca veri iletişiminin başlayabilmesi için kullanıcılar arasında mantıksal bir bağlantının sağlanması gerekir. Bu bağlantı iletişim süresince sabittir. Ağ, iletişim süresince akış denetimi ve hata düzeltme işlemlerinden sorumludur. Bu yönüyle bağlantı tabanlı paket ağları analog telefon ağlarına benzerler. Bağlantısız yada *datagram* ağlarda ise veri iletişimini başlatmadan önce herhangi bir mantıksal bağlantıya ihtiyaç yoktur. Bir datagram (veri paketi) gönderilecek herhangi bir verinin varlığıyla gönderilir. Her datagram gideceği hedefi kendi üzerinde taşır, ağ tarafından yeterli akış denetimi ve hata düzeltme yapılmaz.

Paket ağıları sınıflandırmak için kullanılan terimlerden ikisi de *güvenilir servis* sunma ve *güvenilmez servis* sunma özellikleridir. Güvenilir servisten kasıt ağın verilerin sırasını korumada ve oluşan paket kayıplarında uçlara bildirmekten sorumlu olmasıdır. Güvenilmez servis ağında ise ağ paket dağıtımının düzenli olmasını garantilemez ve kayıp durumunda kullanıcıları uyarmaz. Güvenilir sanal devre ağına örnek olarak geleneksel *paket anahtarlama*lı veri ağlarını (packet switched public data networks, PSPDNs), güvenilmez datagram ağına ise internet'i verebiliriz. İnternet'te her birinde gideceği yerin adresi olan ve her biri hedefe gidilebilecek en iyi yoldan giden datagram paketleri ağa yollanır. Uçtan uca verinin güvenilir bir şekilde gidebilmesi ancak uç noktadaki kullanıcı protokollerine bağlıdır. Her ne kadar bu ağ stratejisi diğer paket sistemine göre zayıf gibi görünse de datagram sistemleri ağ yapılarının basitliği ve kullanılan araçları göreceli güvenliliği sayesinde günümüzde popüler bir hale gelmişlerdir.

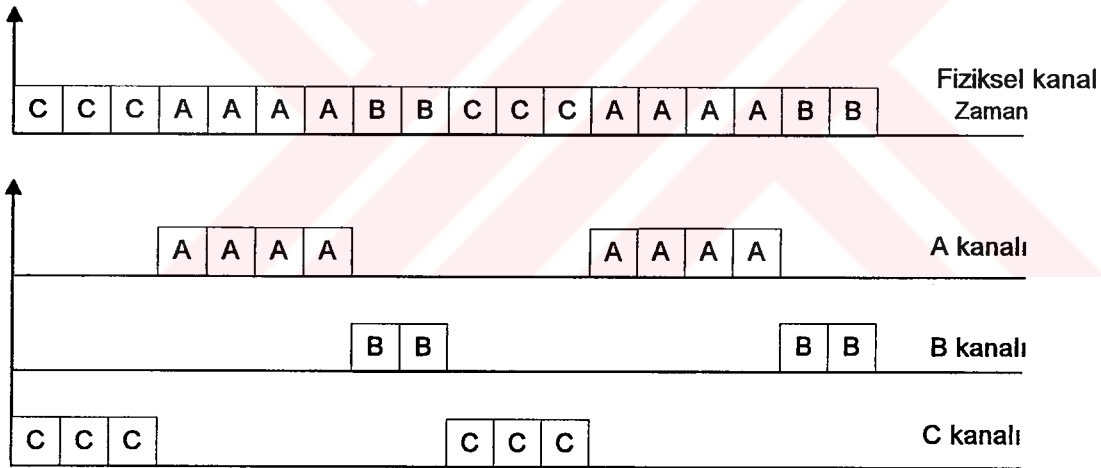


3. ISDN TERMİNOLOJİSİ, KAVRAMLARI VE STANDARTLAR

ISDN konusunda sisteme ilişkin detaylara girmeden ISDN sistemine özgü bazı kavramlar hakkında bilgi vermek gerekir. Bu düşünce ile bu bölümde ISDN’de kullanılan kanal, erişim arabirimleri, fonksiyonel bloklar ve referans noktalarına ilişkin bilgi verilecek, ISDN’i oluşturan ve destekleyen standartlar ve standart kurumlarından bahsedilecektir.

3.1 ISDN Kanalları

Kanal kelimesi fiziksel kablo çiftlerini değil, aynı fiziksel taşıyıcı üzerinde belirli bir zamanda elde edilen bir veri dizisindeki bitlerin mantıksal olarak paylaşılması sonucu oluşan veri grupları anlamında düşünülebilir. Bir kanal, içerisinde kullanıcı verisini ve işaretlemeyi sağlayan sayısal ya da analog veriyi üzerinde taşıyabilir. ISDN’de ve diğer TDM sistemlerde genellikle kanal kelimesi bir yada birden fazla zaman diliminde fiziksel ortamdaki aynı amaç için kullanılan veri parçalarının toplamına denir. Aynı şekilde genellikle iletişim, karşılıklı ve eş zamanlıdır.



Şekil 3.1 Bir TDM hattı ve içerisindeki kanallar

Bugünün analog telefon ağında telefon servisi sağlayıcı, aboneye farklı amaçlar için kullanılabilecek bir analog kanal sunar. Bu servis ile, kullanıcı terminali (telefon) ile santral arasındaki işaretleşme sağlanır. Örneğin kullanıcıya giden fiziksel hatta meydana gelen ani bir direnç azalması kullanıcının telefon ahizesini kaldırdığı anlamına gelir. Ağ bu anda kanala arama tonunu verir. Darbe yada ton arama , zil, meşgul sinyalleri kullanıcı ile ağ arasındaki iletişimin anlaşılabilir olması için kanal üzerinden sağlanır. Arama işlemi tamamlandıktan

sonra ise hat kullanıcının amacına uygun olarak kullanıcı bilgisini taşır. Bu bilgi uygulamaya bağlı olarak ses, görüntü yada bir bilgisayar dosyası olabilir. ISDN de abone ile servis sağlayıcı arasındaki fiziksel ortamda sadece sayısal veriler taşınır. Aynı kanallar üzerinde farklı kanallar TDM ile oluşturulur. Yani zamanın farklı anlarında farklı kanallara ait veri fiziksel ortamda oluşur. ISDN için üç temel yapıda kanal tanımlaması yapılmıştır.

-D Kanalı : Kullanıcı ile ağ arasında işaretleşme bilgisini taşır. Kullanıcı veri paketlerini taşımak içinde kullanılabilir.

-B Kanalı: Kullanıcıya ait ses, görüntü gibi her türlü sayısal veriyi taşıyan kanal. DS-0 yani 64 kbps hızında çalışıyor.

-H kanalı: B kanalı ile aynı amaçlarla ama daha yüksek hızlarda kullanılır.

‘B’ ve ‘D’ harflerinin kullanılma sebebi bir soru olarak akla gelebilir. ‘B’, sayısal kanalı temsil eder ve Analog kanalı temsil eden ‘A’ harfinden sonra gelen harftir. Ancak B harfi için ‘bits’, ‘binary’ ya da ‘bearer’ kelimelerini kullanmak ta uygun düşebilir. D ise trafik kanalıdır ve ‘Δ’, delta harfinden türemiştir.

3.1.1 D kanalı

Bütün ISDN cihazları ağa standart bir fiziksel bağlantı ile bağlanırlar ve sunulan servislere erişmek için ağ ile standart bir grup mesaj alışverişinde bulunurlar. Servis istem mesajlarının içeriği servis türüne göre farklılık gösterebilir. Yani bir ISDN telefonunun ağ ile yaptığı mesaj alışverişi bir ISDN televizyonununki ile aynı değildir. Ancak kullanılan mesajların seçildiği mesaj kümesi ve protokoller her iki servis içinde aynıdır. Ağ ile kullanıcı cihazı bütün servis istemi ve diğer işaretleşme bilgilerini ISDN D kanalı üzerinden yaparlar. Bir D kanalı bir veya birden fazla ISDN cihazına aynı fiziksel ortam üzerinden işaretleşme hizmeti sunabilir. D kanalları bu özelliği ile kanal ve cihaz kullanımında tasarruf sağlar.

D kanalının birincil görevi işaretleşme bilgisini taşımak olsa da, bu iş kanalın bütün zamanını harcamaz. Hatta çoğu zaman D kanalı sadece iletişimin ilk başında veya sonunda işaretleşme amacı ile kullanılır. Bu yüzden kalan zamanda D kanalı kullanıcıya ait paket veri alışverişi için kullanılabilir. Burada kastedilen fazla zamanın kullanıcıya 9.6kbps hıza kadar veri hizmetlerini sunacak kadar fazla olması gerekir. Ancak daima işaretleşme bilgisinin paket veriye göre önceliği fazladır. D kanalı, ISDN erişim tipine göre 16 kbps ya da 64 kbps hızlarında olabilir.

3.1.2 B kanalı

D kanalı üzerindeki işaretleşme genellikle kullanıcıya servis sağlamak için gerçekleştirilir. Örneğin bir ISDN telefon ses uygulamasını destekleyen 64 kbps hızında bir devre modu bağlantı talep edebilir. Servis tipine ilişkin bu karakteristikler *taşıyıcı servisi* (bearer services) kavramını tanımlar. Taşıyıcı servisleri, ağ tarafından hedef ve istemci cihaz arasında devre modu taşıyıcı kanal oluşturarak sağlanır. Bu taşıyıcı servisleri B kanalı üzerinden çalışırlar.

Sonuçta B kanallarının birincil görevi olarak kullanıcıya ilişkin ses, görüntü, bilgisayar verisini taşımaktır diyebiliriz. B kanalından ağa hiçbir şekilde işaretleşme bilgisi gönderilemez.

B kanalı sadece devre anahtarlama işlemlerinde değil paket anahtarlama sistemlerinde de kullanılabilir. Bir devre modu aramada kullanıcılar arasında uçtan uca özelleşmiş bir servis için (örneğin ses, müzik) şeffaf bir bağlantı sağlanır. Bu iletişim sırasında B kanalı için fiziksel tabaka hariç ağ tarafından hiçbir protokol, hata düzeltme ve akış kontrolü sağlanmaz. İletişimin sağlığından, protokollerden ve uygulamaya göre karşılıklı cihazların uyumluluğundan tamamen taraflar sorumludur.

3.1.3 H kanalı

H kanalları 64 kbps ten yüksek hız gerektiren yüksek hızlı veri, yüksek kaliteli ses ve görüntü uygulamalarında kullanılır. İlk kullanılan H kanalı H_0 kanalı olarak adlandırıldı ve altı B kanalının mantıksal olarak birleştirilmesi ile 384 kbps hızında oluşturuldu. H_1 ile bir T1 ya da E1 taşıyıcısı ile bütün kanallar tek bir kullanıcıya sunuldu. Daha sonra Nx64 bps lik H kanalları hizmete sunularak gereksiz bant genişliği kullanımı engellendi. Ancak H kanalları bu dokümanın kapsamı dışında olduğu için detaylı bilgi verilmeyecektir.

3.2 Erişim Arabirimleri

Erişim arabirimi (Access interface) kullanıcı ile ISDN servis sağlayıcısı arasındaki fiziksel bağlantıya verilen isimdir. Günümüzde aynı anda devrede olan abonelerin sayısının artmasıyla kullanıla gelen fiziksel bağlantı ihtiyacı karşılamamaya başladı. İkinci bir telefon, faks, satış noktası yada çok sayıda dış hat ihtiyacı olan PBX ler için sürekli yeni kablolar eklenerek ihtiyaç giderilmeye çalışılmıştır. İlk olarak ISDN bu noktada klasik sistemden bütün servisleri tek bir fiziksel bağlantı ile sağlayabilmesi ile ayrılır. Zaten bu ISDN'i ortaya

çıkaran itici güçlerden birisidir. İkinci olarak farklı servisler birden fazla B kanalı ile kullanıcı tarafından aynı anda kullanılabilmekte, D kanalı ile de işaretleşme sağlanmaktadır.

ITU-T, ISDN konusunda *temel erişim arabirimi* (Basic rate interface, BRI ya da Basic rate access, BRA) ve *ileri erişim arabirimi* (primary rate interface, PRI ya da Primary rate access, PRA) olmak üzere iki farklı erişim arabirimi tanımlamıştır. Bu erişim arabirimlerinin yapısı (kaç tane D,B ve H kanalı olabilir) ve bit oranları çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 ISDN Erişim arabirim tipleri

Arabirim	Yapı	Toplam bit oranı	Kullanıcı veri oranı
BRI	2B+D (D kanalı 16 kbps)	192 kbps	144 kbps
PRI	23B+D (D kanalı 64 kbps)	1.544 Mbps	1.536 Mbps
PRI	30B+D (D kanalı 64 kbps)	2.048 Mbps	1.984 Mbps

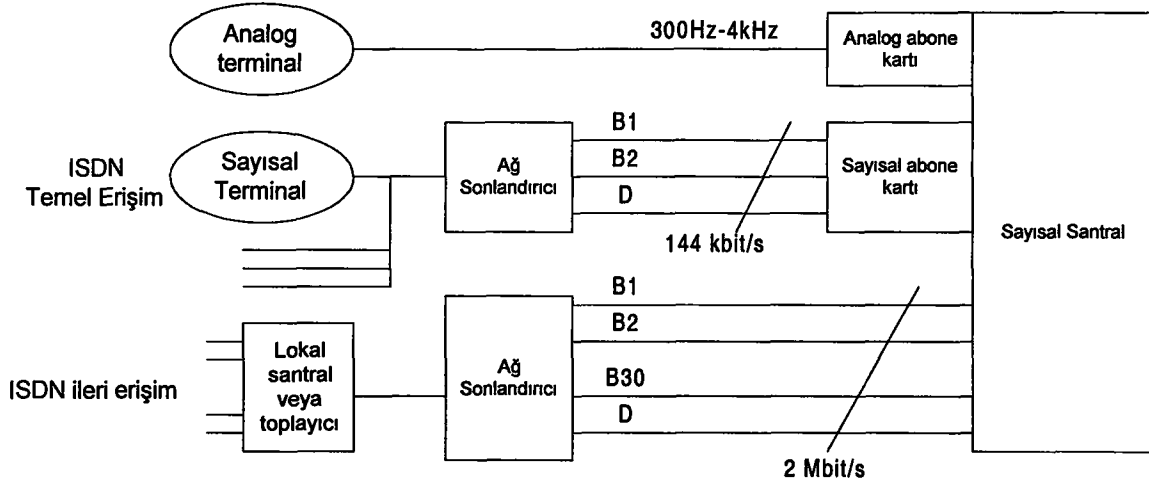
3.2.1 Temel erişim arabirimi BRI

İki eş zamanlı (full duplex) 64 kbps B kanalı ve bir 16kbit/s D kanalından oluşan Temel erişim arabirimi , efektif 144 kbps, terminalle sonlandırıcı arasındaki pencereleme ve senkronizasyon bilgileri ile 192 kbps lik bir haberleşme hızına sahiptir. 2B+1D olarak da adlandırılan bu erişimde B kanalları aynı anda farklı terminaller tarafından kullanılabilir.

ISDN BRI yapısında ihtiyaç dışı hizmetlerden yararlanılmak istenmeyebilir. Bu durumda örneğin D kanalında veri iletişimi yapılmayacaksa 2B+D yerine 2B+S bağlantısı (S, D kanalının sadece işaretleşme için kullanılacağını gösterir), sadece bir B kanalı kullanılacaksa 1B+D yada 1B+S hatta sadece D kanalından paket veri haberleşmesi yapılacaksa 0B+D şeklinde ISDN bağlantısı yaptırılabilir. Burada dikkat edilen fiziksel yapıda herhangi bir değişiklik yapılmadan sadece santral üzerinde bu konfigürasyonların gerçekleştiğidir. Bu esnek yapı kullanıcının ödeme konusunda seçim yapabilmesini de sağlar.

3.2.2 İleri erişim arabirimi PRI

İleri erişim arabirimi iki farklı konfigürasyon şeklinde standartlaşmıştır. Avrupada CEPT standardı olan E1 taşıyıcısı ile 64 kbps lik 30 B ve bir D kanalı (30B+1D) 2.048 Mbps lik bir hızla kullanıcıya ulaştırılırken, ABD, Kanada ve Japonya, T1 taşıyıcısı kullanılarak 64 kbps lik 23 B ve bir D kanalı (23B+1D) 1.544 Mbps lik bir hızla erişim sağlamaktadır. Genellikle büyük çaplı kullanıcı santrallerinin (PBX) ve çoğullayıcıların ana santrale bağlanması amacıyla kullanılır.



Şekil 3.2 ISDN ve Analog sistemlerde kullanıcı arabirimleri

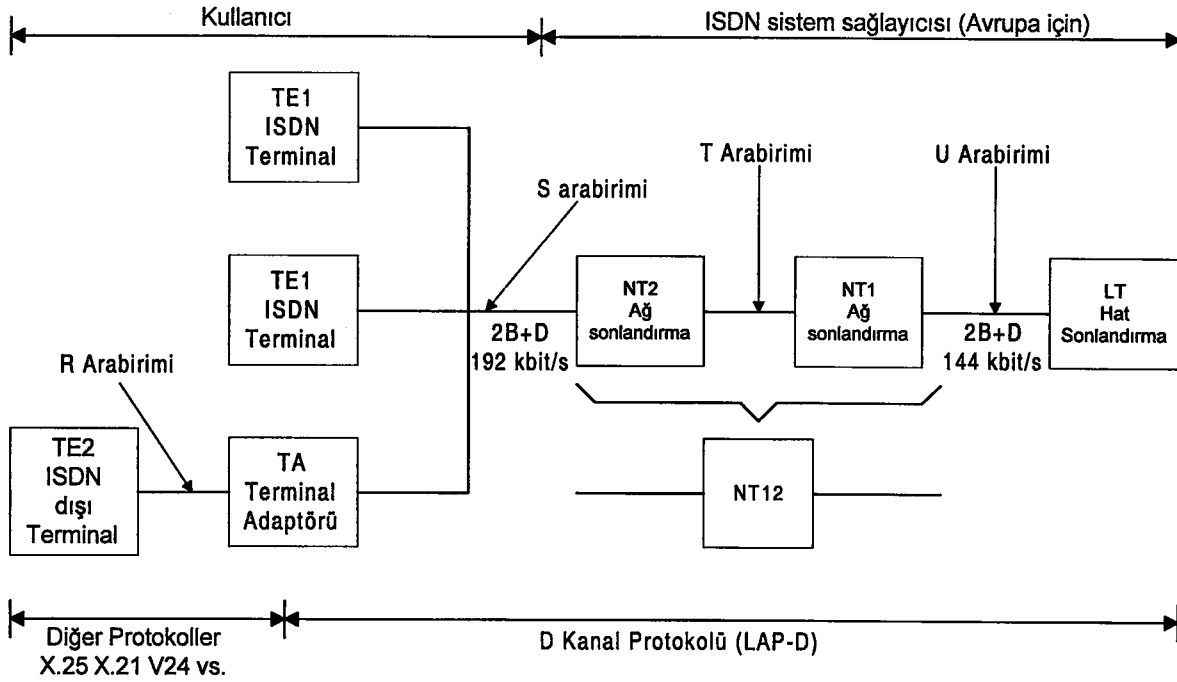
3.3 Fonksiyonel Cihazlar Ve Referans Noktaları

Bugünün iletişim ortamında cihazlar ve yerine getirdikleri fonksiyonları birbirinden ayırmak çok zordur. Örneğin telefon ağına bağlı bir dış modem ve PC yi düşünelim. Modem, telefonla aynı şekilde santral bağlantısını yapar (numara çevirir, arama tonu bekler vs.) Ancak PC ile bağlantısında farklı bir protokol örneğin EIA-232-E ve Hayes AT komut seti kullanır. Modem PC den gelen sayısal veriyi modüle ederek analog işaret olarak telefon kanalına verir. Burada ağ, PC ve modem cihazlarının her biri özel bir fonksiyonu yerine getirir ve kendilerine has bir protokolle yönetilir. Ancak, eğer modem iç modem olsaydı ne olurdu? Bu durumda fonksiyonel cihazların sayısı aynı kalır ancak fiziksel cihazların sayısı bir azalmış olurdu.

Aynı şekilde ISDN standartlarında da pek çok cihaz tanımlanmıştır. Ancak bu cihazlar fonksiyonel bloklar olarak ifade edilmişlerdir, fiziksel olarak ISDN sisteminde bulunmayabilirler. Bu yüzden bu cihazlara *fonksiyonel cihaz* (functional devices) adı verilmiştir. Bunun yanında aynı standartlar fonksiyonel cihazlar arasındaki arabirimleri de tanımlamıştır. Bu fonksiyonel cihaz arasındaki arabirimler referans noktası (reference point) olarak adlandırılmıştır.

3.3.1 ISDN fonksiyonel cihazları

Şekil 3.3 te ISDN fonksiyonel cihaz ve referans noktaları gösterilmiştir.



Şekil 3.3 ISDN fonksiyonel cihazları ve referans noktaları

ISDN servislerini sağlayan ağ cihazına LE adı verilir. ISDN protokollerinin uygulandığı LE ayrıca telefon hattının ağ tarafını oluşturur. LE nin görevleri arasında bakım, fiziksel arabirim işletimi, zamanlama ve istenilen servisi sağlama sayılabilir. Bazı ISDN sistem üreticileri LE nin fonksiyonlarını ikiye ayırmışlar bu yeni fonksiyonel cihazlara yerel sonlandırma (Local Termination, LT) ve santral sonlandırma (Exchange Termination, ET) adını vermişlerdir. Bu durumda LT hattın sonlandırılma , ET ise anahtarlama işlemlerini yerine getirir.

Ağ sonlandırıcı tip-1 (Network termination type 1, NT1), abone ile LE arasındaki fiziksel bağlantının sonunu temsil eder. NT1'in görevleri arasında hat performans takibi, zamanlama, fiziksel protokol dönüşümü , elektriksel dönüşüm ve güç iletimi sayılabilir.

Ağ sonlandırıcı tip-2 (Network termination type 2, NT2), Kullanıcı tarafında meydana gelen anahtarlama ve çoğullama gibi işlemlerin yerine getirilmesini sağlar. NT2'ye örnek olarak PBX ler, ana bilgisayarlar, terminal denetleyiciler sayılabilir. NT2 ler, ISDN servisleri bağlı olan diğer sistemlere paylaşırlar. Bu görev sırasında NT2 nin bazı protokol dönüşümleri yapması da gerekebilir. Dağıtım görevlerinden en önemlisi ise kendisine bağlı bütün terminaller adına ağa gerekli işaretleşmeyi sağlamasıdır. Örneğin bir ISDN hattını sonlandıran PBX'e analog bir telefon bağlandığını düşünelim, bu durumda PBX işaretleri sayısala çevirmek ve gerekli ISDN işaretleşmesini yapmak zorundadır.

TE ya da Terminal Birimi (Terminal Equipment) bir sayısal telefon, kişisel bilgisayar, termostat yada bir gaz sayacı olabilir. İki tür terminal söz konusudur. TE1 ISDN ağına senkronudur. Yani cihaz ISDN için özel üretilmiştir. Örnek olarak ISDN telefon, ISDN modem, yada ISDN görüntülü telefonu verebiliriz. TE2 ISDN yapısına sahip olmayan bir terminaldir. Bu normal analog telefon, faks cihazı yada başka tür protokollerde veri iletimi yapan bir cihaz olabilir. Bu terminaller ISDN sistemine Terminal Adaptörü (Terminal Adaptor-TA) ile bağlanabilir. Kullanılan ses, veri terminallerinin çoğu TE2 olduğu için TA lar günümüzde büyük önem taşımaktadırlar.

Dikkat edilmesi gereken nokta, adı geçen fonksiyonel cihazların birden fazlasının bir fiziksel cihaz içerisinde toplanabileceğidir. Örneğin PBX'lerde genellikle NT1 ve NT2 iki farklı cihaz olarak bulunmazlar, her ikisinin görevi bir cihazda yerine getirilir ve NT12 olarak adlandırılır. yada sadece NT1 in varlığı söz konusu olduğunda NT olarak adlandırılabilir. Aynı şekilde bir ISDN telefonu içerisinde NT, TE ve TA taşıyabilir.

3.3.2 ISDN referans noktaları

ISDN referans noktaları ISDN fonksiyonel cihazları arasındaki iletişim protokolünü belirler. Genellikle ISDN de R,S,T, ve U olmak üzere dört farklı referans noktası tanımlanmıştır.

R referans noktası ISDN olmayan bir cihaz (TE2) ile terminal adaptörü (TA) arasında tanımlanmıştır. TA, TE2 nin bir ISDN cihazı gibi algılanmasını sağlayacaktır. R referans noktası için belirgin bir standart yoktur. Geliştiriciler TA ile TE2'nin nasıl haberleşeceğine kendileri karar verirler. Bu haberleşme tipleri ve arabirimler arasında V.35, EIA-232-E ve ISA sayılabilir.

S referans noktası ISDN kullanıcı cihazı TE1 yada TA ile NT1 arasında bulunur. T ise kullanıcı tarafı anahtarlama cihazı NT2 (örneğin PBX) ile hat sonlandırma NT1 arasında bulunur. NT2'nin olmadığı durumlarda kullanıcı-ağ arabirimi S/T referans noktası olarak adlandırılır.

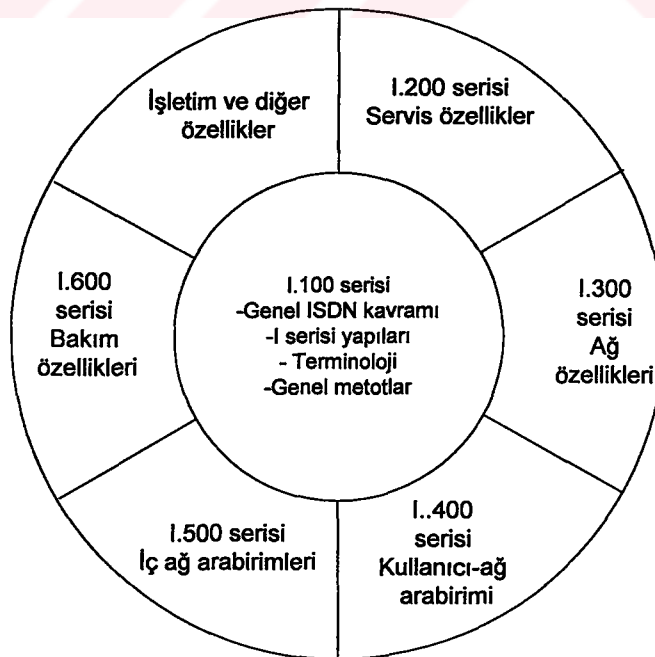
ISDN de en çok tartışılan noktalardan birisi de ağ ile NT1 ile LE arasındaki iletişim standardının belirlenmesi olmuştur. NT1 ile LE arasındaki arabirim U referans noktası olarak adlandırılır. ITU-T fiziksel NT1 cihazının servis sağlayıcı (telefon şebekesi kurumu) tarafında sağlanması gerektiğini kabul eder. Böylece ITU-T S ve T referans noktalarını kullanıcı ile ağ arasındaki arabirim olarak görür ve U referans noktası hakkında hiçbir tanımlama içermez. Bununla birlikte ANSI, NT12i kullanıcı sorumluluğunda bırakır ve U referans noktası ile ilgili standartları verir. Bu yüzden ABD, Kanada ve Japonya da NT1'ler kullanıcı, Diğer yerlerde ise Servis sağlayıcı tarafından sağlanır.

3.4 ISDN Standartları

ISDN sisteminin yerleşmesinde ve oluşmasında standart organizasyonlarının rolü büyüktür. Bunlardan en önemlisi ilk ISDN standartlarını da belirleyen Uluslar arası haberleşme birliği haberleşme standartlaştırma sektörüdür (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, ITU-T, önceki adı ile Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique, CCITT).

1960'tan beri CCITT ISDN ve diğer iletişim konularındaki bilgileri *öneriler* (recommendations) adı altında her 4 yılda bir çıkarılır . Her dönemde çıkarılan kitaplar bir renk adı ile anılır, örneğin 1988 de Mavi kitap, 1984 de Kırmızı kitap yayınlanmıştır. CCITT ismi 1993 yılında ITU-T olarak değiştirilmiştir. ITU-T'nin öneri kitapları serilerinde genel konular bir harfle ifade edilir. Bunlardan en bilindikleri arasında

- E serisi: Telefon ağı ve ISDN
- G serisi: Uluslar arası telefon bağlantı ve devreleri
- I serisi: ISDN
- Q serisi: Telefon anahtarlama ve işaretleşme ağları
- V serisi: Telefon ağı üzerinden sayısal haberleşme
- X serisi: Genel veri iletişim ağı sayılabilir.



Şekil 3.4 I serisi standartların yapısı

ISDN konusunda standartlar oluşturan yada standartları destekleyen diğerk organizasyonlar arasında ANSI (American National Standarts Institue), Bell Core, ETSI (European Telecommunications Standarts Institue), ISO, IEC (International Electrotechnical Commission) ve NIST (National Institue for Standarts and Technology) sayılabilir.



4. ISDN SERVİSLERİ

ISDN'in , ortaya çıkış sebebine ve adına uygun olarak farklı yapıdaki iletişim servislerini destekler. İletişim konusunda beklentiler değiştikçe ISDN'in yeni ortaya çıkacak ihtiyaç ve servisleri desteklemesi beklenir. Bugün bir iletişim ağının kabaca aşağıdaki servislere destek vermesi gerekir.

- 1- Ses, etkileşimli veri yığınları, faks, sıkıştırılmış ve gerçek zamanlı video iletişimi
- 2- Sürekli (ses, büyük çaplı veri, faks) ve kesikli (etkileşimli veri ortamları) veri iletişimde verimlilik
- 3- İhtiyaca göre bant genişliği tayin etme
- 4- Hızlı arama başlatma ve bitirme işlemleri
- 5- İletişim hızında çeşitlilik sağlayabilme
- 6- Düşük bit hata oranı, düşük zamanlı mesaj gecikmesi, minimum hatalı mesaj dağıtım oranı
- 7- Çeşitli oranlarda iletişim güvenliğini sağlama.

Çizelge 4.1 ve 4.2 de kişisel ve iş alanında kullanılan servisler, kanal gereksinimleri ve anahtarlama ihtiyaçları listelenmiştir.

Çizelge 4.1 Kişisel servis ihtiyaçları

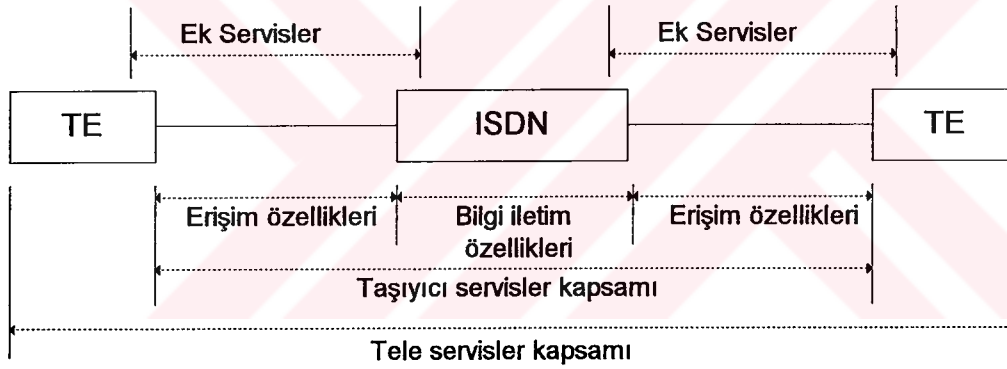
Servis	Gerekli bant genişliği	ISDN kanalı			Anahtarlama sistemi		
		B	H	D	Devre	Paket	Kanal
Telefon	8,16,32,64 kbps	•			•		
Alarm sistemi	10-100 bps			•		•	
Ölçüm cihazı	0.1-1 kbps			•	•	•	
Enerji yönetimi	0.1-1 kbps			•	•	•	
Etkileşimli bilgi servisleri	4.8-64 kbps	•		•		•	
E-Mail	4.8-64 kbps	•		•		•	
Video yayını	96 Mbps		•				•
Karşılıklı video	96 Mbps		•				•
Etkileşimli video	96 Mbps		•		•		•

Çizelge 4.2 İş servis ihtiyaçları

Servis	Gerekli bant genişliği	ISDN kanalı			Anahtarlama sistemi		
		B	H	D	Devre	Paket	Kanal
Telefon	8,16,32,64 kbps	•			•		
Etkileşimli bilgi servisleri	4.8-64 kbps	•		•		•	
E-Mail	4.8-64 kbps	•		•		•	
Yığın veri iletimi	4.8-64 kbps	•			•		
Faks/grafik	4.8-64 kbps	•			•		
Yavaş tarama TV	56-64 kbps	•			•		
Video konferans	1.544 Mbps		•				•

4.1 ISDN Servislerinin Genel Yapısı

Daha öncede bahsedildiği gibi bir ISDN kullanıcı cihazı bir ağ bağlantısını D kanalı üzerinden yapacağı servis istemi çağrısı ile sağlar. Bu yüzden kullanıcının istediği servise göre D kanalı üzerinden giden parametreler de çeşitlilik gösterecektir.



Şekil 4.1 ISDN servisleri ve kapsamı

ISDN servisleri servisin *kapsam* ve *kaynak* özelliklerine göre sınıflandırılır. *Taşıyıcı Servisleri* (Bearer Services) ağ üzerindeki bir cihazın diğerine bilgi göndermesini sağlar. Bilgi transferine izin verirler ve sadece alt tabaka işlemlerinde yer alırlar (servise bağlı olarak OSI tabaka 1 den 3'e kadar). Kullanıcılar kendi aralarında uyumluluk olduğu sürece sağlanan bağlantı üzerinde istedikleri protokolü kullanmakta serbesttirler. ISDN sistemi 3.tabakanın üstüne şeffaf davrandığı için bu tabakalar üzerine hiçbir tanımlama yada standartlaşmaya gidilmemiştir. Örneğin Bir konuşmanın iletiminden ağ sorumlu olsa da konusu yada konuşulan dil tamamen tarafların anlayışına bağlıdır.

Tele servisler (Teleservices) veri bitlerini taşımanın ötesinde servisleri sağlarlar. Tele servisler uçtan uca bağlantıyı sağlarlar, alt ve üst seviye tabaka özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Tele servislere örnek olarak faks teletex, videotex ve mesaj yönetim sistemlerini verebiliriz.

Taşıyıcı ve tele servislerle ilişkili iki tane daha servis tipi tanımlanmıştır. *Ek servisler* (Supplementary Services) taşıyıcı servisler üzerinde yada taşıyıcı servisleri kullanmadan önce yada sonra kullanılabilecek ek özelliklerdir. Arama özellikleri ya da seçimsel özellikler olarak ta adlandırılan ek servislere örnek olarak arama yönlendirme, arama transferi, üçlü konferans ve ters ücretlendirme sayılabilir. Ek servisler normalde LE ile TE arasında tanımlanmışlardır.

B-ISDN servisleri PRI sisteminden daha fazla bant genişliğine ihtiyaç olan durumlarda kullanılır. Önceden tanımlanan üç servisten farklı karakteristikleri vardır ancak kavramsal olarak benzer yapıdadırlar.

4.1.1 Taşıyıcı servisleri ve özellikleri

ISDN sistemi tarafından desteklenen taşıyıcı servisleri ITU-T'nin I-210 ve I-230 serisi önerilerinde tanımlanmışlardır. Tanımlamalar bilgi iletişimi, erişim ve genel özellikler açısından yapılmıştır. Erişim özellikleri ile bir kullanıcının ağ üzerinden bir servise nasıl ulaşacağı, bilgi iletişimi özellikleri verinin kanal üzerinde iletimi sırasında belirlenmesi gereken özelliklerin nasıl olacağını, genel özellikler ise ek servisler ve ağlar arası iletişim gibi servislerin diğer özelliklerinin yapısı belirlenir.

Tablolarda ve bundan sonraki birkaç bölümde ITU-T tarafından tanımlanan bilgi transferi, erişimi ve genel özelliklere ilişkin bilgiler verilecektir. Bu özellikler ISDN sisteminin temel yapıtaşlarını oluştururlar. Kullanıcı bu özelliklerin belirli bir kümesini kullanarak istediği servise erişim sağlayabilir. Tablolar ve genel özelliklerin detaylarının karmaşık görünmesinin sebebi bütün olasılıkları içermesidir. Bu özelliklere ilişkin en detaylı bilgi yine ITU-T'nin kitaplarında bulunabilir. Tablolardaki her bir satır bir sekizliğin bitleri olarak algılanabilir.

4.1.1.1 Bilgi iletim özellikleri

Çizelge 4.3'te yedi tane bilgi iletim özelliği (information transfer attributes) gösterilmiştir. Bu özellikler kullanıcı ile ISDN sistemi üzerindeki bağlantı karakteristiklerini tanımlar.

Çizelge 4.3 Bilgi İletim özellikleri.

Bilgi iletim özellikleri	Olası özellik değerleri								
1. Bilgi iletim modu	Devre							Paket	Çerçeve
2. Bilgi iletim hızı	Bit hızı (kbps)							Her türlü	
	64	2x64	384	1536	1920	Nx64	Diğer	Şu anda belirsiz	
3. Bilgi iletim yeteneği	Sınırlandırıl mamış sayısal bilgi		Konuşma		3.1 kHz Ses	7 kHz ses	15 khz ses	Video	Diğer
4. Yapı	8 kHz bütünlüğü		Servis veri birimi bütünlüğü		Yapısız		TSSI	RDTD	
5. İletişim başlangıcı	İstek üzerine				Saklı			Kalıcı	
6. Simetri	Tek yönlü				Çift yönlü simetrik			Çift yönlü asimetrik	
7. İletişim yapısı	Noktadan noktaya				Noktadan çoklu noktaya			Şu anda belirsiz	

Taşıyıcı servisleri üç tane farklı *bilgi iletim modundan* (information transfer mode) birisinde olabilir. Bunlar devre, paket ve çerçeve modlarıdır. *Devre modu*, devre anahtarlama bir ağdaki bağlantıya benzer ve kullanıcıya ses, görüntü gibi gecikmeye hassas uygulamalar için uçtan uca sürekli kullanım için bir kanalı kullanma imkanı verir. Paket ve çerçeve modları da, paket anahtarlama bir sistemle benzer bir bağlantıyı sağlarlar. Paket ve Çerçeve modu bağlantılar arasındaki fark, çerçeve modunun sadece 1 ve 2. Tabaka protokollerini içermesidir.

Bilgi transfer hızı (information transfer rate), ağ üzerinde istenilen bağlantı için gerekli veri akış hızını belirler. Hız, devre modu servisler için saniyede iletilecek bit sayısı, paket ve çerçeve modları için saniyedeki paket sayısı olarak ifade edilir. Bilgi transfer hızları kanalına göre 64, 384, 1536 ve 1920 kbps olabilir. 2X64 kbps servisi BRI kullanıcılarının 128 kbps hızına erişimi için kullanılabilir.

Bilgi iletim yeteneği (information transfer capability) ağ üzerinden iletilen bilginin tipi ile ilgilidir. Bu özellik aynı zamanda kullanıcının ağdan istediği bilgi iletimi ile ilgili gereksinimler hakkında da bilgi sağlar. Eğer ağ bu gereksinimleri karşılayamayacak durumda ise iletim gerçekleşmez. *Sınırlanmamış sayısal bilgi* (unrestricted digital information, UDI) bir bit dizisi olup sekizlikler içerisinde herhangi bir yapıdaki bit dizilimlerinin bulunabileceğini gösterir. UDI, paket modu iletim için otomatik olarak seçilmiştir.

Konuşma ve 3.1 kHz ses bandı, (Speech, 3.1 kHz audio) tek ses seviyesi kanalı kullanılacağı anlamına gelir. UDI ile konuşma işaretlerinin ayrılmasının sebebi, ağın konuşma işaretlerini sıkıştırarak ve açarak işletim maliyetini düşürebilme olasılığıdır. Ancak sesin kullanılmadığı uygulamalarda (örneğin modem) bu tip sıkıştırma algoritmaları veriyi bozabilir. *Yedi ve sekiz kHz ses* kullanıcıya AM ve FM bandı yayın kalitesinde ses imkanı veriyor. *Video* servisi ise

görsel erişim için kullanılıyor. Ancak kullarımdaki kanal hızları servisi sıkıştırılmış görüntü ve tele-konferans ile sınırılıyor. Devre modunda *konusma* özelliği otomatik olarak seçilir.

Yapı (structure) özelliği ağın ileteceği iletim birimini tanımlar. *Servis veri birimi bütünlüğü* (service data unit integrity) özelliği ile kullanıcının ağa verdiği paket, çerçeve veya mesajın şekli ulaşacağı tarafa aynen iletilir. Bu özellik paket modu için otomatik seçilmiştir. *Sekiz kHz bütünlüğü* (Eight kHz integrity), gönderici taraftan 125us lik bir aralıkta gönderilen bütün bitlerin yine karşı tarafa 125us lik bir zaman içerisinde ulaşması anlamına gelir. Sayısal ses modu için bu gereklidir ve devre modunda bu özellik otomatik olarak seçilir.

Zaman dilimi sırası bütünlüğü (time slot sequence integrity, TSSI), gönderen taraftaki veri dizilişinin alıcı tarafta da aynen oluşmasını sağlar. *Sınırlandırılmış fark zaman gecikmesi* (restricted differential time delay, RDTD) Sekiz kHz bütünlük özelliği ile birlikte kullanılır ve gönderilen verinin 50ms içerisinde karşı tarafa ulaştırılacağını gösterir. *Yapısız* (unstructured) verilen servis için herhangi bir yapı tanımlaması olmadığını gösterir.

İletişim başlangıcı (the establishment of communication) özelliği istenilen servisin ne zaman kabul edileceğini belirtir. *İstek üzerine* (demand) , istenilen servisin istenilen anda sunulması anlamına gelir. Bunu analog sistemdeki aramalı bağlantının başlatılmasına benzetebiliriz. Kullanıcı bir arama yapmak istediğinde numaraları çevirmesi yeterlidir. *Saklı* (reserved) özelliği ile kullanıcı bir servisi ileri bir zaman için talep edebilir. Bazı durumlarda bu zamanı kendisi belirler. Bu konferans çağrısı gibi servisler için kullanışlı olabilir. *Kalıcı* (permanent) iletişim başlatmayı kiralık hatlara benzetebiliriz (leased line). Sistem istenilen servisi sınırsız bir zaman için sağlayabilir.

Simetri (symmetry) özelliği ile iletişimin tek yada iki yönlü olduğu veya hızların her iki yönde aynı olup olmadığı belirlenir. Tek yönlü iletişim adından da anlaşılabilirdiği gibi alıcı tarafın cevap vermesine imkan tanımaz. Bu tip iletişime örnek olarak günümüz TV ve radyo yayınları örnek olarak verilebilir. İki yönlü iletişimde aynı anda karşılıklı eşzamanlı iletişim söz konusudur. Simetrik iki yönlü iletişimde telefon konuşmasında olduğu gibi taraflar arasındaki iletişim iki yönlü ve aynı iletim hızındadır. Asimetrik iki yönlü iletişimde ise taraflar arasındaki iletişim hızları farklı olabilir. Buna örnek olarak büyük bir dosyayı gönderen ve alan iki bilgisayarı verebiliriz.

İletişim yapısı (communication configuration) özelliği son kullanıcılar arasındaki bağlantı biçimini tanımlar. Noktadan noktaya yapıda iletişimde sadece iki kullanıcı söz konusudur (örneğin telefon görüşmesi). Çoklu nokta yapıda ise servis ikiden fazla kişinin iletişimine izin verebilir. Örneğin konferans görüşmesi.

4.1.1.2 Erişim özellikleri

Çizelge 4.4'te gösterilmiş olan erişim özellikleri (access attributes) kullanıcı ile ağ arasındaki bağlantının yapısını inceler. Bu özellikler kullanıcının ağ üzerindeki bir servise erişimi için kullanacağı kanal tipi ve protokolleri tanımlar. Yani erişim özellikleri ağın kullanıcı bilgisini nasıl taşıdığını yada uçtan uca bağlantının nasıl başlatıldığı konularıyla ilgilenmez.

İlk erişim özelliği *bilgisi erişim kanalı ve hızı* olup kullanıcının servis için hangi kanal tipini kullanacağını belirler. Kullanıcı, servisi D, B, herhangi bir H veya Nx64 kanalından isteyebilir. ISDN standartları ortaya çıkarken hangi kanalda ne tür servislerin kullanılacağına ilişkin tartışmalar yaşanmıştır. B kanallarının paket anahtarlamalı servislerle kullanılabilir olması kanalın kapasitesinin israfı olacağı düşüncesiyle bazı geliştiriciler tarafından uygun bulunmadı. Ancak günümüzde yüksek hızlı paket servislerine olan ihtiyaç açığa çıkınca bu tartışma sona erdi. Bu yüzden günümüz ISDN sisteminde B ve H kanalları üzerinden paket modu servisler, B,D ve H kanalları üzerinden de çerçeve modu servisler sıklıkla kullanılır oldu.

Çizelge 4.4 Erişim özellikleri.

Erişim özellikleri	Özelliklerin olası değerleri								
8. Erişim kanalı ve hızı	D (16 kbps)		D (64 kbps)		B	H ₀	H ₁₁	H ₁₂	Dğ.
9.1. İşaretleşme erişim protokolü, tabaka 1	I.430/ I.431	I.461	I.462	V.110	V.120	Dğ.			
9.2. İşaretleşme erişim protokolü, tabaka 2	I.440/ I.441	I.462	X.25 LAPB	Q.922 LAPF	Dğ.				
9.3. İşaretleşme erişim protokolü, tabaka 3	I.450/ I.451	I.461	I.462	X.25 PLP	V.110	Q.933	Dğ.		
9.4. Bilgi erişim protokolü, tabaka 1	I.430 I.431	I.460	I.461	I.462	V.110	V.120	G.711	G.722	Dğ.
9.5. Bilgi erişim protokolü, tabaka 2	HDLC LAPB	I.440/ I.441	X.25	I.462	Q.922 LAPF	Dğ.			
9.6. Bilgi erişim protokolü, tabaka 3	T.70 -3	X.25	I.462	Dğ.					

Erişim özellikleri servisler için hangi özel protokollerin kullanılabileceğini belirler. Bu özellikler ağ tarafından kullanıcı ile ağ aracı arasındaki uyumluluktan emin olmak için kullanılır. Protokoller işaretleşme erişim ve bilgi erişim olmak üzere iki grupta incelenirler. İşaretleşme erişim protokolleri ağ üzerindeki işaretleşmeyi, bilgi erişim protokolleri ise kullanıcılar arasındaki bilgi alışverişini sırasında kullanılır. Tablo 4.4'te görüldüğü gibi 1,2 ve 3.tabaka protokolleri oldukça çeşitlilik göstermektedir.

OSI nin birinci tabakası olan fiziksel tabaka için ITU-T I.430 ve I.431 standartlarını yayınlamış, I.430 da BRI, I.431’de de PRI için çerçeve yapısı, işaretleşme ve elektriksel karakteristikleri göstermiştir.

I.460, I.461, I.462, V.110 (I.463) ve V.120 (I.465) bölümlerinde B kanalı için hız adaptasyonu ve çoğullama konusundaki öneriler belirtilmiş, bu sayede 64 kbps hızında çalışmayan ağ cihazları ile uyumluluk problemine çözüm aranmıştır.

G.711, sayısal ses kodlama tekniği PCM konusundaki önerileri içerir. Hatırlanacağı üzere kullanılmakta olan A-law ve u-law algoritmaları sıkça kullanılmakta idi. Bu, kullanılan sistemin hangi algortima ile kodlama yaptığını belirtmesi gerekliliğini ortaya çıkarır. Sistem bu durumda gerekirse örneğin bir u-law telefon bir A-law santrale bağlanırsa u-law A-law dönüşümü yapabilir.

G.721’de bir sayısal ses sıkıştırma algoritması olan *Adaptif farksal darbe genlik modülasyonu* (adaptive differential pulse code modulation , ADPCM) hakkında bilgi barındırır. ADPCM ile (bitlik PCM örnekleri 4 bite indirilir. Bu sebepten ses 64 değil 32 kbps hızla iletilebilir. G.722 de ADPCM2’in bir türevinin yedi kHz sesin 64 kbps kanaldan nasıl iletildiği anlatılır.

LAPD, ISDN D-kanalında kullanılan Veri bağlantı tabakası protokolüdür (2.tabaka protokolü). Ancak bu protokol istenirse B tabakası üzerinde de kullanılabilir. LAPD ITU-T nin Q.920 (I.440) ve Q.921 (I.441) bölümlerinde açıklanır. X.25 LAPB ve ISO HDLC protokolleri de istenirse işaretleşme veya bilgi erişiminde kullanılabilir.

Q.930 (I.450) ve Q.931(I.451) D kanalında kullanıcı servislerine erişebilmek için kullanılan 3.tabaka protokolünü tanımlar. ISDN sistemi standartlarında kullanıcıların işaretleşme için ISDN dışı protokolleri kullanmalarına izin verse de uygulamaların hepsinde LAPD ve Q.930 kullanılmış ve bu özellik sınırlanmıştır.

Q.922 da çerçeve modu ve frame relay taşıyıcı servisleri için 2.tabaka prosedürleri, Q.933 te de çerçeve modu servisleri için gerekli işaretleşme anlatılmıştır. Son olarak ITU-T nin T.70 bölümünde teleks ve faks servisleri için bir dizi protokol açıklanmıştır.

Dikkat edilmesi gereken nokta, iletişim sırasında bağlantıyı yapan tarafın erişim özellikleri ile bağlanılan tarafın erişim özelliklerinin aynı olmasının gerekmediğidir. Örneğin A-law kodlamalı bir telefonla u-law kodlamalı bir telefon rahatça görüşebilir. Ağ, burada gerekli her türlü dönüşümden sorumludur. Aynı şekilde paket modunda iletişim yapan bir sistem B, diğeri ise D kanalını kullanabilir. Yani bir taraftaki TE-LE bağlantısı diğeri taraftaki TE-LE bağlantısından bağımsızdır.

4.1.1.3 Genel özellikler ve ek servisler

Genel özellikler ek servisler (supplementary services), servis kalitesi ve iç ağ iletişimi gibi ayrık taşıyıcı servislerin karakteristiklerini belirler. Bu özelliklerden birçoğu halen tam belirlenmemiş olup üzerinde çalışmalar devam etmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Genel özellikler.

Genel özellikler	Özelliklerin olası değerleri			
10. Sağlanan ek servisler	Numara tanıma	Arama sunma	Arama tamamlama	Çoklu katılım
	İlgi topluluğu	Ücretlendirme	Ek bilgi iletimi	
11. Servis kalitesi	Bu konuda çalışmalar devam ediyor			
12. İç ağ iletişim imkanları	Bu konuda çalışmalar devam ediyor			
13. Ticari ve yönetim	Bu konuda çalışmalar devam ediyor			

Ama özellikle ek servisler üzerinde yoğun bir çalışma yapılmıştır. Ek servisler kullanıcıya sadece bit iletiminin ötesinde ağı daha esnek olarak kullanma imkanını verir. Yedi değişik kategoride incelenen ek servisler ITU-T I.250 bölümünde tanımlanırlar. Bu servisleri kısaca aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

Numara tanımlama (Number identification) ek servisleri arayan ve aranan tarafların numaralarının iletimini temel alır. Bu servisler:

- 1- *Direkt arama* (Direct Dialing In , DDI) Kullanıcının diğer bir kullanıcıyı ISDN uyumlu bir PBX yada özel bir ağ üzerinden operatör kullanmadan aramasını sağlar.
- 2- *Çoklu Abone Numarası* (Multiple Subscriber Number, MSN) Bir ISDN terminaline birden fazla ISDN numarası verilebilmesini sağlar.
- 3- *Arayan hat tanımlama sunumu* (Calling Line Identification Presentation, CLIP). Arayan tarafın numarasını aranan tarafa taşır
- 4- *Arayan hat tanımlama engelleme* (Calling Line Identification Restriction, CLIR). Arayan tarafın aranan tarafa numarasının iletilmesini engeller.
- 5- *Bağlanan hat tanımlama sunumu* (Connected Line Identification Presentation, COLP). Arayan tarafa bağlantı yapılan ISDN numarasını sağlar
- 6- *Bağlanan hat tanımlama engelleme* (Connected Line Identification Restriction, COLR). Arayan tarafa bağlantı yapılan ISDN numarasının gösterilmesini engeller.
- 7- *Kötü niyetli arama tanımlama* (Malicious Call Identification, MCI), İstenmeyen bazı durumlarda aranan tarafın arayan tarafı tanımasını sağlar.
- 8- *Alt Adresleme*, Arayan tarafın alt adres dahil tüm ISDN adresini tanımlar.

Arama Sunma (Call Offering) ek servisleri aramaların bağlantı ve yönlendirilmesi ile ilgilidir.

- 1- **Arama Transferi** (Call Transfer, CT). Kullanıcının var olan bir bağlantıyı üçüncü bir tarafa transferini sağlar.
- 2- **Meşgul arama yönlendirme** (Call Forwarding Busy, CFB). Kullanıcı terminalinin meşgul olduğu durumda ağın aramayı başka bir numaraya otomatik olarak yönlendirmesini sağlar.
- 3- **Cevapsız arama yönlendirme** (Call Forwarding No Reply, CFNR). Kullanıcı aramaya belirlenen bir zaman içerisinde cevap vermezse aramanın başka bir numaraya yönlendirilmesini sağlar.
- 4- **Direkt arama yönlendirme** (Call Forwarding Unconditional, CFU). Kullanıcıya gelen bütün aramaların otomatik olarak başka bir numaraya yönlendirilmesini sağlar.
- 5- **Arama yön değiştirme** (Call Deflection, CD) Belirlenen bir numaraya karşı bütün aramaların başka bir numaraya yön değiştirmelerini sağlar.
- 6- **Hat avlama** (Line Hunting, LH). Gelen aramaların verilen bir ISDN numarasındaki bir grup arabirimin hepsine birden dağıtılmasını sağlar.

Arama tamamlama (Call Completion) ek servisleri gelen bir aramanın tamamlanması ile ilgilidirler.

- 1- **Arama bekletme** (Call Waiting, CW) Herhangi bir kanalın kullanımı mümkün olmasa bile kullanıcının varolan bir aramadan haberdar olmasını sağlar. (Örneğin B kanalından görüşme yapılırken ikinci bir aramanın gelmesi). Bu gibi durumlarda kullanıcı isterse aramayı kabul, red yada ihmal edebilir.
- 2- **Arama tutma** (Call Hold, CH) Kullanıcının varolan bir aramaya ara verip tekrar dönmesini sağlar.

Çoklu arama (Multiparty) ek servisleri ile ikiden fazla tarafın aynı anda iletişim yapması sağlanır.

- 1- **Tele konferans** (Conference Calling, CONF) Birden fazla kullanıcının aynı anda iletişim yapmasına izin verir.
- 2- **Üçlü parti servisi** (Three-Party Service , 3PTY) Kullanıcının bir aramayı sürdürürken onu askıya alıp yeni bir kullanıcıyı aramasını sağlar. Kullanıcı aramalar arasında geçişler yapabilir, iki aramayı birleştirip yeniden ayırabilir.

İlgi grupları ek servisleri genel ISDN sistemi içerisinde özel ağlar kurulmasını sağlar.

- 1- **Kapalı kullanıcı grubu** (Closed User Group,CUG). Bir kullanıcı grubunun mantıksal bir özel ağ kurmalarını ve sadece birbirleri arasında iletişim kurmasını sağlar. Bir kullanıcı birden fazla CUG'a dahil olabilir.
- 2- **Özel numaralandırma planı** (Private Numbering Plan, PNP) Sanal özel bir ağda yerel ağ birimleri kullanarak özel numaralandırma planı tanımlanmasına izin verir.

- 3- *Öncelik servisi*, ağın belirli numaralara öncelik tanınmasını sağlar.
 - 4- *Dış arama yasaklama*, CUG içerisindeki üyelerin grup dışı arama yapmasını engeller.
- Ücretlendirme* (Charging) ek servisi o anki ağ kullanım ücreti hakkında bil almasını yada ödemeyi aranan tarafın yapması gibi konuları içerir.
- 1- *Kredi kartı araması* (Credit Card Calling, CRED) Arayan numaranın ödemeyi bir Kredi kartı numarası üzerinden yapmasını sağlar. Bu servis tanımlama ve özgünlük (authentication) işlemlerini de içerir.
 - 2- *Ücret bilgilendirme* (Advice of Charge) o anda yapılmakta olan bir bağlantının ücretini bildirir.
 - 3- *Karşı ödeme* (Reverse Charging) yapılan bir bağlantının ücretinin aranan taraftan alınmasını sağlar.

ISDN'deki ek servislere erişim direkt olarak kullanıcı terminali üzerinden yapılır. Ancak ek servislerin varlığı bölgesel veya uçtan uca yapıdaki özellikler, ISDN LE'lerin servislere desteği ve birbirleri arasındaki iletişimin yapısına bağlıdır. Konferans arama, arama yönlendirme ve arama bekletme gibi bazı ISDN ek servisleri bölgesel yeteneklere bağlıdır. Yani bu özelliklerin kullanılabilmesi için bir taraftaki TE'nin bağlandığı LE'nin bu ek servisleri desteklemesi yeterlidir. Ancak pek çok numara tanımlama özelliği (CLIP, CLIR ve MCI) ek bilgi iletim servisi UUS'nin kullanılabilmesi için ISDN anahtarlama merkezleri arasında bir bilgi iletişiminin gerçekleşmesi, yani uçtan uca uyumluluk gerekmektedir. Bunun için ISDN servis sağlayıcıları içerisindeki işaretleme sistemi SS7 kullanılmaktadır.

4.1.2 Tele servisler

ITU-T I.240 serisinde tanımlanan tele servisleri taşıyıcı servislerden farklı kılan üst tabaka fonksiyonlarının olmasıdır. Bir teleservis bir kullanıcıya o ağa bağlı başka bir kullanıcı yada ağın kendisi tarafından sunulabilir. Kullanıcı-ağ arası bir tele servise örnek olarak kullanıcı sesinin analog işarete çevrilmesini yada kullanıcının ISDN ağı üzerinden e-mail alabilmesini gösterebiliriz. Tele servis özelliklerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- 1- Kullanıcı bilgi tipi, bunlar konuşma, ses, yazı, grup-4 sayısal faks, videotext, video ve etkileşimli yazı (teleks)
- 2- ITU-T ve ISO iletim tabakası protokollerini içeren 4.Tabaka Protokolü
- 3- ITU-T ve ISO oturum tabakası protokollerini içeren 5.Tabaka Protokolü
- 4- ITU-T ve ISO sunum tabakası protokollerini içeren 6.Tabaka Protokolü. Örneğin doküman değişim protokolleri, grafik ve çözünürlük modları, şifreleme işlemleri

5- ITU-T ve ISO uygulama tabakası protokollerini içeren 7.Tabaka Protokolü. Örneğin mesaj kotarma servisleri (message handling services, MHS).

4.2 Örnek Servis Tipleri

Bir ISDN cihazı, ISDN ağına istediği servisi elde edebilmek için o servis için gerekli özellikleri sağlayan uygun mesajları yollar. ISDN taşıyıcı servisleri için verilen tablo incelenecek olursa seçeneklerin inanılmaz derecede esnek olduğu fark edilebilir. Her ne kadar listedeki özellikler kullanılarak oluşturulabilecek kombinasyonlar binlerce olsa da, olası kombinasyonların çoğu anlam ifade etmez. Akla gelebilecek bir soru da bu derece çeşitlilik sağlayacak bir terminal cihazının fiyatının ve uyumluluğunun ne olabileceğidir.

Herşeyden önce, bir ISDN servis sağlayıcının bu özellik ve kombinasyonların aşağı yukarı hepsine cevap veriyor olması gerekirken, bu özellik TE lerden beklenmez. Buna bir örnek olarak aşağıdaki tabloyu verebiliriz. Çizelge 4.6'da bir ISDN telefonu ile X.25 terminalinin olası özelliklerinin neler olabileceği verilmiştir.

Çizelge 4.6 ISDN telefonu ve X.25 terminali özellikleri.

Özellik	ISDN telefonu	X-25 terminali
Mod	Devre	Paket
Hız	64 kbps	
Yetenek	Konuşma	UDI
Yapı	8-khz bütünlüğü	Servis veri birimi bütünlüğü
Başlatım	İstek üzerine	İstek üzerine
Simetri	Çift yönlü simetrik	Çift yönlü simetrik
Tip	Noktada noktaya	Noktadan noktaya
Kanal	B	B
1.Tabaka işaretleşme	I.430/I.431	I.430/I.431
2.Tabaka işaretleşme	I.440/I.441	I.440/I.441
3.Tabaka işaretleşme	I.450/I.451	I.450/I.451
1.Tabaka bilgi erişim	G.711	I.46x hız uyumu
2.Tabaka bilgi erişim	-	X.25 LAPB
3.Tabaka bilgi erişim	-	X.25 PLP

Tablodan da anlaşılacağı gibi, ISDN uç cihazlarının özellikleri zaten amacına göre aşağı yukarı bellidir ve kullanıcıya özellikleri seçim açısından pek fazla seçenek bırakılmaz. Bu yüzden uygulamaların çoğunda özellikler cihaz içerisine erişilemeyecek şekilde yerleştirilir, kullanıcı hangi özelliklerin kullanıldığını haberdar bile olmaz.

Örneğin bir ISDN telefonunda kullanıcıya sunulan seçenekler en fazla kodlama biçimi ve ülkesel ağ yapısıdır.-ki bu da genel dağıtıcı şirketler tarafından ayarlanır-. Bu da ISDN

cihazlarının uluslararası kullanımda bir avantajı olarak algılanabilir. Ancak servisleri ortaya çıkardığı bir sonuç olarak ISDN telefon santralleri analog santrallere göre oldukça karmaşık bir yapıdadır.

4.3 Taşıyıcı Ve Paket Servis Kategorileri

Taşıyıcı servis kombinasyonlarının çoğunun anlamsız olması, ITU'nün bazı kategorilerdeki özellikle anlamlı kombinasyonları tanımlamasına yol açmıştır. Bilgi iletim özelliklerinin ilk dördü (mod, hız, yetenek ve yapı) *dominant özellikler* olarak adlandırılır ve belirli taşıyıcı servis kategorilerini tanımlamada kullanılır. Bugünün ISDN standartlarında on devre modu ve üç paket modu taşıyıcı servisi kategorileri belirlenmiştir. Bunlardan devre modu taşıyıcı servis kategorileri:

- 1- *64 kbps sınırlandırılmamış, 8 khz bütünlük.* Ses dahil pek çok sınırlanmamış sayısal veri (UDI) uygulaması, 3.1 kHz ses , 64 kbps'e çoğullanmış birden fazla yavaş veri kaynağından gelen bilgileri ve şeffaf X.25 kullanımına izin verir.
- 2- *56 kbps sınırlandırılmamış, 8 khz bütünlük,* Bazı UDI uygulamalarını örneğin, 64 kbps'e çoğullanmış birden fazla yavaş veri kaynağından gelen bilgileri ve şeffaf X.25 kullanımına izin verir.
- 3- *64 kbps, 8-khz bütünlük, konuşma bilgisi iletimi.* İnsan sesi iletimi için kullanılabilir.
- 4- *64 kbps, 8-khz bütünlük, 3.1 kHz ses bilgi transferi.* Analog telefon sistemi tarafından verilen servise karşılık düşer. Ses veya ses bandı modüle veri iletimini destekler.
- 6- *2x64 kbps sınırlandırılmamış, 8-khz bütünlük.* İki B kanalı üzerinden UDI transferi sağlar.
- 7-10 arası kategoriler H kanalları üzerinden UDI transferi ile ilgilidir.

Paket servis kategorileri ise,

- 1- *Sınırlanmamış, servis veri birimi bütünlüğü, istek üzerine yada kalıcı başlatım.* Kullanıcı paketlerini anahtarlamalı yada kalıcı bir sanal kanal üzerinden B yada D kanalı kullanarak UDI iletimi sağlar.
- 2- *Bağlantısız paket modu taşıyıcı servisi.* B veya D kanalı üzerinden Datagram aktarımı için düşünülmüştür. Bu servis için çalışmalar devam etmektedir
- 3- *Kullanıcı işaretleme taşıyıcı servisi.* Bu servis için çalışmalar devam etmektedir

5. OSI REFERANS MODELİ

ISDN ve benzeri bütün ağ sistemlerinin yapıları incelendiğinde hepsinin temelde dayandıkları genel sistem yaklaşımının OSI'nin tamamı yada bir kısmını kapsadığı görülür. Bu noktada ağ teknolojileri konusunda çalışma yapan herkesin OSI'yi tanınması ve tasarımlarını ona göre yapması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu düşünceyle, tez kapsamına OSI modeline geniş yer verilmiş, ISDN yapısı anlatılırken de, OSI tabakaları başlıkları kullanılmış, her bir tabaka ayrı ayrı ele alınmıştır.

5.1 Giriş

Farklı çalışma sistemleri olan Bilgisayarların birbirleri arasındaki enformasyon alışverişini sağlamak, üzerinde uzun yıllar çalışıla gelmiş güç bir iştir. 1980'lerin başında International Organization for Standardization (ISO) üreticilerinin her türlü platformda çalışabilecek ağ uygulamaları oluşturmalarına yardım için bir ağ modeline ihtiyaç duyulduğuna dikkat çekti. Ve 1984 yılında ISO bu ihtiyaca cevap verecek OSI (Open System Interconnection) referans modelini tanıttı.

OSI referans modeli hızla bilgisayarlar arası iletişim mimarilerinde aranan temel özellik halini aldı. Zamanla OSI modelinden başka mimari modeller ortaya çıksa da (çoğu patentli olmak üzere) ürünleri hakkında müşterilerini eğitmek isteyen ağ ürünleri üreticileri OSI referans modelini tercih etmektedirler. Bu nedenle model, ağ teknolojilerini öğrenmek isteyenler için en iyi araç olarak bilinmektedir.

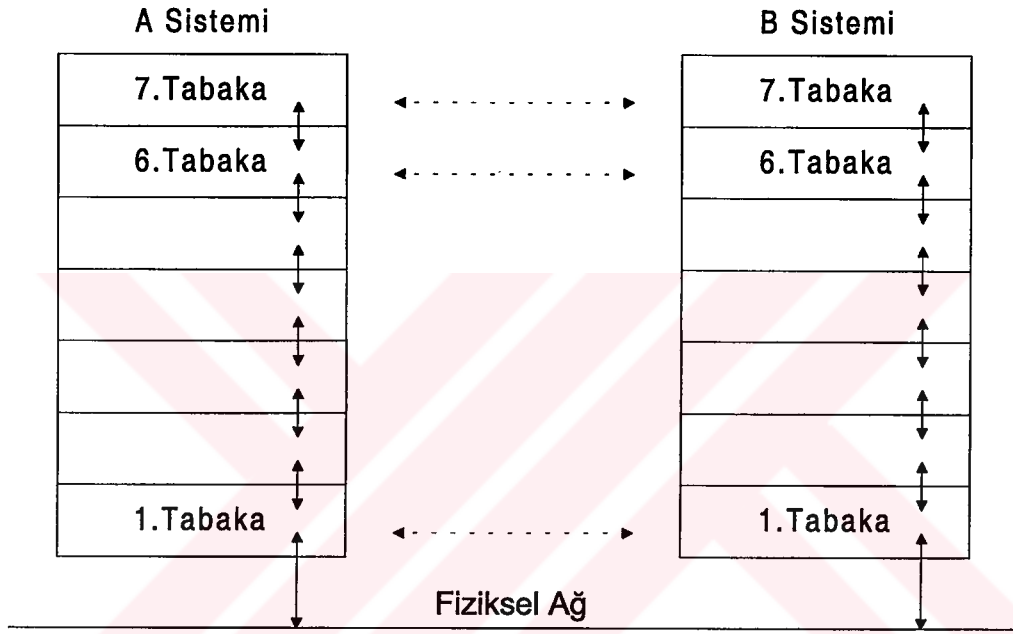
5.2 Hiyerarşik haberleşme

OSI referans modeli ağ üzerinden bilgisayarlar arasında bilginin iletimi problemini yedi daha küçük ve kolay erişilebilir probleme böler. Bu yedi problemin her biri modelin bir tabakası olarak çözülür. Çoğu ağ cihazı bu tabakaların hepsini ele alır ve gerekli uygulamalarını ona göre yapar. Ancak verimliliği arttırmak için bazı ağ uygulamalarında bir veya birden fazla tabaka atlanabilir. En alttaki iki OSI tabakasında donanım ve yazılım olarak geliştirilirken, üst beş tabakada genellikle sadece yazılım kullanılır. ISDN sistemi için önemli olan ve standartlaşmanın olduğu tabakalar ise en alttaki üç tabakadır.

OSI referans modeli bilginin bir uygulama programından (mesela bir tablolama yada kelime işlemci programı) kablolardan oluşan ağ donanımı üzerinden başka bir bilgisayarın uygulama

programına kadar nasıl hareket etmesi gerektiğini belirler. Bilgi, tabakalardan aşağıya doğru gittikçe insan algısından uzaklaşarak bilgisayar ve donanımın anlayacağı hale dönüşür.

OSI tipinde bir haberleşme işlemine örnek olarak Şekil 5.1'deki A sisteminin B sistemine bir bilgiyi gönderme işlemini ele alalım. A Sistemindeki uygulama yazılımı A sisteminin 7. tabakasıyla haberleşir (en üst tabaka), 7. Tabaka A sisteminin 6. Tabakasıyla haberleşir. Tabakalardan aşağıya doğru giden bu işlem A sisteminde 1.tabaka ya kadar ilerler. Tabaka 1 veriyi fiziksel ortama vermekle sorumludur. Fiziksel ağ ortamında ilerleyen bilgi Sistem B nin 1.tabakası tarafından alınır ve alt tabakadan üst tabakaya ve en sonunda sistem B nin uygulama yazılımına erişir.

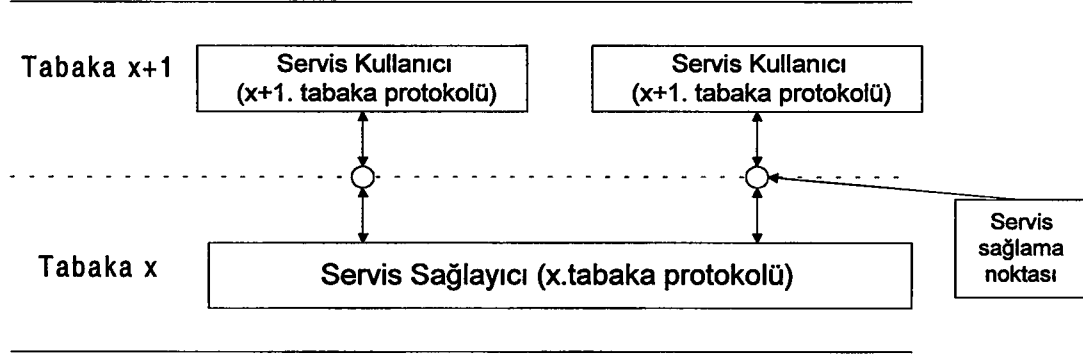


Şekil 5.1 OSI tabakaları ve hiyerarşik haberleşme sistemi.

A sisteminin tabakaları alt ve üst tabakalarla haberleşseler de, asıl görevleri verinin gönderileceği B sistemindeki eş tabakalarla haberleşmektir. Örneğin A sisteminin 1.tabakasının birincil görevi B sisteminin 1.tabakasıyla haberleşmektir. Bütün tabakaların yerine getirmekle yükümlü oldukları görevler olduğu için karşı sistemin eş tabakasıyla haberleşmek gerekliliği ortaya çıkmıştır.

OSI tabakalama sistemi farklı sistemlerin aynı tabakaları arasında direkt iletişime meydan vermemektedir. A sistemindeki her tabaka bitişiğindeki tabaka tarafından sağlanan servis yardımıyla B sistemindeki eş tabakayla haberleşebilir. Tek bir sistemdeki bitişik tabakalar arasındaki ilişki Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

A sistemindeki 4.tabakanın B sisteminin 4. Tabakası ile haberleşeceğini varsayalım. Bunun gerçekleşebilmesi için A sistemindeki 4.tabakanın aynı sistemdeki 3. Tabakanın sağlayacağı servisleri kullanması gerekir. Tabaka 4 *servis kullanıcı* (service user), Tabaka 3 ise *servis sağlayıcı* (service provider) olarak adlandırılır. Tabaka 3 tarafından sağlanan servislerin Tabaka 4 tarafından istendiği ve erişildiği noktaya *servis erişim noktası* (service access point – SAP) . Aşağıdaki şekilde Tabaka 3'ün tabaka 4'e servisleri birden çok noktadan ulaştırdığı görülmektedir.

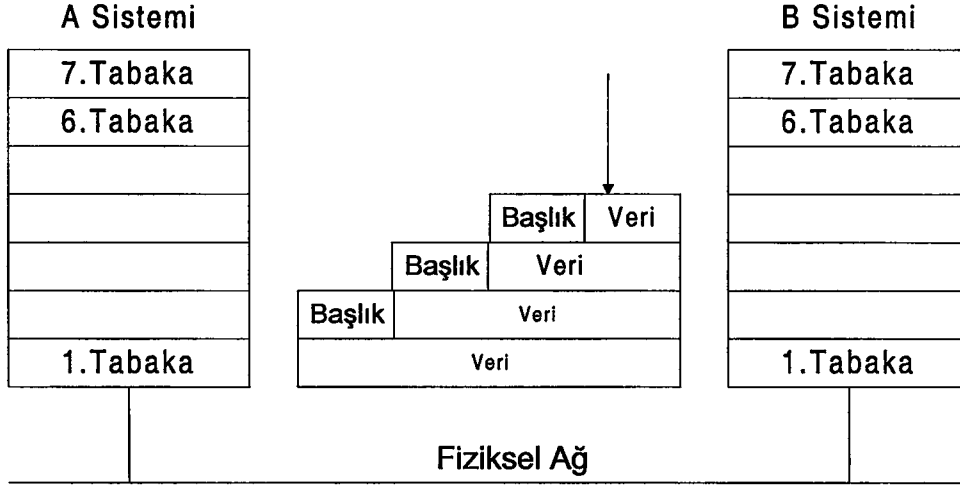


Şekil 5.2 Servis erişim noktası

5.3 Veri Yapıları

Tabakalar arası haberleşme konusunda, B sistemindeki 4.tabaka A sistemindeki 4.tabakanın ne istediğini nasıl bilebildiği sorusu akla gelebilir. 4. Tabakanın özelleşmiş istekleri *kontrol bilgisi* (control information) olarak saklanır. Kontrol bilgisi asıl bilgiye *başlık* (header) olarak eklenir ve ilişkili tabakaya gönderilir. Örneğin A Sisteminin bir cümlelik bilgiyi B sistemine göndereceğini varsayalım.

A Sisteminin uygulama programı bu bilgiyi A sisteminin en üst tabakasına gönderir. A Sisteminin *uygulama tabakası* (application layer) B sisteminin uygulama tabakası ile iletişim kurmak zorundadır. Bu yüzden kodlanmış bir başlık halindeki kontrol bilgisini gerçek bilgiye ekler. Bu şekilde aşağı tabakalara inildikçe her tabaka karşı sistemin ilişkili tabakası ile haberleşebilmek için gerekli kontrol bilgisini ekler. Elde edilen bilgi 1.tabakadan fiziksel ağa verilir ve bilgi B sisteminin 1.tabakası tarafında alınır edilir. 1. Tabaka gelen bilgide kendisiyle ilişkili başlığa göre yapılacakları yapar ve boyut olarak küçülen bilgiyi bir üst tabakaya yollar. Bu şekilde orijinal bilgi B sisteminin uygulama programına ulaşır.



Şekil 5.3 OSI tabakaları arasında veri iletimi ve başlık ekleme

Bilgi ve başlık kavramları o andaki veriyi inceleyen tabakanın bakış açısına göre görecelidir. Örneğin 3.tabaka için kendine gelen veride sadece karşı sistemden gelen başlık ve veri vardır. Aslında bu veri içerisinde üst tabakalara ait başlıklarda mevcuttur. Bu durum şekil 5.3'te gösterilmiştir. Ancak, sistemde bütün tabakalar için başlık eklemek bir zorunluluk değil, ihtiyaç anındaki bir gerekliliktir.

5.4 Uyumluluk Problemi

OSI referans modeli bir ağ uygulaması değildir. Sadece her bir tabakada yerine getirilmesi gereken fonksiyonları tanımlar. Bunu bir protokol tanımına göre protokol tasarlayan ağ şirketlerine benzetebiliriz. Tasarım planı aşırı derece ayrıntılı olmadıkça ortaya çıkan ürünlerde de ufak tefek detay farklılıkları olacaktır ancak temelde ortaya çıkan ürünler aynı fonksiyonları yerine getirecek ve birbirleriyle rahatça uyum sağlayabileceklerdir.

Bugün üretilen sistemlerin hemen hepsinde özellikle donanım bazında çalışan şirketler OSI tabakalarına göre sistemlerini ayrıştırıp, donanım özelliklerini bu ayrık özelliklere göre sınıflandırıyorlar.

5.5 OSI Tabakaları

5.5.1 Uygulama tabakası (application layer)

Kullanıcıya en yakın olan tabakadır. Başka hiçbir tabakaya servis sağlamama özelliği ile diğer tabakalardan ayrılır. Bununla birlikte OSI modelinin kapsamı dışında olan uygulama işlevlerini yerine getirmekle yükümlüdür. Bu uygulama işlevleri arasında tabloları, programları, kelime işlemciler yada banka terminal arayüzlerini sayabiliriz. Ağ yönetimi, Ağ üzerindeki kullanıcıların tanımlanmaları, Ağ üzerindeki erişilebilir kullanıcı ve kaynakların tespiti ve güvenlik mekanizmaların belirlenmesini bu tabakanın fonksiyonları arasında sayabiliriz.

5.5.2 Sunum Tabakası (presentation layer)

Bu tabaka, uygulama tabakası tarafından gönderilen bilginin diğer sistemin aynı tabakası tarafından okunabilir olmasını sağlar. Eğer gerekli olursa sunum tabakası veri formatları ve veri yapıları arasında gerekli dönüşümleri yapar. Veri şifreleme ve sıkıştırma işlemleri bu tabakanın görevlerine örnek olarak verilebilir.

5.5.3 Oturum Tabakası (session layer)

Uygulamalar arasındaki iletişimi başlatan yöneten ve sonlandıran tabakadır. Oturum, iki veya daha fazla sunumun arasındaki diyalogdan oluşur. Tabaka, Bu diyalogu senkronize eder ve veri alışverişini sağlar. Ayrıca oturum tabakası verinin tabakalar arası yolculuğunu sağlama ve kendisinde ve üst tabakalarda meydana gelen istisnai hataları da bildirir.

5.5.4 İletim Tabakası (transport layer)

Oturum tabakası ile iletim tabakası arasındaki sınır uygulama tabakası protokolleri ile daha alt tabaka protokoller arasındaki sınır olarak düşünülebilir. Zaten uygulama, sunum ve oturum tabakaları uygulama problemleri ile , diğer tabakalar ise iletimle doğrudan ilgilidirler. Alt üç tabakaya zaten Ağ servis tabakaları denmiştir (Network Service Layers). Bu tabaka özellikle bir iletişim ağında iletişimin güvenli olmasını sağlamakla ilgili işleri yerine getirir. Güvenliliği sağlamanın kapsamı içerisine sanal devrelerin (virtual circuits) başlatılması, devamının sağlanması ve sonlandırılması sistemin iç bilgi akışının düzenlenmesi girebilir.

5.5.6 Ağ tabakası (network layer)

Ağ tabakası bir alt ağın (subnetwork) kontrolü ile ilgilenir. İki iletim tabakası arasındaki bağlantının başlatılması, mesajın uygun adrese yönlendirilmesi, büyük mesajların küçük parçalara bölünmesi (segmentation), hata düzeltme ve ağlar arası iletişimdeki adres bulma ve yönlendirme işlemleri bu tabakanın görevleri arasındadır.

5.5.7 Veri bağlantı tabakası (Data Link Layer)

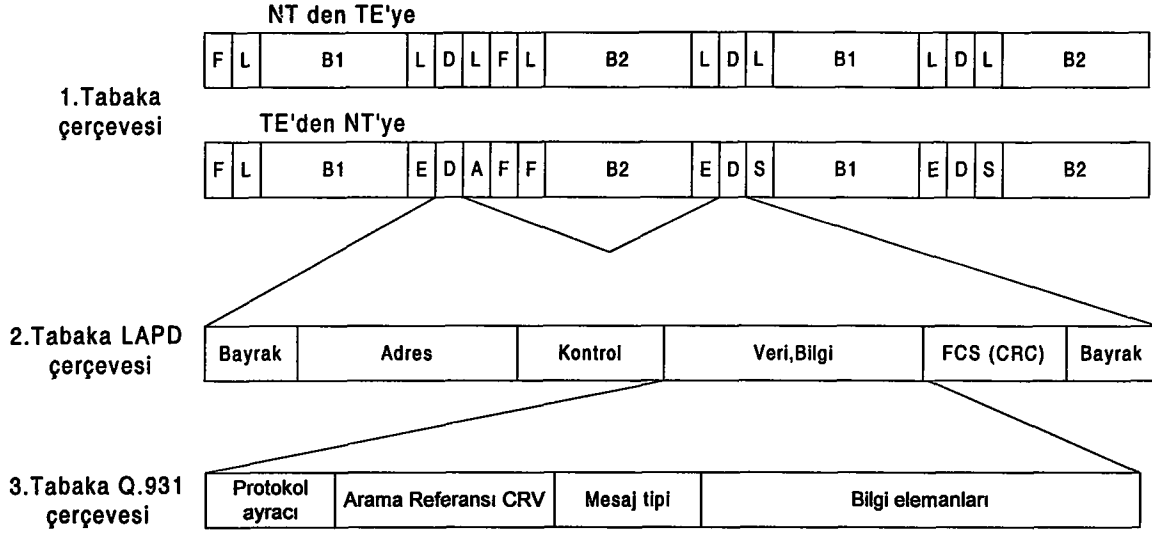
Kullanılan veri bağlantısı üzerinden verinin güvenilir biçimde transferini sağlar. Verinin dizilişini düzenler ve veriyi çerçeveler haline koyarak hata tespit ve düzeltmesini yerine getirir. Şu anda kullanılan bütün 2.tabaka formatları Yüksek Seviye Veri Bağlantı Kontrolü (High Level Data Link Control – HDLC) olarak bir standart yapıdan türemiştir.

5.5.8 Fiziksel Tabaka (Physical Layer):

Kullanıcı ile Ağ sonlandırıcı arasındaki fiziksel ve elektriksel yapı ile ilgilenir. Darbe genlikleri, hat kodlaması, iletim hızı, konnektörler gibi verinin fiziksel ortamdan iletilmesi için gerekli her konu 1.tabakanın görevidir. “Arabirim” olarak ta adlandırılır.

5.6 ISDN ve OSI

Bilindiği üzere ISDN de iki değişik kanal tanımlaması vardır. ISDN, Kullanıcıya ayrılan devre anahtarlama (circuit switched) 64kbit/s lik B kanalının sadece fiziksel tabaka (1.tabaka) özelliklerini belirler. Kullanıcı diğer tabakaları nasıl kullanacağına kendisi karar verir. 16 bitlik D kanalı ise sadece en alt 3 tabaka ile ilişkilidir ve bu tabakalara ait özellikler belirlenmiştir. ISDN protokollerini ifade eden diyagram aşağıdadır. Tabakalar dikey olarak dizilmişlerdir ve ISDN kanalları iki ayrı miktarda tabaka ile ilişkilidir. Kullanıcı bilgisi , Kullanıcı yüzü (User Plane) adı verilen 7 tabakayı izleyerek yol alırken, İşaretleşme bilgisi Kontrol yüzü (Control plane) adı verilen ise 3 tabakalık yoldan ilerler. Kullanıcı yüzünde, Terminalden terminale giden Kullanıcı bilgisi ağ sonlandırıcı ve santralde sadece fiziksel yapısını değiştirirken, Kontrol yüzünde ilerleyen işaretleşme santralde sonlanır. Gelecek bölümlerde ISDN’in OSI tabakaları ile ilişkisi detaylı olarak anlatılacak ve işaretleşme verisi için belirlenen 1,2 ve 3 tabaka kural ve protokollerine ilişkin bilgiler verilecektir.



Şekil 5.5 ISDN 1,2 ve 3. Tabaka çerçeve yapıları

6. ISDN 1.TABAKA

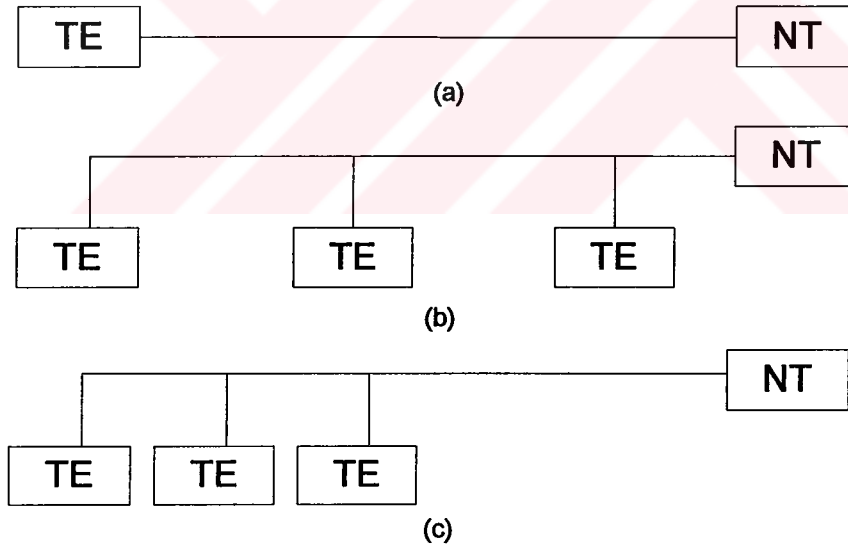
Bu bölümde ISDN 1. tabakası yani fiziksel tabaka anlatılacaktır. Fiziksel kurulum topolojileri, güç, S/T ve U arabirimleri için elektriksel işaretler, 1.tabaka protokolü ve iletişim başlatma prosedürüne ilişkin bilgiler verilecektir. ITU-T özellikle S ve T arabirimleri için 1.tabaka önerilerini belirtirken, U arabirimini (Local loop) servis sağlayıcıya bırakmıştır.

6.1 S/T Arabirimi (ITU-T I.430)

ITU-T nin fiziksel tabaka ile ilgili önerileri I.430 bölümünde yer alır. Bu bölümde Terminal ile ağ sonlandırıcısı arasında S/T referans noktası üzerinden yapılan iletişim, protokol ve elektriksel özellikler açıklanır.

6.1.1 Topoloji

ISDN BRI, noktada noktaya ve noktadan çoklu noktaya olmak üzere iki farklı konfigürasyonda olabilir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Olası ISDN topolojileri a-Noktadan noktaya

b-Kısa pasif yol c-Genişletilmiş pasif yol

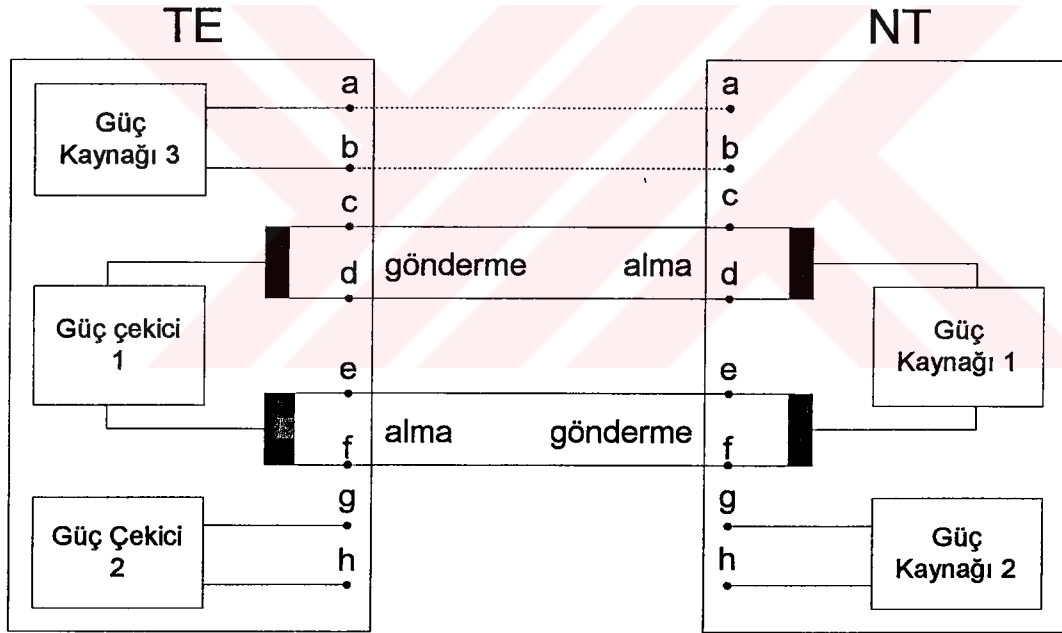
Noktadan noktaya yapıda TE (ISDN terminali yada Terminal adaptörü) ile NT (NT1 veya NT2) arasındaki mesafe en fazla 1km (3300ft) olmalıdır. İki tür noktadan çoklu noktaya bağlantı vardır. Her ikisi de pasif bağlantı yapısına sahiptir. Yani hatta tekrarlayıcı (repeater)

ya da kuvvetlendiriciler bağlanmaz. Hatta bağlı cihazlar hattı monitör ederken hattaki aktiviteyi etkilemezler. *Kısa pasif yol* (Short passive bus) yapısında en fazla sekiz terminal sisteme en fazla mesafesi 200m aralıklarla olmak üzere bağlanabilir. Terminalleri direkt olarak ayrı ayrı sonlandırıcıya bağlayan bu sistemi yıldız topolojisine benzetebiliriz. *Genişletilmiş Pasif yol* (Extended passive bus) yapısında ise bütün terminaller en fazla 1 km uzaklıkta grup halinde sonlandırıcıya bağlanabilir.

Buradan çıkan sonuçlardan birisi, Çoklu terminal kullanımında terminallerin aynı anda D ve B kanalına erişebilmeleridir. Ancak ISDN sistemi bir B kanalına aynı anda birden fazla terminalin erişmesine izin vermez.

6.1.2 Fiziksel bağlantı ve güç

Terminal ile ağ sonlandırıcı arasında gönderme ve alma için ikişer, toplam en az dört kablo kullanılır. Bunlar Şekil 6.2'deki c,d,e ve f noktalarında gösterilmiştir.



Şekil 6.2 ISDN sisteminde olası NT-TE güç bağlantı şeması

Bir ISDN cihazı potansiyel olarak çeşitli kaynaklardan güç alabilir. Güç kaynağı 1, yerel bir ac güç kaynağı, bir pil yada telefon kanalından gelen güç olabilir. NT tarafından en fazla 40V'luk gerilim üretilir ve TE'ler normal güç durumunda 1W'a kadar güç çekebilirler. Kısıtlanmış güç durumunda ise bir TE 380mW lık *hayalet güç* (fantom power) olarak adlandırılan ağ tarafından sağlanan gücü kullanırlar. Ancak bu güç seçimlidir ve ITU-T nin önerileri arasında bir gereklilik olarak görünmez. Güç kaynağı 2, sadece yerel kaynaklardan

NT'yi besler. 40V'a kadar gerilim veren sistemden TE'ler normal durumda 7W, kısıtlanmış durumda ise 2W'a kadar güç çekebilirler. Güç kaynağı 2 de seçimlik kullanımlıdır. Güç kaynağı 3 ITU-T nin tavsiyeleri arasında yer almaz. TE-TE arası güç işlevini yerine getirebilecek bu sistemde bir TE ye dışardan güç bağlanması söz konusudur.

Günümüzdeki analog telefonların içlerinde son aranan numarayı saklayacak ve LED lambaları yakacak enerjiyi telefon şebekesi hizmetini sağlayan kuruluş verir. Bunu sebebi telefonun çalışmasını kullanıcının elektrik şebekesinden bağımsız hale getirmektir. İdeal durumda şebekeye 370mW güç verilir. Analog telefonlar normal koşullarda sadece 150mW civarında güç harcarlar. Telefonun karmaşık olduğu durumlarda kullanıcının telefonunu ayrı bir kaynakla beslemesi gerekir.

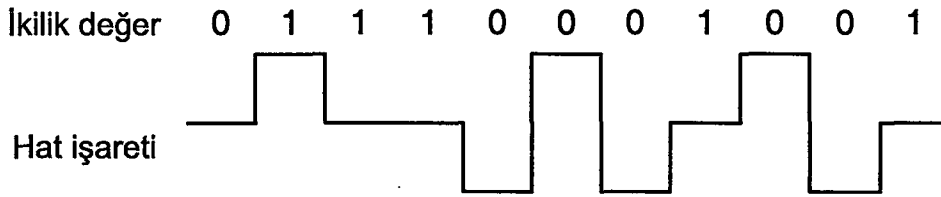
Ancak ISDN de durum biraz daha karışıktır. Çünkü NT, TE ve TA lar içlerinde ISDN protokollerini sağlayabilmek için hafıza, mikroişlemci barındırırlar. Bu yüzden çoğu durumda telefon ağından gelen güç NT ve TE leri besleyemez. Bu ISDN'in karşılaştığı en zor durumlardan birisi olmuştur. Bu konuda dünyadaki uygulamalar çeşitlidir. Kuzey Amerikada Ağ Servis sağlayıcı kullanıcıya güç sağlamaz. Terminal ve sonlandırıcılar direkt olarak dış güç kaynağına bağlanırlar. Bazı bölgelerde ise NT ile TE arasındaki bağlantıda güç ayrı kablolarla dağıtılır. Avrupa'da durum farklıdır, çünkü telefon şebekesi bir terminali besleyecek gücü vermekle yükümlüdür. Güç kaynağı iki sayesinde NT'deki bir batarya ile sistemin acil durumlarda ağa bağlı olmadan kullanımı söz konusu olabilir. BRI larda fiziksel bağlantı olarak ISO 8877 standardına göre 8 pin modüler giriş ve soket kullanılır (RJ-454 veya RJ-48). Pin bağlantıları Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 ISDN S/T arabirimi pin bağlantısı

Pin No.	Fonksiyon		Kutuplama	Mecburi?
	TE	NT		
1	Güç kaynağı 3	Güç çekici 3	+	Hayır
2	Güç kaynağı 3	Güç çekici 3	-	Hayır
3	Gönderme	Alma	+	Evet
4	Alma	Gönderme	+	Evet
5	Alma	Gönderme	-	Evet
6	Gönderme	Alma	-	Evet
7	Güç çekici 2	Güç Kaynağı 2	-	Hayır
8	Güç çekici 2	Güç Kaynağı 2	+	Hayır

6.1.3 Hat Kodlaması ve çerçeve formatı

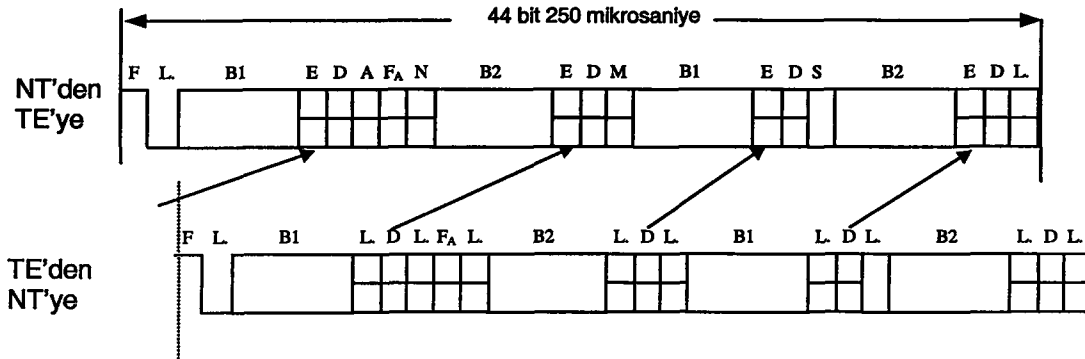
BRI hat kodlamasında kullanılan işaretleşme sistemine psuedo-ternary işaretleşmesi adı verilir (Şekil 6.3). Bu sistemde bir “0” biti yaklaşık 750 mV’luk pozitif yada negatif bir hat işareti ile ifade edilir. Bir “1” biti ise hatta sinyalin olmaması demektir. DC kutuplama yı engellemek için “0” bitinin kutuplaması sürekli değiştirilir. Bu sayede işaretleşme dengelenmiş olur ve iletişimin daha uzak mesafelere gitmesi, daha kolay kapasitif ve endüktif kuplaj, statik elektrik ve crosstalk problemlerinin azalması sağlanır.



Şekil 6.3 psuedo ternary kodlama

Psuedo-ternary işaretleşmede birbirini takip eden aynı kutuplu iki “0” biti tek kutuplu uyumsuzluk (bipolar violation) olarak adlandırılır. Bu uyumsuzluklar BRI da iletişim senkronizasyonunda kullanılır. Tek bir kod uyumsuzluğu DC dengeyi bozacağından bu uyumsuzluklar BRI da çiftler halinde ortaya çıkartılır.

BRI da veri çerçeve olarak adlandırılan 48 bitlik bloklar halinde ile taşınır. Şekil 6.4’te ITU-T L430 çerçeve biçimi ve muhtemel psuedo-ternary işaret kademeleri gösterilmiştir.



Şekil 6.4 ISDN 1.tabaka çerçeve yapısı

Her saniyede yaklaşık 4000 çerçeve gönderilir (her frame 250µs) ve bu da 192 kbps bir hıza karşılık gelir. Bir çerçeve her B kanalı için 16 bit (64 kbps) , ve D kanalı için 4 bit (16 kbps) içerir. B ve D kanalı bit blok dizilimi Çizelge 6.2’deki gibidir.

Çizelge 6.2 ISDN S/T arabirimi kanal bit paylaşım ve dizilimi

Kanal	B1	D	B2	D	B1	D	B2	D
Bit Sayısı	8	1	8	1	8	1	8	1

BRI iki B ve bir D kanalı sağladığı gibi ($2B+D$), istenirse kanaldan sadece bir B ve D ($1B+D$) gönderilebilir yada hiç B kanalı bilgisi gönderilmeyebilir ($0B+D$). Bu durumlarda kullanılmayan B kanallarından “1” bilgisi yollar, yani hat enerjilendirilmez.

TE den NT ye gönderilen çerçevelerin başlangıcı NT den TE ye gönderilen çerçeveden iki bit geç başlar. Bu sayede bütün TE lerin zamanlaması NT tarafından sağlanmış olur.

Hatırlanacağı üzere noktadan-çoklu noktaya bağlantı biçiminde bütün TE lerin B ve D kanallarını paylaşabilmesi gerekiyordu. Bir B kanalını en fazla bir TE kullanılabileceğinden, B kanalı bit gönderimi sırasında hatta en fazla bir terminalin olması söz konusudur. Aynı anda birden fazla TE D kanalından veri gönderebilse de, hatta hiçbir zaman bit belirsizliği yaşanmaz, çünkü:

- 1) Kanaldaki bütün TE ler aynı çerçeveleme kurallarına uyarlar. Bu demektir ki, eğer birden fazla TE kanala “0” yollayacaksa, hepsinin aynı polaritede olması gerekir.
- 2) TE ler kanala elektriksel açıdan seri değil paralel bağlıdır. Bu yüzden, kanaldaki toplam gerilim kanala uygulanan gerilimlerin toplamı değildir. Kanaldaki “1” ‘in varlığı NT tarafından ancak kanala bütün TE ler bir verirse mümkündür. NT nin “0” bitini yakalaması için bir yada birden fazla TE nin kanala sıfır vermesi yeterlidir. Bu yapıyı mantıksal Ve kapısına benzetebiliriz.

İki yönde gönderilen çerçevelerin yapısı temelde aynıdır. Ancak NT-TE arasında gönderilen çerçevelerdeki D kanal yankı bitleri bu benzerliği bozar. E biti olarak adlandırılan bu bitler aslında TE den NT ye gönderilen D kanal bitlerinin tekrarından ibarettir. E bitleri özellikle çoklu TE kullanımında önem kazanırlar. Kanalda birden fazla TE nin varlığı söz konusu olduğundan TE-NT arasındaki iletişimde verilen bir anda D kanalında sadece bir TE nin veri göndermesin sağlayacak bir mekanizmanın olması gerekir. Sadece bir NT olduğundan NT-TE arasında böyle bir problem mevcut değildir. Aynı problem B kanalı kullanımı kullanımında da ortaya çıkmaz

E bitleri aynı anda en fazla bir TE nin D kanalını kullanmasını sağlayan mekanizmanın önemli bir parçasıdır. TE ler gönderme işlemine devam edip etmeyeceklerine kanaldaki E bitini gözleyerek karar verirler. Eğer E biti gönderdikleri son D bitinden farklıysa TE D kanalının kontrolünün kendisinde olmadığını anlar ve gönderme işlemini keser.

Pseudo-ternary işaretleme gerilimleri ve TE lerin BRI kanalına bağlantı biçimleri sıfır baskın gelecek şekilde dizayn edilmiştir. Yani kanala aynı anda farklı TE ler tarafından 0 ve 1

bilgileri gönderildiğinde 0 NT tarafından tespit edilip E biti oluşturulacaktır. Bunun sebebi 1 'in kanalda gerilim yokluğuyla ifade edilmesidir. Sonuçta bir TE D kanalına "0" gönderildiğinde E biti daima 0 olacak, 1 gönderildiğinde ise 1 veya 0 olabilecektir. Çerçeve yapısı incelenecek olursa aynı anda hatta iki ayrı TE veri yollasa bile hatta veri kaybının olmayacağı anlaşılır. Çünkü TE ler hatta başka bir göndericinin varlığını anladıkları anda gönderme işlemini keserler. Bu işlem mükemmel zamanlama "perfect scheduling" olarak adlandırılır.

DC dengeleme bitleri olan L bitleri hatta net akımın sıfır olmasını sağlarlar. Verilen bir L biti kanaldaki DC dengelemeyi bir önceki L bitinin durumuna göre yapar. Eğer önceki "0" bitlerinin sayısı tekse "0", sayısı çiftse "1" olacaktır.

Bir BRI kanalındaki çerçevelerdeki diğer bitler fiziksel işaretleşme ve zamanlama için kullanılır. Çerçeveleme biti F daima pozitif "0" bir yapıdadır. I.430 kodlama kuralları DC dengeleme bütünlüğünü korumak için F ve L bitlerinin ardından gönderilen ilk "0" bitini de tanımlar (iki pozitif iki negatif le takip edilir).

BRI, 20 I.430 çerçevesinden oluşan çoklu çerçeve (multiframe) kullanımını da destekler. Multiframe (M) ve ikincil çerçeveleme (Fa) bitleri çoklu çerçeveleme prosedürünü yerine getirmede kullanılır. M biti (sadece NT-TE iletişimde mevcut) her bir çoklu çerçeve başlangıcında "1"'e , diğer çerçevelerde "0"'a ayarlanır.

TE-NT arasındaki her çoklu çerçeve Q1,Q2,Q3 ve Q4 olarak adlandırılan dört Q kanal biti içerir. Q bitleri her beş çerçeve için Fa biti üzerinde belirtilir. Q kanal bilgisi taşımayan Fa bitleri 0 olarak alınır. NT-TE yönünde ise Fa biti hangi Q kanal bilgisinin ortaya çıkması gerektiğini gösterir. Sonuçta Fa biti her beş çerçevede bir 1 ve diğer çerçevelerde 0 olacaktır. Çoklu çerçeveler TE-NT 800 bps lik bir Q kanalı sağlarlar. Ancak Q kanallarının kesin kullanımı henüz standartlarda belirtilmemiştir. Bu yüzden NT ler için çoklu çerçeve desteği vermek bir zorunluluk değildir (Çizelge 6.3).

Fa biti aynı zamanda çerçeve yerleşimi ve senkronizasyonunda da kullanılır. Hatırlanacağı üzere F ve dengeleme bitini takip eden ilk sıfırın bir bipolar violation olması gerekiyordu. NT-TE yönünde N bit'i Fa nın mantıksal evriğine eşittir ve bu yüzden Fa yada N nin birisinin mutlaka sıfır olmasıyla çerçevenin başından itibaren ikinci bir "bipolar violation" sağlanmış olur. TE-NT yönünde ise Q kanal bilgisi taşımayan Fa bitleri 0 yapılır. Bu sayede her beş çerçevenin dördünde başlangıçtan itibaren 13 bit içerisinde ikinci bir "bipolar violation" oluşacaktır.

Çizelge 6.3 ISDN çoklu çerçeve durumunda tabaka 1 bitlerinin durumu

Çerçeve numarası	TE den NT'ye	NT'den TE'ye	
	Fa	Fa	M
1	Q1	1	1
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	Q2	1	0
7	0	0	0
8	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
11	Q3	1	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	Q4	1	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Aktivasyon (A) biti BRI hattının aktif olduğunu ve gerçek kullanıcı verisi kullanmakta olduğunu gösterir. A biti aktivasyon işleminin bir parçasıdır. S biti ise muhtemel kullanım için ayrılmıştır.

6.1.4 BRI iletişim başlatma prosedürü

I.430 gerekliliklerinde fiziksel BRI kanalının durumu beş farklı işaret ile gösterilmiştir. Çizelge 6.4'te gösterilen ve INFO işaretleri olarak adlandırılan bu işaretler TE ve NT harekete geçirme-sona erdirmeye rutininin bir parçasıdır. Normal olarak bir TE aktif olmadan S/T arabirimi üzerinde hiç elektriksel harekete rastlanmaz. Bir TE nin harekete geçme işlemi genel olarak aşağıdaki gibidir:

- 1) Bir TE ilk defa hatta bağlandığında, güç uygulandığında veya çerçeve yapısı kaybolduğunda INFO 1 işareti gönderir. Bu işaret hatta senkronize değildir.
- 2) TE, zamanlama bilgisini NT üzerinden sağladığından NT den TE ye çerçeve senkronizasyonunu sağlamak için INFO 2 işareti yollar.
- 3) TE, NT'ye çerçeve senkronizasyonunu sağladığını bildirmek için INFO 3 işareti yollar

4) NT, BRI nin hazır durumda olduğunu INFO 4 işareti ile bildirir.

Çizelge 6.4 ISDN 1. Tabaka hat iletişim başlatma prosedürü ve çerçeve tipleri

Tip	Açıklama	Yön	Anlam
INFO 0	Hatta işaret yok	Her iki yönde	BRI Aktif değil
INFO 1	192kbps lik sürekli işaret, sürekli belirli bir biçimde işaret gönderiliyor. Biçim: (0+,0-,1,1,1,1,1,1)	TE'den NT'ye	Harekete geçirme işlemi başladı
INFO 2	Bir I.430 çerçevesi; B,D,E ve A bitleri sıfır, diğer bitler kurallara uygun	NT'den TE'ye	İşlem devam ediyor
INFO 3	B ve D kanallarında işlevsel veriler olan bir I.430 çerçevesi	TE'den NT'ye	BRI aktif
INFO 4	B ve D kanallarında operasyonel veri, D kanal yankı bilgisi, A biti 1 olan I.430 çerçevesi	NT'den TE'ye	BRI aktif

6.2 U referans noktası (ANSI T1.601)

ITU-T 'nin BRI'nin NT ile TE arasındaki fiziksel bağlantısını verirken, NT ile ISDN servis sağlayıcı (merkezi telefon santralleri) arasındaki U arabiriminin yapısından bahsetmez. Bu konuda gereklilikleri ANSI belirlemiştir. Bu standartların belirlenmesindeki kriter, ülke çapındaki yerel telefon ağını değiştirmemektir.

Bir sayısal hat, NT1 ile LE (Line Equipment) arasını birleştirir ve mesafesi ortalama 5 km'ye kadar çıkabilir. U referans noktası seri, karşılıklı eş zamanlı ve noktadan noktaya bir yapıyı destekler.

U referans noktasının önemli özelliklerinden birisi hat üzerinde karşılıklı eş zamanlı iletişimi sağlamasıdır. Bu işlemi yerine getirmek için hibritli yankı giderme yönteminden faydalanılır.

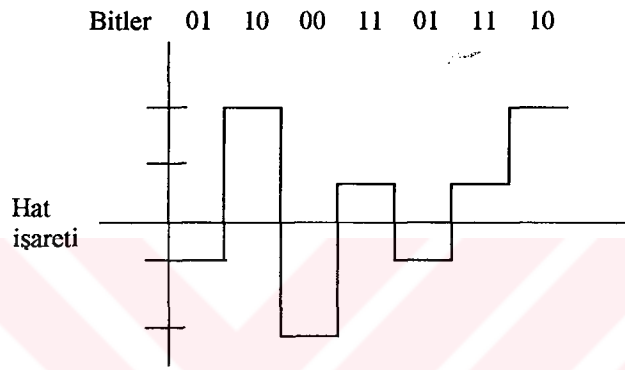
Yankı giderme, temelde gönderilen sinyalin negatif bir halinin geri gelen yankının giderilmesi için alma devresine verilmesi işlemine dayanır. Hibrit devresi, S arabirimindeki gönderme ve alma kablo çiftlerini birleştirmede kullanılır. Sonuçta S/T arabirimi gönderme ucu hem yankı giderme hem de hibrit bloklarına girer, Alma ucu ise yankı giderici ve hattan gelen sinyalle ortaya çıkar. Hibrit devresi 2-4 tel dönüşümü sırasında ortaya çıkacak empedans uyumsuzluklarını giderme açısından gereklidir.

U Arabirimi üzerindeki işaretleşme sistemi *iki ikilik bir dördlük* (two binary one quaternary – 2B1Q) olarak adlandırılır. Bu, Çizelge 6.5'te gösterilen, iki bitlik ikilik kodları 4 seviyede ifade eden bir kodlama türüdür.

Çizelge 6.5 İki ikilik bir dÖrtlük (2B1Q) işaretleme

1.bit (polarite)	2.bit (genlik)	DÖrtlük sembol	Gerilim seviyesi, V
1	0	+3	2.5
1	1	+1	0.833
0	1	-1	-0.833
0	0	-3	-2.5

Şekil 6.5'te 2B1Q genliklerine karşılık gelen ikilik sayılar ve Gerilim değerleri görülebilir. 2B1Q işaret sistemi DC dengesiz olduğu için ANSI hattı DC kutuplamadan koruyacak bir karıştırma algoritması önermiştir (scrambling).



Şekil 6.5 Örnek 2B1Q hat işareti

Bir PAM sistemi olan 2B1Q'da her bir sembol iki biti taşır ve 144 kbit/s lik bilgiyi taşımak için en az 72 kbaud luk sembol hızına ihtiyaç vardır. Bakım, Pencereleme ve kontrol fonksiyonları eklenince bu oran 80kbaud'a çıkar. Bir 2B1Q çerçevesi Şekil 6.6'daki yapıdadır.

Senkronizasyon kelimesi	Veri , $12 \cdot (2B+D)$	M, OverHead
-------------------------	--------------------------	-------------

Şekil 6.6 2B1Q iletim çerçevesi biçimi

- 1) Senkronizasyon kelimesi: Fiziksel tabaka çerçeve senkronizasyonu için kullanılmaktadır. Her 1.5ms de tekrarlanan 9 dÖrtlükten (18 bit) oluşan blok senkronizasyon kelimesi (+3 , +3, -3, -3, +3, -3, +3, +3) olarak ifade edilir.
- 2) Veri, B ve D kanal bilgileridir. 12 grup halinde gönderilir ve her grup sekiz B1, sekiz B2 ve iki D kanalı bilgisi , toplam 108 dÖrtlük (216 bit) içerir.

3) Ek Bilgi (Overhead), fiziksel kanal bakımı, bit hata tespiti ve güç durumu gibi Ağ fonksiyonlarını sağlamak için kullanılır. 3 dörtlük (6bit) ten oluşur.

U referans noktasında B ve D kanal bitlerinin yerleşimi S/T arabirimine göre farklılık gösterir. Bir 2B1Q çerçevesinde B ve D kanalı bitleri Şekil 6.7'deki gibi yerleşir. Yerleşme biçiminin farklı olması bir probleme yol açmaz çünkü aynı sayıda B ve D biti aynı zaman aralığında gönderilmektedir. NT1 farklı formatları birbirine dönüştürmekten sorumludur.



Şekil 6.7 2B1Q çerçevesinde B ve D kanalı yerleşimi



7. ISDN 2.TABAKA

OSI'nin ikinci tabakası olan *Veri Bağlantı Tabakası*'nın (Data Link Layer) birincil görevi birleşik cihazlar arasında hatasız veri iletişimini sağlamaktır. Bir veri bağlantı protokolünün bu görevi karşılamak için çeşitli özellikleri sağlaması gerekir. Bunlar:

- 1) *Bağlantı Sağlama Yönetimi* (Link Connection Management): Cihazlar arasındaki veri bağlantısını başlatır ve sonlandırır.
- 2) *Çerçeveleme* (Framing): İletişimin başında ve sonunda yapılması gereken işaretlemeyi sağlar ve kullanıcı bilgisini çerçeve içerisinde kısıtlar.
- 3) *Adresleme* (Adressing): Herhangi bir çerçevenin göndericiden mi geldiğini yoksa alıcıya mı gittiğini belirler.
- 4) *Ardışillığı Sağlama* (Sequencing): Gönderilen veri çerçevelerinin sıralanmasını ve numaralanmasını sağlar.
- 5) *Alındı Mesajı Sağlama* (Acknowledgement): Gelen verinin alındığını bildirir.
- 6) *Zaman Aşımı* (Time Out): Belirlenen zamanda gelmeyen mesaj karşılıklarını kontrol eder.
- 7) *Hata Denetleme* (Error Control): Bit hataları, ardışıl olmayan çerçeveleri ve kayıp çerçeveleri tespit eder ve düzeltir.
- 8) *Akış Denetimi* (Flow Control): Alıcının hızlı bir gönderici tarafından aşırı çerçeve gönderilerek tıkanmasını engeller.

ISDN Veri Bağlantı Tabakası fonksiyonları, D kanalı üzerine uygulanırlar ve bit tabanlı bir protokol olan *D Kanalı Bağlantı Erişim Protokolü*'nü (Link Access Protocol-D, LAPD) kullanır. LAPD bir paket veri haberleşme sistemi olan X.25'in kullandığı LAPB'ye benzer ve her ikisi de *Yüksek Seviye Veri Bağlantı Kontrolü* (High-Level Data Link Control) HDLC den türemişlerdir.

7.1 HDLC

HDLC ISO tarafından standartlaştırılmış ve ISO standartları 3309 ve 4335 ile dökümente edilmiş geniş kullanım alanına sahip bit tabanlı bir veri bağlantı protokolüdür. HDLC, ISDN'de olduğu gibi genellikle tek veri bağlantısının olduğu yapılarda çerçevelerin fiziksel iletimini denetleyen 2.OSI tabakasında kullanılır. ISDN'den başka pek çok senkron seri iletişim sisteminde kullanılan HDLC tabanlı protokoller, asenkron protokollere karşı hız açısından daha avantajlıdır.

Senkron iletişim protokolleri iki ana kategoride incelenebilirler. Bunlardan birincisi Karakter ya da sekizlik tabanlı protokoller, ikincisi ise bit tabanlı (bit oriented), belirgin bir boyu olmayan verileri taşıyan protokollerdir.

Karakter tabanlı protokollerden en bilineni İkili Senkron İletişim (Bisynchronous ya da Binary Synchronous Communications) olarak bilinir. Bu protokol veri iletişim çerçevesinin yapısını tanımlamak için bir dizi özel tanımlanmış karakter kullanır. Bu karakterlerden PAD ve SYN çerçevenin başlangıcını gösterir ve alıcı sistemin gönderici sistem saatine senkronize olmasını sağlar.

Senkron Veri Bağlantı denetimi (SDLC) ise bilinen ilk bit tabanlı protokollerdendir ve çerçevenin başlangıç ve bitişini bir dizi bit ile belirtir. Diğer belirgin bit dizileri adres, kontrol ve paketin gideceği yeri belirten paket başlık alanlarını oluşturur. HDLC, SDLC den sonra ortaya çıkmış ve bit tabanlı protokollerin en üst seviyedeki elemanı olmuştur. Bit tabanlı protokollerin karakter tabanlı protokollere en belirgin avantajı standartlaşmaya uygun olmalarıdır. Nitekim karakter tabanlı protokollerde neredeyse terminalden terminale protokol farklılıkları göze çarpar. O yüzden şu anda dünyada kullanılan bütün modern ağ mimarilerinde bit tabanlı protokoller tercih edilmektedir.

HDLC , aslında bit tabanlı pek çok protokolün temeli ya da süper kümesi olarak ta bilinir. Bu alt protokoller arasında ISDN için LAPD, X.25 için LAPB, SDLC, LAP, LAPX, LAPM ve LLC sayılabilir. Bütün bu protokollerde çerçeve yapısı temelde aynıdır ve sadece iç yapıda küçük işleyiş farkları vardır. İncelenen konu ISDN olduğu için LAPD hakkında geniş bilgiler verilecek, gerektiğinde diğer protokollerle olan farklılıklar ortaya koyulacaktır.

7.2 LAPD ve D kanalında Bağlantı Erişim Prosedürleri

LAPD, D kanalında S (veya S/T) bağlantı noktası üzerinde kullanıcı cihazları (TE veya TA) ile Ağ cihazları (NT2 veya LE) veya T bağlantı noktası üzerinden kullanıcı (NT2) ile Ağ (LE) arasındaki mantıksal bağlantıyı sağlar. LAPD noktadan noktaya yada noktadan çoklu noktaya seri, senkron, iki yönlü eş zamanlı (full duplex) iletişimi destekler.

LAPD ITU-T tarafından resmi olarak Sayısal Abone İşaretleşme Sistemi No.1 (Digital Subscriber Signalling System No. 1 –DSS 1) olarak adlandırılmıştır. LAPD nin genel özellikleri ITU-T'nin Q.920 (I.440) nolu, işlevsel özellikleri ise Q.921 (I.441) numaralı önerilerinde açıklanmıştır. LAPD aynı zamanda Frame Relay teknolojisinin de temelidir ve Bu konuya ilişkin gereklilikler ITU-T Q.922 de bulunabilir.

7.2.1 LAPD çerçeveleri

LAPD iletişim ünitesi *çerçeve* dir (frame) ve bir çerçevenin temel yapısı Şekil 7.1’ deki gibidir.

Bayrak	CRC	Bilgi	Kontrol	Adres	Bayrak
--------	-----	-------	---------	-------	--------

Şekil 7.1 Bir LAPD çerçevesinin genel yapısı.

Genel yapısı Çizelge 7.1’de gösterilen LAPD Çerçevesi içerisindeki bölümler ve görevleri kısaca aşağıdaki gibidir.

- 1) *Bayrak* (Flag): Değeri “01111110” (onaltılık 7E) olan ve çerçevenin başı ve sonunu belirten bir sekizliktir.
- 2) *Adres* (Adress): Gönderen yada alan cihazı tanımlar. Daima iki sekizlikten oluşur.
- 3) *Kontrol* (Control): Çerçeve tipini, çerçeve sırası yada karşılık numarasını belirtir. Çerçeve tipine göre bir ya da iki sekizlikten oluşabilir.
- 4) *Bilgi* (information) bir DSS 1 Ağ tabakası bilgisi taşır (Layer 3’e gönderilen bilgi). Boyu çeşitli olabilir. Her çerçevede bulunmayabilir.
- 5) *Çerçeve Kontrol Bilgisi* (FCS – Frame check Sequence): Bit hatalarını tespit etmek için kullanılan 16 bitlik CRC (Cyclic Redundancy check) kodu.

Çizelge 7.1 LAPD çerçeve yapısı ve alanlar

Sekizlik	Bilgi							
1	0	1	1	1	1	1	1	0
2	Adres alanı 1							
3	Adres alanı 2							
4	Kontrol alanı 1							
5	Kontrol alanı 2							
6	Tabaka 3 bilgisi							
	Tabaka 3 bilgisi							
	...							
n-3	...							
n-2	CRC alanı 1							
n-1	CRC alanı 2							
N	0	1	1	1	1	1	1	0

7.2.2 Bayraklar ve sıfır bit yerleştirme

Bütün bit tabanlı protokollerde rastlanabilecek önemli bir problem, bayrak bit dizisinin çerçeve içerisindeki diğer verilerle aynı olmasıdır. Bu durumda sistem gelen verinin içerisindeki bilgiye göre hatalı karar verebilir. Bu problemin çözümü ise sistemin sadece gerekli olduğu yerde bayrak bit dizisini yollamasını sağlamaktır. Diğer yerlerde bit yapısına ekleme yapılarak muhtemel hatalı bit dizilerinin ortaya çıkması engellenir. Bu işleme bit yerleştirme ve bit çıkarma işlemi (bit insertion- removal veya bit stuffing-destuffing) adı verilir.

LAPD’de bit yerleştirme işlemi oldukça basittir. Gönderici çerçeveleri yollarken artarda gelen mantıksal 1’leri sayar ve bit dizisine her beş 1’den sonra bir tane 0 ekler. Böylece çerçeve içerisinde en fazla beş tane bir arka arkaya gelebilir. Örneğin sistemden {01111111110111110} bilgisi gönderilmek istendiğinde gönderici bilgiyi {011111011111001111100}’a dönüştürecektir. Alıcıda gelen veri içerisinde artarda gelen beş birden sonraki sıfırı göz ardı edecek böylece 7e bit kaybı meydana gelmeyecektir. Aslında gönderilecek bitlerin inisiyatifi göndericinin elinde olduğu için sıfır yerleştirme işlemi gerekli olduğu yerlerde yapılmaz. Örneğin bayrak gönderilecekse, altı tane 1, gönderilen çerçevenin iptal edildiğini belirtmek içinde yedi tane 1 ve kanalın durağan (idle) olduğunu belirtmek içinde sekiz yada daha fazla 1 yollar.

Bu noktada LAPD diğer bit tabanlı protokoller olan HDLC ve X.25 LAPB dan biraz farklılaşır. Çünkü HDLC ve LAPB iptal işareti için sekizden on dörde kadar 1 biti , durağan kanal içinse 15 ve daha fazla biti gönderirler.

Noktadan Noktaya yapıdaki BRI sisteminde gönderilecek hiç çerçeve olmasa dahi LAPD kanala bayrakları yollamaya devam eder. Ancak Noktadan Çoklu Noktaya yapıdaki TE’ler kanalın durağan olmasına izin verirler. Diğer bit tabanlı sistemlerde pek rastlanmayan bu durum D kanalının birden fazla terminal tarafından paylaşımı için çok önemlidir.

7.2.3 Kontrol Bilgisi ve LAPD çerçeve tipleri

Kontrol alanı gönderilmekte olan çerçevenin yapısını tanımlar. LAPD ve diğer bit tabanlı protokollerde ilk iki bitlerindeki değerle ifade edilen üç tipte çerçeve yapısı vardır

- 1) *Bilgi (I) çerçeveleri* (information (I) frames): Daha üst tabakalara ait olan veriyi taşır (işaretleşme yada kullanıcı verisi). İki sekizlikten oluşan kontrol alanının ilk sekizliği o andaki I-çerçevesinin sıra numarasını “N(S)” (sequence number) ve ikinci sekizliği de beklenen bir sonraki I-çerçevesinin sıra numarasını “N(R)” verir. Sıra numaraları hatalı çerçevelerin tespiti ve düzeltilmesinde kullanılır. Eğer bir I-çerçevesinde bit hatası varsa

bu alıcı tarafından göz ardı edilir ve takip eden çerçevelerin sırası da bozulmuş olur. Bu durumda yeniden veri transferi istemi son sıra numarasına göre yapılacaktır (Çizelge 7.2).

Çizelge 7.2 LAPD Kontrol alanı yapısı ve çerçeve tipleri

Kontrol Çerçeve tipi	Sekizlik (octet)	Bitler							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Bilgi	4	N(S)							
	5	N(R)							
Denetleme	4	X	X	X	X	S	S	0	1
	5	N(R)							
Numarasız	4	M	M	M	P/F	M	M	1	1

N(S): I-çerçevesinin sıra numarası

N(R): Sonraki beklenen I-Çerçevesinin sıra numarası

S: Denetim fonksiyonu (S- çerçevesi tipi)

M: Değiştirici fonksiyon biti

P/F: Poll/Final bit

X: Kullanılmıyor, hepsi "0"

- 2) *Denetleme (S) çerçeveleri* (Supervisory S Frames): I-çerçevelerinin karşılıklı gönderilmesini denetler. S Çerçeveleri alındı bilgisini yollama, akış kontrolünü denetleme ve sırası bozulmuş I-çerçevelerinin alınmasında kullanılır. İki sekizlikten oluşan kontrol alanı beklenen gelecek I-çerçevesinin sıra numarasını ve denetleme çerçevesi tiplerini belirleyen SS bitlerini taşır.
- 3) *Numarasız (U) çerçeveler:* (Unnumbered U Frames): Mantıksal bağlantı'yı başlatmak ve durdurmak, sırasız bilgilerin gönderilip alınması, Veri bağlantı tabakası parametrelerinin ayarlanması ve yeniden göndermeyle düzeltilemeyecek hata durumlarının gösterilmesinde kullanılır. U çerçevelerinde sıralama bilgisi yoktur ve bir sekizlikten oluşur. Beş bitten oluşan değiştirme fonksiyonu (MMMMM) U çerçevesini tanımlar.

Poll/Final (P/F) biti diğer bit tabanlı protokollerde olduğu gibi hata düzeltme için kullanılır. Bu bitin bir komut çerçevesinde 1 yapılması sistemin karşıdaki sistemden bir cevap bekleyeceği anlamına gelir. Bu durumda bit "Poll" olarak adlandırılır. Cevap çerçevesinde kullanıldığında ise "final" biti olarak adlandırılır ve 1 yapıldığında "Poll" biti 1 yapılmış bir komut çerçevesine cevap olduğu anlaşılır.

Modulo kavramı HDLC ailesinde kullanılan bir numaralandırma biçimini ifade eder. LAPD, numaralandırma işlemini Modül 128'e göre yapar. Bu sıra numaraları I çerçevelerinin N(R) ve N(S), S çerçevelerinin ise N(R) bölgelerinde kullanılır. Uygulama sırasında N(R) ve N(S) bilgilerinin yanında sıralamayı denetlemek için V(S), V(A) ve V(R) adı verilen bir dizi iç değişkenin kullanılması faydalı olacaktır.

V(S) ve V(A)değişkenleri çerçeve iletimi sırasında kullanılır. V(S) gönderilecek bir sonraki çerçevenin modül 128 numarasını taşır. Uygulama geliştiricinin bakış açısına göre bu değişken bir I çerçevesi gönderilirken N(S) alanını doldurmak için kullanılır. Gönderme işlemi tamamlandıktan sonra V(S) değişkeninin değeri bir arttırılır. V(A) ise bir sonraki gönderilecek I çerçevesinin sıra numarasını taşır. Uygun olarak alınan her N(R) değerinden sonra V(A) değişkeni güncellenir.

Çizelge 7.3 2.Tabaka Çerçeve tipleri ve anlamları (K:Komut, C:Cevap)

Tip	Adı		K	C	Fonksiyon
I	I	Bilgi	*		3.tabaka bilgisi taşır
S	RR	Alışa hazır (Receive ready)	*	*	Bir önce gönderilen I çerçevesini aldığını ve alıma hazır olduğunu belirtir. RNR ile ortaya çıkan meşgulliyet durumu ortadan kalkar.
	RNR	Alışa hazır değil (Receive not ready)	*	*	Meşgul durum belirteci, geçici olarak alım olmaz
	REJ	Red,Olumsuz (Reject)	*	*	RNR ile oluşan meşgullük durumu ortadan kalkar, ve I çerçevesinin terkar transferi istenir. Alıcı tarafından hatalı sıralı bir I çerçevesi alındığında gönderilir.
U	SABME	Genişletilmiş Asenkron dengeli mod'a ayarla	*		Modulo 128 sıralaması kullanan anlaşmalı bilgi transferi için Mantıksal bir bağlantıyı başlatır (Modulo 128'de çerçeveler 0-128 arası numara alırlar)
	DISC	Hattan ayrıl (Disconnect)	*		Anlaşmalı Bilgi transferi için oluşturulan mantıksal bağlantıyı sonlandırır.
	UI	Numarasız bilgi (Unnumbered information)	*		3.tabaka yada bağlantı yönetim bilgisini anlaşmalı bilgi transferi kullanarak gönderir. Numaralandırma yapılmaz.
	UA	Numarasız kabul (Unnumbered acknowledgement)		*	SABME ve DISC mesajlarını kabul eder.
	DM	Hattan kopma modu (Disconnected mode)		*	Mantıksal bağlantıda bir hata olup, istasyon bilgi transferine devam edemeyeceğinde DM mesajı gönderir
	FRMR	Çerçeve reddi (Frame reject)		*	Hataya sebep olan bir çerçevenin tekrar gönderme ile düzeltilemeyeceğini rapor eder
	XID	Alışveriş tanımlama (Exchange identification)	*	*	Otomatik veri bağlantı tabakası parametre anlaşması için kullanılır

Çizelge 7.3'te LAPD'de kullanılan bütün I,S ve U çerçeveleri ve fonksiyonları kısaca açıklanmıştır. Çerçeve tipleri bazen sadece yönetmek için bazıları ise sadece karşılık amaçlı kullanılmıştır.

7.2.4 LAPD Adresleme

LAPD'nin en önemli özelliklerinden birisi adresleme alanının yapısı ve fiziksel kanal üzerinde birden fazla mantıksal kanalı çoğullayabilme özelliğidir. Formal olarak *Veri bağı bağlantı Tanımlayıcı* (Data Link Connection Identifier - DLCI) olarak adlan adres 13 bit uzunluğundadır ve iki alt alanı içerir. Birincisinde Terminal son nokta tanımlayıcı (Terminal Endpoint Identifier – TEI) ve ikincisinde de Servis erişim noktası tanımlayıcı (Service Access Point Identifier – SAPI) bulunmaktadır (Çizelge 7.4).

Çizelge 7.4 LAPD Adres alanı yapısı

Adres Sekizliği	Bitler							
	8	7	6	5	4	3	2	1
2	SAPI						C/R	EA0
3	TEI							EA1

EA: Adres Alanı genişleme biti
 C/R: Komut/Karşılık biti
 SAPI: Servis erişim noktası tanımlayıcı
 TEI: Terminal son nokta tanımlayıcı

Komut/Karşılık (C/R, Command/Response) biti LAPD kontrol alanında yer alan veriye göre çerçevenin komut mu yoksa karşılık mı olduğunu belirler. Mantıksal bağlantının kullanıcı tarafı komut için bu biti “0”, karşılık içinse “1” yapar. Ağ tarafı ise tam tersine Komut için “1”, karşılık için “0” yapacaktır.

Her bir sekizliğin en düşük anlamlı biti Adres alanı genişletme bitidir. Birinci adres sekizliğinin genişletme biti 0 yapılarak ikinci adres alanının kullanıldığını , ikinci sekizliğin genişletme biti “1” yapılarak adres alanının bittiğini belirtir.

7.2.5 LAPD'nin özel durumları

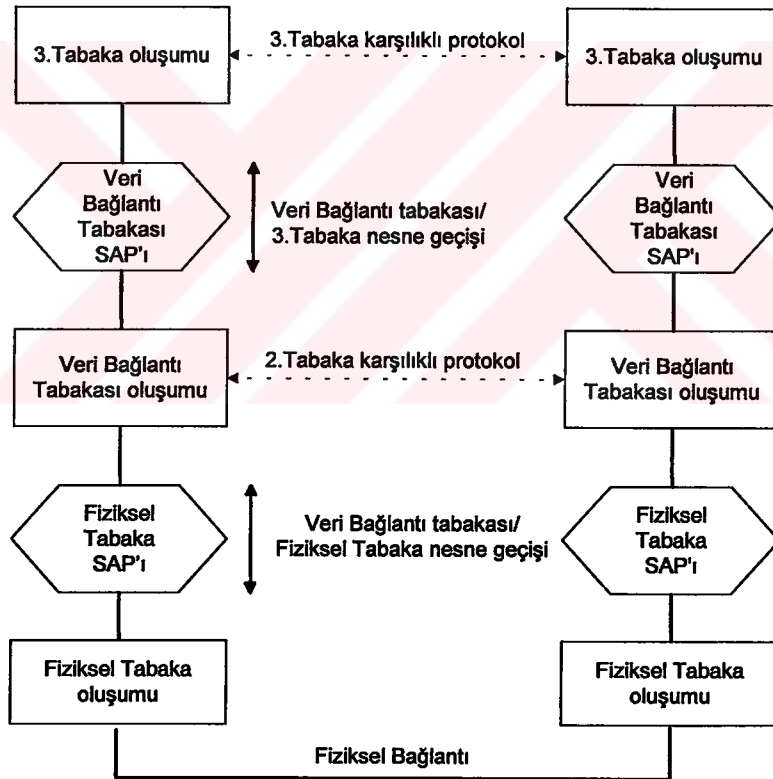
Önceden de değinildiği gibi LAPD, çoğu HDLC tipi bit temelli protokole temelde çok benzese de kendine has özellikleri ile bu ailede farklı bir yer edinmiştir. Bu farklılıklar genellikle noktadan noktaya yada noktadan çoklu noktaya fiziksel bağlantı üzerindeki noktadan noktaya mantıksal bağlantılar ile ilişkilidir.

7.2.6 Çoğullama, TEI ve SAPI'lar

BRI, noktadan çoklu noktaya konfigürasyonda birden fazla terminalin aynı fiziksel bağlantı üzerine kurulmasına izin verir. LAPD sadece noktadan noktaya mantıksal bağlantıya izin verdiğine göre ortada ikinci tabaka protokolünün bir fiziksel D kanalı üzerinde mantıksal kanalları çoğullamasını sağlayacak bir mekanizmanın olması gerekir.

Şekilde iki istasyon arasındaki noktadan noktaya bağlantı görülmektedir. Bir istasyonun 3. Tabakasındaki işlem karşı sistemin aynı tabakası ile mantıksal olarak bağlantılıdır. Her iki istasyonun 3.tabakalarındaki bilgi 2.tabaka üzerindeki protokolle (LAPD) taşınır.

Servis Erişim Noktası (Service Access Point - SAP) karşılıklı tabakalar arasındaki kavramsal bir arabirimdir. Üst tabaka protokoller alt tabaka protokollerle aralarındaki bilgi alışverişini alt tabakanın sağladığı servisler aracılığıyla SAP üzerinden yaparlar.

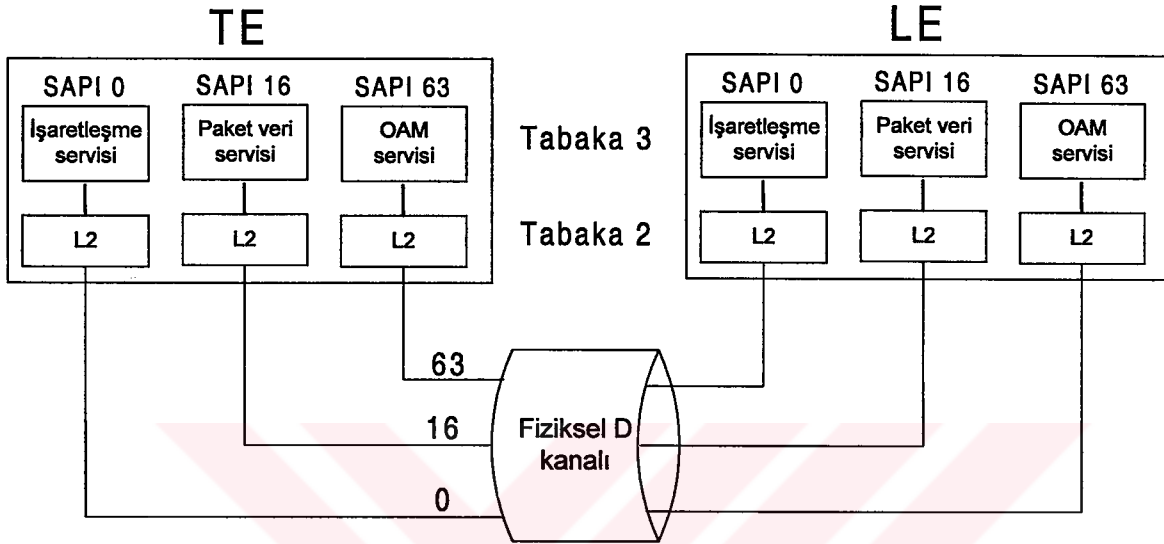


Şekil.7.2 Veri bağlantı tabakası referans modeli ve SAP'lar.

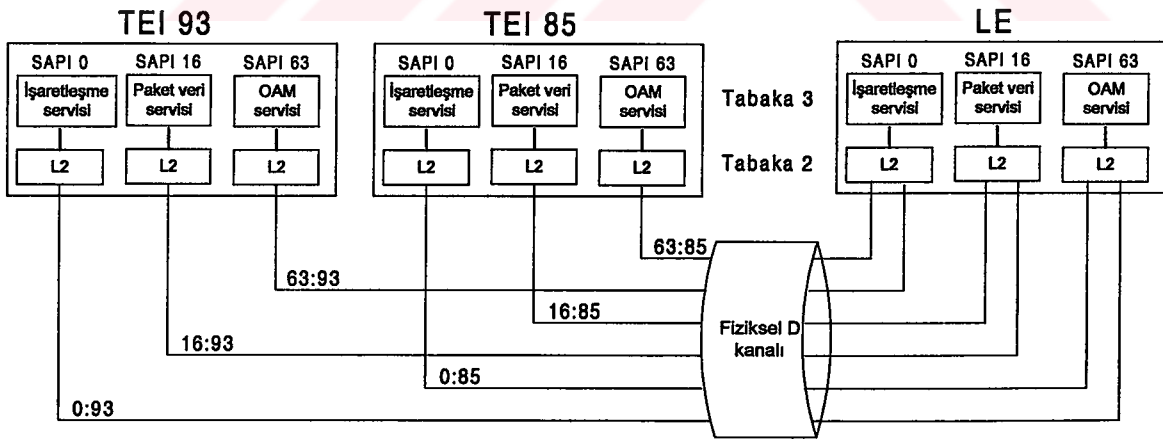
Kullanıcı ile ağ arasındaki mantıksal bağlantıyı yapmak teknik olarak oldukça zor bir iştir. Bütün ISDN TE'leri birden fazla 3.tabaka işlevini desteklemek zorundadır. ISDN işaretleşme mesajlarını göndermek, ISDN operasyonlar, idare ve bakım (Operations, administration and

maintenance – OAM) mesajlarını gönderme ya da paket modu kullanıcı veri gönderme gibi işler tabaka 3 yerine getirmesi gerektiği farkı işlevlerdir ve TE'lerin bu tabakasındaki bütün işlevler ağı diğer ucundaki LE'lerin aynı tabakası işlevleri ile haberleşebilmelidir.

TE üzerindeki her bir 3.tabaka işlevi D kanal üzerinden LE' nin aynı işlevine ayrı bir mantıksal bağlantı kurar. Farklı 3.tabaka işlevlerini birbirinden ayırt etmek için her bir işleve bir Servis erişim noktası tanımlayıcısı-SAPI verilmiştir. Bu LAPD'nin kendine has bir özelliğidir.



Şekil 7.3 Bir TE içerisindeki birden fazla SAP için birden fazla mantıksal LAPD bağlantısı oluşturulur.



Şekil 7.4 Birden fazla TE, birden fazla servis isteminde bulunursa LAPD mantıksal bağlantıları TE nin SAPI ve TEI değerine göre oluşturulur.

Birden fazla mantıksal bağlantının çoğullanması ise çok daha karmaşık bir işlemdir. Bir terminal için kullanılan servislerin aynısı diğer terminallerde de kullanılıyor olabilir. Bu

etmeye yetmez. Bu yüzden her terminal için adres alanında bir Terminal son nokta tanımlayıcı (TEI) oluşturulur. Şekilde TEI 85 ve 93 aynı anda ISDN hattına bağlanan terminalleri temsil eder. Sonuç olarak SAPI ve TEI Terminal ve kullanılan işlevi tekil mantıksal bağlantıyı temsil etmeye yeter.

7.2.7 SAPI ve TEI tanımlamaları

SAPI, Adres alanının ilk sekizliğinde taşınan altı bitlik bir bilgidir. Bu altı bit ile 64 SAPI tanımlaması mümkün olsa da ITU-T sadece dört tane SAPI tanımlamıştır (Çizelge 7.5). SAPI 0 ITU-T Q.931'de tanımlanan ISDN 3.tabaka protokolünden gelen mesajları kullanan ISDN arama kontrolü prosedürleri için kullanılır. SAPI 1 Q.931 de tanımlanan paket mod haberleşme, SAPI 16 X.25 3.tabaka prosedürlerini yerine getiren kullanıcı paket verileri ve SAPI 63 LAPD yönetim işlemleri için kullanılmaktadır. Diğer olası değerler gelecek standardizasyon işlemleri için kullanılacaktır

Çizelge 7.5 SAPI değerleri

SAPI değeri	İlişkili tabaka 3 işlemi
0	Arama kontrolü işlemleri
1	I.451 Kullanan paket modu haberleşmesi
16	X.25 PLP kullanan paket haberleşmesi
63	2.Tabaka yönetim fonksiyonları
Diğer	Şu anda kullanılmıyor

TE üreticileri ITU-T tarafından tanımlanan bütün SAPI leri kullanmak zorunda değildir. Özel uygulamalar için gerekirse yeni SAPI ler tanımlarlar ve tanımlanan diğer SAPI'ler le istenirse kullanılabilirler. Örneğin SAPI 17 Nortel tarafından test işlevini tanımlamak için kullanılır.

TEI, Adres alanının ikinci sekizliğindeki yedi bitlik bir bilgidir. Bu birbirinden bağımsız 128 farklı TEI'yi aynı arabirim üzerinde tanımlanabileceği anlamına gelir. Ancak ITU-T, BRI ya bağlanacak terminal sayısını sekiz ile sınırlandırdığı için verilen rakam pratiğin çok üzerindedir. Çizelge 7.6'da gösterildiği gibi Üç değişik sınıfta TEI tanımlanmıştır

Çizelge 7.6 TEI değerleri

TEI değeri	Kullanıcı tipi
0-63	TEI'sı otomatik olarak verilmeyen kullanıcı cihazı
64-126	TEI'sı otomatik olarak verilen kullanıcı cihazı
127	Grup Adresi

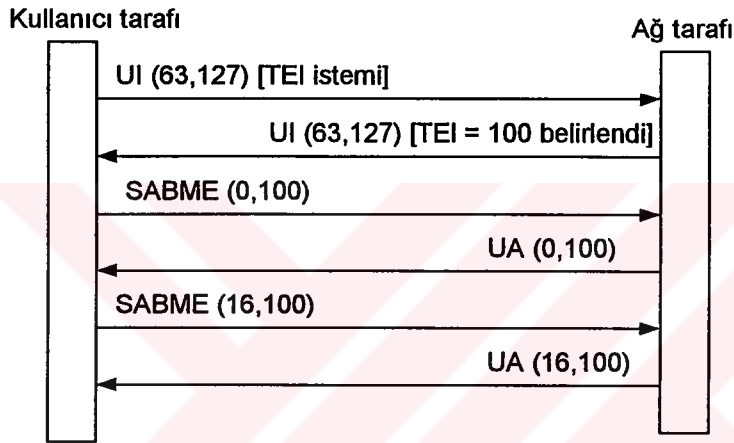
- 1) TEI'sı otomatik olarak verilmeyen kullanıcı cihazı (Nonautomatic TEI assignment user equipment). Ağdan TE istemek için LAPD prosedürlerini kullanamayan TE'yi tanımlar. Bu tip cihazlarda TEI ROM içerisinde kayıtlıdır yada dışardan anahtar yada atlama (jumper) gibi fiziksel değişiklikle belirlenir. Bu yaklaşım genelde düşük fiyatlı TE dizaynlarında tercih edilir. TEI, TE içerisinde tanımlanmış olsa bile, TEI'nın LE tarafında kabul edilmiş olması gerekir.
- 2) TEI'sı otomatik olarak belirlenen kullanıcı cihazı (Automatic TEI assignment user equipment) . Ağdan otomatik olarak TEI isteğinde kullanılan LAPD prosedürlerini işletebilen TE.
- 3) Grup adres (yayımlama,broadcast) bir arabirim üzerindeki tüm ISDN terminallerini adreslemede kullanılır.

7.2.8 TEI yönetimi

Bir TEI bir ISDN terminaline LE tarafından sadece o terminale mahsus olmak üzere verilir yada terminal üzerindeki sabit veri kabul edilir. Bir TEI sadece bir terminale verileceği gibi, bir terminale birden fazla TEI da verilebilir. Bu özellikle verilen bir tip servisi destekleyen birden fazla 3.tabaka işlevini içeren cihazlarda bir gerekliliktir. Örneğin bir TE iki farklı X.25 paket servisini kullanan uygulamayı destekliyor olsun. Bu durumda, bu her iki 3.tabaka işlevi için SAPI 16 kullanılabilir. Bu iki servis farklı uygulamalar tarafından kullanılacağından ayırt edilmeleri gerekmektedir. Bunu başarabilmenin bir yolu iki TEI yı bir TE için belirlemektir. Böylece iki paket servisi ayrı mantıksal kanallardan işlem görecektir. TEI'lar LAPD nin TEI yönetme prosedürleri ve Çizelge 7.7'de gösterilen bir dizi TEI tanımlama mesajı ile belirlenirler. Bu mesajlar LAPD Numaralandırılmamış bilgi (UI) çerçevelerinde SAPI 63 (OAM) ve TEI 127 (broadcast) bilgileri ile taşınırlar.

Tablo 7.7 TEI yönetim fonksiyonları

Mesaj tipi	Yön	Fonksiyon
Kimlik istemi	k→a	Otomatik TEI belirleyen cihazlarda LE den uygun TEI istemek yada bir TEI yi kontrol için kullanılır.
Kimlik onaylandı	a→k	LE tarafından belirlenen TEI'yi taşır
Kimlik onaylanmadı	a→k	LE tarafından reddedilen TEI değeri istemini belirtir
Kimlik kontrol istemi	a→k	LE'nin Belirli bir kullanıcı arabiriminde kullanılmakta olan TEI değerlerini belirlemesine izin verir.
Kimlik kontrol cevabı	k→a	Kullanıcı cihazının o anda kullanılmakta olan TEI değerlerini göndermesine izin verir.
Kimlik silme	a→k	Belirlenen bir TEI'nin iptal edilmesini sağlar.
Kimlik kontrolü	k→a	LE'den TEI belirleme kontrolü için TEI kontrol işlemini başlatmasını ister.



Şekil 7.5 TEI belirleme ve mantıksal bağlantı kurma için LAPD çerçeve iletişimi.

(): Adres alanı içeriği []:LAPD bilgi çerçevesi içeriği

Şekil 7.5 te gösterilen TEI belirleme için yapılan LAPD çerçeve alışverişi aşağıdaki gibi meydana gelir.

- 1) TE, BRI hattına fiziksel olarak bağlandıktan sonra, Ağa bir TEI tanımlama isteği mesajı yollayarak ağdan otomatik olarak bir TEI ister. Bu UI çerçevesinin adres alanı SAPI bölümünde 63 ve TEI bölümünde 127 bilgileri yer alır.
- 2) Ağ, TEI isteğini alır ve TEI bilgisini (Örnekte 001) bilgi bölümünde taşıyan UI çerçevesini karşılık olarak yollar. Aynı şekilde Adres bölgesinde SAPI için 127, TEI için 127 mesajı bulunmaktadır.
- 3) Şu anda TE'nin herhangi bir veri alışverişine başlamadan önce LAPD mantıksal bağlantısını başlatmaya ihtiyacı var. Örnekte mantıksal bağlantı ilk olarak işaretleşme mesajlarını taşımak için kurulacaktır (SAPI 0- için mantıksal bağlantı). Bu işlem TE'nin

mesajlarını taşımak için kurulacaktır (SAPI 0- için mantıksal bağlantı). Bu işlem TE'nin bir Genişletilmiş Asenkren Dengeli Mod Set (Set Asynchronous Balanced Mode Extended – SABME) mesajını SAPI 0 ve TEI 100 ile göndermesiyle başlar.

- 4) Ağ, SAPI 0 ve TEI 100 içeren bir numarasız onay (Unnumbered Acknowledgement – UA) çerçevesini karşılık olarak gönderir mantıksal bağlantının kurulduğunu onaylar. Şu anda SAPI 0 (arama kontrolü) mesajları kullanıcı ile ağ arasında gönderilenebiliyor durumdadır.
- 5) TE X.25 paket mod veri transferi için bir LAPD bağlantısının kuruluşunu başlatmak için Ağ'a bir SAPI 16 ve TEI 100 içeren SABME çerçevesi gönderir
- 6) Ağ bir UA (numarasız onay) çerçevesi ile bağlantıyı kurar. Bundan sonra kullanıcı ile ağ arasında X.25 paket alışverişi yapılabilir.

Belirtilen bu işlemler bütün kullanıcı cihazları tarafından gerekli her 3.tabaka servisi (ya da SAPI) için bir mantıksal bağlantı oluşturma ve TEI elde etme için uygulanır. Bir 16 bitlik rasgele sayı olan Ri referans numarası TEI tanımlama mesajlarıyla ilgilidir. Bir TE gelen bir TEI tanımlama mesajını gördüğünde içerisindeki referans numarası ile kendi gönderdiği referans numarasının aynı olup olmadığına bakar. Bu durum iki TE nin aynı anda TEI isteği yaptığı durumlarda hatayı engellemede kullanılır. Ancak her iki TE nin aynı anda aynı referans numarasıyla istek yapması konusunda bir önlem yoktur.

TE hattın kopmak istediğinde yada terminal ciddi bir güç problemi yaşanacağını anladığında TE mantıksal bağlantıyı koparmak için bir DISC çerçevesi gönderir. LE, bir UA (numarasız kabul) ile bu çerçeveye karşılık verir. Bir süre sonra LE TEI'yı iptal eder.

7.2.9 Hata Kontrolü

ITU-T nin Q.921 öneri dökümanında hangi koşullar altında bir çerçevenin geçersiz kabul edileceği listelenmiştir. Bunlar arasında

- 1- Bayrak taşımayan çerçevenin alınması
 - 2- Bayraktan sonra alınan sekizlik sayısının I ve S çerçeveleri için 6, U çerçeveleri için 5 ten az olması
 - 3- Alınan bit dizisinde gönderme sırasında yerleştirilen 0 bitleri çıkarıldıktan sonra elde edilen sekizliklerin sayısının çift olmaması
 - 4- FCS nin hatalı olması
 - 5- Adres bölgesinde sadece 1 sekizlik bulunması
 - 6- Çerçevenin desteklenmeyen bir SAPI içermesi
- durumları sayılabilir.

Bir Çerçevenin tamamen ortadan kaybolması pek mümkün olmasa da, gürültü sebebiyle çerçeve üzerindeki verinin kısmen değişmesi sıkça rastlanan bir durumdur. Bu gibi durumlar LAPD çerçevesinin sonunda gelen FCS ile tespit edilir ve işleminden geçirilmezler.

FCS, Bir LAPD çerçevesinin başından FCS alanına kadar olan veri ile $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ üretici polinomu kullanılarak hesaplanır. Pratikte bu sayının üretimi şekildeki ötelemeli yazmaçlar (Shift Register) üzerinden gerçekleşir. Bütün yazmaçlar başlangıçta 1'e ayarlanmıştır. Daha sonra veri bit bit yazmaçlardan geçirilir ve işlem sonunda ötelemeli yazmaç üzerinde bu bölme işleminin kalanı ortaya çıkar. FCS bu verinin 1'e tümleyenidir.

Kayıp bir paketin tekrar alınması zamanlayıcının süresini tamamlaması ile gerçekleşir. Bir zamanlayıcı her bir komut çerçevesinin gönderilmesinden sonra başlatılır ve uygun cevap geldiği zaman durdurulur. Böylece tek zamanlayıcı kaybı durumunda zaman aşımına sebep olan komut ve karşılık çerçevelerini koruyabilir.

Zaman aşımı ortaya çıktığında 2.Tabaka poll biti '1' yapılmış bir komut çerçevesi yollar. Bu çerçeve karşıdaki sistemin durum değişkenleri tarafından tutulan değerleri taşıyan bir karşılık çerçevesi yollamaya zorlar. Karşılık çerçevesindeki değerlere bakarak orijinal çerçevenin alınıp alınmadığı anlaşılabilir. Eğer ilk çerçeve alınmışsa beklenen cevap çerçevesi kaybolan cevap çerçevesi ile aynı olacaktır ve bu kabul edilebilir bir onaylama sayılır. Ancak eğer orijinal çerçeve kaybedilmişse, beklenen cevap uygun bir onaylama olmayacak ve bu durumda 2. Tabaka yeniden gönderme işlemine başlayacaktır.

Aynı çerçevenin birden fazla kere kaybolması da olasıdır. Bu durumda 2.Tabaka aynı çerçeveyi üç kere yollar. Üçüncü defada da beklenen cevap çerçevesi gelmezse 2.Tabaka bağlantıda bozukluk olduğuna karar verir ve LAP işlemini tekrar başlatmaya çalışır.

Başka olası bir protokol hatası da hatalı gönderme sıra numarası $N(S)$ taşıyan bir I çerçevesinin gitmesi durumudur. Bu hata genellikle birden fazla çerçeveyi kapsayan pencere boyutlarında çalışırken meydana gelir. Eğer, örneğin elde edilen üçüncü çerçevenin sıra numarası dört ise, 2.tabaka arada bir çerçevenin kaybolduğunu anlar ve bu dört numaralı çerçeveyi doğrulamaz. Bu aynı zamanda üç numaralı çerçeve içinde doğrulama bilgisinin gönderilmediği anlamına gelir. $N(S)$ son doğru alınan çerçevenin gönderilme değişkeni olmak üzere, alma sıra numarası $N(R)$ 'si $N(S)+1$ 'e eşit olarak döndürülen ret çerçevesi (REJ) için düzeltme operasyonunda bu durum için ikinci çerçeve kullanılır. Bu iki işe yarar, birincisi henüz cevap verilmeyen ikinci I çerçevesine kadar bütün çerçeveler doğrulanmış olur, ikincisi kayıp üçüncü çerçeveden itibaren bütün cevap verilmemiş (üçüncü çerçeveden itibaren) çerçeveler için tekrar gönderme işlemi başlatılmış olur.

Sıra numarası hatalı bir çerçevenin alınması durumunda ise N(R) kayıp bir çerçeveyi işaret edemez bu hata ve tekrar gönderme işlemi ile düzeltilemez. Bu durumda LAP'in tekrar kurulması ve durum değişkenlerinin yeniden transferi gerekir.

Alma hazır değil (Receive not Ready) RNR sinyali karşındaki 2. Tabakanın I çerçeveleri göndermesini engellemek için kullanılır. Standartlarda bu işe neden ihtiyaç olduğu kesin olarak belirtilmese de işlem hacminin küçük bir kısmını 3.tabaka fonksiyonlarının oluşturduğu tek mikroışlemcili sistemlerde önceliği daha yüksek fonksiyonların işletilebilmesi için bu özelliğin kullanılması gerekebilir.

7.3 Sistem Parametreleri Ve Zamanlayıcılar

Diğer veri bağlantı protokollerinde olduğu gibi LAPD de bir dizi sistem parametresi ve zamanlayıcıyla protokolün işleyişini kontrol eder. Bu parametre ve ilk değerleri Çizelge 7.8'de listelenmiştir.

LAPD, parametre ve zamanlama değerleri konusunda anlaşmak için XID, alışveriş tanımlama çerçevelerini kullanır. Mantıksal bağlantı kurulduktan sonra bir cihaz diğerine içerisinde parametre ve zamanlayıcı değerleri olan XID çerçevesini yollar. Eğer ikinci cihaz bu mesajı cevaplamazsa birinci cihaz o parametrelerle çalışamayacağını farz edip kendini ilk parametrelere göre ayarlar.

Çizelge 7.8 LAPD sistem parametre ve zamanlayıcılarının ilk deger ve anlamları

Parametre	İlk değer	Fonksiyon
N200	3	Bir çerçevenin en fazla kaç kere gönderileceği
N201	260 sekizlik	Bilgi alanının maksimum değeri
N202	3	TEI kimlik isteminin en fazla kaç kere gönderileceği
K	BRI (SAPI=0):1 BRI (SAPI≠0):1 PRI:7	En fazla kaç tane karşılıksız bilgi çerçevesi gönderileceği
T200	1s	Tekrarlama zamanlayıcısı
T201	(T200)	TEI kimlik kontrol mesaj tekrarlamaları arasındaki minimum zaman
T202	2s	TEI kimlik istem mesaj tekrarlamaları arasındaki minimum zaman
T203	10s	Çerçeve alışverişi olmadan geçecek maksimum süre

8. ISDN 3.TABAKA

Bu bölümde D kanalının 3.Tabakası incelenecek, kullanıcı ile ISDN servisi arasındaki işaretleme protokolleri açıklanacaktır. ISDN üçüncü tabakasında LAPD çerçevelerinin bilgi kısımlarından elde edilen başka bir paket yapısı karşımıza çıkar. ITU-T nin Q.931 önerilerinde açıklanan ISDN 3.tabakasının kullanımı genellikle kullanıcı ve tasarımcıları direkt olarak ilgilendirir. Çünkü bu tabakada kullanıcıların asıl ihtiyacı olan arama işlemi ve ek servislere erişim için uygun düzenlemeler yapılır ve bu yüzden 3.tabaka , bir ISDN sistemi geliştiricisinin en fazla üzerinde durması gerektiği tabakadır.

8.1 Mesaj Yapısı

ITU Q.931 mesajları bilgi elemanı (information elements) denen veri bloklarının bir dizisinden oluşur. Bütün mesajlar aynı genel yapıya sahiptir ve aynı tipte yapıtaşlarından oluşur (Çizelge 8.1).

Çizelge 8.1 Q.931 mesaj yapısı

Mesaj Bilgi Elemanları	Oct	Bitler							
		7	6	5	4	3	2	1	0
Protokol ayracı	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	2	0	0	0	0	CRV Boyu			
Arama Referansı CRV	3	CRF	Arama Referansı değeri						
	(4)	2. Arama Referansı sekizliği ,PRI da kullanılır.							
Mesaj tipi	4 (5)	0	Mesaj Tipi Bilgisi						
Diğer Bilgi elemanları	6	Diğer Bilgi elemanları verileri. Her mesaj için değişen miktarlarda olabilir.							
									

Protokol Ayracı (protocol discriminator): Mesajın ait olduğu protokolü tanımlar.

Arama Referansı (call reference): Mesajın uygulandığı aramayı tanımlar.

Mesaj Tipi (message type): Mesajın tipini belirler.

Diğer Bilgi Elemanları (other information elements): Mesaj tipine göre gerektiğinde kullanılır.

Arama kontrolü için gerekli ISDN 3. Tabaka mesajları LAPD-I çerçevelerinin Bilgi Alanında (information field) taşınır.

8.1.1 Protokol ayracı

Herhangi bir 3.tabaka protokolü teorik olarak ISDN D kanalında kullanılabilse de ITU sadece kullanıcı-ağ işaretleşmesi için Q.931'i ve X.25'in Paket Tabaka Protokolünü (Packet Layer Protocol – PLP) X.25 paketlerinin taşınması için tanımlamıştır. Q.931 kullanıldığında taşınan ünite işaretleşme mesajı (signalling message), X.25 kullanıldığında ise X.25 paketi olarak adlandırılır. Q.931 mesajı tek bir iletim bloğu olarak gönderilirken, bir X.25 paketi sadece daha üst tabakaya ait bir bloğun bir parçasını taşır. Paket ve mesaj kelimeleri tam olarak aynı anlamı ifade etmeseler de sıkça birbirlerinin yerine kullanılırlar (Çizelge 8.2).

Bir Q.931 mesajının ilk sekizliği olan Protokol Ayracı bilgi elemanı, bu iletişimin kod çözme işleminde kullanılan protokolü tanımlar. Büyük miktarda Protokol ayraç değerinin X.25'i tanımlamasının sebebi X.25'in kendisi için Q.931 deki gibi belirleyici bir özellik taşınamamasından kaynaklanır. X.25 kodlama kuralına göre ilk paketin 5 ve 6. Bitlerinin ikisi birden hiçbir zaman "0" olmamaktadır. Sonuçta 5 ve 6. bitleri "0" olan bütün protokol ayraçları X.25 olamayan bir protokolü gösterir.

Çizelge 8.2 Protokol ayracı değerleri

Protokol ayracı olası değerleri	Amaç
0000 0000 ile 0000 0111 arasında, 0000 0111	Q.931 de kullanıcı-kullanıcı bilgilendirilmesinde kullanılır. Mesaj protokolü ayracı olarak kullanılmaz.
0001 0000 ile 0011 1111 arasında,	Q.931 kullanıcı-ağ arama kontrolü mesajları
0100 0000 ile 0100 1111 arasında,	X.25 gibi Diğer Ağ tabakası protokolleri için ayrılmış.
0101 0000 ile 1111 1111 arasında,	Ulusal kullanım için ayrılmış.
Bütün Diğer değerler	X.25 gibi diğer Ağ tabakası protokolleri için ayrılmış.
	Ayrılmış.

8.1.2 Arama Referansı:

Arama Referansı bilgi elemanı, kullanıcı ve ağ tarafından kullanılan ve aktif bir aramayı tanımlayan bir numaradır. Arama Referansı Numarası (Call Reference Number – CRV) aramanın başında belirlenir ve arama sona erinceye kadar kullanılır (aramayı askıya alma dışında). CRV, ancak kullanıcı ile ağ arasında bir anlam ifade eder. Bu yüzden iki kullanıcı-ağ arayüzü arasındaki aramada kullanılan CRV'lerin aynı olmaları beklenmez. CRV, X.25 te kullanılan mantıksal kanal tanımlayıcıya (logical channel identifier) benzer bir yapıdadır.

Arama Referansının ilk sekizliği asıl numarayı taşıyan devam eden sekizliklerin sayısını

gösterir. BRI da kullanılan CRV lerin genellikle bir sekizlikten, PRI da kullanılan CRV ler ise iki sekizlikten oluşur.

Kullanıcı-Ağ arasındaki Farklı aramalara aynı anda aynı CRV değerinin verilmesini engellemek için CRV nin en yüksek değerli biti CRF (Call Reference Flag) kullanılır. CRF, arama referansının oluşturulduğu yerde “1” , hedefte ise “0” olarak ayarlanır. Bu şekilde kullanıcı ile ağ arasında bir CRV çatışmasının ortaya çıkmaması sağlanmış olur.

8.1.3 Mesaj Tipi

Mesaj Tipi bilgisi elemanı, yapılan iletişimin temsil ettiği 3.tabaka mesajını belirler. Q 931 için 25 farklı mesaj tipi belirlenmiştir. Daha sonra ITU Q 932 önerilerinde 8 tane daha mesaj eklenerek bu sayı 33’e çıkarılmıştır. Aslında günümüz iletişim sistemleri için 33 tane mesaj tipinin yetersizliği açıktır. Ancak, ISDN’in esnekliği, her mesajın yapısının o anda ihtiyaç olunan arama yada servisi desteklemek için gerekli bilgiyi taşımasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden her bir mesajın özel bir amacı vardır ve genellikle mesaj ismi bu amaca ilişkindir. Örnek olarak SETUP, BAĞLANTI YAP (CONNECT) ve BAĞLATIYI KES (DISCONNECT) mesajlarını gösterebiliriz.

8.1.4 Diğer Bilgi elemanları

Diğer pek çok 3.tabaka protokolünden farklı olarak X.25 PLP ve Q.931 mesajlarının sabit bir formatı yoktur. Bilgi elemanları yapılarına ait bilgileri içlerinde taşırlar. Boyları değişken olduğu için bilgi elemanının uzunluk bilgisi mesaj üzerinde değil kendi içerisinde taşınır. Tip-1 ve Tip-2 olmak üzere iki farklı yapıda olan tek-sekizlik bilgi elemanları sadece bir sekizlikten oluşur. Tip-1 de Bilgi Elemanı Tanımlayıcı ve Bilgi Elemanı içerişi aynı sekizlik içerisinde belirtilmiştir (Çizelge 8.3). Tip-2 de ise sadece Bilgi Elemanı Tanımlayıcısı vardır (Çizelge 8.4). Değişken uzunluklu Bilgi elemanları ise İçeriğin kaç sekizlikten oluştuğuna dair bir bilgiyi de taşırlar (Çizelge 8.5).

Bütün mesajların başında gönderilmesi zorunlu olan bilgi elemanları olan Protokol Ayracı, Arama Referans Değeri ve Mesaj tipi bilgisi bulunur. Diğer ek bilgi elemanları Bu diziyi takip eder. Genellikle Mesaj isimleri kendilerini oluşturan bilgi elemanları ile ilişkilidir. Örneğin, Aranılan Kişi Numara bilgisi, Paket Boyu bilgisi gibi. ITU, verilen bir uygulama için mesajlarda ne gibi bilgi elemanlarının kullanılacağını belirlemiştir. Her mesaj için bilgi elemanları listelenmiş ve bu bilgi elemanlarının hangilerinin zorunlu hangilerinin seçimsel olduğu gösterilmiştir. Örnek olarak tabloda SETUP mesajının hangi bilgi elemanlarından

oluşabileceği gösterilmiştir. Devre modu ve paket modunda kullanılan iki ayrı SETUP mesajı için bilgi elemanları farklı kullanılabilir. Aynı şekilde, SETUP mesajı sadece kullanıcıdan ağ'a değil ağdan kullanıcıya da gönderilebilmekte ve bazı bilgi elemanları da sadece bir taraf için anlam ifade etmektedir.

Çizelge 8.3 Tek sekizlik bilgi elemanı ,Tip-1

8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bilgi Elemanı Tanımlayıcısı			Bilgi elemanı içeriği			

Çizelge 8.4 Tek sekizlik bilgi elemanı, Tip-2

8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bilgi Elemanı tanımlayıcısı						

Çizelge 8.5 Değişken uzunluklu bilgi elemanı

8	7	6	5	4	3	2	1
0	Bilgi Elemanı Tanımlayıcısı						
Bilgi Elemanı boy bilgisi							
Bilgi elemanı içeriği							

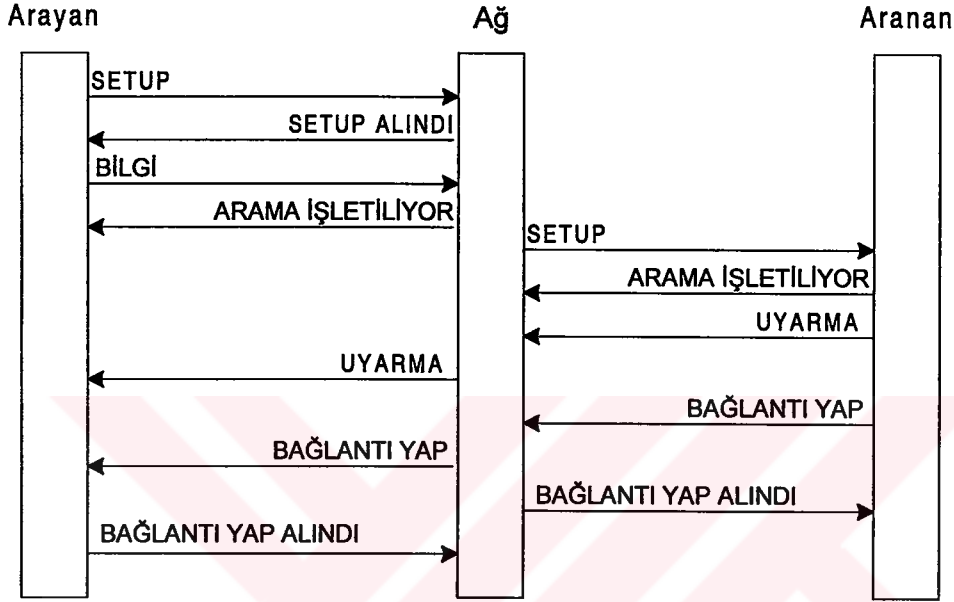
Son olarak, Bilgi elemanları da kendi içlerinde bölümlerden oluşurlar. Genellikle içerdikleri bilgi, bilgi elemanlarının isimleriyle ilişkilidir. Örneğin Taşıyıcı Özellikleri (Bearer Capability) bilgi elemanı (En karmaşık olanlardan birisi), istenen servisin bilgi taşıma gereksinimlerini tanımlar. Büyük bilgi elemanları ve Q.931 mesajlarının detaylı açıklaması ITU-T önerilerinde bulunabilir.

8.2 Temel Devre Modu Arama

Bu bölümde temel devre modu bir aramada terminal ve şebekenin bağlanma ve hattan kopma için nasıl mesajlaşma yaptıkları incelenecektir. Temel arama kavramından kasıt, arayan kişinin arana kişiye direkt olarak bağlanması, bağlantıyı devam ettirmesi ve sonunda bağlantıyı koparmasıdır. Devre Modu kavramı ise bütün kanalın kullanıcıya sadece o bağlantı için ayrılması anlamına gelir. Paket modu aramalarda bir kanalı birden fazla kullanıcı kullanabilir.

8.2.1 Arama

Şekil 8.1'deki gibi bir Arama sırasında iki ISDN terminali (TE1) arasında geçen mesajlaşma şekilde gösterilmiştir. Arayan terminal, arama işlemini Ağ'a bir SETUP mesajı yollayarak başlatır. SETUP mesajı içerisinde bağlantının sağlanabilmesi için gerekli bilgiler mevcuttur. Bunlardan bazıları taşıyıcı özellikleri, aranan terminalin kimliği ve hangi B kanalının kullanıldığı bilgileridir.



Şekil 8.1 Tipik bir ISDN devre modu bağlantı başlatma işlemi

SETUP mesajı içerisindeki olası bilgilerden birisi de fiziksel arabirimi ve istenen taşıyıcı servisi sağlamak için kullanılacak kanalı tanımlayan Kanal Bilgi Elemanıdır. Bu bilgi arama için kullanılacak B kanalını belirlemede kullanılabilir. B kanallarının bir tanesi sonuçta seçilmeli ve hem kullanıcı hem de ağ bunun hangisi olduğunu bilmelidir.

Ağ, SETUP mesajını aldıktan sonra mesajın içeriğindeki bilgilerin geçerli olup olmadığını kontrol eder. Kullanıcının istenen servisi kullanıp kullanamayacağı, istenilen B kanalının uygun olup olmadığı gibi işlemler bu kontroller arasındadır. Genellikle (Şekildeki senaryoda olduğu gibi) SETUP mesajı arama için gerekli bütün mesajları taşımaz, örneğin içerisinde sıklıkla aranan numarayı barındırmaz. Ağ (LE), buna rağmen gönderilen mesajlar uygun ise SETUP ALINDI (SETUP ACKNOWLEDGE) mesajı ile o ana kadar gelen bilgilerin kabul

edildiğini ancak hala bilgi eksikliğinin olduğunu belirtir. Bazı otomatik aramalı ortamlarda aranan numara da SETUP bilgisi ile gönderildiğinden, yukarıdaki senaryodan farklı olarak Ağ arayana SETUP mesajına karşılık ARAMA İŞLETİLİYOR (CALL PROCEEDING) mesajını gönderir.

Bu noktada bir arama tonu veya bunu belirtecek herhangi bir sinyal kullanıcıya verilir. Kullanıcı uyarıyı aldıktan sonra numaraları girer. Bu numaralar, BİLGİ(INFORMATION) mesajı ile Ağ'a iletilir. Arama tonu, kullanıcıya LE tarafından B kanalı aracılığı ile yada direkt olarak LE den gelen mesaj üzerine terminal üzerinde oluşturulur.

ISDN'nin geniş adresleme biçimlerini gösteren bir özelliği de SETUP mesajı ile gönderilen Aranan Numara bilgi elemanıdır. Bu bilgi elemanı üç alana sahiptir;

- 1- *Numara Tipi*: Kullanılan numaranın milletlerarası, ulusal, ağa özel yada kısaltılmış numara biçimlerinden hangisi olduğunu belirler.
- 2- *Arama planı tanımlama*: Numaralandırma türünü tanımlar. Bu türler arasında, ITU E-163 te tanımlanan numaralandırma planı, veri ağı için düzenlenen X.121 numaralandırma planı, telex numaralandırma planı F.69, milli standart veya özel numaralandırma planlarını sayabiliriz.
- 3- *Numara rakamları*: Numara karakterlerinden oluşan bir dizidir. Uluslararası Alfabe No.5 (International Alphabet No.5 – IA5) karakterleriyle kodlanmıştır. IA5 ASCII ile yaklaşık aynı yapıdadır.

Kullanıcı terminali aranan numarayı iki biçimde göndermek üzere ayarlanabilir: *en-bloc* ve *overlap*. Bütün numaranın tek bir mesajla gönderilmesi *en-bloc*, her rakam girildiğinde bir mesaj girilmesi de *overlap* olarak adlandırılmıştır.

Senaryoda *en-bloc* yöntemiyle numaranın gönderildiğini varsayalım. Bu durumda Ağ, Arayan terminale istenen servisin geçerli olduğunu ve arama başlatma işleminin işlemeye konulduğunu belirten ARAMA İŞLETİLİYOR mesajını yollar. Ağ, aynı zamanda B kanalı bağlantısını da aktif hale geçirir ve aranan terminale ilişkin mesajlaşmaları kendi içerisinde başlatır.

Numara alma işleminin bitmesiyle Ağ, aranan terminale bir SETUP mesajı yollar. Bu SETUP mesajı arayan numaranın ilk başta gönderdiğinden farklı olsa da içerdikleri bilgiler büyük benzerlik gösterirler. Farklı olabilecek bilgiler arasında arabirim ve kanal bilgileri gibi bazı ISDN erişim özellikleri olabilir.

Taşıyıcı özellikleri bilgisi karşı tarafta birden fazla terminal aynı hatta bağlı ise arama sırasında özellikle önemli rol oynayabilir. Örneğin, Aranan tarafta bir ISDN telefon, sayısal veri terminali ve Grup-4 faks cihazı olduğunu varsayalım. Bu durumda “ses” alanı kodlanmış

olan bir taşıyıcı özellikleri bilgisi sadece ISDN telefonun aramaya cevap vermesini, diğer terminallerin aramayı göz ardı etmesini sağlar.

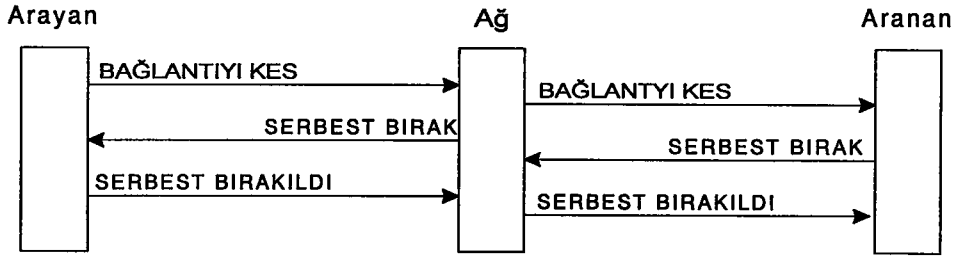
Arayan numara bilgisi de SETUP mesajına yerleştirilebilir. Kullanıcı bu bilgiyi pek çok uygulamada kullanabilir. Bunlar arasında , istenildiğinde sadece numara listesinden gelen aramalara izin verme, arayan kişiye göre farklı otomatik cevap verme, otomatik arama yönlendirme sayılabilir.

Bazı durumlarda aranan numaranın SETUP mesajına karşılığı ARAMA İŞLETİLİYOR mesajıdır. Bu mesaj asıl aranan yerin bir PBX üzerinde olduğu durumlarda önem kazanır. Böylece PBX santrali ARAMA İŞLETİLİYOR mesajıyla arama isteğinin alındığına ve arama işleminin yürütüldüğüne dair bilgilendirmiş olur. Bu aynı zamanda Santral üzerinde aranan terminalden karşılık bekleme için kurulan bir zamanlayıcının süresinin dolmasına da engel olur. Eğer aranan cihazın direkt olarak BRI'ya bağlıysa ve arama üzerinde herhangi bir işlem yapmayacaksa santrale UYARMA (ALERTING) mesajı gönderir. Bu mesajın ana amacı Ağ'ı terminalin arama mesajını aldığına dair bilgilendirmek ve arayanı uyarmaktır. Bu işlemi analog şebekedeki santralin aranan kişinin telefonunun çaldığını arayan kişiye bildirmek için kullandığı tona benzetebiliriz. ISDN de, Santral aranan terminalden gelen UYARMA mesajıyla birlikte arayan terminale UYARMA mesajı yollar ve bu mesajı alan terminalde kullanıcıyı uygun bir sesle uyarır. Bu işlem santralin bu sesi B kanalı üzerinden vermesiyle de yapılabilir.

Aranan terminal aramayı kabul ettiğinde, örneğin ahizeyi kaldırdığında terminal santrale BAĞLANTI YAP mesajı yollar. BAĞLANTI YAP mesajını alan santral arama işleminde kullanılan zamanlayıcılarını kapatır, aranan terminale BAĞLANTI YAP ALINDI (CONNECT ACKNOWLEDGE), arayan terminale BAĞLANTI YAP mesajını yollayarak arama işlemini tamamlar ve istenilen B kanalı için gerekli işlemleri bitirir.

8.2.2 Aramayı Sonlandırma

Arama işlemini sonlandırmak arama işleminden çok daha basittir. İşlem tarafların birisinin Santrale BAĞLANTIYI KES mesajını yollaması ve B kanalı veri transferi bitirmesiyle başlar. Santral bu mesajı alınca işlemi ilk başlatan terminale bir SERBEST BIRAK (RELEASE) , hattaki diğer terminalde BAĞLANTIYI KES mesajı yollar (Şekil 8.2).



Şekil 8.2 Aramayı sonlandırma işlemi

İşlemi başlatan terminal hatta SERBEST BIRAKILDI (RELEASE COMPLETE) mesajı yollar ve Santral B kanalı bağlantısını kapatır. Diğer taraftaki terminal ise BAĞLANTIYI KES mesajına SERBEST BIRAK mesajıyla karşılık verir. Santral bu taraftaki B kanalını da kapatır ve terminale SERBEST BIRAKILDI mesajı yollar.

8.3 Terminal Seçimi

Bir arama yapılırken kullanıcı aranan hedefteki başka bir ISDN terminaline bağlantı yapmak isteyebilir. Bu işlem arayan terminal ile aranan hedefin aynı tipte olma zorunluluğunu da ortaya çıkarır. Örneğin arayan terminal bir Faks cihazı ise aranan terminalinde ona cevap verebilecek bir faks cihazı olması gerekir. Ya da bir BRI bağlantıya üç telefon ve üç faks cihazı bağlandığını düşünelim, Bu durumda arayan terminal bağlı ve ilgili üç terminalden birisini seçme fırsatı olacak ve işaretleşme uygun terminalin bağlanmasını sağlayacaktır.

Özelleşmiş bir terminali adreslemek için iki mekanizma mevcuttur. Birisi *Ek Servislerden* birisi olan *Çoklu Abone Numarası MSN* (Multiple Subscriber Number) adı verilen servisi kullanmaktır. Bu servis *Doğrudan Arama* (Direct Dialing-in, DDI) olarak da adlandırılır. Bu serviste kullanıcı numarasının bir kısmı abonenin terminallerini seçmekte kullanılır. Bir ISDN BRI sistemde, MSN ek servisi terminali belirleyecek numarayı ISDN numarasının genelde son kısmı olacak belirler (bu numara başka bir abone numarasına karşılık düşmez) ve bu numara gelen SETUP mesajı ile ISDN pasif yolundaki bütün terminallere taşınır. Her bir terminalin kendi içinde farklı bir MSN numarasına programlanmış olması gerekir. Sadece kendi MSN numarasına uyumlu bir SETUP mesajını algılayan terminal aramayı kabul edebilir.

Terminal belirleme konusundaki ikinci mekanizma Alt Adresleme (Sub-adressing, SUB) ek servisini kullanır. Bu konu numaralandırma bölümünde de bahsedildiği gibi, ISDN

numarasına ek bir numaranın bu servisle sağlanması ile ilgilidir. Bu alt adres Aboneye santral tarafından ulaşmak için kullanılmaz. Aynı NT'ye bağlı her terminalde arama-aranma işleminde kullanılmak üzere alt adresin programlanması gerekir. Aynı şekilde gelen SETUP mesajı SUB adresi de taşıyacak ve SUB adresi aynı olan terminal aramaya karşılık verecektir. MSN ile SUB adres arasındaki temel fark, MSN'de terminale verilen numaranın ISDN abone numarasının da bir parçası olmasıdır. SUB 'da ise adres ISDN numarasının bir parçası değildir. Bu yüzden MSN kullanımına global ağ yöneticinin dikkat etmesi, ISDN numara uzayının dolmasına meydan vermemesi gerekir. MSN'nin ISDN numarasının bir parçası olması gerekliliği PSTN (analog şebeke) santrallerinin SUB adresleme ile oluşan numaraları arayamamasından kaynaklanmaktadır.

8.4 Temel Paket Ve Çerçeve Modu Aramalar

Paket ve çerçeve tipi aramaların diğer ISDN aramalarından farkı veri transferi sırasında protokol desteğine ihtiyaç duymalarıdır. Bu sebepten devre modu bağlantı, iki paket yada çerçeve modu haberleşme cihazının haberleşmesi için yeterli değildir. Bunun yerine cihazlar arasında PSPDN üzerinden sanal devre bağlantı (VC) servisinin sağlanması gerekir. VC servisi terminallerin arama kontrolü ve veri iletim teknikleri konusunda gerekli desteği sağlar. Burada ISDN'in görevi, veri terminalleri ile Sanal devre arasındaki erişimi ve bunun kontrolünü sağlamaktır. Bağlantı bir kere sağlandıktan sonra, veri terminali ve VC kendi protokolleri ve mesajlaşma sistemleri ile çalışmalarına devam ederler (X.25 paket tabakası yada frame relay). Bağlantı ile ilgili parametreler, örneğin sanal devre sayısı yada paket boyu gibi bilgiler ISDN'nin değil VC servisini sunan sistemin denetimi altındadır. Burada dikkat edilecek nokta, Q.931 ile sadece ISDN erişim bağlantısının başlatıldığıdır. X.25 PLP ve Q.933 çerçeve modu prosedürleri bir sanal devre aramasının oluşturulmasında kullanılır.

ISDN, paket veri için erişim bağlantılarını oluşturmak için üç tekniği destekler.

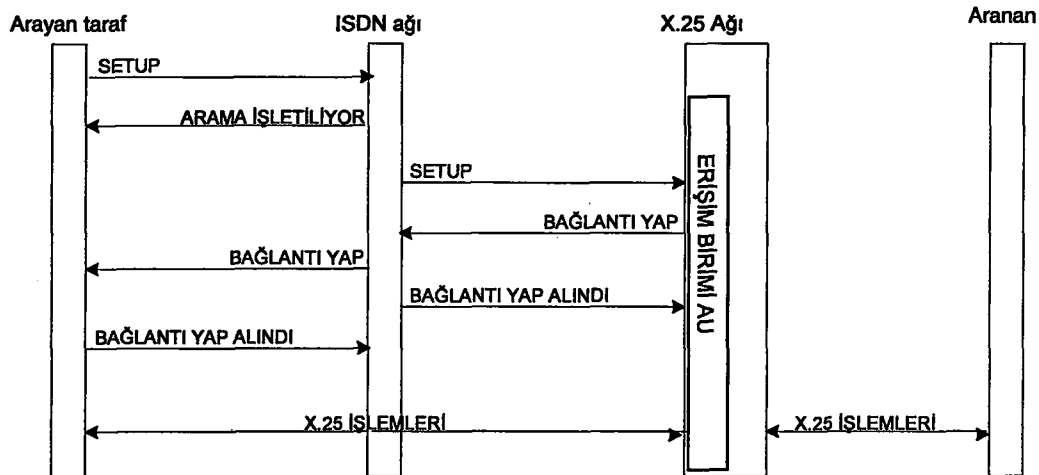
- 1- B kanalı üzerinden uzaktaki bir Paket ağına ulaşmak için temel devre modu arama kullanarak "Dial-Up" erişim bağlantısı
- 2- B kanalı üzerinden ISDN'in Paket ağ sistemine Paket yada çerçeve modu erişim bağlantısı
- 3- D kanalı üzerinden ISDN'in Paket ağ sistemine Paket yada çerçeve modu erişim bağlantısı

8.4.1 Uzak Paket ağına devre modu bağlantı ile erişim

Bir paket ağına devre modu ile erişim işleminin normal ISDN devre modu aramalarından hemen hiç farkı yoktur. Ancak kullanım açısından devre modu aramalarda kullanılması mümkün bazı özellikler bu aramada kullanılamaz.

Arayan terminalin amacı bir paket ağı olan PSPDN B kanalı üzerinden erişmektir. Bu yüzden arayan taraf SETUP mesajı içerisine aranan tarafın adresini yazmalıdır. Bu noktada adres olarak PSPDN üzerinde tanımlanmış ve erişim ünitesi (access unit, AU) olarak adlandırılan bir erişim portu kullanılır. Gelen çağrıyı kabul eden AU, sisteme UYARMA yada ARAMA İŞLETİLİYOR mesajları yerine direkt olarak BAĞLANDI mesajını gönderir. Eğer aksi yönde, yani AU herhangi bir veri terminal cihazından (data terminal equipment, DTE) başka bir ISDN terminaline adreslenmiş bir X.25 arama başlatma paketi alacak olursa, ve o sırada AU ile ISDN terminali arasında bir bağlantı mevcut değilse, AU arayan tarafımsı gibi davranıp bağlantı için bir Q.931 mesajı üretir. Ama arada zaten kurulmuş ISDN B kanalı bağlantısı mevcutsa, her iki tarafta birbirlerine X.25 aramaları gerçekleştirebilirler. Hangi tarafın B kanal bağlantısını gerçekleştirdiği önemli değildir (Şekil 8.3).

Taşıyıcı yetenekleri bilgi elemanı bu durumda bilgi transfer yetenekleri bölümünde sınırlandırılmamış sayısal veri (UDI) yada RDI olarak, İletim modu alanında da devre modu arama olarak set edilmelidir. Bu erişim metodu sadece ISDN'nin paket anahtarlama özelliği göstermediği ya da ISDN'nin kullanıcının göndermek istediği büyük çapta paket verisini D kanalından taşıyacak kapasiteye sahip olmadığı durumlarda kullanılabilir. Dikkat edilecek bir nokta da D kanalı üzerinden bu tip bir iletişimin sistem devre modunda olduğu için söz konusu olmayacağıdır.



Şekil 8.3 Uzak paket ağına devre modu bağlantı ile erişim

8.4.2 ISDN sanal devre servisine B kanal üzerinden erişim

Kullanıcılar bu teknikle B kanalı üzerinden direkt olarak bir X.25 VC servisine paket modu erişim bağlantısını gerçekleştirebilirler. İşaretleşme sistemi devre modu arama ile benzer. Aradaki farklar bu sistemde teker teker numara gönderme (overlap) işlemine izin verilmemesi ve ağın ARAMA İŞLETİLİYOR mesajı yerine eğer bağlantı uygunsa BAĞLANTI YAP mesajını arayana göndermesidir.

Taşıyıcı yetenekleri bilgi elemanı içerisinde Bilgi transfer yeteneği bölümünde UDI, ve transfer modu alanında ise paket modunun ayarlanması gerekmektedir. Bu PSPDN erişim metodu ancak bütünleşik paket anahtarlama yeteneği olan ISDN ağlarında kullanılabilir. Paket modu servislere B kanalı üzerinden erişimin en çok uygulandığı yer, paket modu bir terminal ile VC servis sağlayıcı arasındaki kalıcı (permanent) bağlantı durumudur. Bu uygulamalarda B kanalı paket modu trafiği için ayrılmıştır ve başka amaçlarla kullanılmaz. Bağlantı sağlandıktan sonra VC servisi ile olan erişim Q.931 ile sağlanmaz, yerine o paket sisteminin işaretleşmesi tercih edilir.

8.4.3 ISDN sanal devre servisine D kanal üzerinden erişim

D kanalı üzerinden ISDN VC servisine erişim kullanıcının direkt olarak ISDN'in X.25 paket anahtarlama sistemine direkt erişim bağlantısına izin veren ikinci tekniktir. Bu metodu kullanırken kullanıcı elindeki X.25 paketini otomatik bir LAPD paketinin bilgi bölgesine yerleştirerek SAPI değerini 16 ayarlaması yeterlidir. Önceki teknikte olduğu gibi burada da D kanalı üzerinden X.25 mesajı göndermek ancak içerisinde paket anahtarlama özelliği olan ISDN sistemlerinde uygulanabilir.

8.5 Ek Servislerin kontrolü ve kullanılması

Kullanıcı, bir ek servisi kontrol edebilmek için ağın o servisi sunabilmesi için ihtiyacı olan parametreleri üretir. Bu ek servislerin kontrolü o anda yapılmakta olan arama ile genellikle ilişkili değildir. Örneğin, Arama yönlendirme işlemi için yapılan işaretleşmelerin o sırada bir aktif arama olup olmaması ile ilgisi yoktur. Ancak, kullanıcının bir ek servise erişebilmesi için yetki almış olması gerekmeyle birlikte bu işlemin işaretleşme ile bir ilgisi yoktur. Bir ek servisin kullanılması (invoking) ise ağın istenilen servisi işletmeye başlamasından sonra gerçekleşecek gerçek zamanlı prosesi başlatmaktır. Örneğin gene arama yönlendirme ek servisinin kullanılmaya başlaması servisi isteyen kullanıcının numarasının aranması ve

aramanın başka bir kullanıcıya yönlendirilmesi ile olur. ISDN ek servislerin kullanımı ve kontrolü için üç farklı yöntem sunar. Bunlar *tuş takımı* (keypad), *özellik tuşu yönetimi* (feature key management) ve *fonksiyonel* protokollerdir.

İlk iki yöntemde kullanıcı ek servislerin nasıl ve hangi parametrelerle kullanıldığını ve kontrol edildiğini bilmez. Fonksiyonel protokollerde ise kullanıcı arama işleminde olduğu gibi parametreleri kontrol altında tutmak ve bazı işaretleşmeleri yapmak zorundadır. Aynı şekilde fonksiyonel protokol kullanan bir terminalin karşısındaki terminal ile genellikle birebir uyumlu olması gerekir. ISDN LE'leri bütün bu sistemlerin tamamını yada birkaç tanesini destekleyebilir. Ek servislerin kontrolündeki bu yöntemler ağ sağlayıcı tarafından abonelere ek hizmetler olarak sunulurlar. Ancak, bu aşırı esneklik Santral ekipman ve yazılımı sağlayan şirketlerin ürünleri arasında bazen uyumsuzluğa sebep olabilmektedir.

8.5.1 Tuş takımı protokolü

Bu protokol kullanıcıların insan olduğu gerçeği ile ortaya çıkmıştır. Sonuçta insan her zaman kolay kullanımlı sistemlere alışabilen yapıdadır ve analog telefon sisteminin oluşturduğu alışkanlıklar hemen ortadan kaldırılabilir türden değildir. Bu protokolü kullanmak için tuş takımı üzerindeki sayı ve işaretler (0-9,#,*) kullanılarak oluşturulan karakter dizisi SETUP ya da BİLGİ mesajı içerisinde yer alabilecek olan Tuş takımı bilgi elemanına (Keypad facility information element) yazılır. Bu işlem gerçekleştirilirken, yani kullanıcı tuşlara basarken ağ da gelen kodları sürekli gözlem altında bulundurur, gerekirse bir BİLGİ mesajı göndererek kullanıcının daha fazla bilgi girmesini sağlar. Bütün bilgi tamamlandıktan sonra ağ ek servisi ayarlar yada çalıştırır.

Bu özelleşmiş tuş dizilerinin hangi ek servisi çağıracakları yada nasıl kontrol edeceklerinin bir standardı yoktur. Bu yüzden ağdan ağa, terminalden terminale farklılık gösterebilirler.

8.5.2 Özellik tuşu Yönetimi protokolü

Bu yöntemle kullanıcı terminal üzerindeki bir tuşa basarak (bu tuş arama tuşlarında farklı bir yerdedir) terminalim otomatik olarak bir özellik kimlik numarasını LE ye göndermesini sağlar. Böylece LE, gelen numarayı alır ve ne anlama geldiğine kendi içindeki verilere göre karar verir.

Bunu yapmak için terminal elde edilen numarayı SETUP yada BİLGİ mesajı içerisindeki *özellik aktivasyon* (feature activation) bilgi elemanına yazar. LE elde edilen numarayı analiz eder ve eğer yeterli değilse terminale bir BİLGİ mesajı yollar. Gerekli verileri aldıktan sonra

gerekli ek servisi işletir yada üzerinde değişiklik yapar. Bu sayede üretilen terminaller kullanıcıya çeşitlilik sunmakta, isteyen kendi ek fonksiyonunu istediği gibi ayarlayabilmektedir. Günümüz ISDN ses terminallerinde bu tuşlar mevcuttur ve kullanılmaktadır.

8.5.3 Fonksiyonel protokol

Fonksiyonel protokol ek servislere erişim için LE ile kullanıcı arasında belirli mesajların kullanılması açısından basit arama prosedürüne benzerlik gösterir. Bu durumda terminal önceki iki sistemin aksine ne gibi mesajlar gönderdiğin ve bunların anlamlarının farkındadır. Fonksiyonel protokoller iki ana gruba ayrılırlar. Bunlar ayrık mesaj yaklaşımı ve ortak bilgi elemanı prosedürleridir.

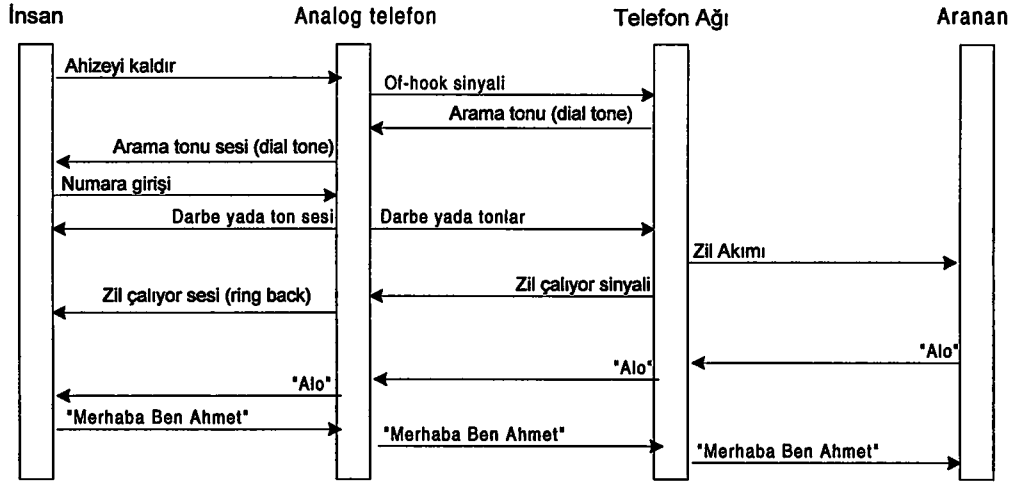
Ayrık mesaj yaklaşımı arzu edilen her fonksiyon için ayrı bir mesaj kullanır. Arama bekletme işlemi için altı mesaj tanımlanmıştır. Bunlardan üç tanesi aramayı bekletmek üç tanesi ise aramayı almak için kullanılır. Bir aramayı bekletmek için kullanıcı yada ağ BEKLET (HOLD) mesajı üretir ve karşılığında BEKLE ALINDI (HOLD ACKNOWLEDGE) mesajı alır. Aramayı elde etmek için RETRIEVE ve RETRIEVE ACKNOWLEDGE mesajları kullanılır. Diğer iki mesaj olası hata durumlarında kullanılan BEKLE RET ve RETRIEVE RET mesajlarıdır. Tek bir kullanıcı aynı anda pek çok aramayı bekletebilir. mesajlardaki söz konusu arama CRV bilgisi ile tanımlanır. Q 932 bölümünde ek servisleri için tanımlanan mesajlar hakkında detaylı bilgi vardır.

Ortak bilgi elemanı prosedürü ise servislere erişim için tek bir bilgi elemanını kullanır. Bu eleman REGISTER yada FACILITY mesajları ile LE'ye yollanabilir.

8.6 ISDN İnsan-Ağ Arabirimi

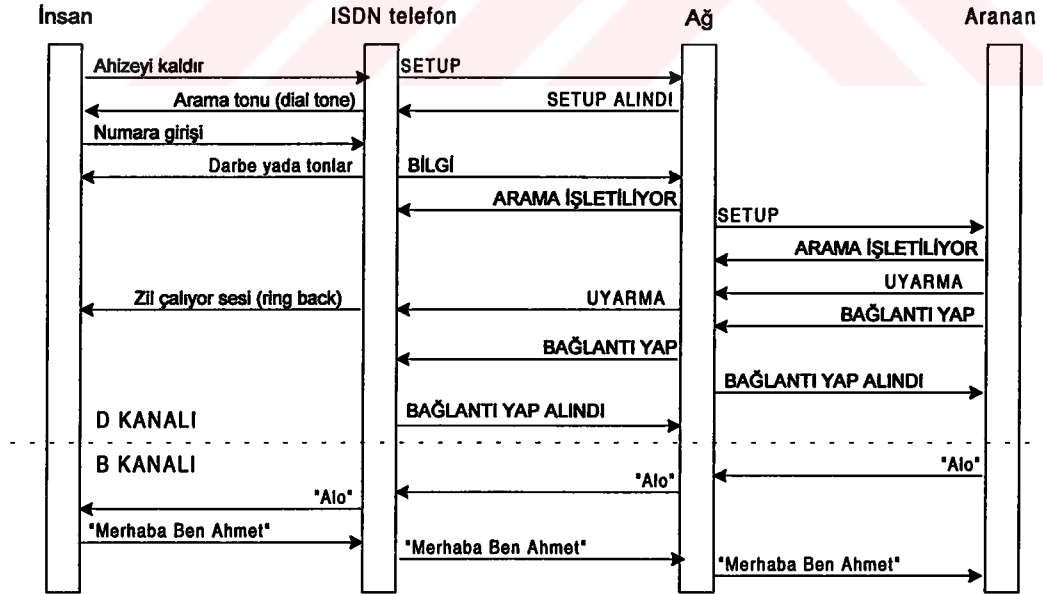
Standartlarda yer almasa da Kullanıcı insan ile bir ISDN terminali arasındaki arabirim ISDN arama sistemini anlamada oldukça faydalıdır.

Şekil 8.4 ve 8.5'te Analog ve ISDN sistemlerde arama işlemi ve bunun kullanıcıyla olan ilişkisi gösterilmiştir. Şekillerden takip edilebileceği gibi analog sistemde bütün işaretleşme özel analog sinyallerle sağlanıyor. ISDN'de bu iş D kanalında yapılan sayısal bilgi alışverişine bırakılmıştır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta Terminal – Ağ arası haberleşmedeki ortaya çıkan büyük farklılıkların insan-terminal arasındaki haberleşmede neredeyse hiç olmamasıdır. ISDN terminali kullanıcıyı tıpkı analog telefonda olduğu gibi arama tonu, zil çalıyor , meşgul gibi seslerle uyarır.



Şekil 8.4: Analog şebekede insan-telefon-ağ ilişkisi

Ancak bazı ISDN sistemleri de tıpkı analog telefon gibi, ahize kaldırılır kaldırılmaz doğrudan bir B kanalına bağlanır ve DTMF, arama ve zil tonları gene B kanalından sayısallaştırılarak yolları.



Şekil 8.5 ISDN'de insan-telefon-ağ ilişkisi

8.7 Numaralama Ve Adresleme

Adresleme planları bir ağ servisinin kurulmasında hayati rol oynar. Bugün analog sistemde kullanılan Ağ adresleme ,asında herkesin bildiği telefon numarası belirleme işleminden başka bir şey değildir. ISDN sisteminde ise farklı türse adreslemelerde mevcuttur. Bunlar arasında telefon numaralandırma planı, veri numaralandırma planı ve ISDN çağı için numaralandırma planı sayılabilir.

8.7.1 Telefon numaraları:

Kuzey Amerikada analog sistemlerde kullanılan numaralandırma NANP sistemi olarak bilinir. Bu numaralandırma biçiminde numaralar on rakamdan oluşur ve formatı aşağıdaki biçimdedir.

NXX-NXX-XXXX

N: 2-9 arası bir rakam

X: 0-9 arası bir rakam

İlk üç rakam Numaralandırma Planı Alanı dır (Numbering Plan Area – NPA) ve *alan kodu* olarak bilinir (örneğin 216). Sonraki üç rakam *santral kodu* olarak bilinir ve terminali bağlı olduğu santrali tanımlar (örneğin 489) . Son dört rakam da Santraldeki abone numarasını belirler. NANP sisteminde bir terminal için numara belirlenir ancak bu on rakamlık numara ile bir PBX e bağlı iç hat terminali direkt olarak aranamaz.

8.7.2 PSPDN numaralama

Paket anahtarlamalı ağlarda ağa bağlı terminalleri tanımlamak için analog sistemlerden farklı bir sistem kullanılır. ITU nun X.121 numaralı önerilerinde uluslar arası PSPDN ler (Packet switched public digital network) için kullanılacak DTE numaralandırma biçimi açıklanır. X.121 adresleri 14 rakam boyundadır ve aşağıdaki formattadır.

Z CC P NNNNNNNNNN

Z: bölge kodu (zone)

C: ülke kodu

P: PDN kodu

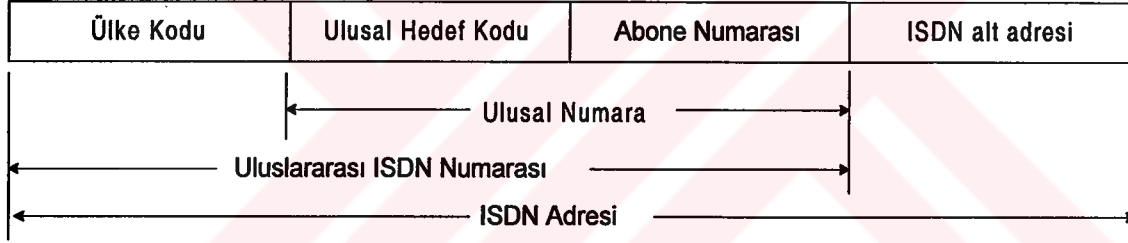
N: Terminal numarası

Z, bölge kodu ağın dünyanın hangi bölgesinde bulunduğunu gösterir. PDN kodu o ülkedeki PSPDN yetkili mercisi tarafından belirlenir. Bu dört rakam Veri ağı tanımlama numarası (Data Network Identification code) olarak bilinir. On rakamlık Terminal numarası o ağ (PSPDN) tarafından terminale verilen özel bir numaradır. Burada da numaralandırma olarak örneğin NANP kullanılabilir.

8.7.3 ISDN numara ve adresleri

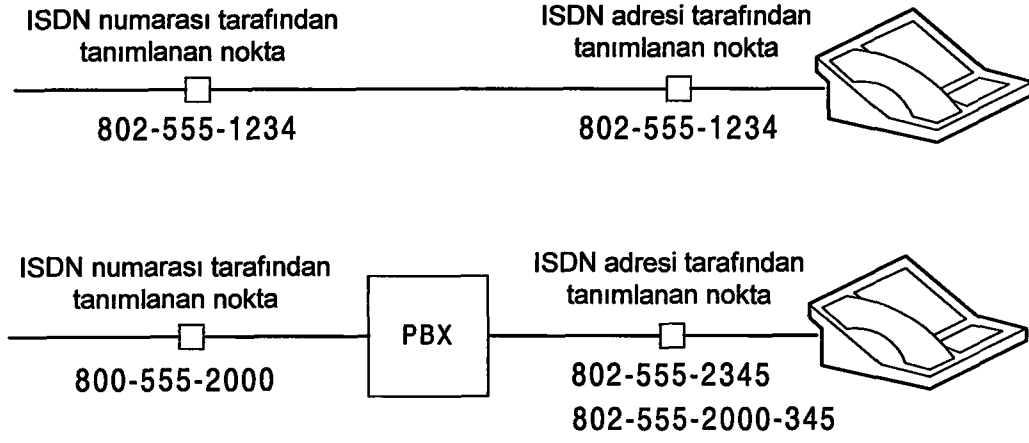
ISDN terminolojisinde numara ve adres biraz farklı anlamlara gelir. Bir ISDN numarası bir abonenin ağ adresi veya ağ numarası, Şekil 8.6'daki ISDN adresi ise ISDN numarasına bir alt adres verisi

eklenerek oluşturulan ve ISDN numarası ile tanımlanan noktanın ötesindeki terminali tanımlayan numaradır.



Şekil 8.6 ISDN numaralandırma sistemi

ISDN sistemine tek bir telefonun bağlı olduğu durumda alt adres bilgisi kullanılmaz Örneğin 802-333-1234 numarası hem ISDN numarasını hemde adresini temsil eder. Ancak bir PBX ortamında örneğin 802-333-2000 numarası PBX'i ISDN abonesi olarak sisteme tanıtır. PBX'e bağlı bir alt numarayı aramak ise iki şekilde mümkündür. Birinci türde örneğin 967 nolu iç hat numarasına 802-333-2967 şeklinde direkt olarak bağlantı kurulabilir. Bu işlemin yapılabilmesi için ağ servisini veren şirketle anlaşma yapılmalıdır. Diğer bir yöntem ise numarayı uzun haliyle girerek operatör üzerinden erişmektir. Yani, 802-333-2000 ve 967 (Şekil 8.7).



Şekil 8.7 ISDN PBX ve normal numaralandırma

9. ISDN TERMİNALİ UYGULAMALARI

Bu bölümde ISDN sisteminin yaygınlaşması için geliştirilen ISDN uygulamalarının getirdiği yeniliklere değinilecektir . Bu yaklaşımla özellikle ISDN terminallerinde kullanılan bileşenler ve bileşenler arası iletişim sistemleri hakkında bilgiler verilecektir.

9.1 ISDN Terminallerine Genel Bakış

ISDN'in ortaya çıkmasından bu yana ISDN'e ilişkin pek çok uygulama geliştirilmiştir. Bunları, özellikle kullanıcı terminal cihazlarını kısaca aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

9.1.1 ISDN Telefonu

ISDN'in asıl kullanım alanlarında birisi olan ISDN telefonlar temelde bugün kullanılmakta olan Telefonların işlevini yerine getirmek üzere dizayn edilmişlerdir. Ancak, sayısal yapısı gereğince analog hatta karşılaşılan kanal gürültüsünden çok etkilenmez ve kullanıcıya ISDN sistemi üzerindeki servislere çok daha kolay erişimi sağlar. Bu servisler günümüzdeki analog sistemde de kısmen kullanıcıya ulaştırılmakta (örneğin tuş takımı servisleri) ancak genellikle bu telefona yapılan ekstra donanım eklemeleri ile mümkün olmaktadır (örneğin arayan numara bilgisi (CALLER-ID) için). Bu tezin konusu olan ISDN terminal modülü tasarımı olduğu için genel ISDN telefon sisteminin iç yapısı hakkında detaylı bilgiler bu bölümde sunulacaktır.

Bir ISDN telefon terminali tasarılmasının kazandıracakları avantajları aşağıdaki gibi sayabiliriz

- Analog hat olmaması sebebiyle ses kalitesindeki göreceli artış
- Gelişmiş işaretleşme yeteneği ile servislere çok daha kolay erişim.
- Veri terminalleri ile fazladan bir arabirime ihtiyaç duymadan bütünleşebilme yeteneği
- Arabirim adaptörleri ile analog telefon sistemleri ile bütünleşebilme yeteneği
- Analog sistemler üzerinde oldukça güçlükle gerçekleştirilebilen şifreleme (encryption) işlemlerinin yüksek hızlı kanal ve hazır sayısal veri ile kolayca yapılabilmesi
- Gene geniş bant sayesinde uygulanabilecek ses kodlama yeknikleri ADPCM, GSM, ve CELP, LPC gibi dar band kodlayıcılar ile yüksek kalite 16 bit ses kodlayıcıları ile rahatça çalışabilme yeteneği.

ISDN telefonun avantajlı olmayan tarafı ise karmaşıklığı sebebiyle pahalı olmasıdır.

9.1.2 Terminal adaptörü

Terminal adaptörleri halihazırda kullanılmakta olan sistemlerin tamamına yakınının analog yapıda olması ve ISDN terminallerinin üretiminin yapısından dolayı daha pahalıya mal olması sebebiyle Analog sistemlerin hemen bir ISDN sistemiyle değiştirilmesi değil, bir ISDN adaptörüne bağlanması daha verimli bir hareket olabilir. Bu yüzden kullanılmakta olan ses ve veri terminalleri için adaptörler geliştirilmiştir. Bu adaptörler oldukça geniş bir alandaki cihazları kapsamaktadırlar. Bunlar arasında analog telefonlar, analog modemler, V.24, V35, X.25 veri terminalleri, Ethernet ve LAN adaptörleri sayılabilir. Bu bölümde adaptör iç yapıları da anlatılacaktır.

9.1.3 Bilgisayar uygulamaları

ISDN ile şu an maksimum 56 kbp olan veri iletişim hızı 2B kanalının kullanılması durumunda 128 kbit/sn ye çıkarılabilir. Aynı şekilde bilgisayara direkt eklenebilen bütünleşik otomatik telefon cevap verme sistemleri, kaydediciler'in yapısı ve çalışmasında büyük yeniliklere izin verebilmektedir.

9.1.4 Görüntülü telefon

ISDN hızı sayesinde bugün analog hatlar üzerinde son derece düşük hızda ve kalitede gerçekleştirilebilen sesin görüntü ile birlikte naklini kolaylaştırmıştır. Gerekğinde temel erişimde her iki B kanalını da görüşmeye ayırarak gerçek zamanlı görüntü kalitesi yine H.261gibi görüntü sıkıştırma algoritmaları ile yakalanabilmektedir. Ancak görüntülü telefonlar son kullanıcı için oldukça pahalı bir seçenektir ve yaygınlaşmadan kullanılması pek anlam ifade etmez.

9.2 ISDN terminal donanım yapısı

ISDN terminallerinin genel iç yapıları birbirine benzer. Bu yüzden önce terminallerde kullanılan bileşenlerin tanınmasında fayda vardır. Bu bileşenler pek çok çip üretici firma tarafından desteklenmektedir.

9.2.1 ISDN terminal tasarımında kullanılan temel donanım bileşenleri

Sayısal terminal uygulamaları alanında uygulama geliştiricilerin karşılaştıkları ilk problem özellikle telefon uygulamaları için , ISDN sistemlerinin kullanılmakta olan analog telefon sistemlerine göre oldukça karmaşık bir yapıda olmasıdır. Herhangi bir ISDN terminal sisteminde

Uygulamaya göre aşağıdaki donanım *bileşenlerinden* (component) en az 2-3 tanesi bulunmak zorundadır. Bunlar

- Mikroişlemci yada mikrodenetleyici
- RAM-ROM Hafıza birimleri
- Transmisyon denetleyici
- HDLC/LAPD denetleyici
- Ses uygulamaları için CODEC
- Görüntü yada ses kodlayıcı
- ISDN dışı Veri yada ses uygulaması için adaptör
- ISDN uzak güç denetleyicisi (ISDN remote power controller , IRPC)
- Gösterge ve tuş takımı

Mikroişlemci yada mikrodenetleyiciler bir ISDN terminalinin vazgeçilmez parçalarıdır. Normal analog sistemlerde pek rastlanmayan bu bileşen, ISDN terminallerinin üzerindeki çok miktarda fonksiyonu sağlama, gerekli protokol paketlerini çözümleme ve oluşturmada , tuş takımı ve gösterge erişimini sağlayacak yazılımı koşturmak için kullanılır. Genellikle bellek birimleri ve diğer ISDN bileşenleri ile birlikte çalışırlar. Bazı üretici şirketler ISDN ve X.25 terminallerinde kullanılmak üzere özel mikroişlemciler tasarlamışlardır. Bunlar içlerinde HDLC denetleyicileri ve diğer ISDN bileşenleri ile haberleşmeyi sağlayacak bölümler ve giriş-çıkış birimleri içerirler.

Abone erişim denetleyicisi (Subscriber access controller) olarak da adlandırılan *Transmisyon denetleyicileri*, gene bir ISDN sisteminde kullanılması mecburi olan bileşenlerden birisidir. Bu bileşenler, ISDN sisteminin ISDN arabirimi ile bağlantısını sağlarlar. ISDN S/T yada U arabirimlerinde kullanılabilirler. Bileşenin görevleri arasında ISDN 1.tabaka işaretlemeyi sağlama, 1.tabaka çerçeve hatalarını belirleme ve uygun gerilim seviyelerini oluşturma, Kanal ayırımını yapma, kanallara mikroişlemcinin erişimini sağlama, ISDN bileşenleri arası iç iletişimi düzenleme ve zamanlama hatalarını düzeltme sayılabilir.

HDLC/LAPD denetleyici, ISDN 2. tabaka işlemlerini yerine getirmek için kullanılır. Kullanıcıyı 2.tabaka protokolü işlemlerinden maksimum derecede bağımsızlaştırmak için dizayn edilen bu bileşen genellikle içerisinde FIFO (ilk giren ilk çıkar) bellek, CRC üreticisi, paket kodlayıcı, kod çözücüleri , hızlı bellek işlemi için DMA ve doğrudan mikroişlemci

arabirimleri içerirler. Çoğu, LAPD, X.25 LAPB ve SDLC protokollerini aynı anda denetleyebilecek yetenektedirler.

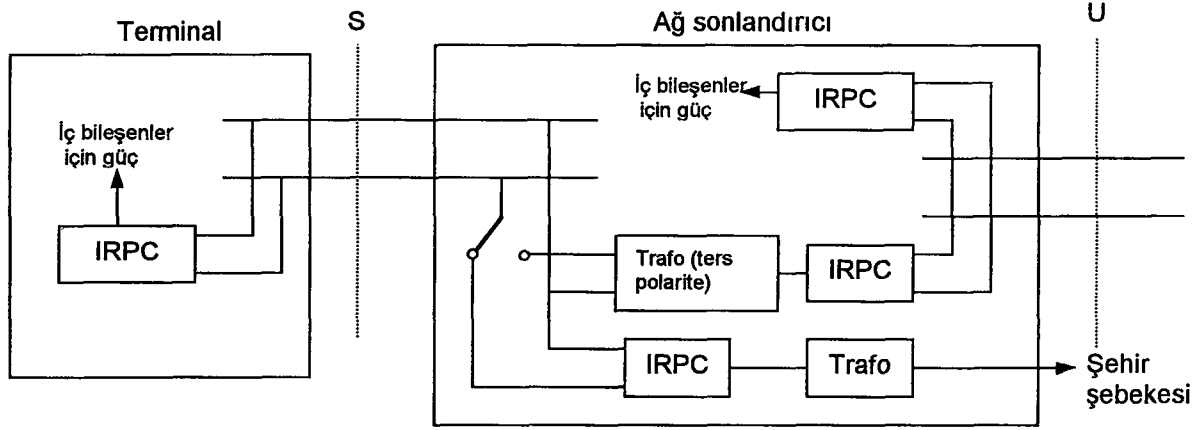
CODEC, ISDN telefonlarının vazgeçilmez bir parçasıdır. Sesi 64 kbps B kanalına uygun bir şekilde PCM ile sayısallaştırır ve gelen ses verisini aynı şekilde analoğa dönüştürür. Bu konuda tasarlanan CODEC lerin ITU G.714 önerilerine uyumluluk göstermeleri istenmektedir. Genellikle günümüzde üretilen CODEC ler bundan başka özelliklere de sahip olmaktadır. Bunlar arasında PCM A-law/ μ -law kodlama, analog ses girişi için programlanabilir filtreler ve kuvvetlendiriciler içermeye, analog telefon sisteminde kullanılan bazı seslerin (örneğin DTMF, arama tonu vs) üretimi sayılabilir.

B kanal çoğullayıcı genellikle Transmisyon denetleyici yada CODEC içerisinde bulunur. Kullanım alanları arasında konferans konuşması sırasında ses bilgilerinin birleştirilmesi yada görüntü kodlayıcılarında verinin kanallar arasında paylaşılmasını sağlama sayılabilir.

Terminal adaptörü bileşenleri çeşitlilik gösterebilirler. Bir X.25 bağlantısını ISDN üzerinden yapmak için HDLC denetleyici bileşeni , analog telefon bağlantısı için analog telefon çıkışı (tip-ring) ile CODEC arasına analog santrallerde her bir abone için kullanılan SLIC'in uygun bir şekilde yerleştirilmesi (Abone Hat arabirim devresi Subscriber line interface circuit) ile yeterli olmaktadır. Bilgisayar V.24 bağlantısı ISDN terminali içerisine yerleştirilecek bir UART ile gerçekleştirilebilse de, genellikle bu işi otomatik olarak yapan ITAC (ISDN terminal adapter circuit) tercih edilmektedir. ITAC ile V.24 üzerinden gelen bilgi otomatik olarak B kanalı üzerine yerleştirilebilmekte, hatta birden çok düşük hızlı V.24 yada RS-232C bağlantısını 64 kbps 'e çoğullayabilmektedir.

ISDN uzak güç denetleyicisi, hem terminal hem de NT ler üzerinde kullanılabilirler. Asıl amaçları NT ler için, LE den gelen ve bir terminali besleyecek gerilimin elde edilmesi ve TE lere S/T yolu üzerinden sağlanacak gerilimin oluşturması , TE ler içinse S/T üzerinden gelen gerilimin iç ISDN bileşenlerini beslemek için kullanılacak bileşen gerilimini sağlamak amacıyla kullanılır. Normalde U arabirimi üzerinde NT'ye gönderilen gerilim uygulanan ülkeye göre 60-90 V arasında değişebilir. NT nin durumuna göre NT'ye gelen gerilim ise 25 ile 99V arasında değişir. 4 hatlı S/T arabirimi için besleme gerilimi 40V civarındadır. NT üzerindeki şehir şebekesinin kaybı durumunda beslenen gerilimin kutbu otomatik olarak değişir ve S/T arabirimine bu farklı kutuplu gerilimden (Bu gerilim LE tarafından U arabirimi üzerinden sağlanan gerilimdir.) beslenemeyen bütün terminaller devre dışı kalır. Bu yüzden acil durum araması imkanının olabilmesi için en az bir terminalin terk kutuplu gerilimle beslenebilecek ve bununla minimum ses aramasını gerçekleştirebilecek yapıda olması gerekmektedir.

ISDN terminalleri için üretilen güç denetleyicileri genellikle DC/DC dönüştürücü yapıdadırlar ve koruma devreleri içerirler. Uygulamada kullanılabilecek olan bir bileşen ve kullanım yapısı detaylı olarak anlatılacaktır. Şekil 9.1’de bir IRPC bileşeninin Ağ sonlandırıcı ve terminal içerisinde nasıl kullanılabileceği gösterilmiştir.



Şekil 9.1 ISDN Ağ sonlandırıcı ve Terminal cihazlarında güç bileşeni IRPC nin kullanılması.

Bu bileşenlerin hepsinin fonksiyonları ayrı olsa da günümüz bileşen üreticileri, ISDN cihazlarının ortak özelliklerini göze alarak pek çok bileşeni bir bileşen içerisinde toplamaktadırlar. Bu sayede hem genel devre yapısı basitleşmekte hem de maliyet azalmaktadır. Bu birleşme ilimleri genellikle aşağıdaki türden olmaktadır.

- Transmisyon denetleyicisi içerisinde HDLC denetleyici ve B kanal çoğullayıcı
- Transmisyon denetleyici içerisinde CODEC
- Mikroişlemci içerisinde HDLC denetleyicisi

Hatta bazı üretici şirketler bütün gerekli bileşenleri (mikroişlemci, RAM, ROM, Transmisyon denetleyici, HDLC denetleyici, CODEC) bir tek bileşende toplamışlardır. Ancak, bu gibi yaklaşımlar her ne kadar belirli uygulamalar için maliyeti düşürse de esnekliği sınırlamışlardır.

9.2.2 ISDN bileşenleri arası iletişim

ISDN ve diğer ağ iletişim sistemlerinde karşılaşılan bir sorun Ağ işlemlerini yürüten sistemlerin denetimi olmuştur. Yapılan çalışmalar oluşturulan sistemde genel denetleme mekanizmasını yöneten mikroişlemcilerin bilginin oluşturulması, düzenlenmesi ve iletimi gibi konularda minimum düzeyde meşgul edecek bir bileşenler arası bir iletişim protokolünün varlığına olan ihtiyacı ortaya koymuşlardır. Buna göre iletişimin sağlanmasına kadar olan kısımda mikroişlemci gerekli oluşumları hazırlayacak, ancak iletişim sırasında ancak isterse

işlemlerden haberdar olacak, bileşenler kendi aralarındaki belirlenen bu protokolle iletişimi devam ettireceklerdir.

Sayısal telefon anahtarlayıcılarında kullanılan bileşenler arası iletişim yolu (Subscriber line data bus, SLD) genellikle CODEC yada filtre bileşenleri ile anahtarlama omurgasını birbirine bağlamak amacıyla kullanır. Bu bağlantı tipik olarak her bir abone kartı denetleyici bileşeni ile CODEC/filtre bileşeni arasındaki seri bağlantıdan oluşur. Abone kartı denetleyici hem anahtarlama omurgasına bağlantı erişim hem de mikroişlemci yoluna erişim sağlar. Bu yöntem hat başına tek kanal kullanılan erken ISDN çalışmalarında kullanılmışsa da 2B+D ISDN erişimi için uygun bir yapıda değildir.

Bu düşünce ile ISDN de kullanılabilecek ya da ISDN için geliştirilen bazı bileşenler arası iletişim protokolleri ortaya çıkmıştır. Konu dışındaki diğer protokolleri incelemeden Bu tez kapsamında gerçekleştirilen donanımda kullanılan bileşenler arası iletişim olan IOM-2 hakkında bilgi verilecektir.

Bileşenler arası protokol problemine cevap bulmak için dört büyük avrupa telefon cihaz ve bileşen üreticisi 80 li yıllarda bir araya gelip yeni bir iletişim ara yolunu tanımladılar. Bu dört şirket Alcatel, Italtel, Plassey ve Siemens, hem analog hem de sayısal terminal ve santral sistemlerinde kullanılabilecek yeni bir sistemi geliştirdi. Bundan önce geliştirilen genel devre arabirimi (general circuit interface, GCI) Siemens tarafından geliştirilen IOM sisteminden yola çıkarak ortaya çıkmıştı. GCI, gene daha çok santral abone kartları için düzenlendiği için terminal ekipmanlarına pek uygun bir yapıda değildi. Sonuçta GCI, terminal cihazı bileşenleri arasında da kullanılabilecek şekilde geliştirilerek özel devre arabirimi T, (Special circuit interface T, SCIT) ve daha sonra GCI ve SCIT'in özellikleri birleştirilerek ismi ilk sistem IOM un geliştiricisi Siemens şirketine atfedilen IOM-2 ortaya çıktı.

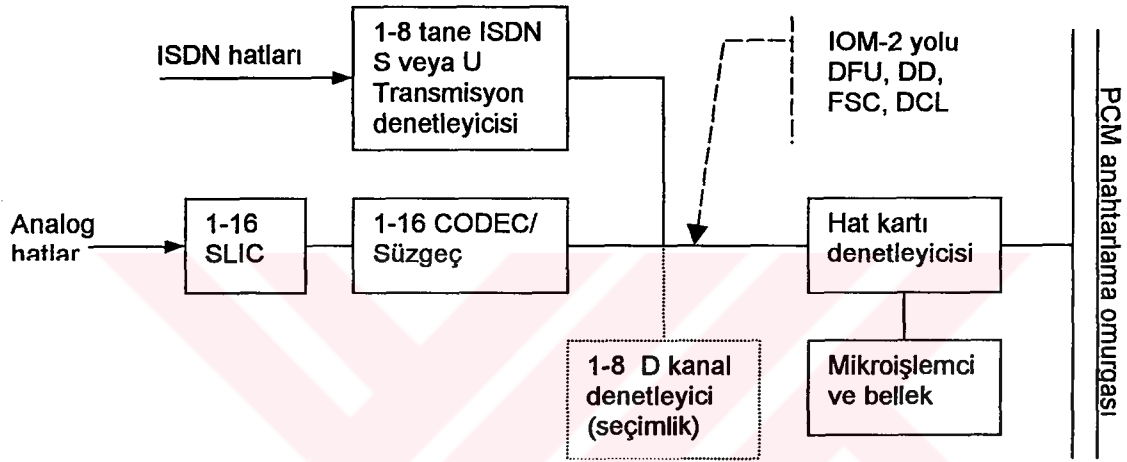
9.2.2.1 IOM-2

IOM-2 yolu, kullanıcı verisi, kontrol/programlama ve durum bilgilerinin taşıyan simetrik çift yönlü (full duplex) bir haberleşme bağlantısı sağlar. Hem terminal hemde abone kartı uygulamalarında kullanılan IOM kanal yapısı aynıdır ancak uygulamaya göre kullanılan kanal sayısı değişir. Kanallar, Dört kablolu seri arabirim üzerine zaman bölmeli çoğullama ile yerleşirler. Kanal zamanlaması Bu seri bağlantılardan birisi olan ve veri hızının iki katında çalışan veri saatidir (DCL). IOM çerçeveleri 8 kHzlik bir çerçeve senkronizasyonu (FCM) saati ile sınırlanırlar. Asıl veri, gidiş yönünde “data upstream” DU, geliş yönünde “data downstream” hatları üzerinden taşınır. IOM-2 yolunu desteklemeyen bileşenler için terminal

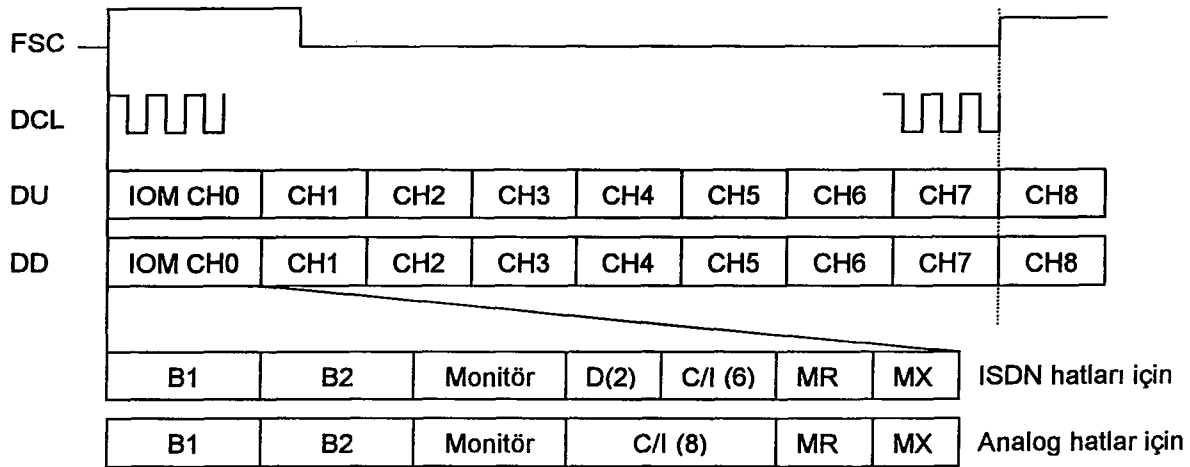
modunda kullanılmak üzere üç tane daha yol tanımlanmıştır. Bunlar 1X-bit hızı saati (BCL) ve B kanallarının gösteren SDS1 ve SDS2 “data strobe” uçlarıdır.

9.2.2.2 Abone kartı modu

IOM-2, line kart modunda ISDN transmisyon denetleyici, CODEC ve abone kartı denetleyici arasında bir bağlantı sağlar (Şekil 9.2). Abone kartı denetleyicisi anahtarlama omurgası ile iletişimi sağlamakla görevlidir. IOM-2 üzerinde 8 tane ISDN transmisyon denetleyici yada 16 CODEC’e ait kullanıcı, kontrol ve denetim bilgisi çoğullanabilir.



Şekil 9.2 Tipik IOM-2 kullanılan abone kartı blok şeması



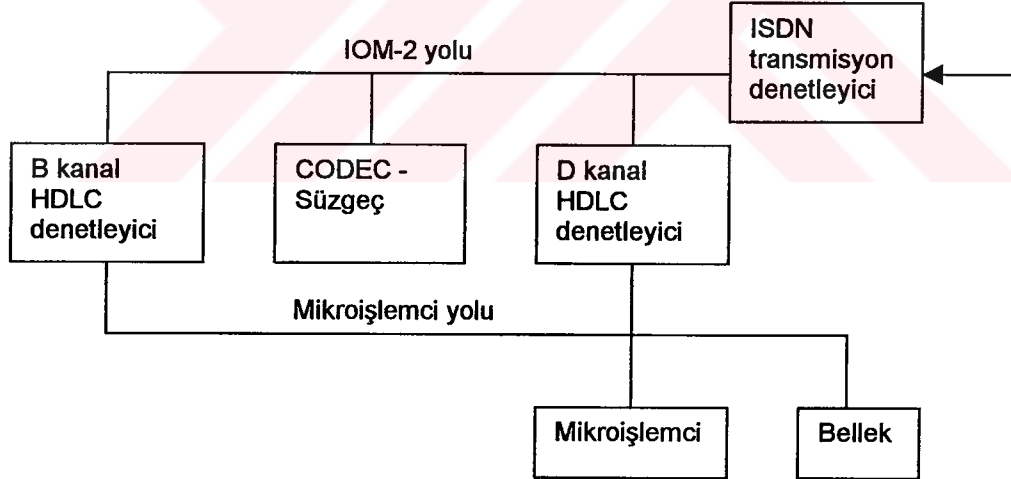
Şekil 9.3 IOM-2 abone hattı modu çerçeve yapıları. $T_{FSC}=125\mu s$, $f_{DCL}=4.096\text{ MHz}$

Veri, kontrol ve durum bilgilerinin IOM üzerinden taşınması ile bileşenlerle mikroişlemci arasındaki arabirime olan ihtiyaç ortadan kalkar. Bu tasarımı kolaylaştırır, pin sayısını ve maliyeti azaltır. Bilgi 8 kHz'lik bir hızla iletilen çerçeveler üzerine çoğullanır. Çerçeveler kendi içlerinde birden sekize kadar alt-çerçeveye bölünebilirler. Herbir alt çerçeve kendi içerisinde bir ISDN transmisyon denetleyici yada iki CODEC'e ait kullanıcı, kontrol, denetim ve durum bilgilerini taşır (Şekil 9.3).

9.2.2.3 Terminal modu

IOM-2 Terminal modunda iken aşağıdaki fonksiyonları kullanıcıya sunar (Şekil 9.4)

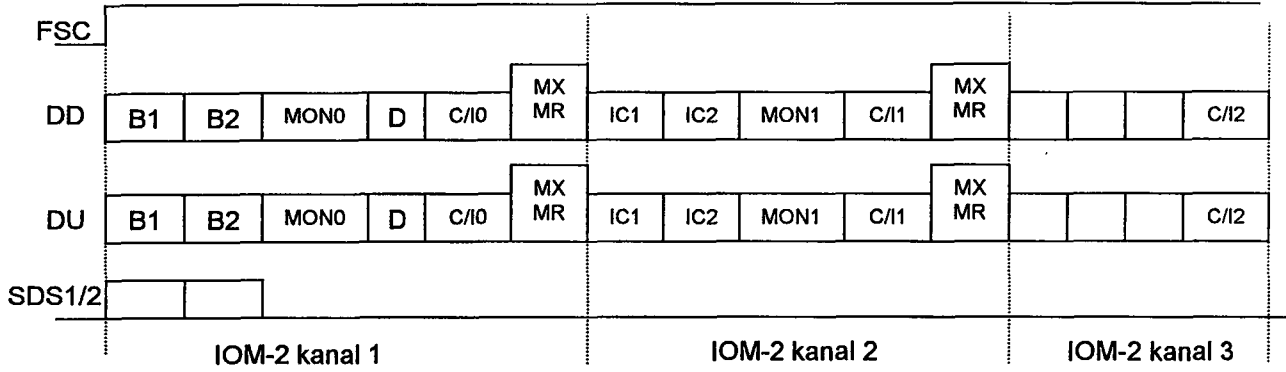
- 1- Veri ve ses bileşenlerini bir 1.tabakabileşeni olan Transmisyon denetleyiciye bağlar
- 2- Mikroişlemci arabirimi olmayan CODEC gibi bileşenlerin kontrol ve programlanmasını sağlar
- 3- IOM-2 yolu üzerindeki bileşenlerin birbirleri ile iletişimini sağlar, örneğin bir CODEC ve şifreleme bileşeni arasında.
- 4- Birden fazla D kanalı denetleyicisinin bağlantısını denetleyebilir



Şekil 9.4 IOM-2 terminal blok şeması

9.2.2.4 IOM-2 Terminal modu çerçeve yapısı

Terminal modunda IOM-2 çerçeveleri her biri 32 bitlik üç alt çerçeveden oluşur. Toplam 12 sekizlikten oluşan ana çerçeve 8kHz'lik bir frekansla tekrar edilerek toplam 768kbps'lik bir hıza erişir. Çerçeve yapısı Şekil 9.5'teki gibidir.



Şekil 9.5 IOM-2 Terminal modu çerçeve yapısı

9.2.2.5 Alt çerçeve yapısı

Terminal modu çerçevelerin her biri dört sekizlikten oluşan üç alt çerçeveden oluştuğu belirtilmişti. İlk alt çerçeve, 1.tabaka transmisyon denetleyiciyi denetleme (monitör ve C/I kanalları) ve kullanıcı verisinin (B ve D kanalları) 1.Tabaka bileşenine taşınması için kullanılır. Sadece ilk alt çerçevede B ve D kanalı bilgileri taşınır. İlk alt çerçevedeki monitör ve C/I kanalları denetleyici bileşen ile 1.tabaka bileşeni arasındaki iletişimi sağlar.

İkinci ve üçüncü alt çerçeveler denetleyici bir bileşen ile 1.tabaka transmisyon bileşeni olmayan diğer bileşenler (C/I kanalı) ya da iki kullanıcı veri işleme bileşeni arasındaki iletişimi sağlar (IC kanalları). Üçüncü alt çerçevenin C/I kanalı *TIC yolu* (TIC bus) uygulaması için kullanılır. Şekilde örnek bir IOM-2 yolu üzerindeki bileşenler ile alt çerçevelerin mantıksal ilişkisi gösterilmiştir. IOM-2 üzerindeki veri işaretleri yukarı veri akışı (Data upstream, DD) ve aşağı veri akışı (data downstream, DD) olmak üzere ikiye ayrılır. Terminal modunda bir IOM-2 bileşenin hem yukarı hem de aşağı yönde veri akışına ihtiyacı olabilir. Örneği HDLC denetleyicisi transmisyon denetleyicisine göre aşağı yönde, CODEC'e göre ise yukarı yönde akışa ihtiyacı vardır. Neticede veri pinleri hem giriş hemde çıkış olmalıdırlar. Örneğin CODEC B kanalından transfer işlemi gerçekleştirirken aşağı yönde veri, IC kanalını kullanırken yukarı yönde veri cihazıdır (Şekil 9.6).

9.2.2.6 IOM-2 terminal modunda Kanallar

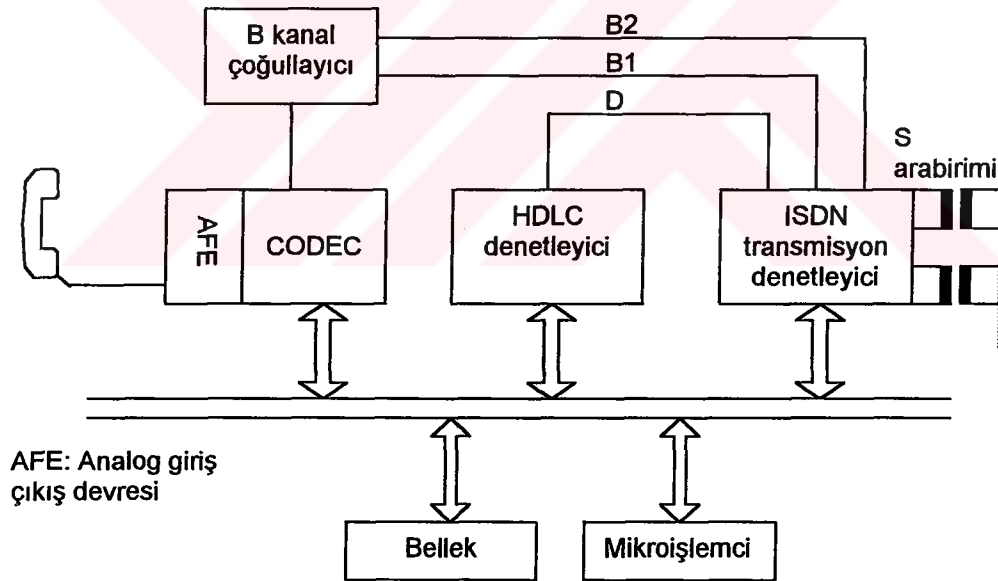
ISDN bileşen üreticileri genellikle IOM-2 sisteminin başlatılması ve yürütülmesi işlemini Transmisyon denetleyici bileşen içerisinde yaparlar. Çoğu zaman IOM-2 üzerinde meydana gelen iletişimden uygulama geliştiricinin haberi olamaz ve genellikle müdahale etmesi de gerekmez. Bu sebeple IOM-2 işletim detaylarına girilmeyecek ancak gerekirse uygulama sırasında gerekli görülen konularda bilgi verilecektir.

9.3 ISDN Terminal Yapıları

Bu bölümde Muhtemel ISDN terminal donanım yapıları bileşen bazında incelenecektir.

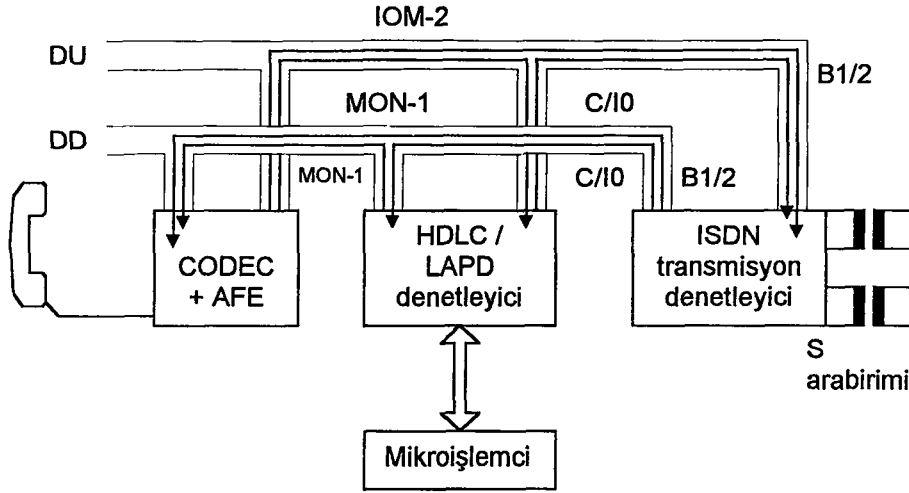
9.3.1 Temel ISDN telefon yapısı:

Şekil 9.7’de gösterilen temel ISDN telefonu basitçe bir CODEC, Transmisyon denetleyicisi, mikrodenetleyici, bellek birimleri, gösterge, tuş takımı ve ahize den oluşur. Ahizeden gelen analog ses verisi bir CODEC ile sayısala (aynı şekilde sayısal veri analoğa dönüştürülür) dönüştürülür ve bir B kanalı çoğullayıcı blok üzerinden Transmisyon cihazına gönderilir. HDLC denetleyici D kanalı için uygun işaretleşme veri paketlerini hazırlar ve 1.tabaka transmisyon cihazı gelen B ve D kanalı verilerini 1.tabaka çerçeve yapısına çevirir ve fiziksel kanala gönderir. Ancak bu yapının dezavantajı her bir bileşenin kendi mikroişlemci altyapısına ihtiyacı olmasıdır. Bu yüzden bu tip telefon terminali tasarımı yaklaşımları, ancak pek çok bileşenin bir tek ana bileşen içerisine koyulduğu sistemlerde iyi sonuç verir. Bu yüzden IOM-2 li bir sistemin sağlayacağı avantajlar göz ardı edilemez.



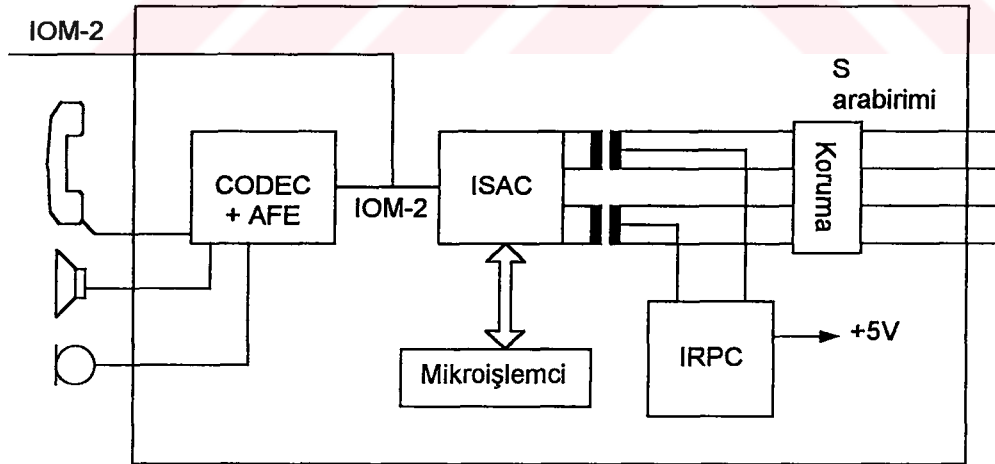
Şekil 9.7 IOM-2 olmayan tipik ISDN telefon yapısı

Şekil 9.8’de tipik bir IOM-2 telefon yapısı gösterilmiştir. Bu dizayn ile genel bağlantı yapısı basitleşecek tasarım süresi azalacaktır. Sadece 2.tabaka denetleyicisinin mikroişlemci bağlantısının olması diğer bileşenlere erişim için yeterli olacaktır. Şekil üzerinde ayrıca monitör ve C/I kanal kullanımı da gösterilmiştir.



Şekil 9.8 IOM-2 telefon terminali yapısı

Bu noktada daha fazla bileşen bloklarını incelemeden kullanılmakta olan gerçek ISDN bileşenlerinden birkaç tanesi hakkında bilgi edinmek yararlı olabilir. Sonuçta hemen hemen bütün bileşen üreticileri birbirine benzer yapıda ürünler ortaya çıkarmışlardır. Örneğin telefon uygulamalarında ISDN 1.tabaka transmisyon ve HDLC/LAPD denetleyicisi tek bir bileşen üzerinde toplanmış ve böylece yerden ve maliyetten tasarruf sağlanmıştır. Bu bileşen ISDN abone erişim denetleyici (ISDN subscriber access controller, ISAC) olarak adlandırılmış ve kullanılmıştır. Ancak kullanıcı isterse başka HDLC denetleyicilerini de kullanmakta serbesttir (Şekil 9.9).



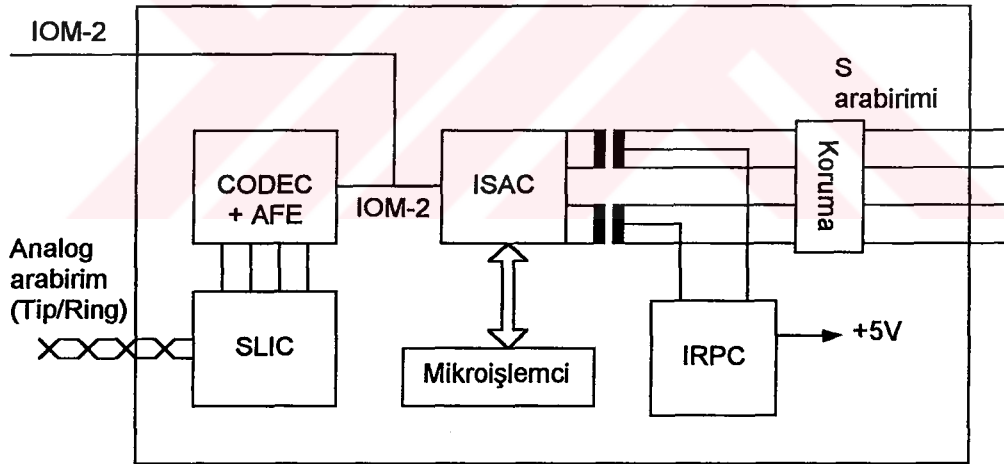
Şekil 9.9 Uzaktan konuşma ve iç güç birimi içeren temel ISDN ses terminali.

Buna göre gerçek bileşenlerden oluşan bir sistemi tekrar inceleyecek olursak aşağıdaki yapı ile karşılaşmış oluruz. Sistemde ISDN için bir CODEC ve ISAC bileşeni, sistemin gücünü sağlayan IRPC ve ISDN yazılımını koşturan Mikroişlemci ve bellek bileşenleri

bulunmaktadır. Sistemde kullanılan CODEC içerisinde uzaktan konuşma (hands-free) özelliğini destekleyen yapı barındırdığı için telefona bu özellik tasarıma göre eklenebilir. Sistemden dışarıya IOM-2 bağlantısına izin verilirse diğer ISDN cihazları ile iletişim sağlanabilir.

9.3.2 ISDN Terminal Adaptörü yapısı

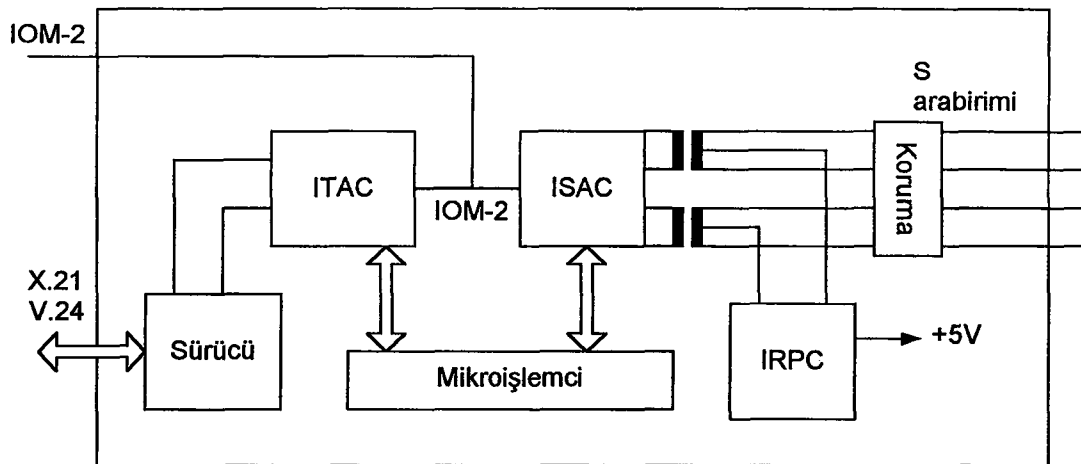
Analog Terminal adaptörü yapısı ise Şekil 9.10'da gösterildiği gibi olabilir. Bu yapı temelde ISDN telefonu ile aynı yapıdadır ancak ses girişine normal telefon hattı bağlıdır. Bu bağlantı ile CODEC arasında santral kartlarında her bir abone için kullanılan Abone hat arabirim devresi SLIC bileşeni koyulur. SLIC, normalde kullanıcının analog telefon ihtiyaçlarını yerine getirmek üzere dizayn edilmişlerdir. Bu ihtiyaçlar BORSHT olarak adlandırılır. Bu kapsamda akü , yüksek gerilim koruması, zil çaldırma, ahize açık kapama denetleme, iki-dört tel dönüşümü ve test bulunur (BORSHT bu terimlerin İngilizceleri olan battery, overvoltage protection, ringing, supervision for on/off hook, hybrid , testing terimlerinin baş harflerinden ortaya çıkmıştır.) Adaptör içerisinde bulunan SLIC analog telefonu besler ve bu gerilimi ISDN içerisindeki IRPC den alır.



Şekil 9.10 ISDN analog telefon adaptörü blok şeması

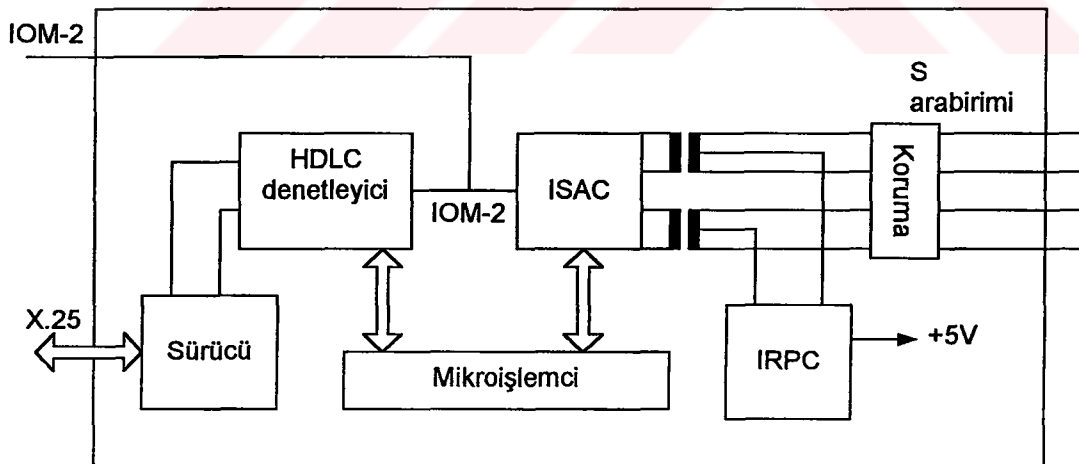
X.21 ve V serisi adaptörlerin tasarımında ise ISDN terminal adaptör devresinden (ISDN terminal adaptor circuit, ITAC) yararlanılır (Şekil 9.11). Bağlantı bir hat sürücüsü üzerinden direkt ITAC üzerine yapılır. Bu konfigürasyonda karakter tabanlı protokollerden X.21, V.24, V.35 üzerindeki veriler B kanalı üzerinden çoğullanarak gönderilebilir. Bu aradaki dönüşüm sırasında V.110 , V.120, X.30 ITU önerilerindeki adaptasyon koşulları göz önüne alınır.

Bu dönüşümler ITAC bileşeninde donanım olarak gerçekleştirilir. B kanalının yeterince hızlı olması sebebiyle düşük hızlı bağlantılardan uygun adaptasyon koşulları ile sekiz terminal verisi bir B kanalı üzerinden iletilebilir.



Şekil 9.11 ISDN X.21 ve V.24 Terminal adaptörü

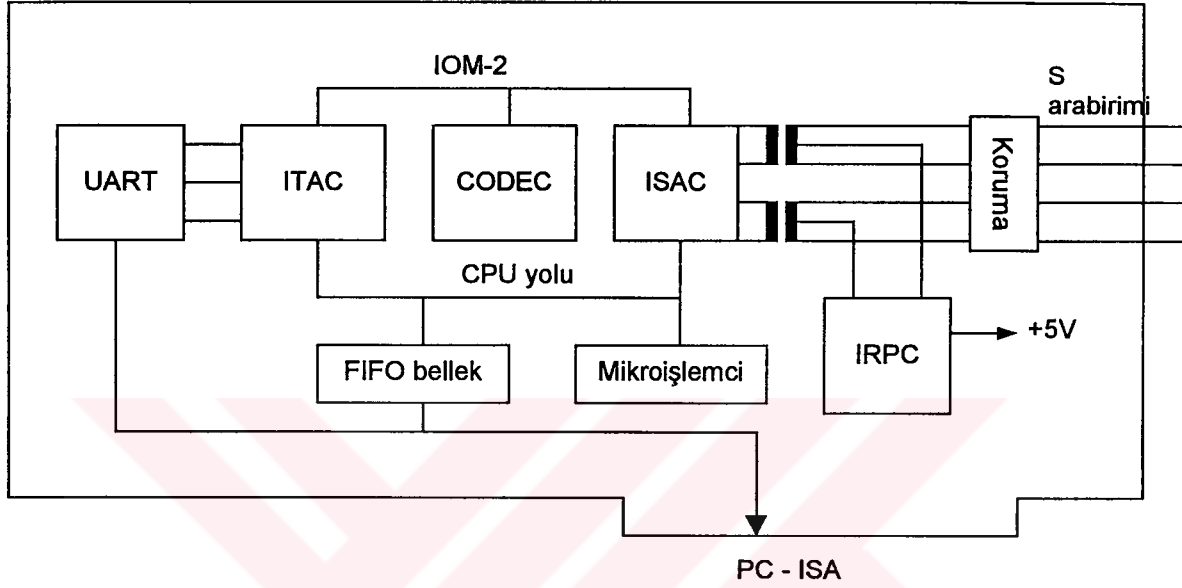
Aynı şekilde bir X.25 terminali adaptörü de sadece bir sürücü ve HDLC denetleyicisinin sisteme eklenmesi ile sağlanabilir (Şekil 9.12). HDLC denetleyicileri X-25 ya da IOM-2 kanalı üzerindeki istenilen boydaki seri veriyi pencereleyip alır, ve gerekli HDLC işlemlerini ve dönüşümleri gerçekleştirebilir (bit ekleme-çıkarma, CRC hesabı gibi.)



Şekil 9.12 ISDN X.25 terminal adaptörü

9.3.3 ISDN PC kartı yapısı

IBM PC yada uyumlu bilgisayarlar için ISDN veri kartı tasarımında ise kart üzerinde işleyen yazılım sayesinde 1. ve 2. tabaka fonksiyonları bilgisayar mikroişlemcisini meşgul etmeden gerçekleştirilir, Asıl veri ise gerek çift çıkışlı yada FIFO bellekler yada RS232 COM arabirimi ve ITAC üzerinden gerçekleştirilebilir (Şekil 9.13).



Şekil 9.13 ISDN PC-ISA yolu kartı yapısı

10. ISDN TELEFON TERMINAL MODÜLÜNÜN GERÇEKLENMESİ

10.1 Gerçekleme Kapsamı

Tez kapsamında yer alan ISDN telefon terminali gerçekleştirirken, ortaya çıkacak sistemin aşağıdaki özellikler dikkate alındı.

- Tasarlanan modül donanım ve yazılım şeklindedir.
- Tasarımın geliştirilmeye açık olması göz önüne alınmış ve buna göre temel işlevler gerçekleştirilmiş, ancak her türlü fonksiyonu gerçekleştirme kaygısında olunmamıştır.
- ISDN bileşenlerine ilişkin donanım tasarımı özel bir mikroişlemcili sisteme göre düzenlenmemiştir. Gerçekleme Intel x86 ailesine uygun yapılmıştır ancak farklı bir mikroişlemcili sisteme küçük değişikliklerle adapte edilebilecek niteliklere sahiptir.
- Gerçekleme sırasında arayüz tasarımı ile kaybedilecek zaman yazılım tasarımına aktarılmıştır. Bu sebeple gerçekleme varolan mikroişlemcili bir sistem üzerine bileşen eklemesi ve yazılım geliştirilmesi şeklinde olmuştur.
- Yazılım tasarımının sistemden bağımsızlığını sağlamak için makine kodu yerine üst düzey bir bilgisayar dili ile tercih edilmiştir. Bunun için ANSI C dili seçildi ve kullanıldı.
- Gerekğinde donanım üretici şirketin sunduğu alt seviye bileşen sürücü fonksiyonları, ITU-T akış diyagramları ve benzeri sistem yazılımlarından faydalanılmıştır.

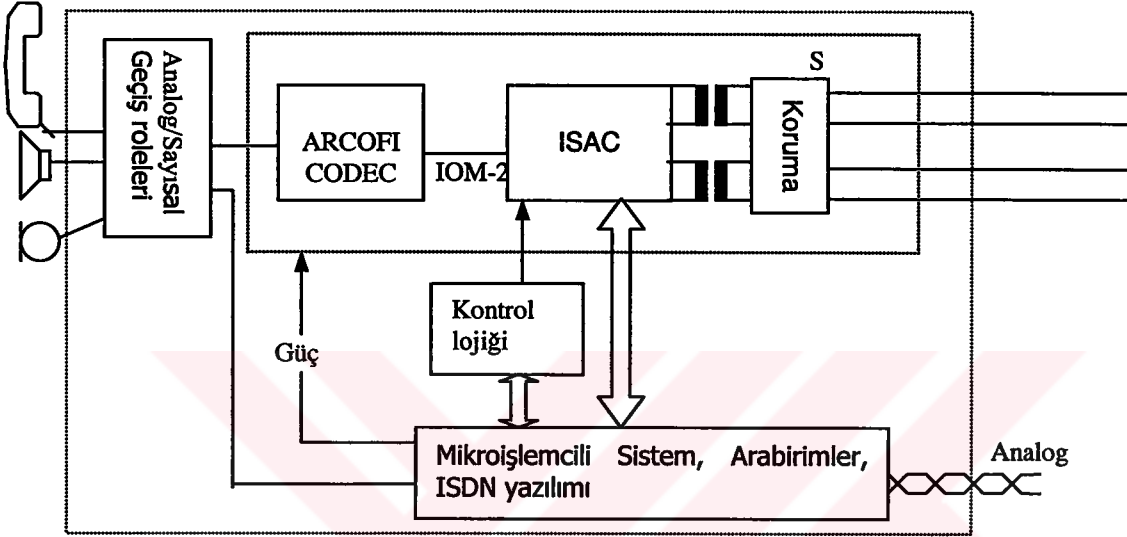
10.2 ISDN telefon terminalinin genel donanım yapısı

Şekil 10.1’de gösterilen ISDN telefon terminali temel ISDN aramaları yapacak düzeyde ama gelişmeye açık bir yapıda tasarlanmıştır. Aslında bu terminal komple bir telefon modülü şeklinde tasarlanabilirdi. Ancak, tasarımı yapılmış üzerinde gösterge, tuş takımı ve ses girişi bulunan ama ISDN özelliği olmayan mikroişlemcili bir haberleşme sistemine ISDN bileşenlerinin eklenebileceği gerçeği ile ayrı bir tasarım yapmaktan gerek ekonomik gerekse zaman yönünden kaçınıldı. Bu yüzden gerçekleme bağımsız bir sistem üzerinde değil, analog telefon özelliklerine sahip başka bir haberleşme cihazına ISDN özelliği kazandırma şeklinde oldu. Bu haberleşme cihazı üzerinde 16 bitlik bir mikroişlemci ana fonksiyonları yerine getirme ve denetleme, 8 bitlik bir mikrodenetleyici de yan birimlerin kontrolü işlemlerini yürütmektedir. Ana mikroişlemci için sistemde gerçek zamanlı bir işletim sistemi koşturma, yazılımda da aynı anda çalışan görev (task) lar bulunmaktadır. ISDN bileşenleri, bu

mikroişlemci tarafından yönetilecek, gücünü de gene ana sistem kaynağından alacaktır. Zaten varolan gösterge ve tuş erişimi, kesme denetleme ve hazır fonksiyonlardan yararlanılacaktır.

ISDN bileşenleri ve yazılımı ile sisteme kazandırılan özellikler aşağıdaki gibidir

- ISDN Temel erişim bağlantısını S/T arabirimi üzerinden sağlayabilme, 2B+D kanalına erişim.
- Temel ISDN aramaları için 1., 2., ve 3. Tabaka Yazılımı.
- Telefon ahizesi yada uygun donanım ile ISDN hattı için uzaktan konuşma sistemi.
- İleride sisteme IOM-2 üzerinden yeni bileşenler eklenebilme.



Şekil 10.1 Gerçeklenen ISDN telefon terminali

10.3 Donanım Detayları

ISDN donanım sistemi basitçe ISDN transmisyon denetleyici ISAC ve CODEC (ARCOFI) ten oluşur. Dış mikroişlemcili sistemle bağlantı da sadece ISAC üzerinden yapıldı. ISAC ve ARCOFI arasındaki bağlantı ve ARCOFI üzerinde yapılabilecek değişiklikler ISAC ve IOM-2 yolu üzerinden gerçekleştirildi.

Modül ile mikroişlemci arasında veri, adres ve kontrol yollarından bağlantı vardır. Sekiz bit veri yolu üzerinden gerekli veri iletişimi gerçekleştirilir. ISAC içerisinde 64 yazmaç (register) bulunduğu için adres yolu 6 bit olarak alınmıştır. Kontrol yolu içerisinde ISAC'ın mikroişlemci ile haberleşmesini sağlayan kesme isteği ucu, bileşen seçme girişi (chip select), sıfırlama (reset) , yazma ve okuma uçlarını bulunmaktadır. Sıfırlama ucu aynı şekilde ARCOFI'ye de uygulanır. Ancak istenirse ARCOFI yazılımı ile da sıfırlanabilir¹

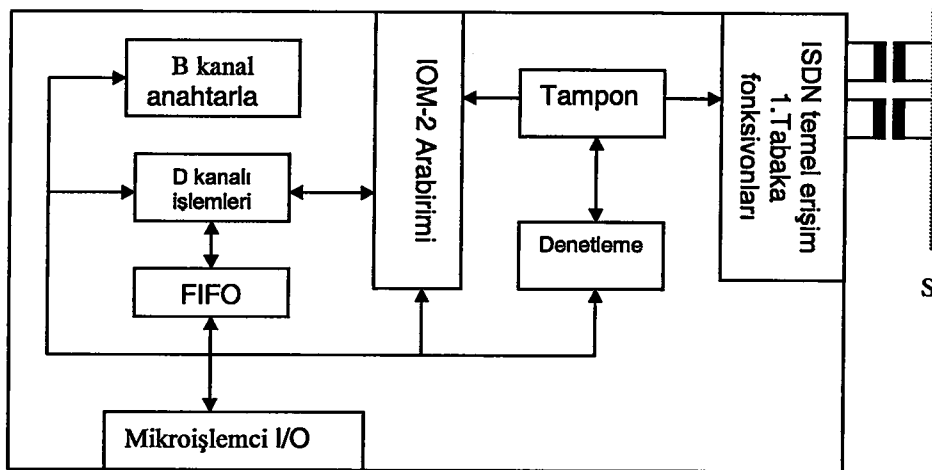
10.3.1 Kullanılan Bileşenler

Gerçekleme sırasında bileşen olarak Siemens ISAC ve ARCOFI bileşenleri ISDN transmisyon denetleyici ve CODEC olarak seçildi. Bu seçimin sebeplerinden birisi söz konusu üreticinin ISDN konusunda oldukça geniş bir alanda ürün ve destek sunması aynı zamanda IOM yolunun da geliştiricisi olmasıdır.

10.3.1.1 ISAC S-TE PSB 2186²

ISAC S-TE, ISDN ses ve veri terminallerini S/T arabirimine bağlamak amacı ile geliştirilmiştir. Aslında önceden kullanılan iki ISDN bileşenini içerisinde barındıran ISAC, hem S arabirimi için gerekli fiziksel ve protokol bazlı fonksiyonları hem de ISDN 2.tabaka fonksiyonlarını yerine getirir. ISDN B ve D kanallarını IOM-2 protokolüne dönüştürüp aynı şekilde mikroişlemcinin de B kanallarına doğrudan erişimini sağlayabilir. LAPD protokolü için yüksek seviye fonksiyonlarını içerisinde barındıran ISAC, +5V tekil besleme ve uyku modu özelliklerine sahiptir. Şekil 10.2 de ISAC'ın genel yapısı gösterilmiştir.

İçerideki bloklar ile, S yolu için gönderici-alıcı, sayısal PLL ile zamanlama denetleme ve senkronizasyon, S ve Q kanallarına erişim, D kanalı işlemleri, test döngüleri, IOM ve B kanalı erişimleri, 64 sekizlik FIFO bellek kullanımı sağlanır. ISAC-S TE, 2.tabaka fonksiyonlarını da içerir. Bunlar arasında otomatik bayrak yakalama ve oluşturma, CRC hesaplama ve oluşturma, adres tanıma gibi özellikler sayılabilir.



Şekil 10.2 ISAC-S TE nin iç yapısı

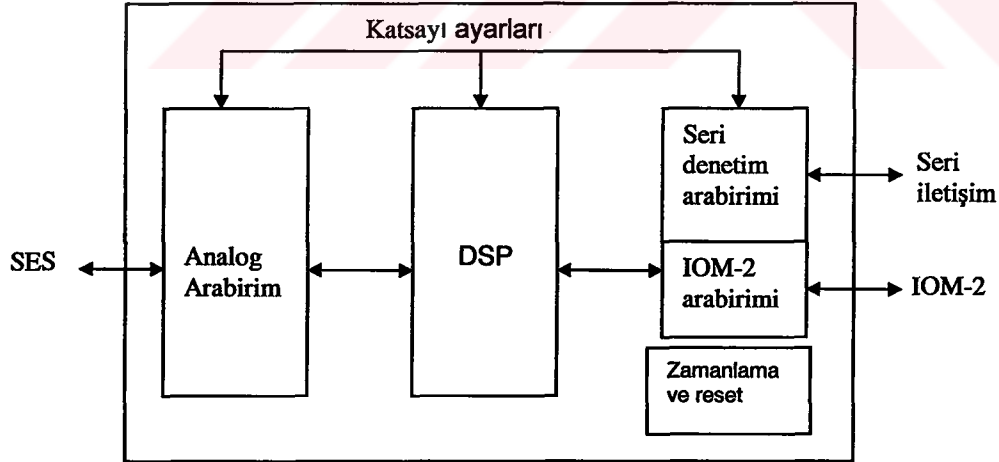
¹ Şematik çizim için Ek-3'e bakınız

² Detaylı bilgi için Siemens PSB 2186 ISAC S-TE kullanıcı kılavuzuna bakınız

ISAC 2.Tabaka açısından çeşitli modlarda çalışabilir. Bunlar otomatik, otomatik olamayan ve 3 tür şeffaf moddur. Otomatik modda Gönderme ve alma sayıcılarının otomatik güncellenmesi, akış denetimi, otomatik cevap üretimi, protokol hatalarının tespiti ve programlanabilir zamanlayıcılar sayılabilir. ISAC, gönderme ve alma sırasında çerçeveleri içerisindeki FIFO belleğe yerleştirir ve orada otomatik CRC ve bayrak, denetleme alanlarını ekleme işlemini yapar.

10.3.1.2 ARCOFI-SP PSB 2163¹

Ses, zil ve uzaktan konuşma özellikli özel bir PCM CODEC olan ARCOFI (Audio Ringing CODEC filter) ISDN telefon terminaleri için özel olarak tasarlanmıştır. Şekil 10.3'te iç yaisı gösterilen ARCOFI, ITU ve ETSI tarafından belirlenen bütün kodlama ve kod çözme standartlarını destekler. İçerisinde pek çok tamamen yazılımla denetlenebilen filtre ve kuvvetlendiriciler içerdiği için genelde dış aktif bileşen kullanımına ihtiyaç hissedilmez. Kullanıcının normal telefonlarda duyduğu sesler olan DTMF, zil çalıyor, meşgul yada arama tonu seslerini otomatik olarak üretebilir gerekirse ses kombinasyonları üretilebilir. Ahize hoparlör ve mikrofonu, uzak görüşme için hoparlör ve mikrofon, zil sesi için piezo zil arada hemen hiç fazladan bileşen kullanılmadan sisteme doğrudan bağlanabilir. Dış bileşenlerle olan bağlantısını hem IOM hem de seri denetleme arabirimi üzerinden yapabilir.

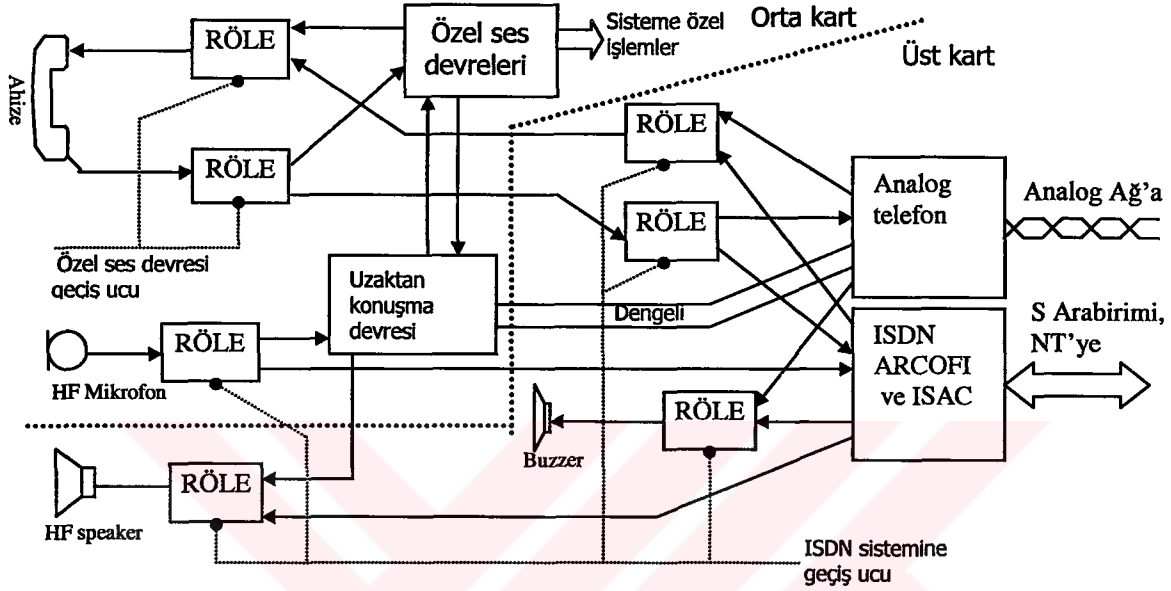


Şekil 10.3 ARCOFI – SP iç yapısı

¹ Detaylı bilgi için Siemens PSB 2163 ARCOFI-SP kullanım kılavuzuna bakınız

10.3.2 ISDN-analog sistem geçiş röleleri

Şekilde de g r ld ğu gibi, Varolan sisteme ISDN özelliği verebilmek için kullanılmakta olan alma ve hoparlörlerin hatta zil bileşenin bile ISDN sistemine elektriksel olarak aktarılması ve gerektiğinde tekrar analog sisteme verilebilmesi gerekiyordu. Bu Analog-Sayısal sistem geçiŐini sağlayabilmek için role bileşenleri kullanılarak bir sistem gereklendi. Sistemin yapısı şekil 10.4'teki gibidir.



Şekil 10.4 ISDN-Analog sistem ahize ve uzaktan konuşma geçiş sistemi

10.3.3 Koruma

Sistem donanım tasarımı sırasında S arabirimi ile bağlantı devrelerine dikkat edilmelidir. Fiziksel tabakanın gereklerinin yerine getirilmesi ve yüksek gerilim ve elektromanyetik uyumluluk (EMC) değerlerinin sağlanması gerekir¹. Gönderme kısmına yerleştirilen 24 ohmluk dirençler (bu değer 20-40 arasındadır) ıkıŐ darbe gerilim değerini belirli bir seviyeye getirmek için kullanılır. Zener ve diğer diyotlar da gerilim sınırlaması amacını sağlar. ISDN giriŐindeki trafolar da ISDN için özel tasarlanmıŐlardır. 2:1 oranındaki bu trafolar yüksek frekansta çalışabilme özelliğine sahiptirler. Ortalarından alınan uç ile gerekirse IRPC 'ye ulaŐılarak sistemin enerjisi elde edilebilir. Yüksek gerilim koruması için varistör, yüksek gerilimli düşük değerli kapasite ve özel yüksek gerilimle kısa devre olan bobinler kullanılmıştır.

¹ ITU-T I.430 recommendations

10.3.4 Kontrol Lojği

ISDN bileşenlerinden sadece ISAC için kontrol lojği işlemleri yapmak yeterlidir. ISAC, bilindiği üzere ISDN 1., 2. Tabaka işlemlerini gerçekleştirir ve diğer olası ISDN bileşenleri arasındaki veri iletişimini IOM-2 yolu üzerinden denetler. ISAC, hafıza haritasında 64 sekizlik yer işgal eder. Bu hafıza alanının 32 sekizliği gönderme ve alma FIFO bellekleri diğer 32 tanesi de çeşitli amaçlı yazmaçlardır. Bu yazmaç ve bellek gözlerine erişim için donanım üzerinde gerekli mantık bileşenleri kullanılarak (PAL, Programmable array logic) C0h ile FFh adres aralığı seçildi. ISDN ses bileşeni olan ARCOFI içerisindeki yazmaçlara erişim ise ISAC üzerinden IOM-2 üzerindeki monitör kanalı kullanılarak gerçekleştirildi. IOM-2 sayesinde fiziksel devredeki karmaşıklık en aza indirildi.

10.3.5 Kesmeler

ISAC ve ARCOFI bileşeninin oluşturacağı bütün kesmeler, ISAC üzerinden fiziksel bir kesme çıkışı ile mikroişlemciye yönlendirilir. Ancak, mikroişlemci üzerindeki kesme girişlerinin hepsi zaten kullanımda olduğu için birden çok kesme kaynağı bir kesme girişine yönlendirilmiştir. Ancak, bu kesmeler sistem işleyişi sırasında nadiren beraber çalışan bileşenlerden üretildikleri için erişim konusunda bir problem yaşanmamaktadır. Kesme kaynağının belirli yazmaçların kontrolü ile belirlenmesi uygun kesme servis yazılımının çalıştırılması için yeterlidir.

10.4 ISDN Yazılım-Donanım İlişkisi

ISDN yazılımı ve bileşenlerini içeren genel yazılım – donanım ilişkili çalışma alt yapısı şekil 10.5'te gösterilmiştir.

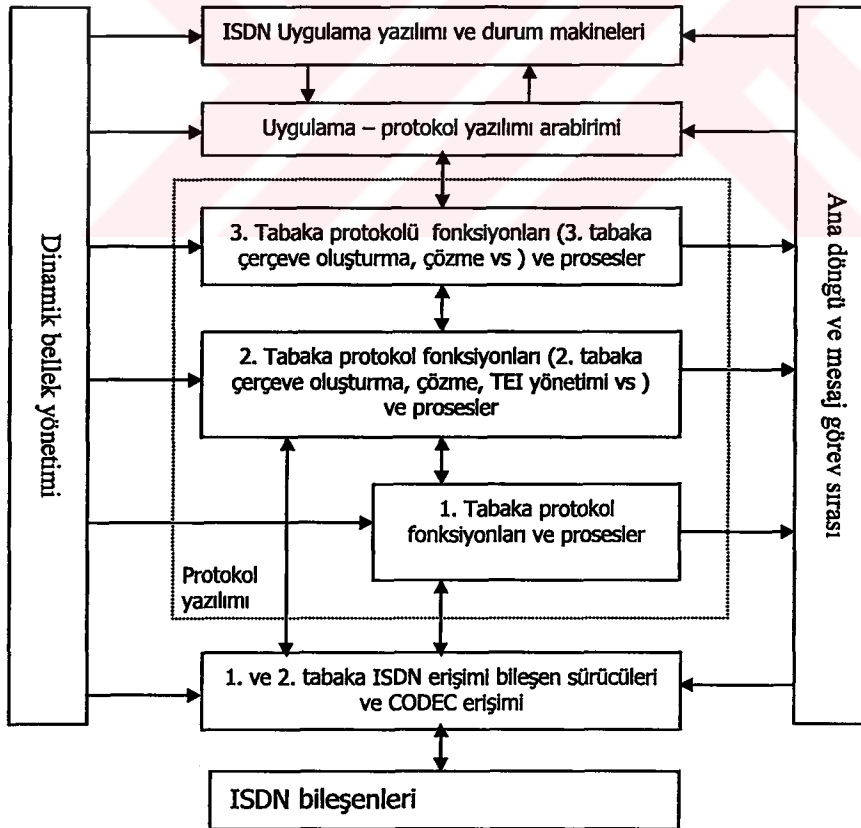
Buna göre, sisteme fiziksel arayüz bağlantısı 8051 mikrodeneleyicisine bağlı tuş takımı, gösterge ve telefon devre bağlantılarından sağlanır. Sistem içerisinde oluşan bütün kesmeler, Ana işlemci tarafından denetlenir ve kesmenin kaynağı belirlendikten sonra uygun kesme hizmet programı çağrılır. ISAC ve ARCOFI ISDN bileşenleri alt seviye bileşen sürücüler ile denetlenir.

yapacağı da tamamen uygulamaya bağlıdır. Bu yüzden bu gibi işletim sistemlerinde verimli bir uygulamanın tasarlanabilmesi için problemin hangi görevlerle en uygun bir şekilde çözülebileceğinin tasarlanması konusu önem kazanmıştır.

İşletim sistemi detaylarının tez kapsamı dışında olması sebebiyle, sadece oluşturulan ISDN görevi ile ilgili bilgi verilecektir.

10.6 Yazılım

ISDN yazılımı temelde D kanal erişim ve yönetimine dayanır. Bu işlemi yerine getirmek için D kanalının bütün 1.,2. ve 3. Tabaka protokol işlemleri birbirleri ile etkileşen prosesler şeklinde tanımlanmıştır. ISDN protokol yazılımı olarak adlandırabileceğimiz bütün bu prosesler de aslında olası durumların kombinasyonu yapısındadır. Prosesler arasındaki iletişim için ise mesajlar kullanılmıştır. Her bir mesaj alıcı proste bir durum değişikliğine sebep olur. Prosesler arası mesajlaşmanın güvenilir biçimde yapılabilmesi için sisteme çembersel tampon (Circular buffer) yapısındaki bir Görev Sırası (Task Queue) ve dinamik hafıza işlemleri için de basit bir hafıza yönetim birimi oluşturulmuştur.



Şekil 10.6 ISDN yazılımı genel blok şeması

¹ KADAK, AMX reference manual

Yazılım OSI modeline uygun bir biçimde tasarlanmaya çalışılmıştır. Buna göre asıl uygulama yazılımı (3. tabakanın üstü) D kanalı protokol yazılımından bağımsızdır ve bir arabirim ve özel komut sistemi ile haberleşir. Protokol yazılımı gene tabakalar halindedir ve fiziksel tabakaya erişim bileşen sürücülerini üzerinden yapılır. Uygulama yazılımını oluşturan durum makineleri protokol yazılımı tarafından gönderilen olaylar ve sistemdeki fiziksel uyarılarla tetiklenir. Genel yazılım tasarımı blok şeması şekil 10.6’da gösterilmiştir.

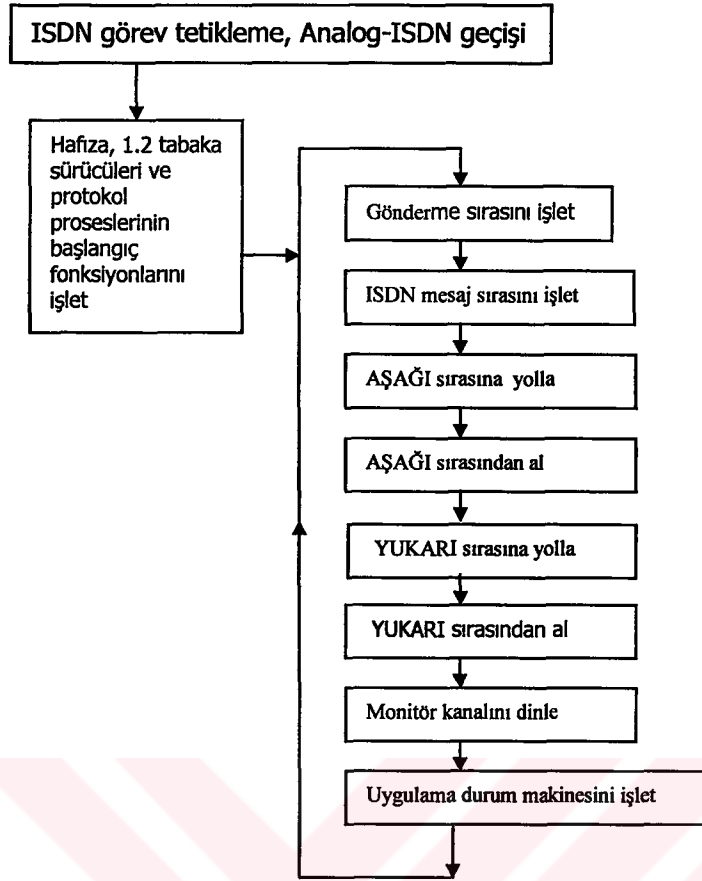
10.6.1 ISDN ana görev fonksiyonu

ISDN sistem yazılımının ana fonksiyonudur. Bu fonksiyon haberleşme sisteminin eş zamanlı diğer görevleri ile birlikte tetiklenir, ve ISDN sistemi istemli olarak kapatılmadığı sürece çalışmaya devam eder. Yani ISDN yazılımı kendi içerisinde çalışmaya devam ederken, cihaza özel gerekli fonksiyonlar da işletilmeye devam eder.

Bu görevi C dili için ISDN yazılımının ana “main” fonksiyonu olarak bakabiliriz. Şekil 10.7’de bu fonksiyonun blok şeması gösterilmiştir.

Bu fonksiyon, temelde iki kısımdan oluşur. İlk kısım ISDN yazılımına ilişkin bütün modülleri başlangıç konumuna getirir (initialization). İkinci bölüm ise çeşitli fonksiyonların çağrıldığı sonsuz bir döngüdür. Bu döngü ile sırasıyla aşağıdaki işlemler gerçekleşir.

- 1- Eğer D kanalından gönderilmeye hazır bir paket oluşmuşsa bileşen sürücülerini yardımı ile S arabirimine gönder.
- 2- ISDN protokol yazılımı içerisindeki prosesler arasındaki mesajları tutan mesaj tamponunda mesaj varsa bunu gönder ve proseslerdeki durum makinelerini mesaja göre işlet
- 3- OSI’ye göre 3 ve daha yukarı tabakalara ait bölümleri içeren Uygulama yazılımından daha aşağı tabakalara (protokol yazılımına) gönderilecek istem varsa bunu daha AŞAĞI sırasına yerleştir.
- 4- AŞAĞI sırasından sırası gelen komutu al ve çöz, uygun mesajları 3. tabaka Protokol yazılımına gönder
- 5- Protokol yazılımından uygulama yazılımına gönderilecek bir uyarı varsa, bunu üst tabaka komutuna dönüştür ve YUKARI sırasına yerleştir
- 6- YUKARI sırasında bekleyen komut varsa bunu uygulama yazılımına uyarı olarak yolla.
- 7- CODEC erişiminde kullanılan IOM-2 monitör kanalında veri olup olmadığına bak
- 8- Uygulama yazılımındaki durum makinesini işlet.

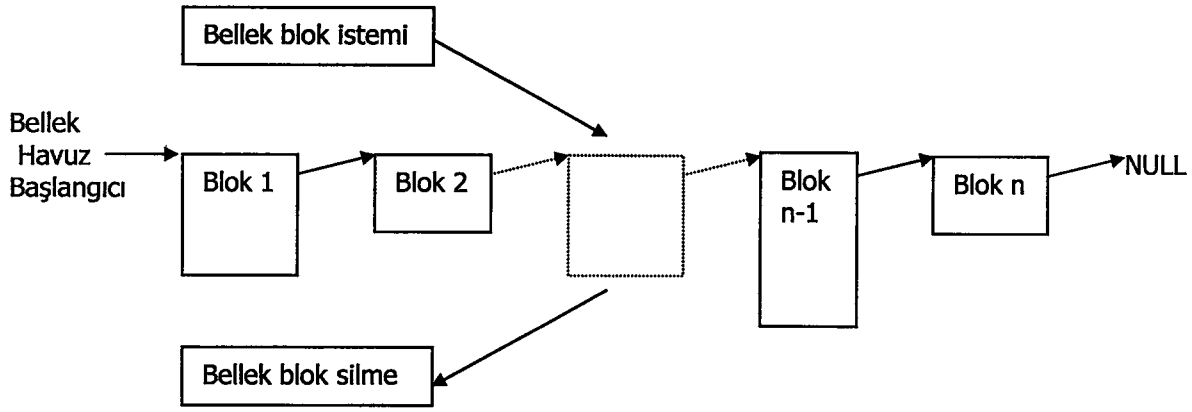


Şekil 10.7 ISDN ana görev fonksiyonunun blok şema gösterimi

10.6.2 ISDN dinamik bellek yönetim birimi

Bellek yönetim birimi, ISDN fonksiyonları işletilirken ihtiyaç duyulan dinamik bellek hazırlama ve yok etme işlemlerinden sorumludur. Bu işlemler için sabit büyüklükte bir bellek havuzu kullanılır. Bu bellek havuzunun yapısı bağlı liste (linked list) veri yapısına benzer. Liste elemanları bellek blokları olarak adlandırılır. Bellek blokları üzerlerinde bir sonraki bellek bloğunun adresini ve kapladığı alanın büyüklüğüne ilişkin veriyi taşırlar.

Bir bellek blok istemi durumunda Bellek yönetim birimi önüne gelen ilk uygun alanı istek için hazırlar. Bunun için kullanılan bellek blok istemi fonksiyonu bütün hafıza blok listesini taramaya başlar ve uygun yer buluncaya kadar işlemi devam ettirir. Bellek blok silme fonksiyonu ise ilgili bloğu bulur ve önceki ve sonraki bloklara ilişkin adres işaretçilerini (pointer) uygun bir şekilde değiştirir.



Şekil 10.8 dinamik bellek yapısı ve temel bellek işlemleri

10.6.3 ISDN mesaj kontrol sistemi

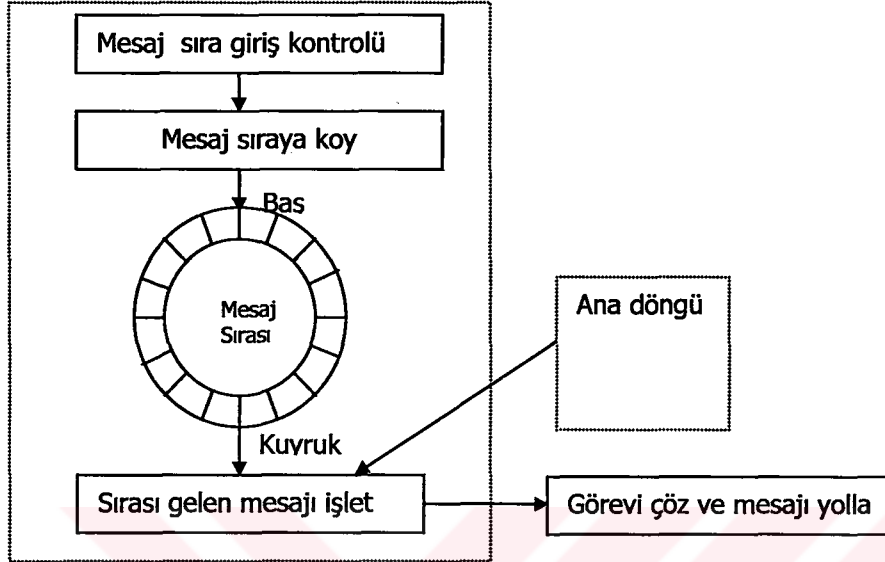
Mesaj kontrol sistemi ISDN yazılımı içerisinde prosesler arasında iletişimi sağlayan ve protokol yazılımındaki durum makinelerini tetikleyen bütün mesajları tutmak ve uygun bir şekilde göndermek için tasarlanmıştır. Mesajları sıra yapısındaki bir tampon içerisinde tutulur. Prosesler diğer proseslere mesajlarını bu sıraya sokarak gönderirler. Sıra, ISDN ana döngüsünde sürekli olarak işletilir.

Bu mesaj sırasının yapısı çembersel tampon (circular buffer) ya da İlk giren ilk çıkar yapısındaki belleklere (FIFO) benzetilebilir. En yeni mesaj sırası elemanı sıranın baş (head) kısmına yazılır, en eskisi de kuyruk kısmından okunur. Sıra, 28 tane mesaj bloğu elemanından oluşabilir. Bir mesaj bloğunun yapısı aşağıdaki gibidir.

- Mesajın hedef aldığı proses
- Gönderilecek mesaj
- Çerçeve adresi gösteren bir işaretçi
- Hedef proseste kullanılabilecek dört parametre

Bir mesajın mesaj sırasına gönderilmesi için önce mesaj sırasında yeterli yer olup olmadığını araştıran fonksiyon çağrılır. Daha sonra, eğer uygun yer varsa, mesaj bloğunu gönderecek fonksiyon çağrılır. Ancak, bazen mesaj blok yapısı içerisindeki bütün parametreler mesaj için gerekli olmayabilir. Bu yüzden mesaj bloğu gönderme fonksiyonunun çeşitli kombinasyonları yazılmıştır.

Sırası gelen mesajı işletmek için ana fonksiyon içerisindeki sonsuz döngüden sırayı işletme fonksiyonu sürekli olarak çağrılır. Alınan mesaj bloğu çözülmek üzere kod çözme fonksiyonuna gönderilir ve orada mesaj ve hangi prosese gönderildiği ortaya çıkar. Hedef prosesteki durum makinesi mesaj içeriğine göre işletilir. Sistemin çalışma blok şeması şekil 10.9’da gösterilmiştir.



Şekil 10.9 Mesaj sırası sistemi blok şeması

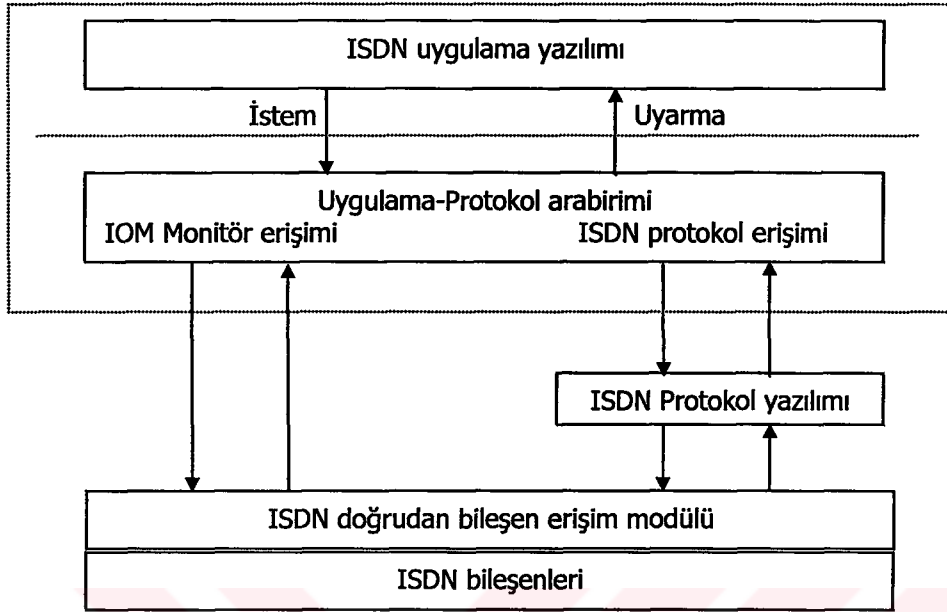
10.6.4 Uygulama-Protokol yazılımı Arabirimi

Bu bölümde ISDN sistem yazılımı ile ISDN uygulama yazılımı arasındaki geçişi sağlayan bir komut sistemi ve çeşitli fonksiyonlar vardır. Yani OSI'ye göre üst tabakalardan 3.Tabakaya geçiş sağlanır. Kullanıcıya genel ISDN işlemlerine rahat erişim sağlamak amacı ile özel bir komut sistemi geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede çeşitli uygulama yazılımları protokolden bağımsız bir biçimde alt tabakaya emir gönderebilecek, ya da uyarı alabilecektir. Bu düşünce ile ortaya iki tip komut çıkmıştır.

- Uygulamadan alt tabakalara istemler
- Alt tabakalardan uygulamaya uyarmalar

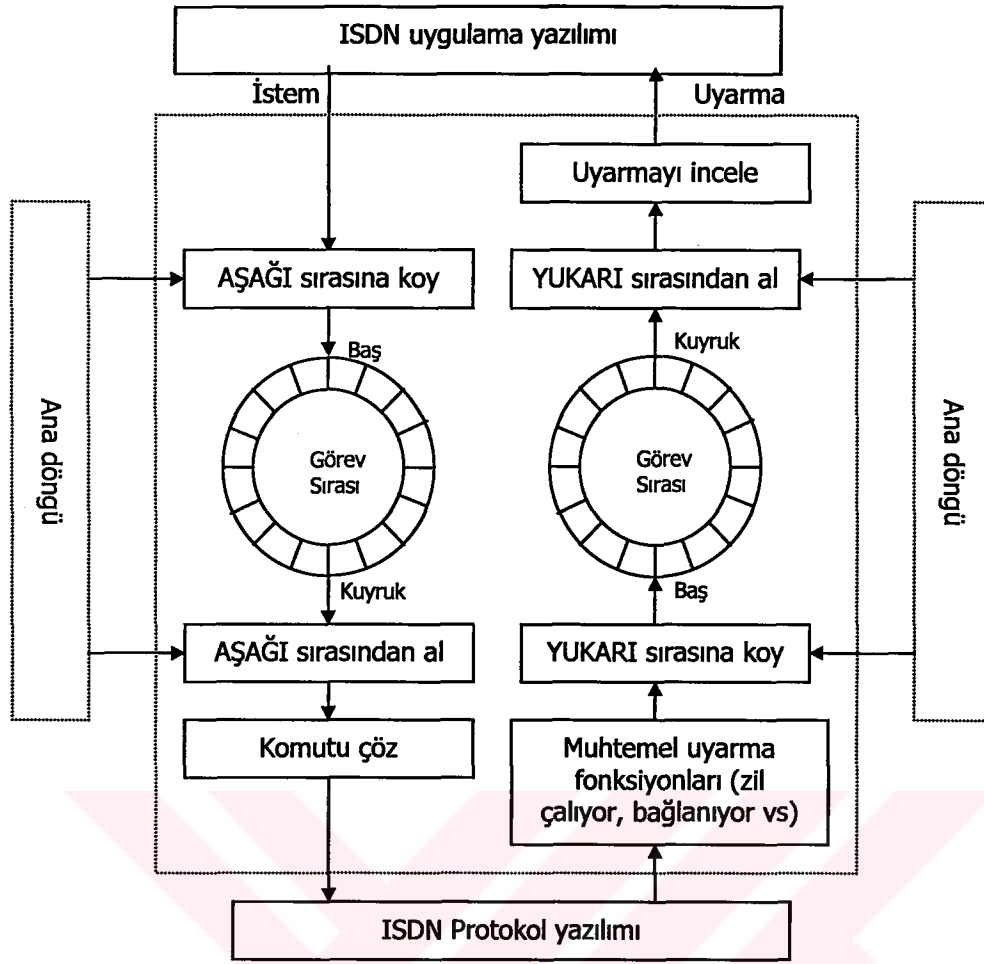
Komutlar çok çeşitli olmakla birlikte, hepsine 3 sekizlikten oluşan bir başlık yerleştirilmiştir. Birinci sekizlik, komutun hedefini belirler, bunlar ISDN protokol sistem komutları ve IOM-2 monitör kanalı komutları olmak üzere şimdilik iki biçimde düşünülmüştür. İkinci sekizlik, Alt komut kodudur ve detaylı komut belirleme için kullanılır. Son sekizlik ise daha sonra kaç

tane sekizlik geleceğini belirler. Parametreler ise mesajın içeriğine göre çeşitlilik gösterebilir. Uygulamanın gelişimine göre bu komutlar kullanıcı tarafından belirlenebilir. Genel yapı Şekil 10.10'da gösterilmiştir.



Şekil 10.10 Uygulama – Protokol arabiriminin diğer yazılımlarla ilişkisini gösteren blok şema

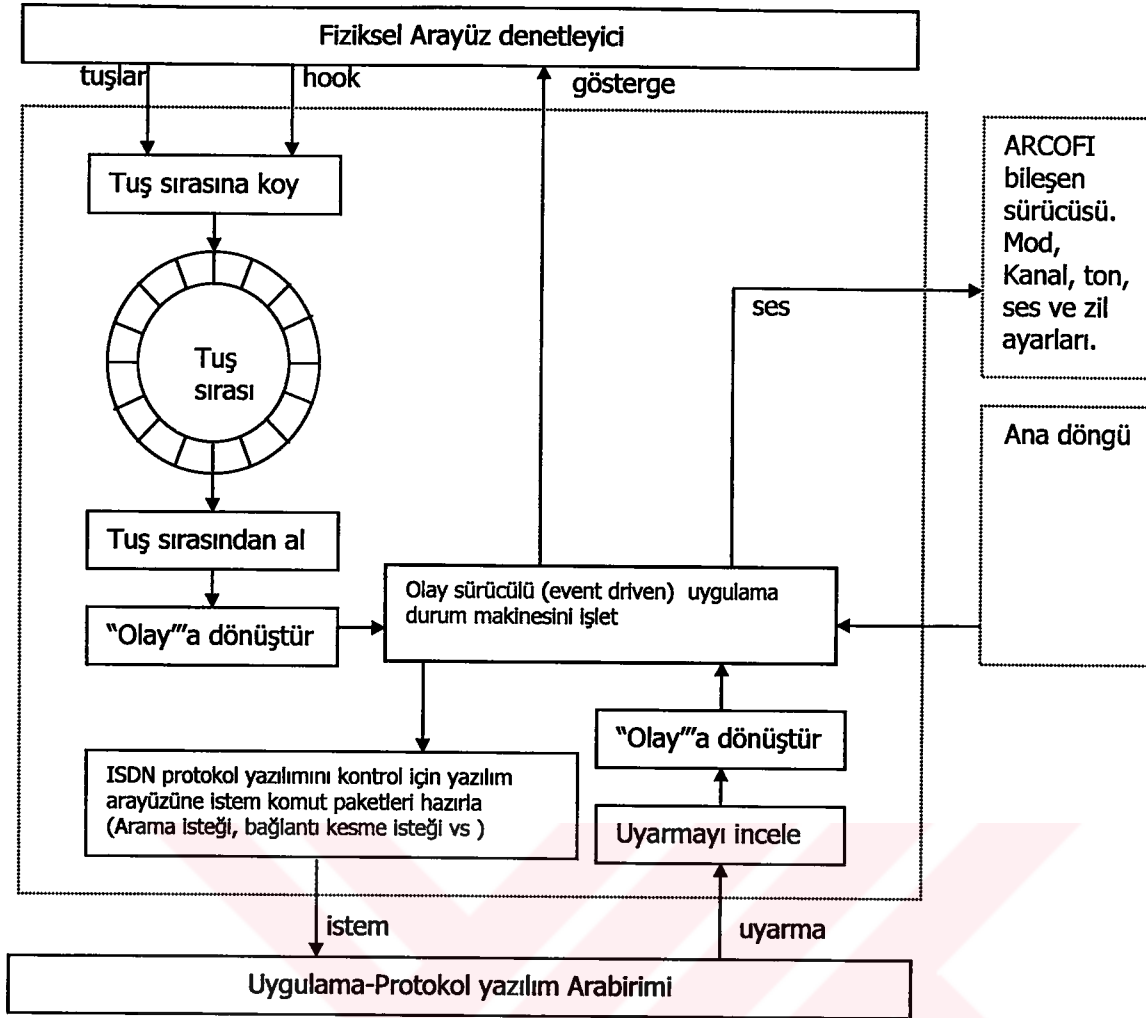
Uygulama yazılımında oluşturulan istem komutları Şekil 10.11'da gösterilen Uygulama-Protokol arabirim yazılımındaki AŞAĞI sırasına koyulur. Daha sonra Bu sıradan en eski komut işletilmek üzere alınır ve kodu çözülür. Kod çözülme işlemi genellikle asıl mesaj sırasına yeni mesajlar koyma şeklindedir. Aynı şekilde ISDN protokol yazılımı üzerinde oluşan çeşitli uyarılar da arabirim yazılımı tarafından uygun uyarma komutlarına dönüştürülür ve Uygulama yazılımına YUKARI sırası üzerinden gönderilir. Bu sayede uygulama geliştirme alt tabaka işlemlerden maksimum bağımsız hale gelir. AŞAĞI ve YUKARI sıralarını işleten fonksiyonlar ana döngü içerisinde sürekli olarak çağrılırlar.



Şekil 10.11 Uygulama – Protokol yazılım arabirimi yapısı

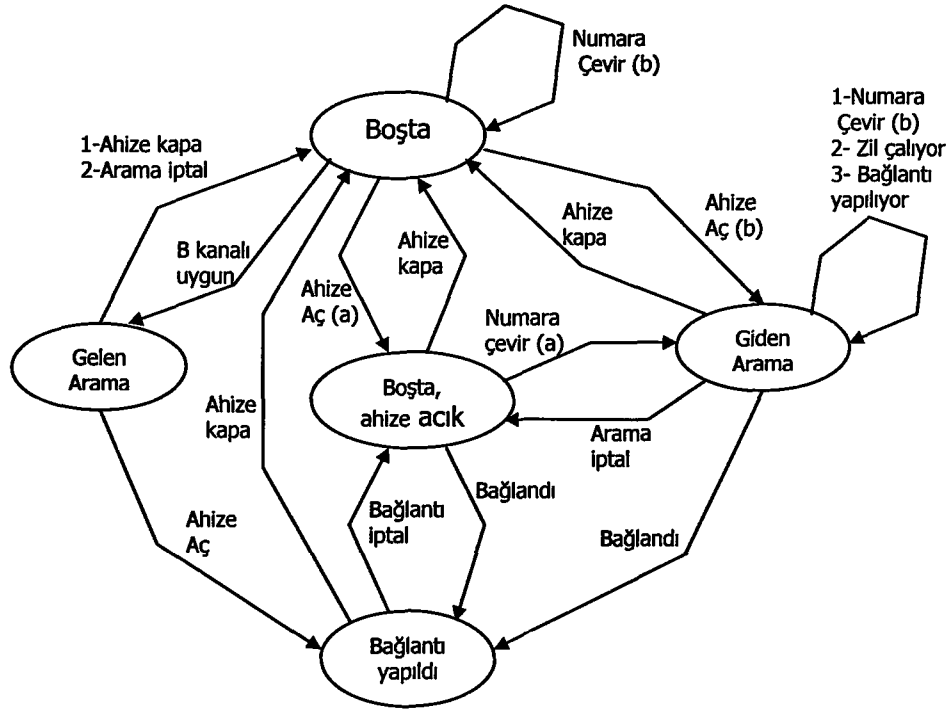
10.6.5 ISDN Telefon terminali uygulama yazılımı

ISDN telefon terminal tasarımının üst tabaka yazılımını oluşturur (Şekil 10.12). İçerisinde temel ISDN fonksiyonlarının insan ile olan etkileşimi dikkate alınarak oluşturulan durum makinelerini barındırır. Bu durum makineleri, telefon üzerinde meydana gelen eylemler (tuşa basma, ahizeyi kaldırma, mod değiştirme vs) ve protokol kısmından gelebilecek uyarmalar (Arama var, aranan tarafın zili çalıyor) ile tetiklenir. Bu eylem ve uyarmalar durum makinelerine bir OLAY olarak gönderilir. Her bir durum değişikliği sistemin alt tabakalarına bir komut gönderme (bağlantı yapma isteği, arama sonlandırma isteği vs. , ya da fiziksel arayüze bir uyarma şeklinde oluşur (Arcofi yi şartlandır, ekrana yaz, ton sesi üret vs.).



Şekil 10.12 ISDN telefon terminali uygulama yazılımı

Bu durum makinelerinde gerçekleştirilenlerden bir tanesi arama ve aranma işlemlerine ilişkindir. Dikkat edileceği gibi uygulama yazılımında protokole ilişkin işlemlerden çok yerine arama ve aranma işlemi sırasında gerçekleşen insan-makine ilişkisi ile oluşabilecek durumlar söz konusu hale gelmiştir. Protokol yazılımı ile uygulama yazılımını ayırmanın faydalarından birisi de yazılım geliştirmenin geliştiricilerden bağımsız gerçekleştirilebilmesine imkan sağlamasıdır. Geliştiricilerin sadece protokol ve uygulama yazılımı arasında kullanılacak bir dizi komut-uyarma kümesini oluşturmaları yeterlidir. Şekil 10.13'te arama ve aranma işlemine ilişkin uygulama durum makinesi gösterilmiştir. Buna benzeyen başka durum makineleri de üretmek olasıdır (özellikle Arama bekletme, 3 kişilik konuşma, Arama yönlendirme gibi ek servislere ilişkin fonksiyonlar) ancak gerçeklemede sadece temel ISDN arama ve aranma işlemleri çalıştırılmıştır. Şekildeki parantez içerisindeki a ve b harfleri overlap ve en-block numara çevirme tiplerini ifade etmektedir.



Şekil 10.13 Arama ve Aranma işlemlerine ilişkin uygulama durum makinesi şeması

10.6.6 ISDN Protokol Yazılımı

ISDN protokol yazılımı 3 tabakaya ait çeşitli proses ve fonksiyonlardan oluşur. Bahsi geçen prosesler D kanalı 1.,2. ve 3. tabaka işlemleri için oluşturulan bir dizi fonksiyon ve durum makinesinden ibarettir. TEI yönetimi, arama başlatma, arama yürütme, gelen mesajları çözme, bilgi elemanlarını bulma, ve üst ve alt tabakalarla olan ilişkiler daha önce de bahsi geçen mesajlaşma sistemi ile birlikte yürür. Özellikle 2. ve 3. tabakada oluşabilecek durum makineleri ve akış şemaları ITU-T önerilerinde SDL (system definition language) şemaları şeklinde ayrıntılı bir biçimde verilmiştir¹.

10.6.6.1 3.Tabaka Protokol yazılımı

Bu yazılım D kanalı 3. tabaka erişimine ilişkin bazı temel fonksiyonları ve durum makinelerini içeren proseslerden oluşur. Bu proseslerle yerine getirilen bazı temel 3. tabaka işlemleri aşağıdaki gibidir.

- Temel arama işlemlerini başlatma, yürütme ve sonlandırma
- 3.tabaka mesajların oluşturulması ve analizi (SETUP oluşturma için ayrı bir fonksiyon)

¹ ITU-T Q.931e ve Q.921 recommendations

- Aranan numarayı, ya da diğer bilgi elemanlarını 3. tabaka çerçevelerinde arama yada elde etme
- Zorunlu bilgi elemanlarının kontrolü
- Zorunlu olmayan bilgi elemanlarının kontrolü
- 3.tabaka yönetim ve bakım fonksiyonları
- Cause oluşturma ve inceleme
- Alt ve üst tabakalara servis fonksiyonları

10.6.6.2 2.Tabaka Protokol yazılımı

Bu yazılım D kanalı 2. tabaka LAPD erişimine ilişkin bazı temel fonksiyonları ve durum makinelerini içeren proseslerden oluşur. Bu proseslerle yerine getirilen bazı temel 2. tabaka işlemleri aşağıdaki gibidir. 2.tabaka işlemlerinden LAPD çerçevelerinin alınması ve yazılması işlemlerinde doğrudan bileşen sürücülerinden fiziksel bileşene erişim sağlanır.

- 2.Tabaka ilkel nesnelerini oluşturma
- TEI yönetimi
- I, S, UI ve U çerçevelerini alma, çözme ve oluşturma fonksiyonları
- 2.Tabaka çerçevelerin fiziksel bileşenlerden alınması ve gönderilmesi

10.6.6.3 1.Tabaka protokol yazılımı

Bu yazılım bileşen sürücülerinden birlikte çalışır. Aşağıdaki işlemler sağlanır. Bu bölümdeki işlemleri ISAC bileşeni üzerinde meydana gelen olayların yazılıma yansıtılması olarak görebiliriz.

- 1.Tabakanın aktif hale geçirilmesi
- 1.Tabakanın pasifleştirilmesi
- Aktif edilme ya da edilmeme durumunda 2. tabakanın uyarılması

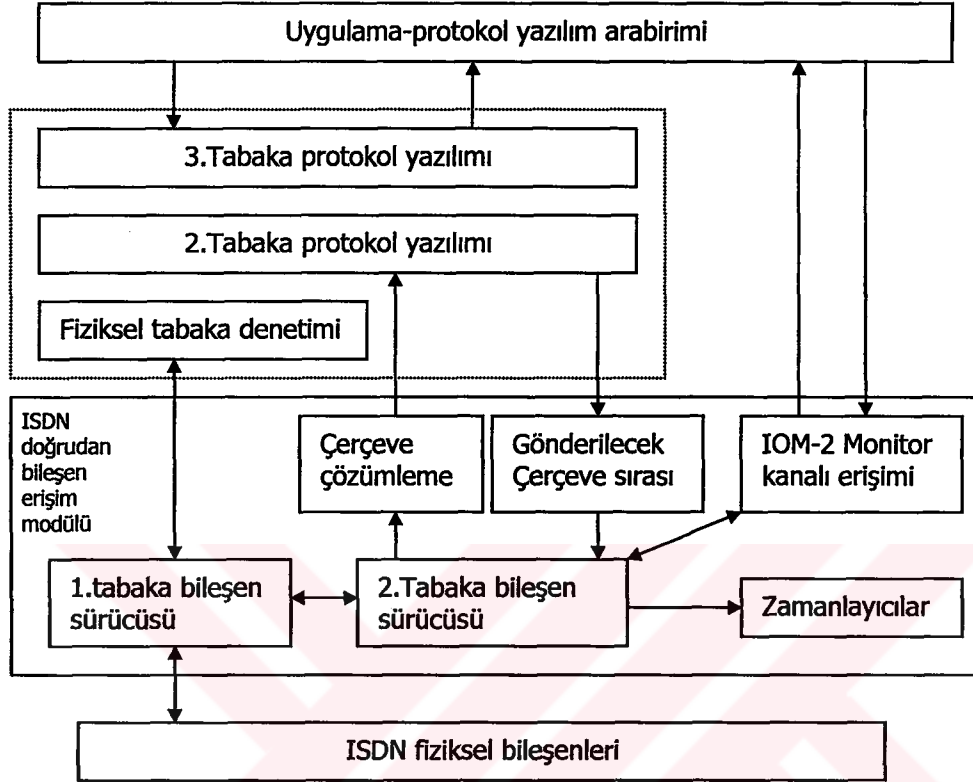
10.6.7 ISDN doğrudan bileşen erişim yazılımı

Bu yazılım ile ISDN fiziksel bileşenlerine erişim sağlanır. İşlemler temelde ISDN S arabirimi erişim denetleyicisinden (ISAC) gelen kesmeler üzerinde yürür. Bu kesmelerin çeşitli kaynakları olabilir. Bunlar arasında en önemlileri ve yazılımda kullanılanları aşağıdakilerdir:

- Zamanlayıcı kesmesi: her 64 ms de bir üretilir ve sistemdeki bütün zamanlayıcılar bu donanım zamanlayıcısını baz alır.

- HDLC kesmesi, 2.tabaka çerçeve iletişimde kullanılır.
- Monitör kanal kesmesi, IOM-2 monitör kanalına erişim için kullanılır.

Doğrudan bileşen erişim yazılımının blok şeması şekil 10.14'te gösterilmiştir. Şekil 10.16'da ise aynı şemanın detaylandırılmış şekli yer almaktadır.



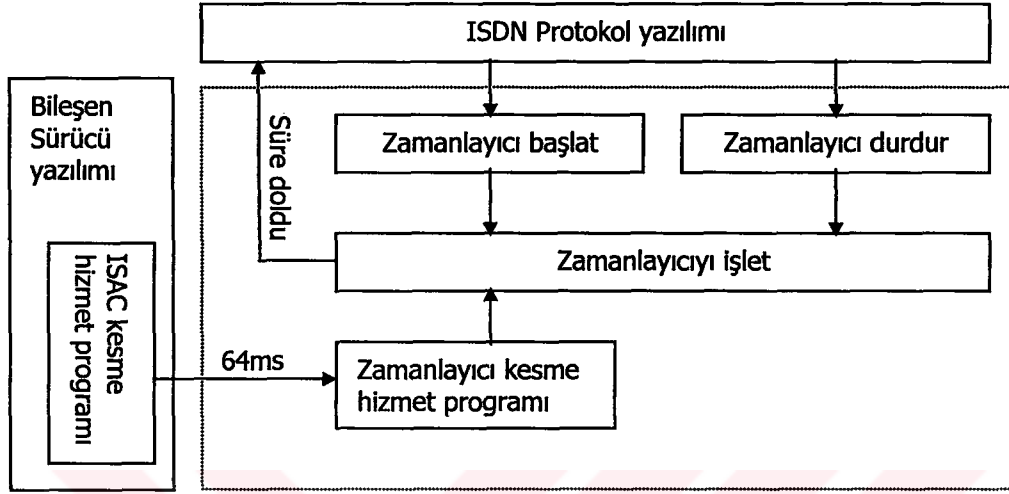
Şekil 10.14 ISDN doğrudan bileşen erişim modülü yazılımı blok şeması

Bu şemada gösterilen yazılım blokları genellikle direkt olarak ISDN bileşenleri ile bağlantılıdır. Bu blokların yapıları ve görevleri şöyle sıralanabilir.

10.6.7.1 Zamanlayıcılar

ITU önerilerinde belirtilen ve ISDN 2 ve 3. tabaka işlemlerinde sıkça kullanılan zamanlayıcılar, ISDN yazılımının önemli bir parçasıdır. İletişim sırasında bir anda farklı bitiş sürelerine sahip çok sayıda zamanlayıcı kurulabilir. Sistem kaynaklarını en az düzeyde kullanan bir zamanlayıcı sistemi oluşturmak için bütün zamanlayıcılar bir zamanlayıcı dizisi üzerinde 64 ms'lik bir donanım zamanlayıcısını taban almak üzere oluşturuldu. Bu donanım periyodik zamanlayıcısı da ISAC bileşeni üzerinden elde edildi. Oluşturulan sisteme göre, ISAC her 64 ms de bir kesme üretir, sistem ISAC içerisinden kesme kaynağını bulur ve zamanlayıcı kesmesi ise Zamanlayıcı kesme hizmet programını çalıştırır. Bu fonksiyon

içerisinde önceden kurulan zamanlayıcılar bir azaltılır, sıfıra erişen zamanlayıcılar uygun mesajla protokol yazılımına bildirilir. Sistemde istenilen bir zamanlayıcı ya da tüm zamanlayıcılar süresi dolmadan sıfırlanabilir. Zamanlayıcıların sürelerinin büyük kısmı ITU önerilerine uygun olarak belirlenmiştir¹. Zamanlayıcı sistemi blok şeması şekil 10.15'te gösterilmiştir. Şekil 10.16'da ise aynı şemanın detaylandırılmış şekli yer almaktadır.



Şekil 10.15 Zamanlayıcı yazılımı blok şeması

10.6.7.2 Çerçeve çözümü

Bu bölüm ISDN bileşenlerinden 2.tabaka LAPD çerçevelerinin alınması için kullanılan bileşen sürücüsü içerisinde gelen kesme kaynağına göre ISDN bileşeni içerisindeki HDLC FIFO belleğindeki veri okunur ve işlenmek üzere çerçeve çözümleme modülüne yollanır. Burada çerçevenin ne tip bir LAPD çerçevesi olduğu anlaşılır ve ona göre uygun 2.tabaka prosesi çağrılır.

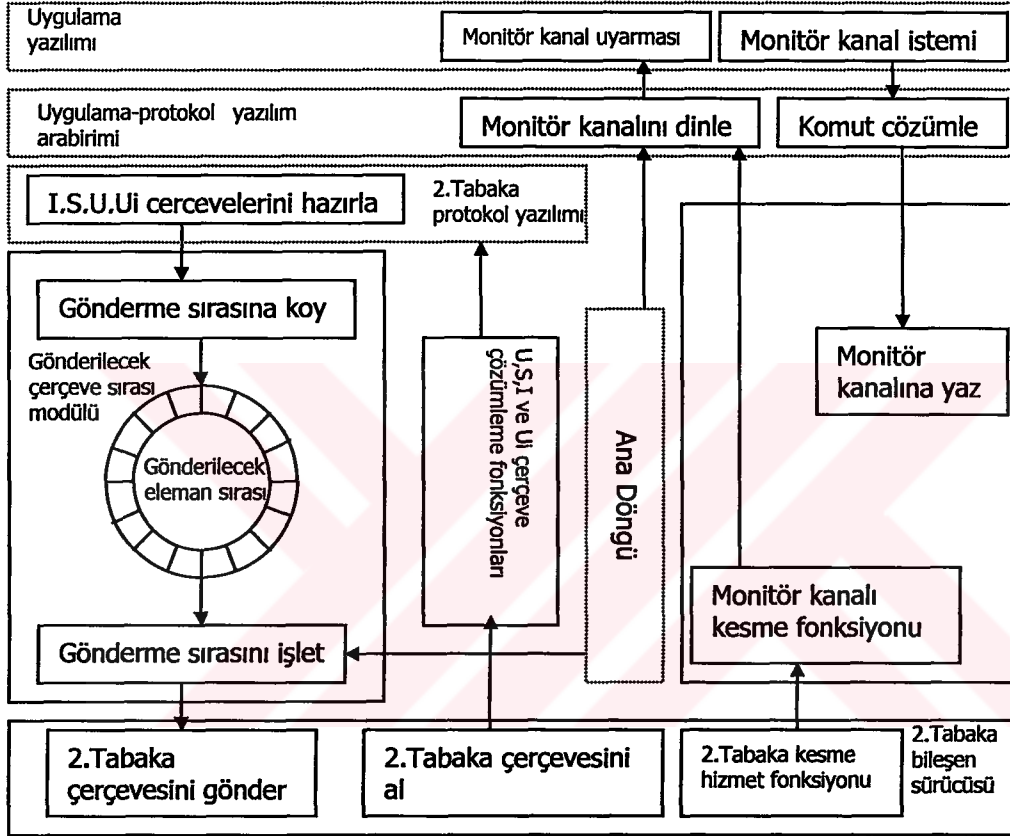
10.6.7.3 Gönderilecek veri sırası

ISDB bileşeni içerisindeki HDLC denetleyicisine gönderilecek verinin toplandığı yerdir. İçerisine toplam sekiz LAPD çerçevesi alabilir. Sırası gelen çerçevenin gönderilmesi gene ana fonksiyondaki döngünün bir fonksiyonu ile yerine getirilir. LAPD çerçevelerine CRC eklenmesi ise ISDN bileşeni tarafından otomatik olarak yapılır.

¹ ITU Q.931e recommendations

10.6.7.4 Monitör kanalı erişimi

Adından da anlaşılacağı gibi IOM-2 monitör kanalına erişim için kullanılır. Eğer kullanıcı IOM üzerindeki bileşene erişmek ve oraya veri yazmak isterse bunu uygulama yazılımından monitör kanalı yazma isteği olarak belirtir. ISAC içerisinde Monitör kanal kesmesi oluşması ile de monitör kanalından çipin gönderdiği veri okunabilir (Şekil 10.16).



Şekil 10.16 ISDN doğrudan bileşen erişim yazılımı detaylı blok şeması

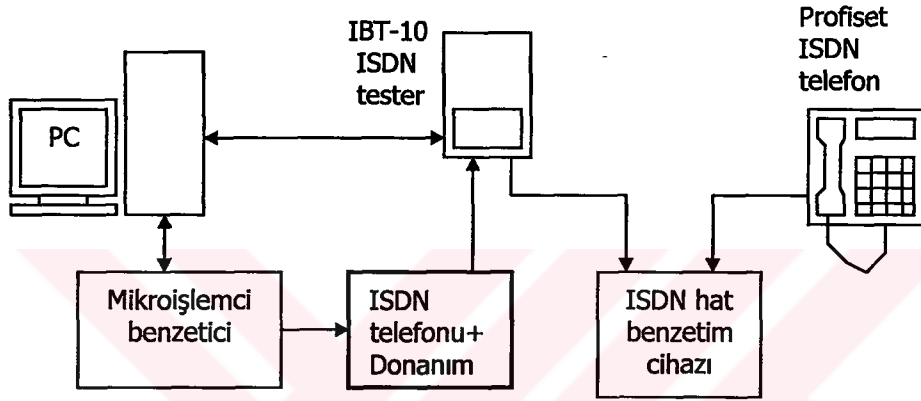
10.7 Gerçeklenme Düzenekği

ISDN telefon terminali geliştirilmesi ve testleri sırasında şekil 10.17'deki düzenek kullanılmıştır. Kullanılan elemanlar:

- 1- Geliştirilen ISDN telefon terminali ve üzerine eklendiği donanım
- 2- MicePack MC188XL gömülü mikro işlemci benzeticisi.
- 3- Teltone ILS-2000 ISDN hat benzetim cihazı
- 4- Siemens Profiset 50 ISDN telefonu

- 5- Wandel & Goltermann IBT-10 ISDN test ve gerçek zamanlı analiz cihazı
- 6- PC bilgisayar ve üzerinde koşan D kanal izleyici program ve mikroişlemci benzetim kontrol yazılımı

Şekil 10.17'deki düzenek kurulduktan sonra PC'de derlenen ve birleştirilen dosya benzetici yazılımına aktarılır. Burada koşturulan yazılımla ISDN sistemi devreye girer. ISDN telefonlarının arama ve aranma işlemleri sırasındaki 2. ve 3. tabaka mesajlaşması IBT-10 ISDN test cihazı ve PC üzerindeki gerçek zamanlı D kanalı izleyicisi ile gözlenebilir¹. Sistem arama ve aranma işlemlerini başarı ile gerçekleştirmiştir.



Şekil 10.17 ISDN telefon terminali gerçekleştirme ve test düzeneği

¹ Elde edilen sonuçlar Ek-4'te bulunabilir.

11. SONUÇLAR

Tez, ISDN konusunda gerekli bilgileri içermesi açısından Türkçe bir kaynak oluşturacak niteliklere sahiptir. Yapılan teorik çalışmanın yanında ISDN sistemi yazılım ve donanım olarak gerçekleştirilmiş, ISDN kanal benzeticiyi üzerinden başarı ile denenmiştir. Sistemin analog telefon şebekesi üzerinde çalışan bir haberleşme cihazı üzerinde gerçekleştirilmesi ile, analog kanalı çok amaçlı kullanan sistemlerin ISDN adaptasyonu konusuna farklı bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır. Aşağıda sistem üzerinde yapılabilecek ve teze eklenebilecek özellikler belirtilmiştir.

- Sistem yazılımı modüler olarak tasarlanmaya çalışılmış, ancak bütün ISDN işlemleri gerçekleştirilmemiştir.
- Gerçeklenen sisteme daha sonra yazılım ile ISDN terminallerinde bulunabilecek ek servisler de eklenebilir (örneğin tele konferans, arama bekletme).
- Donanıma yapılacak bir bileşen eklemesi ve gerekli yazılım değişiklikleri ile sistem kolayca V.24 ya da X.25 ISDN adaptasyonu yapabilme özelliklerine sahip olabilir.
- Aynı şekilde telefonun doğrudan U arabirimi üzerinde çalışabilmesi de donanım değişiklikleri ile mümkündür.
- ISDN'in geleceği ve günümüzdeki diğer ağ teknolojileri ile karşılaştırılması da etraflıca incelenip avantaj ve dezavantajları ortaya koyulabilir.

KAYNAKLAR:

AMX 86 Multitasking Executive, for the 80x86 family Reference manual, (1994), Kadak Products Ltd.

Data Communications International Magazine, (1995), ISDN, A Long Time Coming... But still no quick fix. McGraw-Hill Companies

Elsevier, P., (1985), Data Communications in the ISDN era, Science Publishers

Griffiths, J.M., (1998), ISDN Explained , Worldwide Network and Applications Technology Third edition, WILEY, 621-39

Intuitive ISDN – An ISDN Tutorial, (1995), National Semiconductor.

Introduction to Internetworking, (1999), Cisco Systems Inc.,
www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/index.htm

IOM-2 Interface Reference Guide, Industry Standard Bus, (1989), AMD Inc.

ITU-T, (1988), Recommendation I.430, ISDN Basic User-Network interface, Layer-1 specification,. Red book

ITU-T, (1988), Recommendation Q.920, Q.921, ISDN Basic User-Network interface, data link layer general aspects and specifications,. Red book

ITU-T, (1988), Recommendation Q.930, Q.931, ISDN Basic User-Network interface, Layer-3 specification and Basic call control,. Red book

Kessler G.C., Southwick, P., (1996), ISDN, Concepts, Facilities and Services, Third edition McGraw-Hill, 621-39

Siemens, (1992), IC's for Communications, Telecom Handbook, Semiconductor Group

Siemens, (1995), IC's for Communications, Audio Ringing Codec Featuring Speakerphone Function, ARCOFI-SP PSB 2163, User's Manual

Siemens, (1994), IC's for Communications, ISDN Subscriber Access Controller for Terminals ISAC-S TE PSB 2186, Users Manual

Stollenmayer, P., Wilhelmsen, D., (1995), Future Defense Networks , What is the best choice narrowband ISDN or broadband ISDN?, AFCA Türkiye Seminar.

Summers, C.K., (1998), ISDN Implementer's Guide, Standards, Protocols and Services McGraw-Hill 621-39

EKLER

- Ek 1 ITU-T önerilerine göre 3.Tabaka mesaj ve mesaj bilgi elemanlarının listesi
- Ek 2 ITU-T önerilerine göre SETUP mesajı ve Taşıyıcı özellikleri (Bearer capability) mesaj bilgi elemanın içeriğine ilişkin tablolar.
- Ek 3 Tasarlanan ISDN telefon modülünün donanım şematik çizimi
- Ek 4 Gerçekleştirilen ISDN telefonunun arama ve aranma işlemleri sırasında ağ ile arasındaki veri alışverişinin gerçek zamanlı D kanalı izleyicisi ile elde edilmiş tabloları.
- Ek 5 ISDN sistem yazılımına ilişkin bazı fonksiyonların ham kod (psuedo code) örnekleri



Ek 1

ISDN 3.Tabaka ITU Q.93x ve Qç95x önerilerinde belirtilen mesaj ve mesajları oluşturan bilgi elemanları listesi¹

sekizlik								Mesaj adı	Öneri numarası
8	7	6	5	4	3	2	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	Milli mesaj tipleri için	Q.931
0	0	0	-	-	-	-	-	<i>Arama başlatma mesajları:</i>	
			0	0	0	0	1	ALERTING	Q.931
			0	0	0	1	0	CALL PROCEEDING	Q.931
			0	0	0	1	1	PROGRESS	Q.931
			0	0	1	0	1	SETUP	Q.931
			0	0	1	1	1	CONNECT	Q.931
			0	1	1	0	1	SETUP ACKNOWLEDGE	Q.931
			0	1	1	1	1	CONNECT ACKNOWLEDGE	Q.931
0	0	1	-	-	-	-	-	<i>Arama bilgi mesajları:</i>	
			0	0	0	0	0	USER INFORMATION	Q.931
			0	0	0	0	1	SUSPEND REJECT	Q.931
			0	0	0	1	0	RESUME REJECT	Q.931
			0	0	1	0	0	HOLD	Q.932 [4]
			0	0	1	0	1	SUSPEND	Q.931
			0	0	1	1	0	RESUME	Q.931
			0	1	0	0	0	HOLD ACKNOWLEDGE	Q.932
			0	1	1	0	1	SUSPEND ACKNOWLEDGE	Q.931
			0	1	1	1	0	RESUME ACKNOWLEDGE	Q.931
			1	0	0	0	0	HOLD REJECT	Q.932
			1	0	0	0	1	RETRIEVE	Q.932
			1	0	0	1	1	RETRIEVE ACKNOWLEDGE	Q.932
			1	0	1	1	1	RETRIEVE REJECT	Q.932
0	1	0	-	-	-	-	-	<i>Arama sonlandırma mesajları:</i>	
			0	0	0	0	0	DETACH	(Not)
			0	0	1	0	1	DISCONNECT	Q.931
			0	0	1	1	0	RESTART	Q.931
			0	1	0	0	0	DETACH ACKNOWLEDGE	(Not)
			0	1	1	0	1	RELEASE	Q.931
			0	1	1	1	0	RESTART ACKNOWLEDGE	Q.931
			1	1	0	1	0	RELEASE COMPLETE	Q.931
0	1	1	-	-	-	-	-	<i>Çeşitli mesajlar:</i>	
			0	0	0	0	0	SEGMENT	Q.931
			0	0	0	1	0	FACILITY	Q.932 [4]
			0	0	1	0	0	REGISTER	Q.932
			0	1	0	0	0	CANCEL ACKNOWLEDGE	(Not)
			0	1	0	1	0	FACILITY ACKNOWLEDGE	(Not)
			0	1	1	0	0	REGISTER ACKNOWLEDGE	(Not)
			0	1	1	1	0	NOTIFY	Q.931
			1	0	0	0	0	CANCEL REJECT	(Not)
			1	0	0	1	0	FACILITY REJECT	(Not)
			1	0	1	0	0	REGISTER REJECT	(Not)
			1	0	1	0	1	STATUS ENQUIRY	Q.931
			1	1	0	0	1	CONGESTION CONTROL	Q.931
			1	1	0	1	1	INFORMATION	Q.931
			1	1	1	0	1	STATUS	Q.931
NOT – Bu mesajlar önceki ITU standartlarına uyumluluk için konulmuştur									

ISDN 3.Tabaka Mesajları

¹ ITU recommendations Q.931

Sekizlik								Öneri numarası
8	7	6	5	4	3	2	1	
1	:	:	:	-	-	-	-	<i>Tek sekizlik bilgi elemanları:</i>
0	0	0	-	-	-	-	-	Ayrılmış Q.931
0	0	1	-	-	-	-	-	Kayma (Shift) Q.931
0	1	0	0	0	0	0	0	Daha fazla veri (More data) Q.931
0	1	0	0	0	0	0	1	Gönderme bitti (Sending complete) Q.931
0	1	1	-	-	-	-	-	Tıkanıklık seviyesi (Congestion level) Q.931
1	0	1	-	-	-	-	-	Tekrarlama göstergesi (Repeat indicator) Q.931
0	:	:	:	:	:	:	:	<i>Değişken uzunluklu bilgi elemanları:</i>
0	0	0	0	0	0	0	0	Parçalı mesaj (Segmented message) Q.931
0	0	0	0	1	0	0	0	Taşıyıcı özellikleri (Bearer capability) Q.931
0	0	0	1	0	0	0	0	Neden (Cause) Q.931
0	0	0	1	1	0	0	0	Bağlanan adres (Connected address) (Not)
0	0	0	1	1	0	1	1	Genişletilmiş özellikler (Extended facility) Q.932
0	0	1	0	0	0	0	0	Arama kimliği (Call identity) Q.931
0	0	1	0	1	0	0	0	Arama durumu (Call state) Q.931
0	0	1	1	0	0	0	0	Kanal tanımlama (Channel identification) Q.931
0	0	1	1	0	0	1	1	Veri bağlantı kimliği (Data link connection identifier) Q.933
0	0	1	1	1	0	0	0	Facility Q.932
0	0	1	1	1	1	1	0	İşlem göstergesi (Progress indicator) Q.931
0	1	0	0	0	0	0	0	Ağa özel özellikler (Network specific facilities) Q.931
0	1	0	0	1	0	0	0	Terminal özellikleri (Terminal capabilities) (Not)
0	1	0	0	1	1	1	1	Bilgilendirme göstergesi (Notification indicator) Q.931
0	1	0	1	0	0	0	0	Gösterge (Display) Q.931
0	1	0	1	0	0	1	1	Tarih/zaman (Date/time) Q.931
0	1	0	1	1	0	0	0	Tuştakımı (Keypad facility) Q.931
0	1	1	0	0	0	0	0	Tuştakımı yankı (Keypad echo) (Not)
0	1	1	0	0	1	0	0	Bilgi isteği (Information request) Q.932 [4]
0	1	1	0	1	0	0	0	İşaret (Signal) Q.931
0	1	1	1	0	0	0	0	Özellik başlatma (Feature activation) Q.932
0	1	1	1	0	0	1	1	Özellik belirtme (Feature indication) Q.932
0	1	1	1	0	1	0	0	Servis profil kimliği (Service profile identification) Q.932
0	1	1	1	0	1	1	1	Uç nokta tanımlayıcı (Endpoint identifier) Q.932
1	0	0	0	0	0	0	0	Bilgi hızı (Information rate) Q.931
1	0	0	0	0	1	0	0	Uçtan uca iletişim gecikmesi (End-to-end transit delay) Q.931
1	0	0	0	0	1	1	1	İletişim gecikme seçim ve bildirimi (Transit delay selection and indication) Q.931
1	0	0	0	1	0	0	0	Paket tabaka ikilik parametreleri (Packet layer binary parameters) Q.931
1	0	0	0	1	0	1	1	Paket tabaka pencere boyu (Packet layer window size) Q.931

ISDN 3.Tabaka Bilgi Elemanları

Sekizlik								Öneri numarası
8	7	6	5	4	3	2	1	
0	:	:	:	:	:	:	:	<i>Variable length information elements:</i>
1	0	0	0	1	1	0		Paket boyu (Packet size) Q.931
1	0	0	0	1	1	1		Özel kullanıcı grubu (Closed user group) Q.931
1	0	0	1	0	0	0		Bağlantı tabakası merkez parametreleri (Link layer core parameters) Q.933
1	0	0	1	0	0	1		Bağlantı tabakası protokol parametreleri (Link layer protocol parameters) Q.933
1	0	0	1	0	1	0		Karşı tarafa ödetme uyarması (Reverse charging indication) Q.931
1	0	0	1	1	0	0		Bağlanan numara (Connected number) Q.951 [85]
1	0	0	1	1	0	1		Bağlanan alt adres no (Connected subaddress) Q.951
1	0	1	0	0	0	0		X.213 önceliği (X.213 priority) Q.933
1	0	1	0	0	0	1		Rapor tipi (Report type) Q.933
1	0	1	0	0	1	1		Link integrity verification Q.933
1	0	1	0	1	1	1		PVC durumu (PVC status) Q.933
1	1	0	1	1	0	0		Arayan taraf numarası (Calling party number) Q.931
1	1	0	1	1	0	1		Arayan taraf alt adresi (Calling party subaddress) Q.931
1	1	1	0	0	0	0		Aranan taraf numarası (Called party number) Q.931
1	1	1	0	0	0	1		Aranan taraf alt numarası (Called party subaddress) Q.931
1	1	1	1	0	0	1		Tekrar başlatma göstergesi (Restart indicator) Q.931
1	1	1	1	1	0	0		Alt tabaka uyumluluk (Low layer compatibility) Q.931
1	1	1	1	1	0	1		Üst tabaka uyumluluk (High layer compatibility) Q.931
1	1	1	1	1	1	0		Kullanıcı arası özel (User-user) Q.931
NOT – Bu mesajlar önceki ITU standartlarına uyumluluk için konulmuştur								

ISDN 3.Tabaka Bilgi elemanları (Tablonun devamı)

Ek 2

ISDN aramasını başlatmak için kullanılan SETUP mesajında bulunabilecek bilgi elemanlarının listesi ve bunlardan biri olan *taşıyıcı özellikleri* bilgi elemanının olası iç yapısına ilişkin tablolar¹.

Mesj tipi: SETUP Yön: Her iki yönde				
Bilgi elemanı	ITU Referansı (subclause)	Yön	Tip	Boy
Protocol discriminator	4.2	Çift	Z	1
Call reference	4.3	Çift	Z	2-*
Message type	4.4	Çift	Z	1
Sending complete	4.5	Çift	S	1
Repeat indicator	4.5	Çift	S	1
Bearer capability	4.5	Çift	Z	4-12
Channel identification	4.5	Çift	S	2-*
Progress indicator	4.5	Çift	S	2-4
Network specific facilities	4.5	Çift	S	2-*
Display	4.5	a → k	S	(Note 8)
Keypad facility	4.5	k → a	S	2-34
Signal	4.5	a → k	S	2-3
Calling party number	4.5	Çift	S	2-*
Calling party subaddress	4.5	Çift	S	2-23
Called party number	4.5	Çift	S	2-*
Called party subaddress	4.5	Çift	S	2-23
Transit network selection	4.5	k → a	S	2-*
Repeat indicator	4.5	Çift	S	1
Low layer compatibility	4.5	Çift	S	2-18
High layer compatibility	4.5	Çift	S	2-5

Z: Zorunlu S: Seçimlik

a : Ağ k: Kullanıcı

SETUP mesajı içeriği

¹ ITU Recommendations Q.931

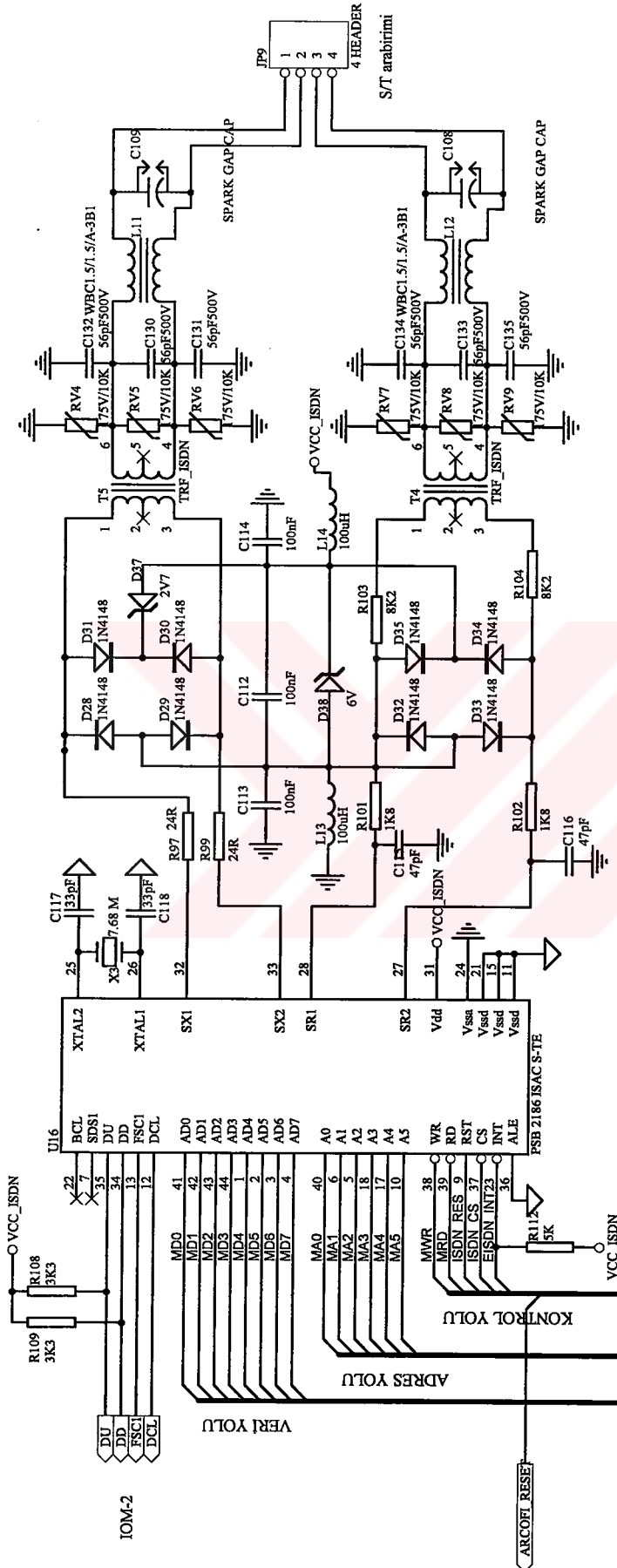
Bitler								Octets
8	7	6	5	4	3	2	1	
0	Taşıyıcı özellikleri							1
0	0	0	0	0	1	0	0	
Bilgi elemanı tanımlayıcı								
İçeriğin boyu								2
1 ext.	Kodlama standardı		Bilgi transfer özellikleri					3
1 ext.	Transfer modu		Bilgi transfer hızı					4
1 ext.	Hız çarpanı							4.1
0/1 ext.	0 1.tabaka	1 kimlik	User information layer 1 protocol					5
0/1 ext.	Senk./ Asenk	Anlaş ma.	User rate					5a
0/1 ext.	giriş hızı		Tx'te NIC	Rx'te NIC	Tx'te akış kontrolü	Rx'te akış kontrolü	Ek	5b
0/1 ext.	Hdr/ no Hdr	Çoklu çerçeve	Mod	LLI anlaşma		In-band anlaşma	Ek	5b
0/1 ext.	stop biti sayısı		Veri bitleri sayısı		parite			5c
1 ext.	Duplex mod	Modem tipi						5d
1 ext.	1 2.tabaka	0 kimlik	2.tabaka protokolü kullanıcı bilgisi					6
1 ext.	1 3.tabaka	1 kimlik	3.tabaka protokolü kullanıcı bilgisi					7

Taşıyıcı özellikleri bilgi elemanının içeriği

Ek 3

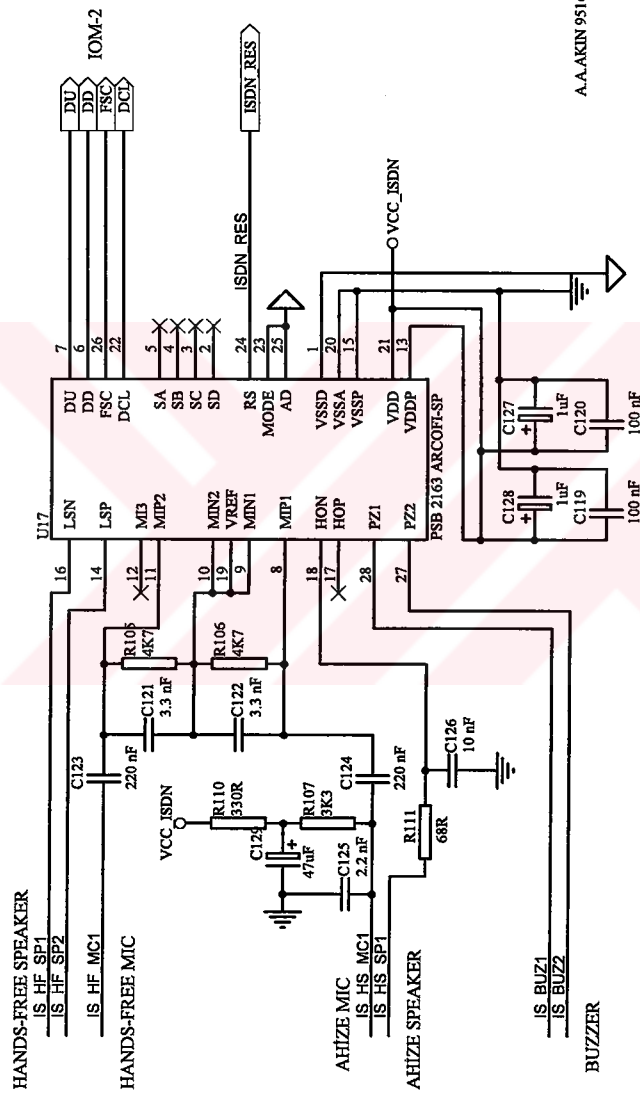
Tasarlanan ISDN telefon modülünün donanım şematik çizimi. Birinci şema ISDN transmisyon denetleyicisi ISAC, koruma devreleri, S arabirimi ve mikroişlemci bağlantılarını gösterir. İkinci şema ise ses işlemlerinde kullanılan ARCOFI'ye aittir.





A.A.AKIN 9516003

Title			
ISDN TELEFON MODULŮ ISAC-S TE			
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	25-Oct-1999	Sheet of	
File:	C:\TEMP\SHEET 1.SCH	Drawn By:	



A.A.AKIN 9516003

Title			
ISDN TELEFON MODÜLÜ ARCOFI-SP			
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	25-Oct-1999	Sheet of	
File:	C:\TEMP\ARCOFILSCH	Drawn By:	

Ek 4

Gerçekleştirilen ISDN telefonunun arama ve aranma işlemleri sırasında ağ ile arasındaki mesajlaşmanın D kanalı izleyicisi ile elde edilmiş tabloları.



Arama İşlemi:

Windows PC Detailed Decoder - Examine - (Frame Summary (c:\temp\bt01.fbf))

File Edit View Display Setup Window Help

Number TE - NT Type Type SAPI TETI Req. Type Called Addr Channel Bearer Cap Size

1	=>	I	I	0	126	SETUP	SETUP ACK.	-	-	Any	Speech	16
2	<=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	B1	-	14
3	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
4	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
5	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	11
6	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
7	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
8	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
9	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
10	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
11	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
12	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
13	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
14	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
15	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
16	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
17	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
18	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
19	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
20	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
21	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
22	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
23	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
24	<=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	4
25	=>	I	RR	0	126	INFO	-	-	-	-	-	12
26	<=>	I	RR	0	126	CALL PROC.	-	-	-	-	-	8
27	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	4
28	<=>	I	RR	0	126	ALERTING	-	-	-	-	-	14
29	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	4
30	<=>	I	RR	0	126	CONNECT	-	-	-	-	-	11
31	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	4
32	<=>	I	RR	0	126	CONN ACK.	-	-	-	-	-	8
33	<=>	I	RR	0	126	DISCONNECT	-	-	-	-	-	4
34	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	18
35	<=>	I	RR	0	126	RELEASE	-	-	-	-	-	4
36	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	8
37	<=>	I	RR	0	126	REL. COMP.	-	-	-	-	-	11
38	=>	I	RR	0	126	-	-	-	-	-	-	4

Ready Frame number 1 SETUP NUM

Aranma İşlemi:

Windows PC Detailed Decoder - Examine - [Frame Summary [c:\temp\bt1700.btr]]

File Edit View Display Setup Window Help

Number TE - NT Type SAP1 TE1 Msg. Type Called Addr Channel Beamer Cap Size

1 ==> RR 0 0 126 - - - - - 4

2 <== RR 0 0 126 - - - - - 4

3 <== UI 0 0 127 SETUP 8358664 B1 Speech 35

4 ==> I 0 0 126 ALERTING - - - - - 11

5 <== RR 0 0 126 - - - - - 4

6 ==> I 0 0 126 CONNECT - - - - - 8

7 <== I 0 0 126 COMM.ACK. - - - - - 8

8 ==> RR 0 0 126 - - - - - 4

9 ==> RR 0 0 126 - - - - - 4

10 <== RR 0 0 126 - - - - - 4

11 ==> I 0 0 126 DISCONNECT - - - - - 12

12 <== I 0 0 126 RELEASE - - - - - 11

13 ==> RR 0 0 126 - - - - - 4

14 ==> I 0 0 126 REL. COMP. - - - - - 8

15 <== RR 0 0 126 - - - - - 4

Ready Frame Number 1

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	29.03.1974	
Doğum yeri	Karaman	
Lise	1988-1991	Karaman Lisesi
Lisans	1991-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak. Elektronik ve Hab. Müh. Bölümü
Yüksek Lisans	1995-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektr. ve Hab. Müh. Anabilim Dalı, Haberleşme Programı
Çalıştığı kurum(lar)	1996-1997 1997-1998 1998-Devam Ediyor	Telecon AŞ. Ar-Ge, İTÜ KOSGEB BT Haber gazetesi TÜBİTAK-UEKAE

