

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERİŞİM ŞEBEKE SİSTEMLERİ MUKAYESESİ VE
MALİYET PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk. Elkt. Müh. Cansel AKSOY

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Tez Danışmanı : Y.Doç. Dr. Yılmaz UYAROĞLU

Nisan 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERİŞİM ŞEBEKE SİSTEMLERİ MUKAYESESİ VE
MALİYET PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk. Elkt. Müh. Cansel AKSOY

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Bu tez 27/04/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Y.Doç.Dr. Yılmaz UYAROĞLU
Jüri Başkanı

Prof.Dr.Abdullah FERİKOĞLU
Jüri Üyesi

Y.Doç.Dr.A.Yahya TEŞNELİ
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması aŐamasında bana her tÜrlÜ desteği veren danıŐman hocam Sayın Y. Doç. Dr. Yılmaz Uyaroğlu' ya ve visual basic programlama dilinde görüŐlerini paylaŐan Sayın ArŐ. Grv. Ali GÜldağ' a ve maliyet hesap programının hazırlanmasında kullanıcı ihtiyaçlarıyla gerekli donelerin belirlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Plan Proje ŐEF Müh. Mustafa Aydın' a teşekkür ederim. Ayrıca çalıŐmalarımı yapmak için iş yerinden bana izin veren Sayın Erişim Şebeke Müdürümüz Rıdvan AYZ' a ve çalıŐmalarım süresince bana maddi ve manevi destekte bulunan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Bakır İletken Kablolı Erişim Sistemleri	2
1.1.1. Bakır iletken kablolu erişim sistemlerinin avantajları	2
1.1.2. Bakır iletken kablolu erişim sistemlerinin dezavantajları.....	3
1.2. Bakır İletkenli Kablo Üzerinden Çalışan Aktif Erişim Sistemleri.....	3
1.2.1. Hat konsantratörleri.....	3
1.2.1.1. Hat konsantratörlerinin avantajları.....	4
1.2.1.2. Hat konsantratörlerinin dezavantajları	4
1.2.2. Sayısal hat çoklayıcılar	4
1.2.2.1. Sayısal hat çoklayıcı sistemin avantajları	5
1.2.2.2. Sayısal hat çoklayıcı sistemin dezavantajları.....	5
1.3. Fiber Erişim Sistemleri	5
1.3.1. Access-mux sistemleri	5
1.3.2. Fiber erişim sistemlerinin (access-mux dahil) avantajları	7
1.3.3. Fiber erişim sistemlerinin (access-mux dahil) dezavantajları.....	8
1.4. Kablosuz Erişim Sistemleri (KTS).....	8
1.4.1. KTS sistemlerinin avantajları.....	8
1.4.2. KTS sistemlerinin dezavantajları	8

1.5. Uydu Erişimli Şebeke Sistemleri (TES)	8
--	---

BÖLÜM 2.

xDSL SİSTEMLER	9
2.1. Erişim Şebekesinde Kullanılan xDSL Sistemler.....	9
2.2. DSL Teknolojinin Yükselişi	10
2.3. İletişim Ortamı	11
2.4. DSL Çalışma Prensipleri	12
2.5. Veri Aktarımını Etkileyen Faktörler	13
2.6. xDSL Erişiminde Kullanılan Cihazlar	13
2.6.1. Modemler	13
2.7. xDSL Teknolojisi ve Çeşitleri.....	15
2.7.1. DSL (ISDN–BRI) sistemler	17
2.7.2. HDLS Sistemler	18
2.7.3. SDSL Sistemler	20
2.7.4. ADSL Sistemler	21
2.7.4.1. ADSL sistemlerinin avantaj ve dezavantajları.....	23
2.7.5. VDSL Sistemler	23

BÖLÜM 3.

BAKIR KABLO ÜZERİNDEN ÇALIŞAN HAT KONSANTRATÖRLERİ	26
3.1. Gfeller-Telkon Konsantratörlerinin Tesisine Ait Genel Bilgi	26
3.1.1. Telplus 15/6 hat konsantratörü.....	27
3.1.2. Telplus 90/16 hat konsantratörü.....	29
3.2. Sayısal Hat Çoklayıcıları	30
3.2.1. Karel – PCM11 hat çoklayıcıları.....	30
3.2.2. Telplus – 10T sayısal hat çoklayıcıları.....	32

BÖLÜM 4.

FİBER ERİŞİM SİSTEMLERİ.....	35
------------------------------	----

4.1. Fiber Erişim Sistemleri (FES) Kullanım Ve Tesis Kriterleri.....	37
4.1.1. Sistemlerin kullanımı ile ilgili genel açıklamalar	37
4.1.2. Talep, survey ve montajla ilgili hususlar:	44
4.2. Fiber Erişim Sistemlerinin V.5.2 Açık Interface Kullanımına Dayalı	
Santral Bağlantısı	47
4.2.1. Mevcut durumun değerlendirilmesi	47
4.2.2. V.5.2 Açık interface nedir.....	47
4.2.3. V.5.2. Bağlantısının a/b bağlantısına göre avantajlar	49
4.2.4. Port kontrol	49
4.2.5. V5 arayüz kontrolü.....	49
4.2.6. Link kontrol protokolü	50
4.3. F/O ACCESS MUX. Sistemleri.....	50
4.3.1. Sistem hakkında teknik bilgiler.....	50

BÖLÜM 5.

KABLOSUZ ERİŞİM SİSTEMLERİ (KTS.....	53
5.1. KTS Sistemlerinin Özellikleri.....	53
5.1.1. Uzak mesafeli radyo yaklaşım (makro-hücresele) sistemler	54
5.1.1.1. Analog hücresele sistemler	54
5.1.1.2. GSM/DCS sayısal hücresele sistemler	54
5.1.2. Kısa mesafeli radyo yaklaşımı (mikro-hücresele) sistemleri.....	55
5.1.2.1. DECT teknolojisi	55
5.1.2.2. CT2 teknolojisi.....	55

BÖLÜM 6.

UYDU HABERLEŞME SİSTEMİ (TES	56
6.1. Uydular Sınıfları.....	58
6.2. Uydunun Yapısı	58
6.3. Uydular Kontrolü	60
6.4. Frekans Planları.....	60
6.4.1. Frekans paylaşımli çoklu erişim.....	61
6.4.2. Zaman paylaşımli çoklu erişim	62
6.4.3. Kod paylaşımli çoklu erişim	63

6.5. Uydu Haberleşmesinde Kullanılan Frekanslar.....	64
6.6. Uydu Transponderleri	64
6.7. Yer İstasyonları	65
6.8. Antenler.....	65
6.9. Uydu Hat Bütçeleri	67
6.10. Uydu Sistemlerinin Kullanımı	67

BÖLÜM 7.

PLANLAMA VE PROJE SERVİSİNDE KULLANILMAK ÜZERE

HAZIRLANAN KULLANICI MALİYET HESAP PROGRAMI	68
7.1. Program Üzerinde Kullanılan Nesnelere	68
7.2. Programın Çalışması	68
7.3. Programın İşlevsel Kod Yazılımı	68

BÖLÜM 8.

SONUÇLAR	74
----------------	----

BÖLÜM 9.

TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER	78
-------------------------------	----

KAYNAKLAR	79
-----------------	----

EKLER	81
-------------	----

ÖZGEÇMİŞ	95
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

2 W	: Bir Çift Bakır Devre
ADSL	: Asymmetric Digital Subscriber Line
AN	: Access Node
ATM	: Asynchronous Transfer Mode (Eşyumsuz Transfer Modu)
B-ISDN	: Broadband-Integrated Services Digital Network
Bİ	: Baz İstasyonu
BRI	: Basic Rate Interface
CDMA	: Code Division Multiple Access (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
dB	: Desibel
DİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
EU	: Exchange Unit
F/O	: Fiber Optik
FDMA	: Frequency Division Multiple Access(Frekas Bölmeli Çoklu Erişim)
FES	: Fiber Erişim Sistemi
FTTC	: Fibre to the Curb
FTTH	: Fibre to the Home
HDSL	: High bit rate Digital Subscriber Line
IDC	: Insulation Displacement Connection
IDR	: Intermediate Data Rate
IP	: Internet Protocol
IPR	: Intellectual Property Right
ISDN	: Integrated Services Digital Network
KT	: Kablosuz Terminal
KTS	: Kablosuz Telefon Sistemi
LAN	: Local Area Network(Yerel Alan Ağı)
LANE	: LAN Emulation(LAN Emilasyonları)
LI	: Length Indication(Uzunluk Göstergesi)

LT	: Line Terminal
MDF	: Main Distrubition Frame
MAN	: Metropolitan Area Networks(Metropol Alan Agı)
MAU	: Mutistation Access Unit
MUX	: Multiplexer
MTU	: Maximum Transmission Unit
NMT	: Nordic Mobile Telephone System
NSO	: National Standarts Organisation
NT	: Network Terminal
ODF	: Optical Distrubition Frame
ONU	: Optical Network Unit
PBX	: Private Branch Exchance(Telefon Santrali)
PCM	: Pulse Code Modulation
PDH	: Plesynchronous Digatal Hierarchy
Per	: Pair (çift)
PON	: Passive Optical Network
POTS	: Plain Old Telephone Service
PRI	: Primary Rate Interface
PSTN	: Public Switched Telephone Network
RLL	: Radio Lokal Loop
RU	: Remote Unite
SAB	: Santral Ara Birimi
SAR	: Segmentation and Reassembly (Dilimleme ve Bileştirme)
SCR	: Sustainable Cell Rate (Sürdürlebilir Hücre İletim Hızı)
SDH	: Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	: Simetrical Digital Subscriber Line
SHÇ	: Sayısal Hat Çoklayıcı
SNT	: Santral
S-PCN	: Satellite-Personel Communications Network
SS7	: Signalling System 7
STM	: Synchronous Transfer Mode
TDM	: Time Division Multiplexing

TDMA : Time Division Multiple Access(Zaman Bölmeli Çoklu Erişimi)
TES : Telephony Earth Station
VDSL : Very High speed Digital Subscriber Line

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Erişim Şebekesi blok diyagramı	1
Şekil 1.2. Hat Konsantratörlerin Blok diyagramı	3
Şekil 1.3. Sayısal Hat Çoklayıcılar blok diyagramı	5
Şekil 1.4. Access Mux Sistem Blok Diyagramı	7
Şekil 2.1. xDSL hizmetleri sağlamak için bilgi akışı bilgisayarlar arası iletişimi sağlayarak gerçekleştirilmektedir	12
Şekil 2.2. Abone Hattı şematik gösterimi	18
Şekil 2.3. ADSL İletim yapısı	19
Şekil 2.4. HDSL sistemlerinin abone bağlantı diyagramı	19
Şekil 2.5. SDSL sisteminin blok diyagramı	20
Şekil 2.6. SDSL İletim Yapısı	21
Şekil 2.7. ADSL sistemi blok diyagramı	22
Şekil 2.8. VDSL sistemi blok diyagramı	24
Şekil 3.1. GFELLER ve TELKON Konsantratörlerinin tesisine ait şematik gösterimi	26
Şekil 3.2. TELPLUS 90/16 Planlama sınırları	29
Şekil 4.1. FES Sistemleri Hizmet Sahası	38
Şekil 4.2. Genişbant ve Darbandın bir arada kullanılması	39
Şekil 4.3. FES Sistemi Noktadan Noktaya şematik gösterimi	40
Şekil 4.4. FES Sistemi Halka Topolojisi şematik gösterimi	40
Şekil 4.5. FES Sistemi üzerinden verilen servisler	41
Şekil 4.6. Klasik analog a/b bağlantısı	48
Şekil 4.7. V.5.2 arayüzü kullanılarak Fiber Erişim Sistemi (FES) ile bağlantı	48
Şekil 6.1. Uzun terminallerinin yörünge üzerindeki yerleşimi	56
Şekil 6.2. Uydu sınıfları	59
Şekil 6.3. Uydu Haberleşme Sistemi	60

Şekil 6.4. C-bandında çalışan Intelsat V transponderi için tipik bir frekans planı	62
Şekil 6.5. TDMA Zaman Planlaması	63
Şekil 6.6. CDMA Kodlama Tekniği	64
Şekil 6.7 Yer İstasyonları Genel Blok Yapısı	65
Şekil 6.8. Cassegrain Anten Tipi	66
Şekil 8.1. Kullanıcı programının görünüşü	69

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Bakır Hat Erişim Teknolojileri ve Hızları.....	17
Tablo 2.2. ADSL’de Hız Mesafe İlişkisi.....	23
Tablo 2.3. Bakır telin bir eşleniği üzerinden Ana sayısal Abone Döngüsü (xDSL) teknolojileri teknik karakteristikleri.....	25
Tablo 3.1. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir tranmisyon limitleri	29
Tablo 3.2. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir tranmisyon limitleri	30
Tablo 3.3. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir tranmisyon limitleri	31
Tablo 3.4. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir tranmisyon limitleri	33
Tablo 4.1. Harici kabinelerin ana özellikleri.....	46
Tablo 4.2. Teldata ve Alcatel Teletaş’ın sistemlerinin teknik özelliklerinin mukayesesi.....	52

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Erişim Şebekeleri, ADSL, Fiber Optik Erişim Sistemleri, Access Mux Sistemler, KTS, Uydu Haberleşme Sistemi.

Telekomünikasyon şebekesi bünyesinde santral ile abone arasındaki iletişimi sağlayan sistemlere erişim sistemleri adı verilir. Erişim şebekelerinde; transmision ortamı olarak bakır iletkenli kablo, F/O kablo, koaksiyel kablo, uydu veya kablosuz sistemler kullanılır.

Telekomünikasyon Şebekelerinde yatırım yapılırken erişim şebekesinin oluşturulmasında ve kullanılacak tekniklerin seçiminde: abone kategorilerine ve servis taleplerine, nüfus ve buna bağlı haberleşme servislerinde öngörülen abone tahminlerine, mevcut telefon trafiği ile internet üzerinden yapılan telefon trafiğindeki artışın karşılanması, bölgenin coğrafik özellikleri gibi makro hedefler belirlenerek planlanır.

Telekomünikasyon şebekesinin maliyeti yukarıda sıralanan erişim tekniklerinin maliyetiyle değişmektedir. Gerekli kriterlerin incelenmesiyle en uygun maliyetle en iyi hizmetin verilmesi için bu teknikler incelenerek maliyet hesapları visual basic programlama dili ile hazırlanan görsel bir program ile maliyetleri hesaplanacaktır. Her bir erişim şebeke sistemlerinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır, önemli olan etüt ve planlaması yapılacak olan bölgenin mevcut veya oluşabilecek ihtiyaçlara göre seçilecek olan şebeke sisteminin dezavantajlarının en az olması ve maliyetinin işletme açısından ekonomik olması gerekmektedir. Etüt ve planlaması yapılacak bölgenin bahsi geçen şebeke sistemlerinden uygun olanları hazırlanan programla belirlenmesine müteakip projelendirmeye gidilmesi sistematik hale getirilerek sonuçların kullanıcı tarafından değerlendirilmesi kolaylaştırılmış olup planlamayı hızlandırıp işletme kayıplarını aza indireyecektir. Bilhassa ülkemizin deprem kuşağında olması ve doğal afetler sonucu zaman zaman birçok bölgede telekomünikasyon şebekelerinde büyük yıkıma neden olmaktadır, böyle zamanda en hızlı karar mekanizmasıyla şebekeyi tekrar çalışır duruma getirmek için planlama servisinde kullanılmak üzere görsel maliyet programı hazırlanmıştır.

Hazırlanan programda kıyaslama yapılacak olan erişim şebeke sistemlerinin genel yapısı, avantajları ve dezavantajlarının incelenmesi yapılarak program kullanımı tanıtılacaktır.

COMPARING COMMUNICATION NETWORK SYSTEMS AND COST PROGRAM

SUMMARY

Keywords: Communication Networks, ADSL, Optical-Fiber Communication Networks, Access Mux Systems, KTS, Satellite Communication System

Telecommunication networks is a system which enables communication between a telephone exchange switchboard central and a client in a network. In Communication Networks copper-conductor cable, F/O cable, coaxial cable, satellite and wireless systems are used as transmission mediums.

When planning a telecommunication system investment, it is important to definite access network application and useful techniques in network installation. These tasks go in success when plannings about their client categories, service demands, population, probable client predictions depend on population, response of increase at telephone –traffic and traffic - via internet, and in macro the geographic characteristics of region.

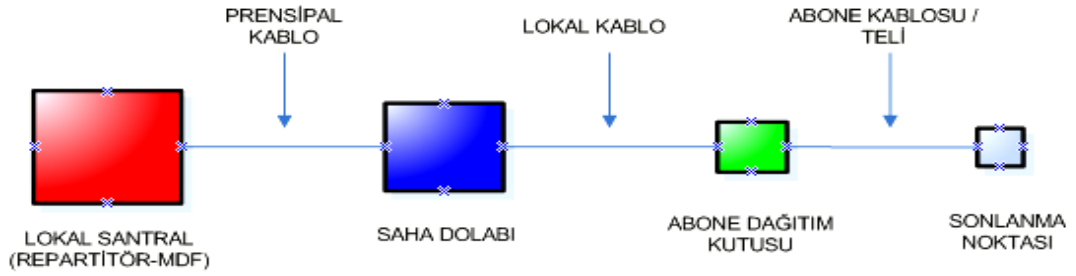
Telecommunication network's price changes about cost of access techniques which listed above. With analysing required critiques and choosing the most suitable cost for perfect service, we will inspect cost-price calculations using a visual programming language as visual basic. There are both advantages and disadvantages of an access network. The crucial point is to hold disadvantages of network ,which has been chosen in a region for required tasks and probable actions, as small as possible. Suitable network systems explained above for regions where would have planned and researched, will be definded by prepared programs and after that will be followed by being systematic project as to make it easy for regarding by user and to make faster the planning process and so will minimize the loss of operations. Especially Turkey's stating in an earthquake-boundary, after natural disaster sometimes in many regions there would have very hazardous destroys in telecommunication networks. To safeguard all the system against this possibilities we will prepare a visual cost-price program which get back the network to a workable position using decision making module, for planning - service usages.

In this program we will inspect the general structure of compared access network systems, its advantages and disadvantages and we'll explain the using steps of the program.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Telekomünikasyon şebekesinin genel yapısı üç ana bölümden oluşur:

- .Santral donanımı
- .Transmisyon donanımı
- .Erişim sistemleri.



Şekil 1.1. Erişim şebekesi blok diyagramı

Telekomünikasyon şebekesi bünyesinde santral ile abone arasındaki iletişimi sağlayan sistemlere erişim sistemleri adı verilir (Şekil 1.1). Erişim şebekelerinde; transmisyon ortamı olarak bakır iletkenli kablo, F/O kablo, koaksiyel kablo, uydu veya kablosuz sistemler kullanılır. Erişim şebekelerinde kullanılan sistemler şunlardır:

- .Bakır kablolu erişim sistemi
- .Bakır kablo üzerinden çalışan aktif erişim sistemleri
- .Fiber erişim sistemi
- .Kablosuz erişim sistemleri
- .Uydu üzerinden çalışan erişim sistemleri [1].

Telekomünikasyon şebekesinin maliyeti yukarıda sıralanan erişim tekniklerinin maliyetiyle değişmektedir. Telekomünikasyon şebekesi yatırımlarında yatırım yapılacak bölgenin coğrafi yapısı ve ihtiyaç talebine göre en uygun maliyetli erişim teknikleri ile yatırım yapılmaktadır. Bölgesel yeni yerleşim yerlerinde, acil kitlesel taleplerde veya doğal afet sonucu en kısa sürede uygulanması gereken projelerde gerekli kriterlerin incelenmesiyle uygun maliyetle en iyi hizmetin verilmesi için bu teknikler incelenerek maliyet hesapları survey çalışmalarında zamandan kazanmak amacıyla visual basic programlama dili ile hazırlanan görsel bir program ile irdelenecektir.

1.1. Bakır İletken Kablolü Erişim Sistemleri

Santralden alınan ses, görüntü ve veri işaretlerini simetrik kablo ile abonelere ulaştırmak için oluşturulan erişim şebekesi yapısıdır.

Bakır kablolu erişim sistemi; repartitör, prensibal kablo, saha dolabı, lokal kablo, dağıtım kutusu ve abone kablosu veya dış tesisat teli tesisinden oluşur [1]. Aboneyle santral arasında herhangi bir elektronik kart veya cihaza ihtiyaç yoktur.

1.1.1. Bakır iletken kablolu erişim sistemlerinin avantajları

- .Kısa mesafelerde diğer tekniklere göre halen ekonomik olması,
- .Bakır kablo ve aksesuarlarının yerli üretiminin yeterince gelişmiş olması,
- .Eğitimli personel bulunması.

Geniş bantlı servislerin verilmesine yönelik xDSL teknolojilerinin kullanımına uygun olması, her abonenin kendi bağımsız devresine sahip olması, kablosuz sistemlere (KTS, GSM, NMT) göre daha geniş bant genişliğine sahip olması, ilave teçhizat konulmadan aboneye ulaşılması [1]. Şuanda ülkemizde yaygın olarak kullanılan erişim şebeke sistemi olması, bu konuda yetişmiş personel bulunup arıza, ıslah ve yenileme uygulamalarında teknik hizmet olarak sıkıntı yaşanmaması avantajlarıdır.

1.1.2. Bakır iletken kablolu erişim sistemlerinin dezavantajları

Bakır kablolu yapıda ekonomik nedenlerle santral hizmet hudutları dar tutulmak zorunda olduğundan aynı yerleşim bölgesinde çok santralli yapıya ihtiyaç duyulması, kablo tesisi için daha fazla yeraltı maliyetine ihtiyaç duyulması, uzun mesafelerde ekonomik olmaması, bakır kablo transmisyon kapasitesinin sınırlı olması, santralden uzak abonelere yüksek hızlı haberleşme imkânlarının sağlanmaması, tesis süresinin uzun olması, işletme maliyeti ve zorluğu [1].

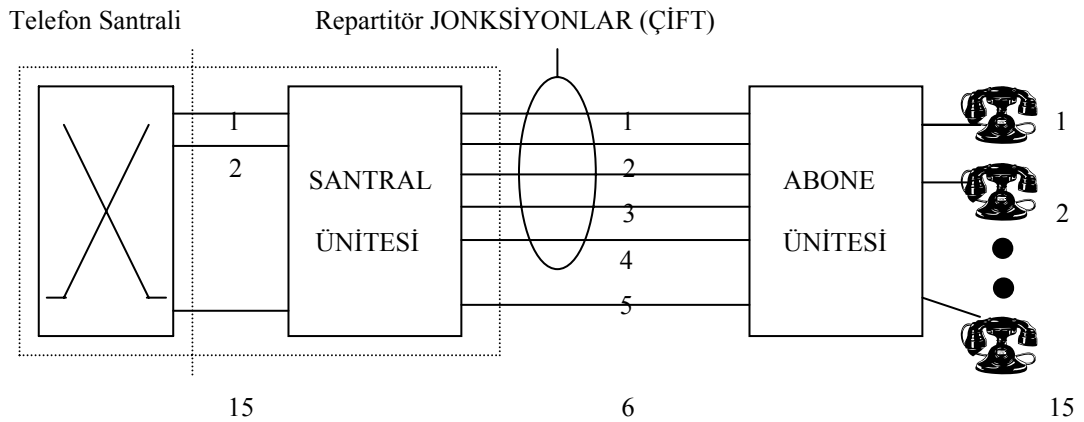
1.2. Bakır İletkenli Kablo Üzerinden Çalışan Aktif Erişim Sistemleri

Mevcut bakır kablolu erişim şebekesinde aktif erişim sistemi olarak genellikle hat konsantratörleri ve sayısal hat çoklayıcıları kullanılır.

1.2.1. Hat konsantratörleri

Hat konsantratörleri; şebeke ekonomisi sağlamak amacıyla, çok sayıdaki aboneye daha az sayıda bakır devre üzerinden sıralaşmalı olarak servis verebilen abone çoklayıcı sistemlerdir. Normal bakır iletkenli kablo ile verilen analog servisler hat konsantratörleri üzerinden de sağlanır.

Hat konsantratörlerinin blok diyagramı Şekil 1.2' de gösterilmektedir [1].



Şekil 1.2. Hat konsantratörlerin blok diyagramı

1.2.1.1. Hat konsantratörlerinin avantajları

- .Hat konsantratörleri her türlü santral ile uyumlu çalışır.
- .Şehir banliyölerinde haberleşme trafiğinin düşük olduğu bölgelerde, yeni şebeke tesisi yapılıncaya kadar bekleyen abone taleplerinin mevcut kablo üzerinden en kısa sürede karşılanabilmesi,
- .Şehir içinde trafiği düşük olan bölgelerde bulunan yeraltı şebekesinde boş göz olmaması nedeniyle, ilave kablo tesisi yapılamayan yerlerde kullanılabilmesi,
- .Kırsal kesimde merkezi bir santralin lokal şebekesi kapsamında olan bir yerleşim yerindeki abone taleplerinin ilave şebeke yapmaksızın mevcut kablodan yararlanarak karşılanabilmesi,
- .Bakır kablo transmisyon limitlerini sınırlamaması,
- .Şebeke ekonomisi sağlaması,
- .Tesis süresinin, yeni çekilecek bakır kablo süresine göre kısa olması.

1.2.1.2. Hat konsantratörlerinin dezavantajları

Hat konsantratörü ile irtibatlı abonelere aynı anda sadece sistemin irtibatlandırıldığı jonksiyon devre sayısı kadar servis verilmesinden ötürü her aboneye aynı anda çevir sesi verilememesi, xDSL teknolojilerinin kullanımına uygun olmaması ve telefon trafiğinin yoğun olduğu yerlerde verimli olmaması dezavantajlarıdır.

1.2.2. Sayısal hat çoklayıcılar

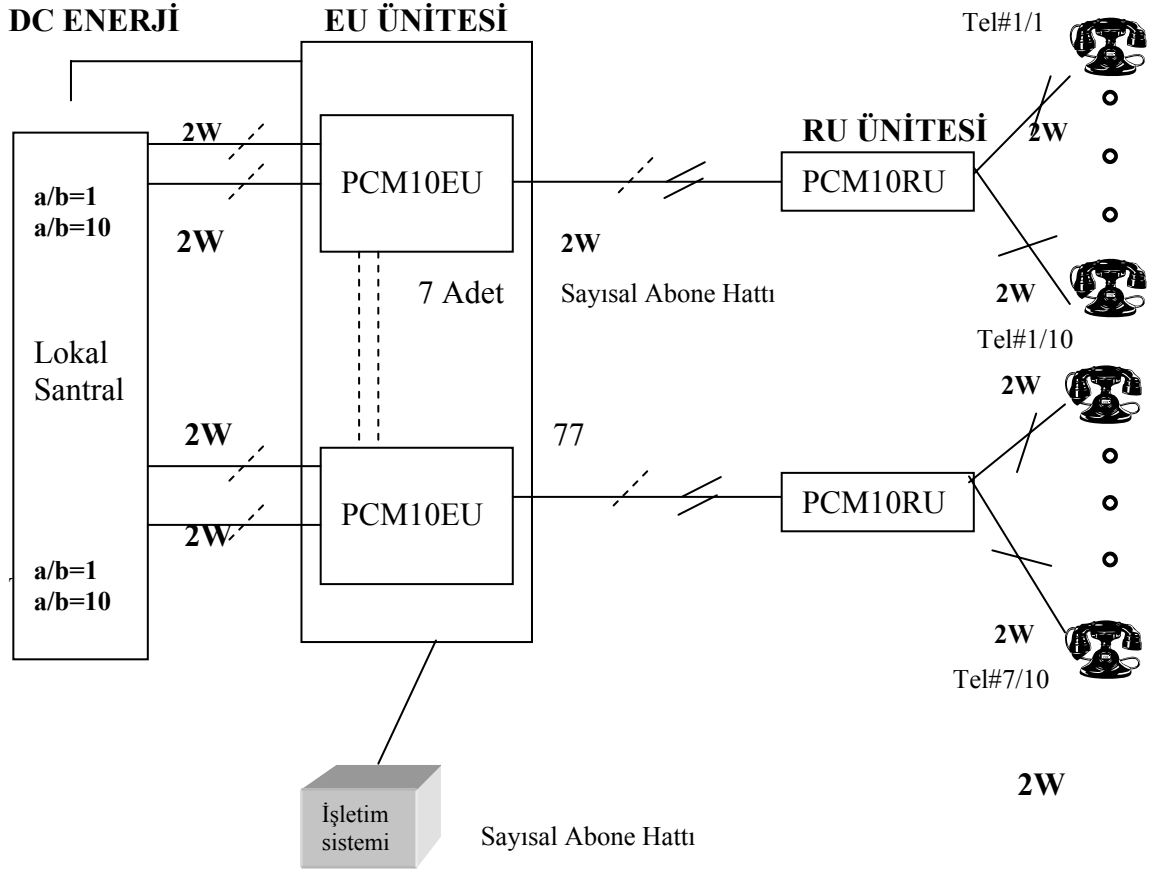
Sayısal hat çoklayıcılar; 2, 4, 10 veya 11 abonenin tek bir bakır devre üzerinden aynı anda servis alabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmış sistemlerdir.

Erişim şebekelerinde kullanılan sayısal hat çoklayıcı sistemleri aşağıda belirtilmektedir:

- .PCM–11 hat çoklayıcıları.
- .PCM–10 hat çoklayıcıları.

Sayısal hat çoklayıcı sistemleri her tip santral ile uyumlu olarak çalışır.

Sistemin blok diyagramı Şekil 1.3.' de gösterilmiştir [1].



Şekil 1.3. Sayısal hat çoklayıcılar blok diyagramı

1.2.2.1. Sayısal hat çoklayıcı sistemin avantajları

- .Santral hizmet hudutları içerisinde gerek şehir merkezi, gerekse kırsal alanlarda mevcut bakır kablolu erişim şebekelerinde meydana gelen talep yoğunlaşmalarının, ilave bir şebeke yapılmaksızın çözümlenmesi,
- .Her aboneye aynı anda çevir sesi verilmesi,
- .Trafik yoğunluğuna bakılmaksızın HDSL transmisyon limitleri içerisinde her yerde kullanılması,
- .Şebeke ekonomisi sağlaması,
- .Tesis süresinin kısa olması.

1.2.2.2. Sayısal hat çoklayıcı sistemin dezavantajı

Her aboneye bağımsız bir devre verilememesi, bant genişliğinin ve transmisyon mesafesinin sınırlı olması Sayısal Hat Çoklayıcılarının dezavantajlarıdır.

1.3. Fiber Erişim Sistemleri

Fiber sistemler (FES, Access Mux.); erişim şebekesi bünyesinde saha dolabına veya aboneye kadar F/O kablo ile ulaşmak amacıyla yönelik olarak kullanılan sistemlerdir. Söz konusu sistemlerde saha dolabına kadar olan erişim FTTC (fiber to the curb), aboneye kadar olan erişim ise FTTH (fiber to the home) olarak isimlendirilir [1].

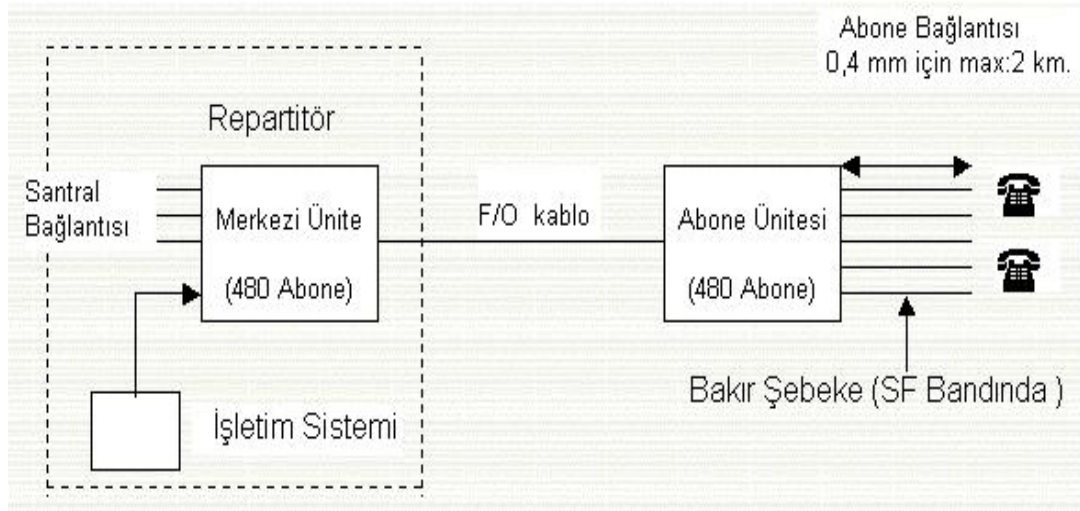
1.3.1. Access-Mux Sistemleri

- .Ayrı bir santral kurulma imkânı olmayan ve gelişmekte olan şehir banliyölerinde,
- .Uydu kentler, toplu konut siteleri gibi yerlerde,
- .Mevcut yeraltı güzergâhının sıkışık olduğu veya yeni yeraltı şebekesi yapılmasının yakın dönemde mümkün olmadığı merkezi sahalarda,
- .Büyük iş hanları ve iş merkezleri gibi yerlerde,
- .Data ve ses taleplerinin bir arada karşılanması gerektiği yerlerde kullanılır.

Sistem üzerinden abonelere verilen servisler:

- .12 Khz ankesör,
- .Grup 3 ve yukarısı fax-modem,
- .28,8 Kb/s hızında V-34 modem,
- .ISDN servisi,
- .64 Kb/s kiralık devre(leased line),
- .2 Mb/s kiralık devre bağlantısı,
- .ADSL devresi,
- .a/b bağlantılı Access mux sistemleri her tip santral ile uyumlu olarak çalışır.

Sistemin blok diyagramı Şekil 1.4.' de gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Access mux sistem blok diyagramı

Sistemin tesisinde uyulması gereken kriterler:

Access Mux sistemlerinin merkezi ünitesinin tesisi, Aktif Sistem Odası' nda veya bu mümkün olmaz ise repartitörün uygun bir yerinde kurulacak 19 inçlik ve 5-6 çekmece kapasiteli bir bati üzerine, abone üniteleri ise santralden itibaren 21 dB' lik F/O kablo zayıflama limiti dahilinde saha dolabı tesisi kriterlerine uygun yerlere monte edilir [3].

1.3.2. Fiber erişim sisteminin (Access-Mux dahil) avantajları

- .Geleceğe yönelik olarak geniş bantlı erişim hizmetlerinin ulaştırılmasında en uygun ve kaliteli ortamı oluşturması,
- .Yüksek hızda iletişim sağlaması,
- .Yeni teknolojilerin uygulanmasına müsait olması,
- .F/O kablo ortamının elektromanyetik ortamdan etkilenmemesi,
- .Güvenli bir erişim ortamı oluşturması,
- .Altyapının daha ekonomik olarak kullanılmasına imkân sağlaması,
- .Access Mux.' a ait SDH ring yapısındaki şebeke mimarisinde ATM altyapısına olanak verebilmesi,
- .Bakır kablo erişime göre daha uzun mesafelerdeki abonelere hizmet verebilmesi,

.Diyafoni olmaması.

1.3.3. Fiber erişim sisteminin (Access Mux dahil) dezavantajları

FTTH uygulamalarının henüz ekonomik olmaması, abone ünitesinin AC enerjiye ihtiyaç duyması sistemin dezavantajlarıdır.

1.4. Kablosuz Erişim Sistemleri (KTS)

Erişim şebekesinde aboneleri yerel santrale bağlamak için kullanılan bir radyo erişim sistemidir. Söz konusu sistemler; abone yoğunluğunun düşük ve dağınık olduğu, kablo ile erişimin coğrafik nedenlerle ekonomik olmadığı bölgelerde kullanılır [1].

1.4.1. KTS sistemlerinin avantajları

- .Sistemin kısa sürede kurulabilmesi,
- .Dağınık yerleşim bölgelerinde kablolu sistemlere göre tesis maliyetinin düşük olması,
- .Bakım ve işletme maliyetinin nispeten düşük olması.

1.4.2. KTS sistemlerinin dezavantajları

- .KTS sistemleri için uluslar arası ortak bir standardın henüz oluşmaması,
- .Bant genişliğinin sınırlı olması,
- .Haberleşmenin coğrafik ve atmosferik şartlardan etkilenmesi,
- .Techizat maliyetinin henüz ekonomik olmaması,
- .Haberleşme emniyetinin kablolu erişime daha az güvenli olması.

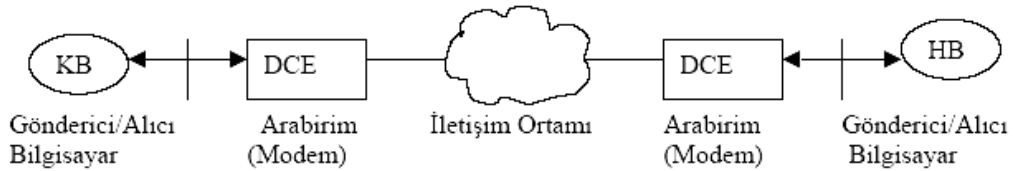
1.5. Uydu Erişimli Şebeke Sistemleri (TES)

Kablolu ve kablosuz erişim sistemlerinin yetersiz kaldığı ve abone kapasitesinin yoğun olmadığı bölgelerde kullanılan bir erişim sistemidir. Uydu erişimli şebekenin maliyeti diğer erişim sistemlerine göre çok yüksektir [1].

BÖLÜM 2. xDSL SİSTEMLER

2.1. Erişim Şebekesinde Kullanılan xDSL Sistemler

Erişim şebekelerinde ses iletişiminin yanı sıra veri iletiminin sağlandığı sistemlerdir. Bilginin sayısal gösterimi ile birlikte gelişen teknoloji, veri iletişimde de hızlı ve hemen hemen hatasız aktarım teknolojilerini ortaya çıkarmıştır. İçinde yaşadığımız dünya üzerinden, her an her çeşit (elektronik posta, kaliteli ses, görüntü, video konferans, mali bilgiler, bankacılık işlemleri, kredi kartı bilgileri, askeri harekâtlar, dersler, tıbbi konsültasyonlar, sanat, gazete, dergi, fotoğraf, rezervasyon işlemleri gibi) bilgiyi taşıyan, bir bit seli akmaktadır [2]. Bu teknolojiler kullanılarak, bant genişliğinde ve veri iletiminde kapasite artırımına gidilmektedir. Hızlı ve güvenli bilgi alışverişini sağlamak amacıyla, birçok kullanıcı yüksek hızlı veri transferi sağlayan transmisyon ortamlarına gereksinim duymaktadır. Hedef, her türlü verinin, bütünleşmiş sistemler üzerinden hızlı, aynı zamanda da güvenli bir biçimde aktarılması ve işlenmesidir [2]. Bu hizmetleri sağlamak için bilgi akışı bilgisayarlar arası iletişimi sağlayarak gerçekleşmektedir. Veri ve çoklu ortam iletimi fiziksel ortamda; optik lif, ya da iletken bakır bir tel üzerinden yapılabilmektedir. Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi arabirimler birbirlerine fiziksel veya telsiz iletişim ortamı üzerinden bağlanmaktadır.



Şekil 2.1. xDSL hizmetleri sağlamak için bilgi akışı bilgisayarlar arası iletişimi sağlayarak gerçekleşmektedir.

Hızlı ve güvenli bilgi alışverişinin abonelere; basit, ekonomik ve kısa sürede sağlanması hedeflendiğinde en iyi seçenek olarak DSL (Sayısal Abone Hattı) Teknolojileri ortaya çıkmaktadır. DSL, hat (bakır kablo) boyunca çok sayıda datanın sıkıştırılarak gönderilmesi için bir teknolojidir. Aboneye verilen data hızına bağlı olarak “x” ile tanımlı yere konulan değişik semboller ile HDSL, ADSL, SDSL veya VDSL tanımlamaları yapılmaktadır [1].

xDSL kısaltması, özel bir protokolü belirtmeksizin bütün olarak teknolojiyi tanımlar.

2.2. DSL Teknolojinin Yükselişi

İletişime olan ihtiyacın ve talebin artması bunun da en hızlı şekilde olmasının gerekliliği her geçen gün yeni teknolojilerin kapısını açıyor.

İnternet üzerinde de aynı şekilde kullanıcıların daha fazla hız gerektiren görsel ve işitsel medyaya olan talebi sonucunda, modemin 56 Kbps’ lik hızına alternatif olarak daha hızlı bağlantı teknolojileri yavaş yavaş piyasada yerini almaya başlıyor. Birkaç yıl öncesine kadar yüksek hızlı alternatif bağlantılarda seçenek çok fazla değilken artık gelişen teknoloji, ev kullanıcılarının bile yüksek hızlara ulaşmalarına olanak tanıyor [1].

DSL teknolojisi, diğer alternatiflerin tersine alt yapıda da büyük değişiklikler yapılmasını gerektirmiyor. Çünkü sistem, eski bakır telefon hatları üzerinden hizmet veriyor. Bunun için ilk yatırım maliyeti de en düşük düzeye çekilmiş oluyor. Yurt dışında hızla yaygınlaşan en büyük kitlelerin geçiş yaparak kullanmaya başladığı bu yeni teknolojiye artık ülkemizde de ulaşmak mümkün.

Dünyada DSL’ e hızla geçildiği, yüz binlerce insanın sistemi denediği ve memnun kaldığı düşünüldüğünde, başarısının ne kadar büyük olduğu bir kere daha ortaya çıkıyor.

DSL kurumları, dünyada 1997 yılından bu yana gerçekleştiriyor. Compaq, Intel ve Microsoft firmaları, telefon şirketleriyle birlikte standart ve kolay kurulabilir DSL

tiplerinden biri olan ADSL formunu geliştirmiştir. G.Lite olarak adlandırılan bu form sayesinde DSL' in yaygınlaşması ve ISDN ile kablo modemini yerini alması bekleniyor.

2.3. İletişim Ortamı

Veri ve çoklu ortam iletimi yapılabilmesi için fiber, telsiz ya da mevcut bakır kablolar arasında seçim yapılmalıdır.

Telekomünikasyon altyapısı, fiber kablo kullanımına doğru bir gelişme içine girmiştir. Geniş bant hizmet taleplerini karşılamak için en iyi çözüm fiber kablo gözükmektedir. Ancak Fiber kabloların ve ilgili servislerin maliyetinin yüksek olması fiber teknolojisinin yaygınlaşmasını engellemektedir. Gelişmekte olan yerleşim alanlarında ve yeni imara açılan alanlarda fiber kablo ile transmisyon altyapısı kurmak daha akılcı çözüm olmaktadır. Mevcut yerleşim alanlarında, kullanıcılara geniş bant hizmeti sunmak için altyapıda var olan bakır kablolardan, onların taşıma kapasitesini arttırmak suretiyle faydalanmak buralara yeni fiber kablo altyapısı kurmaktan daha ekonomik olmaktadır.

Günümüzde, abonelere (müşterilere) kadar yaygın bir şekilde döşenmiş bakır kablolar vardır. Dünyada ve özellikle ülkemizde yerel abonelerin büyük bir bölümü bakır kablolar üzerinden iletişim yapmaktadır. Bu mevcut döşenmiş bakır kabloları bir tarafa atıp, fiber kabloya geçmek ekonomik bir tercih olmamaktadır. Evlere ve küçük işyerlerine fiber kablo çekmek günümüzde ekonomik olmamakla birlikte yakın zaman içinde ekonomik olması da beklenmemektedir. Bu nedenle, mevcut bakır altyapısının değerlendirilmesi istenilmektedir [2]. Ancak xDSL sistemleri, üzerinde pupin bobini bulunan hatlarda çalıştırılmamaktadır.

2.4. DSL Çalışma Prensipleri

POTS olarak adlandırılan geleneksel telefon servisi, ev veya iş yerini, twisted pair olarak adlandırılan, birbirine sarılmış bir çift bakır kablo üzerinden telefon şirketine bağlanır.

Telefon hatları, aynı anda hem karşıdakiyle konuşulabilen, hem de dinlenebilen bir özelliğe (full duplex) sahiptir. Bu nedenle bir çift bakır kablodan oluşmaktadır.

Telefon servisi, başka telefon kullanıcıları ile haberleşmeyi sağlayabildiği gibi modemlerin kullanımıyla, veri iletişimine de olanak tanır. Bu sistemin kullandığı sinyaller analog sinyallerdir. Alıcı-vericiler (telefonlar) akustik ses dalgalarını, farklı yüksekliklere sahip elektrik sinyallerine çevirirler.

Modemler bilgisayardan gelen sayısal sinyalleri analog sinyallere, telefon hattından gelen sayısal sinyalleri de sayısal sinyallere çevirirler. Böylece telefon hattından analog sinyaller aktarılır ve sayısal sinyallere çevrilerek bilgisayarın anlaması sağlanır. Analog transmisyon, bakır kablonun kapasitesinin çok küçük bir bölümünü kullanır.

Bilgisayarın veri alma yeteneği, telefon şirketinin modemden sayısal olarak gelen veriyi analog forma çevirmesi ve bu şekilde geri gönderdikten sonra modem tarafından tekrar sayısal forma çevrilmesinden dolayı kısıtlanmaktadır. Bir başka deyişle analog aktarım ev veya işyerindeki telefon ile şirketi arasındaki bant genişliğinde bir darboğaz yaratır.

DSL, sayısal verinin analog forma ve tekrar geriye çevrilmeyeceğini varsayan bir teknolojidir. DSL, modemleri sinyallere çevirmez bunun yerine verileri sayısal olarak yollar ve alır. Sinyalleri çevirmeye gerek kalmadığından veriler normal modemlerden çok daha hızlı iletilir.

Sayısal veri, bilgisayara doğrudan doğruya bu şekilde gelerek telekom şirketinin aktarabileceği bant genişliğini kat kat artırır. Eğer sinyalin ayrılması sağlanırsa, bant genişliğinin bir bölümü analog sinyallerin transferi için de ayrılabilir; böylece telefon ile bilgisayarın aynı hatta aynı anda kullanımı mümkün olabilir.

2.5. Veri Aktarımını Etkileyen Faktörler

Ev veya işyerinin, DSL hizmetinin sunulduğu şebekeye yakınlığı, hatta kullanılan bakır kablonun çapı, kullanılan modemin tipi, alınacak servisin kalitesi ve hızını doğrudan etkiler. 8 Mbps' a varan hızlarda veri iletimi mümkün olabilmektedir. Bu hız, video, ses, hareketli 3D grafikler v.b. çoklu ortam bilgisinin kesintisiz alınabilmesi için yeterlidir.

Bir DSL kurulumunun azami uzaklığı tekrarlayıcı kullanılmadığı takdirde yalnızca 5,5 km ile sınırlıdır. Bundan daha fazla uzunluğa sahip bir kablo üzerinden verilen bir servisin hem kalitesi, hem de hızı düşer. Eğer telefon şirketi yerel DSL döngüsünü fiber optikle erişim sistemiyle 5,5 km. ötesinde DSL kullanma olanağı vardır.

2.6. xDSL Erişiminde Kullanılan Cihazlar

DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer-Sayısal Abone Hattı Erişim Çoklayıcıları): Birden fazla DSL kullanıcılarını yüksek hızlı bir omurgaya bağlamak için telefon şirketleri DSL erişim çoklayıcılarını kullanırlar (DSLAM). Bu cihazlar, üzerinde xDSL hizmetlerine ait portların bulunduğu, ATM (Asynchronous Transfer Mode-Eşzamansız iletim Modu) şebekeleri üzerinden birbirine bağlanan, abonelerden gelen trafiği toplayarak istenen yönlerde iletebilen cihazlardır. CPE(Customer Premises Equipment-Abone Tarafı Cihazlar): Tek kullanıcı için DSL modem-ayraç (splitter) (ADSL), çok kullanıcı: (IAD) DSL modem-router kullanılır.

2.6.1. Modemler

Modemler, bir iletişim hattı üzerinde elektrik işaretlerini sayısal işaretlere ya da sayısal işaretleri elektrik işaretlerine dönüştürmek için kullanılan aygıtlardır. Modemler, seri halindeki bitler kodlayarak veya kodlanmış olanları çözerek telefon hattı üzerinden frekanslar halinde iletir.

Kullanılacak modemlere gelince; ses sınıfı yani kablo modemler ciddi bir alternatif olmasına rağmen, mevcut yapıların 2 yönlü veri trafiğini kaldıramaması ve bant genişliğinin paylaşılması nedeniyle kullanıcı sayısı arttıkça bandın daralması bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ses iletiminde band genişliğinin 3.3 kHz' i aşmaması nedeniyle; ses sınıfı modemler ile bir kamu telefon şebekesinde 28.8 Kbps' ye kadar veri iletilebilmektedir. Bu tür modemler her Hz için 10 bit hız sağlamaktadır. Mevcut modem teknolojisi en fazla 56 Kbps (V.34 ile 33.6 Kbps) iletilebilmektedir. Bu hızlarda, yoğun metin ve grafik dosyalarını göndermek ya da internet üzerinden ses ve görüntü göndermek pratik olarak mümkün değildir.

Uydu üzerinden veri iletimi ise yüksek maliyetten dolayı yaygınlaşmaya uygun bir teknoloji değildir.

Başka bir seçenek sayısal devre anahtarlama bir teknoloji olan ISDN' nin ISDN BRI hizmetleridir. Bu teknolojiye 2 adet B kanalı (64' er Kbps) ile 1 adet D kanalından (16 Kbps) oluşan BRI standardı kullanılmaktadır. 128 kbps' lik hızı ile ISDN BRI modem üretimlerinin çok yaygın olmaması, maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle hala çok pahalıdır. Ayrıca, kullanıcılar uçtan uca ISDN servislerini her yerde alamamaktadırlar.

Sonuç olarak, abonelerin yüksek hızda internete erişebilmesi, uzak LAN erişimi sağlayabilmesi ve ısmarlama video hizmetini alabilmesi ve bütün bunların basit, ekonomik ve kısa sürede sunulması hedeflenmektedir. Bu hedefi sağlayacak teknoloji, hız/performans faktörleri göz önüne alınarak araştırıldığında karşımıza en iyi seçenek olarak DSL (Sayısal Abone Hattı) teknolojileri çıkmaktadır [2].

2.7. xDSL Teknolojisi ve Çeşitleri

Bilgi toplumuna giden yolda insanların daha fazla veriye daha hızlı erişimini sağlamak amacıyla iletişim hızının geliştirilmesi amacıyla resim gibi ileri

hizmetleri destekleyebilen yüksek hızlı sayısal hatlar içinde sıradan telefon hizmetini de verebilen bu yeni teknoloji: DSL (Simetrik Sayısal Abone Hattı)' dir.

DSL şemsiyesi altında; ADSL, RADSL, HDSL (Yüksek Data Gönderen Sayısal Abone Hattı), SDSL ve VDSL (Çok Yüksek Hızlı Data gönderen Sayısal Abone Hattı) bulunmaktadır. Böylece xDSL kısaltması özel bir protokolü belirtmeksizin bütün olarak teknolojiyi tanımlamaktadır.

DSL, hat boyunca çok sayıda datanın sıkıştırılarak gönderilmesi için bir teknolojidir. Yani, yüksek hızlı veri (data) ve ses (voice) iletişimini aynı anda sağlayabilen, bir iletişim teknolojisidir. Başka bir deyişle, hızlı internete erişim sağlayan ve sinyalleri müşteri cihazlarına birim zamanda ileten bir teknolojidir. Genel olarak DSL bir bakır hattın ucuna bağlı bir modem çiftinden oluşur. xDSL, A noktasından B noktasına bakır kablo boyunca giden yüksek hızlı datayı sıkıştırmak için kullanılır. Yani bir hatta bağlanan bir modem çifti dijital bir abone hattını oluşturur. Kısaca DSL hat değil bir modemdir. DSL modemler ile dubleks veri gönderilmektedir. Yani her iki yönde kullanılan teknolojiye bağlı olarak, mesafe ile ters orantılı veri akımı sağlanmaktadır.

Standart telekomünikasyon modemleri, kullanıcının yerel döngüsünden telefon anahtarlama sistemi boyunca ve sonra alıcının yerel döngüsüne kadar bütün telekomünikasyon sistemini kullanacak olan iki rasgele seçilmiş nokta arasında bir data akışı kurmaktadır. Standart modem bağlantıları bir ucundan diğer ucuna binlerce kilometre ile kıtaları kapsayabilir.

DSL modemler, bakır kablonun bir ucundan diğer ucuna bağlantı kurar: sinyal telefon anahtarlama sistemi içine girmez. DSL modemleri, standart telefon sistemi tarafından kullanılan sadece ses frekanslarını (tipik olarak 0–40 kHz) kullanmayla sınırlı değildir. DSL modemleri 100kHz'den fazlasını kullanırlar.

Kendine özgü bir şekilde data, bir LAN/WAN bağlantısı (10Base-T Ethernet, T1, T3, ATM, çerçeve relay v.b.) üzerinden gönderilecektir. İnternet bağlantısı sağlayarak,

internet üstüne data gönderme işlemini yapan bir ISP (ISP yerel telefon şirketi olabilir veya olmayabilir) olabilir.

DSL Teknolojisi geniş frekans aralığı kullandığı için, tek bakır bağlantının kullanımı ile ses ve data' ya aynı anda sahip olmak mümkündür. Ses çağrısı normal olarak 0-4kHz spektrum üzerinden, data ise daha yüksek frekanslar kullanılarak gönderilecektir. Şüphesiz bakırın bu paylaşımı, bazı problemler ortaya çıkarabilir. Özellikle, çoğu telefonlar DSL data akışı ile enterfere edilerek el cihazı üzerinde parazite neden olabilir.

4kHz frekans bandında meydana gelecek enterferans problemi için ayırıcı kullanılarak çözülmüştür. Ayırıcı cihaz, müşterinin konutuna giren telefon hattına bağlanmaktadır. Ayırıcı telefon hatlarına çatallanır: Bir kol orijinal ev telefon teline bağlanır ve diğer kol DSL modeme erişir. Bu durumda ayırıcı, telefon hattının ayrılmasının yanı sıra, 0-4kHz frekansları telefona geçiren bir alçak geçiren filtre gibi rol oynayarak telefonlar ve DSL modemler arasındaki 4kHz enterferansını ortadan kaldırır.

Bütün telefon hatları, DSL modemler tarafından kullanılan yüksek frekansları geçirme yeteneğine sahip değildir. Ayrıca, DSL' in üzerinde çalışacağı bakır telin uzunluğu için limitler vardır. Bu yüzden bir telefon hattı, DSL hattı döşenmeden önce kontrol edilerek tabloda belirtilen karakteristik değerlere yaklaştırmak amacıyla düzeltilmelidir. Hat kalitesi; bobin yükünün hazır bulunması, aşırı köprü bağlantılarının (gizli telefon bağlantıları) bulunması ve DLC üzerinden sağlanan yerel döngü için; çevrimin uzunluğunu ve hattın genel durumunu kontrol eder.

Veri hızı ve mesafeye bağlı olarak meydana gelebilecek yansıma ve yankı gibi hat bozulmaları çeşitli bastırma teknikleri (echo cancellation gibi) kullanılarak engellenir ve gönderilen sinyalin alıcı tarafından kaybedilmeden alınması sağlanır. Modern standartlarda üretilmiş DSL modemlerle yapılan iletişimde bakır şebekenin hat parametreleri, transmisyon eşiği bozulmaz. DSL teknolojisi; sabit telefon hizmeti sunmak için kullanılan aynı bakır kablo çifti üzerinden yüksek hızlı veri hizmetleri

ve internete hızlı erişim olanağı sağladığından mevcut yerel erişim şebekesinin kapasitesini arttırmaktadır.

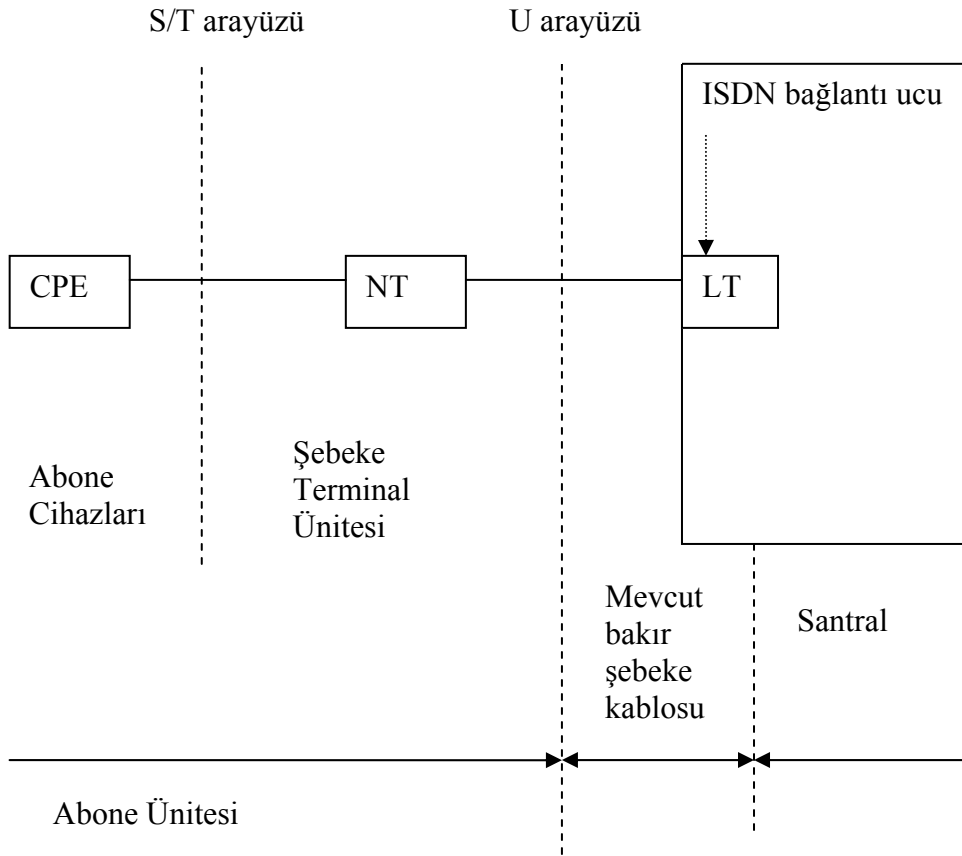
Fiziksel bir ağ üzerinde xDSL' in veri kapasitesi birçok faktöre dayanmaktadır: Bakır çiftlerdeki sinyal zayıflaması, kullanım demetindeki diğer bakır çiftler ile girişim, ağdaki diğer gürültü kaynakları ve havadan yapılan yayınlar gibi dış etkenlere bağlı girişimler veri kapasitesini etkilemektedir [12]. Tablo 2.1.' de xDSL teknolojileri ve hızları verilmiştir.

Tablo 2.1. Bakır hat erişim teknolojileri ve hızları

Adı	Veri Hızı	Modu	Uygulamaları
V.22 ¹	1.2–28.8 Kbps	Duplex	Veri Haberleşmeleri
V.32	28.8 Kbps	Duplex	Veri Haberleşmeleri
V.34	28.8 Kbps	Duplex	Veri Haberleşmeleri
DSL	160 Kbps	Duplex	Ses veri haberleşmeleri, ISDN Servisi
HDSL	1.544 -2.048 Mbps	Duplex	T1/E1 servisleri, WAN, sunucu erişimi
SDSL	1.544 -2.048 Mbps	Duplex	Simetrik servisler
ADSL	1.5–9 Mbps	Aşağı	İnternet, İsmarlama video, Etkileşimli
	16–640 Kbps	Yukarı	Mülimedya, LAN erişimi,
VDSL	13–52 Mbps	Aşağı	HDTV
	1.5–2.3 Mbps	Yukarı	

2.7.1. DSL (ISDN–BRI) Sistemler

Dar bantlı veri iletişimi (ISDN–BRI) için kullanılan bakır iletkenli abone hatları DSL olarak isimlendirilmektedir. Bütün bir abone hattının şematik gösterimi Şekil 2.2.' de gösterilmiştir [1].



Şekil 2.2. Abone hattı şematik gösterimi

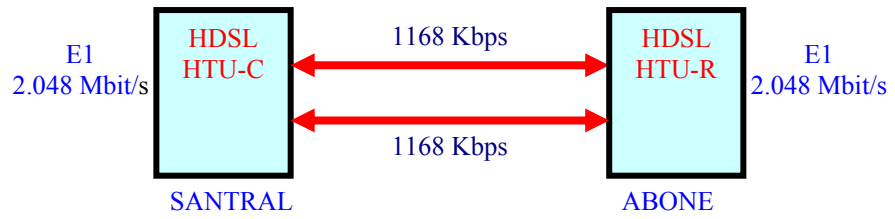
DSL hattı üzerinden verilen ISDN servisleri ile 2 adet 64 Kb/s veri kanalı ve 16 Kb/s sinyalleşme kanalı (2B+D) sağlanır. Kullanılan hat kodu 2B1Q' dur.

2.7.2. HDLS Sistemler

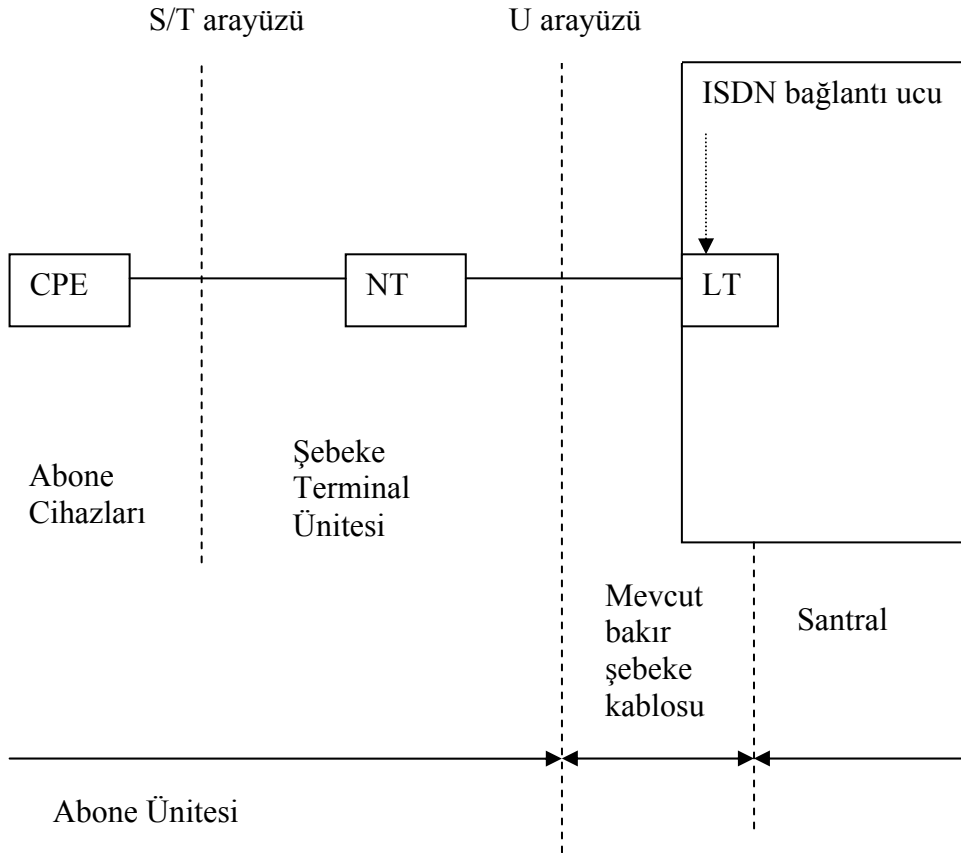
xDSL teknolojilerinin en eskisi HDSL' dir. Simetrik olarak 2 Mbit/s' e kadar simetrik bir iletim sağlayabilmektedir. HDSL basitçe, 2 adet twisted pair üzerinden T1 veya E1 hızlarında, simetrik yani her iki yönde aynı hızla veri iletmeyen daha iyi bir yoldur. Daha az bant genişliği kullanır ve repeater gerektirmez. Daha gelişmiş modülasyon teknikleri kullanarak, 1.5 MHz'den başkaca spesifik tekniklere dayanarak 80 KHz' den 240 KHz' e kadar değişen T1 (1.544 Mbps) yada E1 (2.048 Mbps) hızlarında veri iletimi yapar. HDSL; 3.5 km' lik hatlar üzerinden bu hızları gerçekleştirir ki buna; CSA (Carrier Serving Area) denir. Bunu; her biri 1/2 ya da 1/3 hızda çalışan, T1 hızı için 2 hat ve E1 hızı için 3 hat kullanarak yapar.

Günümüzde kiralık hatlar vasıtası ile GSM' de baz istasyonların birbiri arasındaki 2Mbit/s' lik bağlantılarda ve dar bantta ise mevcut bakır çiftlerden maksimum aboneye 64kbit/s' lik ses kanalının sağlanmasında sıkça kullanılmaktadır. HDSL modemler transmisyon parametreleri sınırda olan bakır devreler üzerinde bile başarılı bir şekilde çalışmaktadır [12].

HDSL sistemlerinin abone bağlantı diyagramı şematik olarak Şekil 2.3. ve Şekil 2.4.' de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. ADSL iletim yapısı

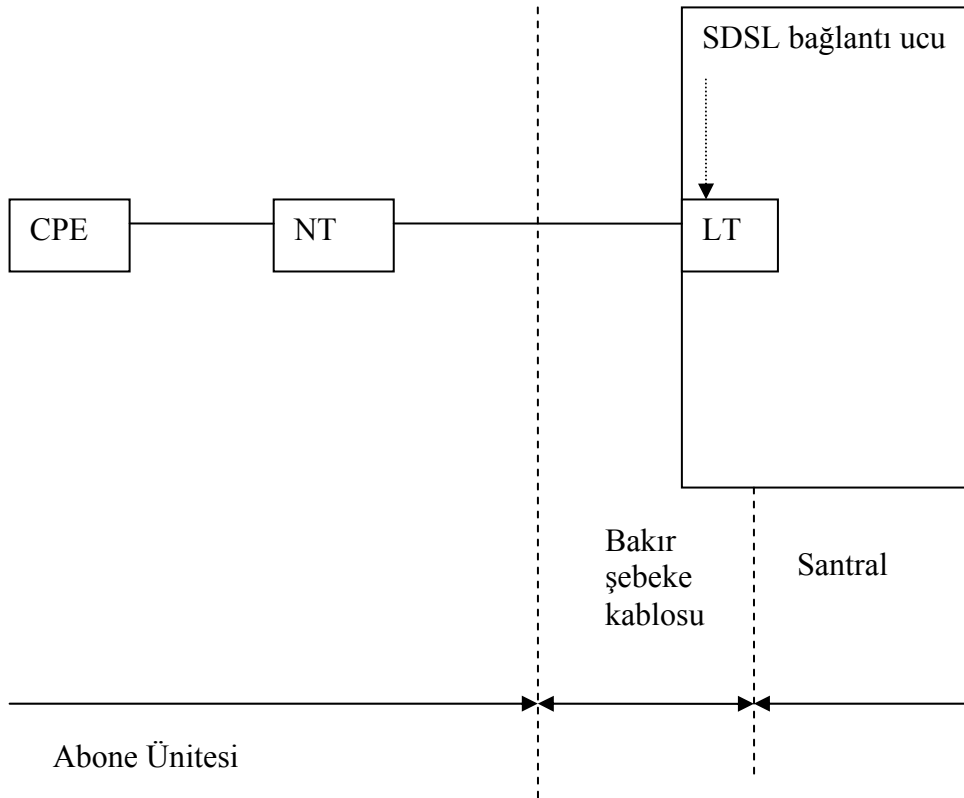


Şekil 2.4. HDSL sistemlerinin abone bağlantı diyagramı

NT ile LT arasında 2 çift kullanılırsa 2 Mb/s' lik sinyal 2 devreye bölünecek ve her bir devre 1180 Kb/s' lik veri hızında çalışacaktır. Bu durumda mesafe daha kısadır. Söz konusu uzunluğu arttırmak üzere NT ile LT arasındaki 2 Mb/s' lik sinyal 3' e bölünür ve böylece her bir devre için 784 Mb/s' lik veri hızı elde edilirken mesafede arttırılmış olur.

2.7.3 SDSL Sistemler

2 Mb/s hızındaki verilen tek bir bakır devre üzerinden 2B1Q hat kodunda çift yönlü olarak taşınmasını sağlayan sistemlerdir. Sistemin blok diyagramı Şekil 2.5.' de gösterilmektedir [1].

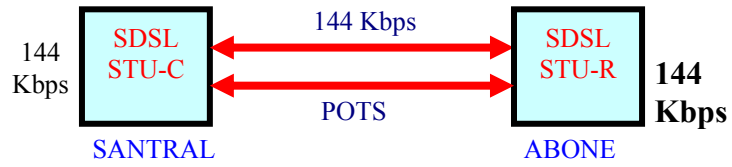


Şekil 2.5. SDSL sisteminin blok diyagramı

SDSL 2 Mb/s data aktarım hızına sahip olup genelde kiralık hatlar için kullanılır. Simetrik bir veri transferinin gerçekleşmesinde bu tür modemlere ihtiyaç duyulur.

SDSL; tek twisted pair üzerinden T1 ve E1 sinyalleri gönderen ve çoğu durumlarda tek hat üzerinden POTS ve T1/E1' i destekleyen ve HDSL' in tek hat versiyonu olan bir sistemdir. Ancak SDSL, HDSL ile kıyaslandığında tek bir telefon hattı ile tesis edilmiş ev kullanıcıları için daha uygundur [12].

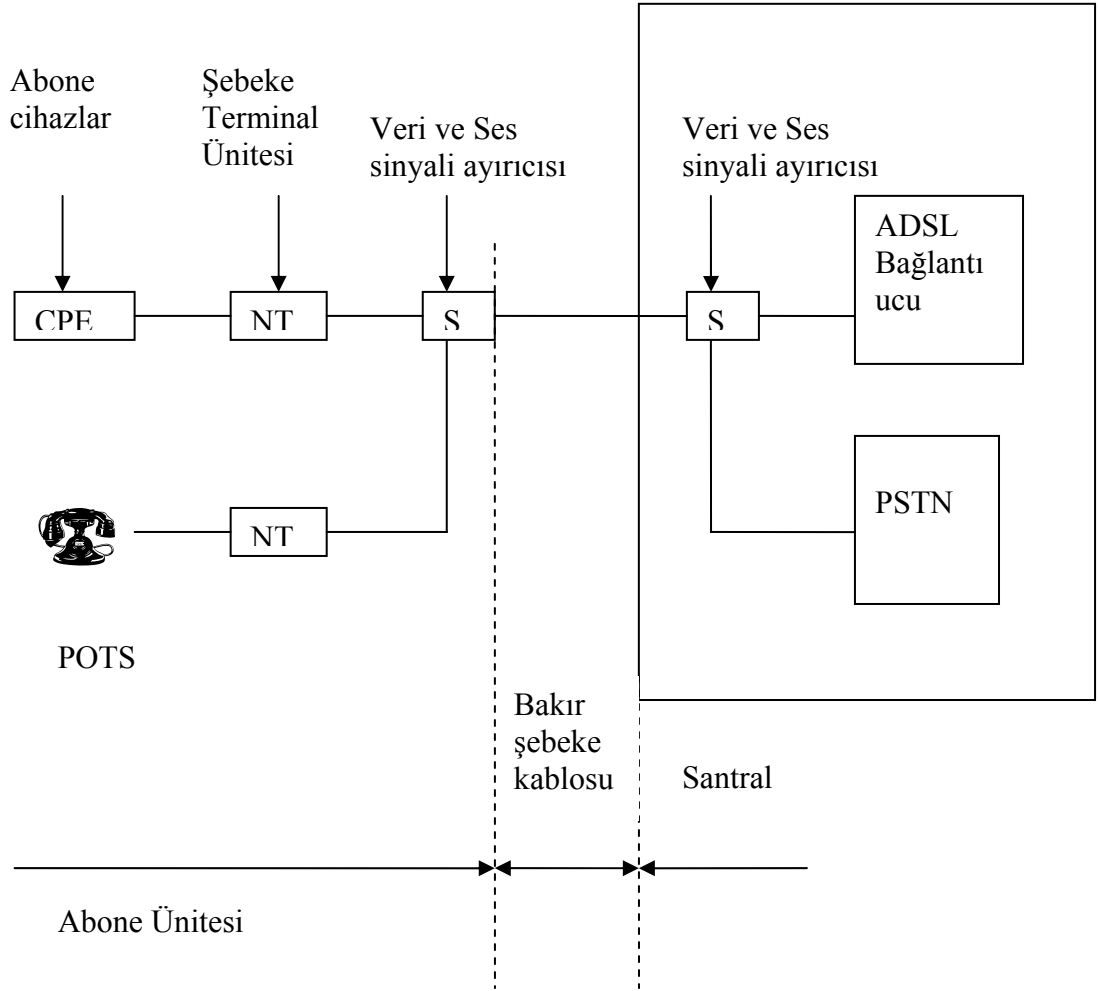
SDSL; simetrik erişim gerektiren uygulamalar için arzu edilir. Ancak SDSL 3 km' den daha öteye gidemez. Bu da ADSL' nin 6 Mbps' nin üzerindeki oranlarla ulaştığı bir mesafedir. İletim yapısı Şekil 2.6.' da verilmiştir.



Şekil 2.6. SDSL iletim Yapısı

2.7.4. ADSL sistemler

Aynı bakır devre üzerinden santralden aboneye doğru 8 Mb/s ve aboneden santrale doğru 640 Kb/s veri hızında ASİMETRİK olarak çift yönlü veri iletişimi sağlayan sistemlerdir. Bu tür sistemlerin blok diyagramı Şekil 2.7.' de verilmektedir.



Şekil 2.7. ADSL sistemi blok diyagramı

ADSL sistemleri veri ve POTS sinyallerini hem abone ünitesinde hem de santral girişinde ayırırlar. Böylece aynı hat üzerinden eş zamanlı olarak hem veri ve hem de POTS sinyallerinin taşınması mümkün olmaktadır. İnternet bağlantı sürelerinin gittikçe uzadığı dikkate alındığında mevcut sayısal santral üzerindeki veri trafiğinin ayrılmasının zamanla kaçınılmaz bir zorunluluk olacaktır. Ancak ADSL modemler kullanılarak yukarıdaki blok diyagramda da görüldüğü üzere bu ayırım gerçekleştirilmektedir. Yakın dönemde mevcut bakır kablo altyapısından yararlanmak suretiyle geniş bantlı servislerin abonelere POTS servisleri ile eşzamanlı olarak sunulabilmesi bu sistemlerin kullanımı ile mümkün olabilecektir. ADSL yalnızca veri iletimi için değil kablolu TV için de alt yapı sağlar [11].

2.7.4.1. ADSL Sistemlerinin avantajları ve dezavantajları

1. Avantajları

.Mevcut ve yaygın bir altyapı üzerinden 8 Mb/s hızına kadar erişim imkânı sağlar, Tablo 2.2.' de verilmiştir.

.Çoğul ortam hizmetleri (ısmarlama video v.s.) sunulabilir,

.Bir abone için aynı anda hem POTS ve hem de yüksek hızda veri iletimine imkân verir,

.Sürekli açık internet bağlantısı sağlar,

.Tesis süresi kısadır [1].

Tablo 2.2. ADSL' de hız mesafe ilişkisi

Mesafe	Hız
5.5 Km	1.544 Mbps (T1)
4.8 Km	2.048 Mbps (E1)
3.6 Km	6.312 Mbps (DS2)
2.7 Km	8.448 Mbps

2. Dezavantajları

.Teçhizat maliyeti oldukça yüksektir,

.Sistemin kurulması için deneyimli teknik personel gerekir,

.Radyo yayınları ile aynı frekans aralığı kullanıldığından etkilenme olabilir,

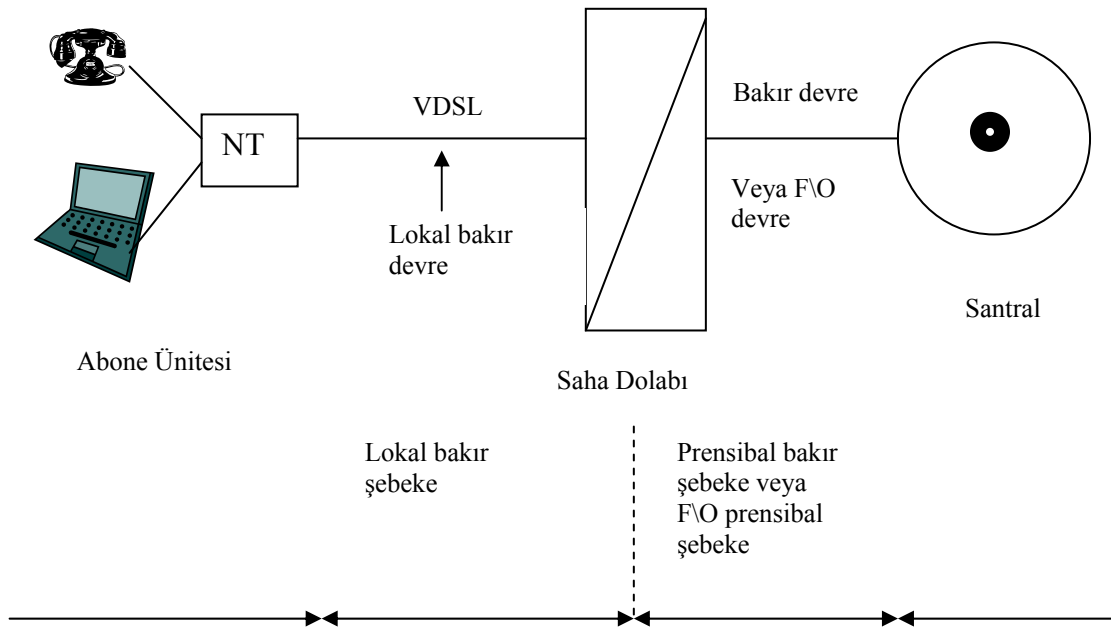
.Yüksek frekanslarda diyafoni olabilir,

.Pupin bobinli hatlarda kullanılmaz [1].

2.7.5. VDSL Sistemler

Çok geniş bantlı servislerin abonelere mevcut bakır devre üzerinden veya fiber optik şebeke üzerinden ulaştırılmasını sağlayan sistemlerdir.

Sistemin blok diyagramı Şekil 2.8.' de verilmiştir.



Şekil 2.8. VDSL sistemi blok diyagramı

Şekilde de görüldüğü gibi saha dolabı ile santral arasındaki irtibat F/O kablo ile sağlanırsa bu tür bir erişim yapısı FTTC yapısına dönüşür [1].

VDSL, klasik hatlar üzerinden çok yüksek hızlarda veri iletimi sağlayan en son ve en iddialı teknolojidir. Simetrik yapıda 20 Mbit/s üzerinde hızlar mümkün olmakta ve asimetrik olarak 52 Mbit/s hızına ulaşabilmektedir. VDSL hem kısa erişimli simetrik hem de uzun erişimli asimetrik çalışma olanağını sunabilmektedir. Yüksek kapasiteli kiralık hat ve geniş bantlı hizmetler için kullanılır.

VDSL ADSL' den daha yüksek veri hızlarında ancak daha kısa hatlar üzerinde asimetrik bir veri iletimi sağlar. Henüz VDSL için genel bir standart olmamasına rağmen, tartışmalar aşağıdaki hızlar etrafında odaklanmıştır.

Aşağı yöndeki hız oranları, 1.6 Mbps ile 2.3 Mbps arasında değişen bir sınır içindedir. T1-E1-4' ün VADSL' e karşı karar vermesinin temel nedeni VDSL' in hiçbir zaman simetrik olmayacağı düşüncesiydi. Bu arada hat uzunluğu tehlikeye atılacak ta olsa, tam simetrik bir VDSL' in oluşturulabileceği düşünülmektedir.

Birçok yönden VDSL, ADSL' den daha basittir. Daha kısa hatlar ve çok daha az iletim sınırlamaları getirmektedir. Böylece on kez daha hızlı olmasına rağmen temel alıcı verici devresi çok daha az kompleks olmaktadır. VDSL, ADSL üzerine konan birçok şartların önünü keserek sadece ATM şebeke mimarisini hedef alırken pasif şebeke sonlandırmalarına izin verir. Böylece bir kullanıcının aynı hatta birden fazla VDSL modemini bağlanmasına imkân sağlar [12].

Tablo 2.3. Bakır telin bir eşleniği üzerinden ana sayısal abone döngüsü (xDSL) teknolojileri teknik karakteristikleri

Teknoloji	En yüksek iş kapasitesi downstream/upstream	Teknik özellikler	Uygulama Alanları
ADSL	8 Mbps/768kbps	Sadece yüksek frekansın kullanıma açılması, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik	Hızlı internet erişimi
ADSL(G.lite)	1.5 Mbps/512kbps	Sadece yüksek frekansın kullanıma açılması, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik	Hızlı internet erişimi (müşterinin binası içine kolay yayılma)
SDSL	2 Mbps/2 Mbps	Tamamen kullanıma açılma, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik	Kiralık hatlar 2 Mbps
HDSL2	2 Mbps/2 Mbps	Tamamen kullanıma açılma, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik (ADSL'in götürülmesi ile uyumlu)	Kiralık hatlar 2 Mbps
VDSL	12 Mbps-52 Mbps/ 12 Mbps-52 Mbps	Tamamen kullanıma açılma, 1 bakır eşlenik daha kısa mesafede(500-800m) maksimum hız	Yüksek kapasiteli Kiralık hatlar, geniş-bant hizmetleri

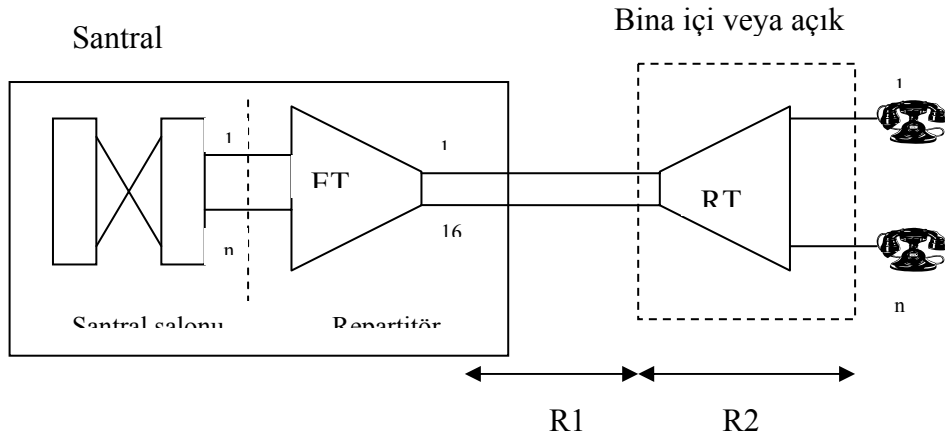
BÖLÜM 3. BAKIR KABLO ÜZERİNDEN ÇALIŞAN HAT KONSANTRATÖRLERİ

Hat konsantratörleri tanımı itibariyle çok sayıdaki aboneyi daha az sayıdaki bakır devre üzerinden bağlamak üzere kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerde hat konsantratörlerinden servis alan abonelerin tamamı aynı anda çevir sesi alamamakta olup, ancak konsantratörün jonksiyon devresi sayısı kadar abone aynı anda çevir sesi alabilmektedir [4].

Türk Telekom bünyesinde kullanılan hat konsantratörü çeşitleri: Gfeller -Telkon konsantratörleri ve Telspec modüler hat konsantratörleridir.

3.1. Gfeller-Telkon Konsantratörlerinin Tesisine Ait Genel Bilgi

GFELLER ve TELKON Konsantratörlerinin tesisine ait şematik gösterimi Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Gfeller ve telkon konsantratörlerinin tesisine ait şematik gösterimi

Tesisle ilgili transmisyon kriterleri:

	GFELLER (<u>ELD96</u>)	TELKON (<u>T73OME</u>)
a) Konsantratöre bağlanacak maksimum Abone sayısı (n)	: 96	64
b) Santral ve konsantratör (ET – RT terminaleri) arasındaki maksimum jonksiyon devre sayısı	: 16 + 1	16 + 1
c) Santral-konsantratör (terminaler) arasındaki kabloda müsaade edilen maksimum bukl direnci (R1)	: 1200 Ω	1000 Ω
d) Konsantratör-Abone arasındaki kabloda Müsaade edilen maksimum bukl direnci(R2)	: 300 Ω	500Ω
e) (Santral + Konsatratör + Abone) arasındaki Kablolarda müsaade edilen maksimum bukl Direnci (R)	: 1500Ω	1500 Ω

R1 direncinin maksimum değeri kullanılmadığı takdirde $R=R_1+R_2$ değeri (1500 Ω) aşılmamak şartıyla R2 bukl direnç limiti daha fazla seçilebilir. Ancak (R1) bukl direnç limiti kesinlikle aşılmayacaktır. Her iki tip konsantratörün aynı sayıda (16+1) jonksiyon devresine ihtiyaç göstermesi sebebiyle daha az sayıda abone bağlanacak olan TELKON (T730 ME) konsantratörleri trafiği daha yüksek olan yerlerde kullanılacaktır [4].

3.1.1. Telplus 15/6 hat konsantratörü

Telplus 15/6 hat konsantratörü 15 abone hattının 6 jonksiyon hattı (trunk) üzerinden abonelerin sıralı olarak haberleşmesine izin veren sistemdir. 6 jonksiyon devresinden 5 adedi konuşma hattı diğer 1 adedi jonksiyon hattı ise santral ünitesi ile uzak ünite arasındaki data haberleşme hattı ve uzak ünitenin besleme hattı olarak kullanılmaktadır. Telefon trafik yoğunluğu düşük olan yerlerde jonksiyon hattı 3 adede kadar düşürülebilir. Telplus 15/6 hat konsantratörü iki kısımdan oluşmaktadır. Santral ünitesi ve abone ünitesidir. Santral ünitesi santral tarafına monte edilen

merkezi ünite olarak adlandırılır. Abone ünitesi abone bağlantılarının yapıldığı (15 adet telefon bağlantısının yapıldığı) uzak ünite olarak adlandırılır. Telplus 15/6 hat konsantratörü gerektiğinde 90/16 olarak kullanılabilme imkânına sahiptir. Konsantratörün santral ünitesinde 7 ayrı kart yeri vardır. Bunların 6 tanesine 15/6' lık abone kartı, 1 tanesi de kontrol kartı monte edilerek 90/16 olarak kullanılabilir.

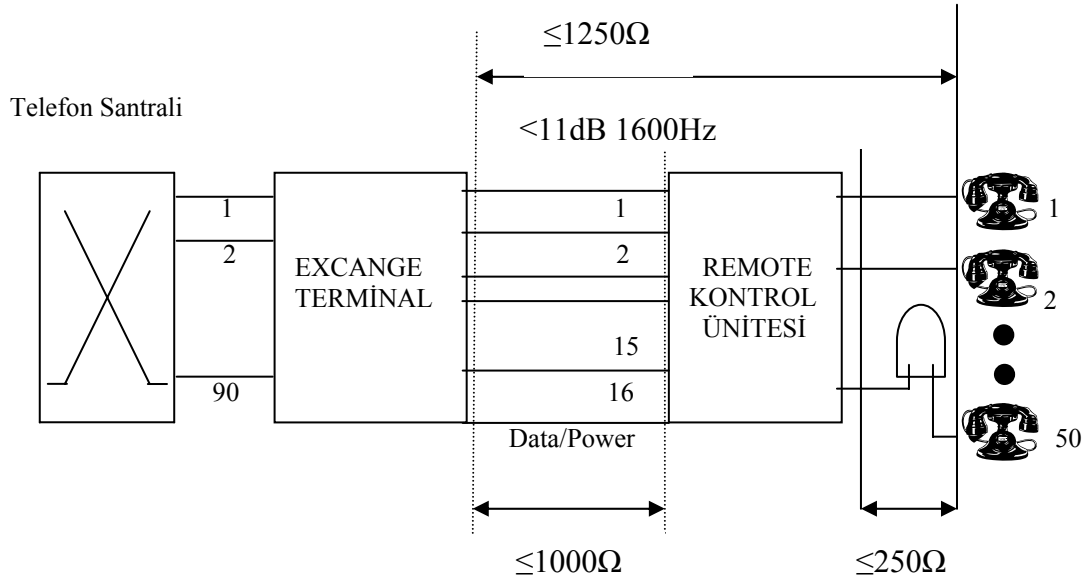
Telplus 15/6 hat konsantratörü gerektiğinde konsantratörün santral ünitesine 7 adet 15/ 6' lık abone kartı monte edilerek 15/6 olarak toplam 105 aboneye hizmet verme imkânı sağlar. Telplus 15/6 hat konsantratörün Santral ünitesi -48 V DC ile beslenir. Abone ünitesi santral ünitesinden beslenir. Santral ünitesine irtibatlandırılan 6 adet jonksiyon devresinden bir tanesi besleme ve iki ünitenin karşılıklı data haberleşmesi için ayrılmıştır.

Herhangi bir nedenden dolayı kullandığı jonksiyon perinde bir arıza olduğu zaman sistem otomatik olarak diğer sağlam bir peri kendisine tahsis eder ve haberleşmede bir kesinti oluşmaz. Telplus 15/6 hat konsantratörün abone ünitesi su sızdırmaz dış etkenlere karşı korumalı bir kılıf içerisindedir. Menholde ve direk üzerine kolayca monte edilebilir. Gerektiğinde abone ünitesi toprağa da gömülebilir. Santral ünitesinde bağlantı kolaylığı sağlamak amacıyla krone dizilerinden oluşan krone bağlantı paneli mevcuttur. Bu panel tüm bağlantıların kolayca yapılması sağlanmaktadır. Telplus 15/6 hat konsantratörü her 20 dakikada bir kendini test ederek gerek jonksiyon kablosunda gerekse abone devreleri ile ilgili tüm hataların; acil ve acil olmayan tüm alarmların konsantratörünü santral tarafındaki santral ünitesinin ön yüzündeki kontrol panelinden izlenmesini sağlar. Telplus 15/6 hat konsantratörünün santral ünitesi ile abone ünitesi arasındaki maksimum çevrim direnci (bukl) 100 ohm' dır. Abone ünitesi ile abone arasındaki çevrim direnci 250 ohm' dır. Telekomünikasyon şebekemizde kullanılan iletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılacak transmisyon limitleri Tablo 3.1.' de çıkarılmıştır [4].

Tablo 3.1. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir transmisyon limitleri

İletken Çapları (mm)	Transmisyon Mesafesi (km)
0.4	4
0.5	5
0.6	6.4
0.9	8

3.1.2. Telplus 90/16 hat konsantratörü



Şekil 3.2. TELPLUS 90/16 planlama sınırları

Telplus 90/16 hat konsantratörü 90 telefon abonesinin 16 jonksiyon üzerinden abonelerin sıralaşmalı olarak haberleşmesine izin veren sistemdir. Sistemin kullanıldığı 16 jonksiyondan 1 adedi enerji transferi ve iki karışıklı sistemin data haberleşmesi için kullanılır. Trafik yoğunluğuna bağlı olarak gerekirse jonksiyon adedi düşürülebilir. Sistemin tüm teknik özellikleri 15/6 Hat Konsantratörleri ile aynıdır. Telekomünikasyon şebekemizde kullanılan iletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir transmisyon limitleri Tablo 3.2.' de çıkarılmıştır.

Tablo 3.2. İletken çaplarına bağlı olarak hat konsantratörünün kullanılabilir transmisyon limitleri

İletken Çapları (mm)	Transmisyon Mesafesi (km)
0.4	4
0.5	5
0.6	6.4
0.9	8

Sistemin beslenmesi santral tarafı -48V DC, uzak ünite beslemesi santral tarafından beslenmekte bunun için 1 adet jonksiyon hattı kullanılmaktadır. Bir sistem 6 adet 15/6 EU ünitesi, 1 adet kontrol ünitesi, 6 adet RU ünitesi ve 1 adet RCU ünitesinden oluşmaktadır. Telplus 90/16 hat konsantratörünün santral ünitesi ile abone ünitesi arasındaki maksimum çevrim direnci (bukl) 1000 ohm' dır. Abone ünitesi ile abone arasındaki çevrim direnci 250 ohm' dır. 90/16' lık hat konsantratörlerinin planlama sınırları Şekil 3.2' de şematik olarak gösterilmiştir [4].

3.2. Sayısal Hat Çoklayıcıları

Sayısal hat çoklayıcılar 2-4-10-11 abonenin tek bir bakır devre üzerinden aynı anda servis alabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmış sistemlerdir. Bu sistemlerde tek bir bakır devreye bağlı abonelerin tamamı aynı anda çevir sesi alabilmekte olup, herhangi bir konsantrasyon işlemi söz konusu değildir [4].

Türk Telekom bünyesinde kullanılan sayısal hat çoklayıcı sistemleri: Karel PCM 11 hat çoklayıcıları ve Telplus-10T hat çoklayıcılarıdır.

3.2.1. Karel – PCM11 hat çoklayıcıları

PCM11 sistemi Santral Ünitesi (EU) ve Abone Ünite (RU) olmak üzere iki ana kısımdan oluşur [5]. PCM11 sistemi HDSL teknolojisi ile bir per üzerinden aynı anda 11 aboneye hizmet verebilir. Tüm aboneler birbirlerini etkilemeksizin aynı anda bağlanabilir. Sistem HDSL kodlama tekniğiyle aboneyle santral arasında tamamen çift yönlü 64kbit/s' lik bir kanal oluşturmaktadır. Sistemin santral ünitesi santral' dan

alınan -48 V DC ile beslenir. Abone ünitesi ise HDSL hat üzerinden beslenir. Beslenme voltajı 320 V DC (a-b arası) olup a-toprak ve b-toprak arası besleme voltajı ± 160 V' tur. HDSL hattında çalışma yapılırken personel emniyetini sağlamak üzere sistemde gerekli koruyucu tedbirler alınmıştır. Sistem üzerinden çalışan aboneler fax-modem haberleşmesi yapabilir (grup 3 veya yukarısı). Ankesörlü telefon makinesi hattı çalıştırılabilir, 28,8 kb/s modem bağlantısı yapılabilir, PCM11 hattı üzerinden internet bağlantısı yapabilir, lokal şebekesinin dijital hale dönüşmesi nedeniyle görüşmelerin dinlenmesi veya kaçak olarak görüşme yapılması engellenmektedir. Her abone hattı tamamen bağımsız ve güvenlidir.

Sistem her türlü santral ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Sistemin EU ünitesine modem aracılığıyla uzaktan erişim imkânı ile sistem üzerindeki alarmların alınması mümkün olmaktadır. Bu sistemlerin abone ünitesinden sonraki abone devrelerinin her türlü mekanik kablo testleri (kısa devre, kopuk, atak v.s) merkezdeki muayene masası üzerinden yapılamamaktadır. Bu testler sahada yapılmak zorundadır.

Sistem 77 abone kapasitesine sahiptir. Abone üniteleri dağınık olarak yerleştirilebildiğinden modüler bir tesis yapısına sahiptir. Telekomünikasyon şebekemizde kullanılan iletken çaplarına bağlı olarak hat çoklayıcısı HDSL hattı için kullanılacak transmisyon limitleri Tablo 3.3.' de çıkarılmıştır. Abone ünitesi (RU) ile telefon makinası arasındaki loop direnci minimum 250 Ω ' dur (0.4 mm iletkenin kilometrik loop direnci 280 Ω /km) [4].

Tablo 3.3. İletken çaplarına bağlı olarak hat çoklayıcısı HDSL hattı için kullanılacak transmisyon Limitleri

İletken Çapları (mm)	Transmisyon Mesafesi(km)
0.4	2.8
0.5	3.5
0.6	5
0.9	8

PCM11 hat çoklayıcılar çıplak bakır hat üzerinden empedans uyumsuzluğu nedeniyle çalışmamaktadır. Sistemin abone ünitesi duvara ve direğe monte edilebilmektedir. Ancak menhole monte edilememektedir.

3.2.2. TELPLUS – 10T sayısal hat çoklayıcıları

Telplus 10T, HDSL teknolojisi kullanarak tek bir per üzerinden 10 aboneye, Telplus 10i ise SDSL teknolojisi kullanarak 10 analog ve 1 ISDN (Basic access) aboneye hizmet veren dijital Hat Çoklayıcı Sistemidir. Telplus 10T santralde bulunan bir adet Santral Ünitesi (Exchange Unit–SU) kartı ile aboneye yakın bir yere kurulan Abone Ünitesi'nden (Remote Unit–AU) oluşur [6].

Sistem normal analog bakır devrelerin sağlamış olduğu standart DP ve MF telefon servisi, Gup3 ve yukarısı faks servisi, 28.8 Kb/s modem, 12 KHZ ankesör servis hizmetlerini verebilmektedir.

Sistemler santral tipi ve versiyonundan bağımsız olup, her türlü santrale irtibatlandırılabilir. Sayısal hat çoklayıcı sistemlerinin abone üniteleri modüler yapıda olup lokal şebeke sahasında dağınık olarak yerleştirilebilir.

Sayısal hat çoklayıcı sistemler A model ve B model olarak iki ayrı montaj konfigürasyonunda tesis edilebilmektedir. A Model sistem: Tek çekmeceli sistem, B Model sistem: Çok çekmeceli sistem (7 çekmece).

Aynı santral sahasında 5–6 çekmecelik sistemlere ihtiyaç duyulduğunda B model sistem kullanılacaktır. Keza aynı santral sahasında 1 veya 2 çekmecelik sistem ihtiyacı olduğu takdirde A model sistem talep edilecektir. Herhangi bir merkezde daha önce B model sistem kurulmuşsa ve bati üzerinde yer varsa aynı batiye ilaveten A model sistemler monte edilecektir. A model sistem 70 abone kapasitesine sahiptir. B model sistem ise 490 abone kapasitesine sahiptir. Her iki model hat çoklayıcıları modüler yapıdadır (yani abone üniteleri dağınık olarak yerleştirilebildiği gibi aynı yere de kurulabilir).

Sayısal hat çoklayıcı sistemin EU ve RU üniteleri bir HDSL hattı ile bağlanır. HDSL hattı bir bakır devre (a/b)' dir. Her bir HDSL hattı bir abone ünitesini beslemektedir. Sistemler bir bakır devre üzerinden 10 adet yeni devre sağlayarak çoklama yapmaktadır (örneğin 20 perlik bir kablonun 5 peri bu sisteme bağlanırsa ($5*10=50$) kablo kapasitesi 65 per olabilecektir).

Sayısal hat çoklayıcısının merkezi ünitesi -48 VDC beslemeli olup, abone üniteleri enerjisi merkezden temin edilmektedir. Dolayısıyla abone ünitelerinin kurulacağı mahallelerde enerji temini problemi olmayacaktır. Besleme için ayrı bir hatta ihtiyaç bulunmamakta olup, hem haberleşme hem de uzak besleme aynı jonksiyon trunk hattından yapılmaktadır.

Sistemin merkezi ünite ile abone ünitesi arasındaki HDSL devresinde 784 kb/s' lik digital ara bağlantı mevcuttur. Her bir abone için abone ile santral arasında 64 kb/s' lik bir kanal oluşturulmuştur.

Telplus – 10T hat çoklayıcının kablo iletken çapına göre transmisyon limitleri Tablo 3.4.' de verilmiştir [4].

Tablo 3.4. Kablo iletken çapına göre transmisyon limitleri

İletken Çapları (mm)	Transmisyon Mesafesi (km)
0.4	2.8
0.5	3.5
0.6	5
0.9	8

Abone ünitesi ile telefon makinesi arasındaki loop direnci minimum 250Ω ' dır (0.4 mm iletkenin kilo metrik loop direnci $280 \Omega/\text{km}$). HDSL hattında abone ünitesi besleme gerilimi a/b arası 300 V DC (a toprak b toprak arası ± 150 V DC) besleme akımı maksimum 55 mA' dır. HDSL hattında çalışma yapılırken personel emniyetini sağlamak üzere sistemde gerekli koruyucu tedbirler alınmıştır. Sistemin HDSL hattı giriş ve çıkışları 350 V' luk fail-safe olmayan tipte, abone ünitesi çıkışları ise 230 V' luk üç kutuplu fail-safe tipte paratonerlerle donatılmıştır. Dolayısıyla sistemin

merkezi ünitesinin repartitör çıkışlarında ayrıca bir paratoner kullanılmasına ihtiyaç yoktur. Paratoner gerektiğinde kolayca değiştirilme yapılabilecek şekilde kartlar üzerine soketli olarak monte edilmişlerdir. Sistemlerin abone ve merkezi ünitelerinde paratonerler monteli olduğu için her iki üniteye mutlaka topraklama yapılması gerekmektedir. Toprak irtibatı olmaksızın sayısal hat çoklayıcı sistemi tesis edilmeyecektir. Yönetim sistemi sayısal hat çoklayıcısının bakım ve işletmesi ile ilgili her türlü fonksiyonu yerine getirebilecek şekilde dizayn edilmiş olup, bu sistem ayrıca tesis edilmelidir. Sayısal hat çoklayıcı sistemleri çıplak bakır hatlar üzerinden sadece özel empedans uygunlaştırıcı devreler kullanılarak çalıştırılabilir. 1+10 oranında çoklama yapan sayısal hat çoklayıcı sistemlerin 1+4 oranında çoklama yapabilen tiplerde bulunmakta olup, ihtiyaç duyulan bazı yerlerde bu tip çoklayıcılarda kullanılabilir. Aynı çekmece içerisine hem 1+10 kartı hem de 1+4 kartı birlikte monte edilebilmekte ve sistem kombine olarak kullanılabilir. Sistemin çalışma sıcaklıkları:

	<u>Merkezi Ünite</u>	<u>Abone Ünitesi</u>
Çalışma sıcaklığı :	-5 ile +45 *C	-35 ile +60 *C
Nispi nem :	Max. % 85	Max. % 95

HDSL hatları mümkün olduğunca aynı kablo içerisinde seçilmeyecektir. Sayısal hat çoklayıcısının trunk hatları repetör kullanılarak uzatılabilir. Birlikte ancak repetör temin edildiğinde bu tür kullanım imkânı doğmaktadır.

Sayısal hat çoklayıcısının merkezi ünitesinin tesisi repartitörün uygun bir yerine kurulacak 19 inçlik bir bati üzerine yapılacaktır. Bir bati 5–6 çekmece alabilecek yapıdadır. Sayısal hat çoklayıcı sistemlerin abone üniteleri: duvara ve direğe monte edilebilen tip, menhole monte edilebilen tip olmak üzere 2 tiptir.

Bu tiplerden duvara ve direğe monte edilebilecek şekilde dizayn edilmiş olanlar yağmur, kar, UV ışınları gibi her türlü atmosfer şartlarına dayanabilecek yapıdadır. Menhole monte edilebilen tip sadece menhollere monte edilmesi zaruri olan durumlar için kullanılacaktır [4].

BÖLÜM 4. FİBER ERİŞİM SİSTEMLERİ

Erişim Şebekesi telekom şebekesinin önemli bileşenlerinden biridir ve tek başına telekom şebekesine yapılan toplam yatırımın yüzde 60' lık bölümünü oluşturmaktadır. Abone sayısında yaşanan hızlı artış ve servis gereklilikleri nedeniyle ve teknik gelişmeler ile optik iletişim ve sayısal anahtarlama tekniklerinin belli bir olgunluğa erişmesi sayesinde Erişim şebekelerinde kullanılmak üzere birçok teknoloji geliştirilmiş ve 1980' li yıllardan bu yana da büyük ölçekli kullanıma müsait olarak Optik Erişim Şebekeleri üretilmeye başlanmıştır. Geleneksel bakır telli erişim şebekeleri yerlerini giderek optik erişim şebekelerine bırakmaktadır. POTS (geleneksel Telefon Hizmet Şebekesi), ISDN (Entegre Servisler Sayısal Şebekesi) ve geleneksel kiralık hat servislerinin hizmet kalitesinin yükseltilmesinden sonraki zaman içerisinde telekom operatörlerinin zihnini kurcalayan iki önemli soru gündeme gelmiştir: Optik Erişim Şebekelerinin geniş bant servisleri nasıl karşılayacağı ve Yeni Nesil Şebekelere (NGN) nasıl geçileceği [8].

Telefon ve data iletişimi bakır kablolar üzerinden yapılıyor ancak, bakır kablolar üzerinde oluşan kayıplardan dolayı ses ve data iletimi ancak belli bir mesafeye kadar yapılabilir. Bu mesafe ise 3 km civarında. Yani santralden 3 km' den daha uzağa gittiğinizde ses ve data iletimini sağlayamıyorsunuz. Bu sorunu gidermenin iki yöntemi var:

Birinci yöntem; santralden 3 km uzakta bir bölgeden talep geldiğinde, talebi bekletmek ve araya santral kurmak. Ancak, bu çözüm hem maliyet açısından hem de talebin anında karşılanamaması nedeniyle müşteri memnuniyeti ilkesi açısından uygun bir yöntem değil.

İkinci yöntem ise; böyle bir talep geldiğinde talep bölgesine bir kutu yerleştirilerek kullanıcının ev veya işyerinden bakır kablo ile bu kutuya erişmek, oradan da

Telekom santraline kadar fiber optik kablo ile bağlanmak. Neden fiber optik kablo? Çünkü fiber optik kablonun maliyeti az, iletişimde kayıplar yaşanmıyor ve haberleşme kalitesi çok yüksek. Üstelik bakır kablo ile 3 km olan ses ve data iletim mesafesi bu sistem ile 30 km' ye kadar çıkıyor.

Tüm bu nedenlerden dolayı Türk Telekom kısaca FES diye tanımladığımız Fiber Erişim Sistemini devreye sokmak amacıyla bir proje başlattı. FES, santralden itibaren 30 km yarıçaplı bir alanda ses ve diğer analog sistemlerin yanında DSL, ISDN gibi geniş bantlı hizmetlerin de taşınmasını sağlayan, fiber/bakır iletim ortamı üzerinden çalışan, modüler bir erişim sitemi [10].

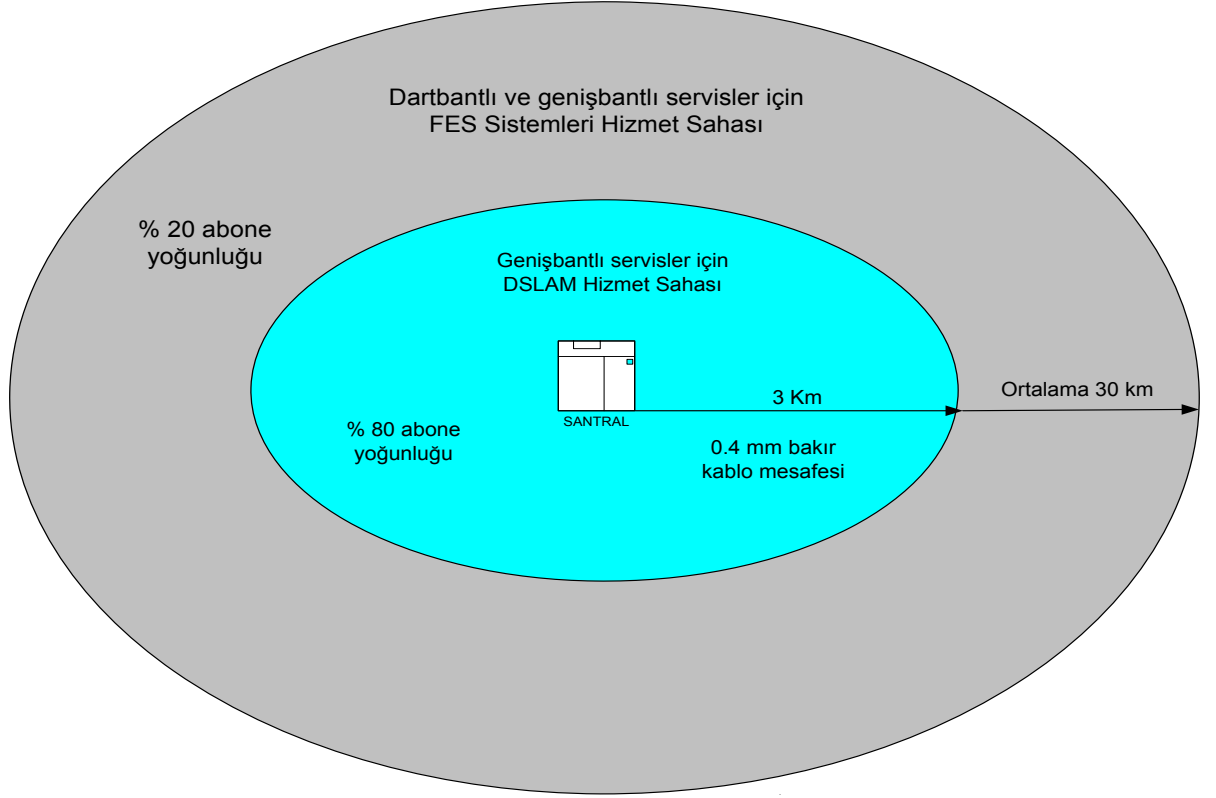
Erişim Şebekesi kavramı ITU-T tarafından ortaya atılmış bir kavramdır ve Optik Erişim Şebekesi bu kavrama dayalı olarak yaratılmıştır. Erişim Şebekelerinin gelişimi üç evreden oluşmaktadır. Erişim Şebekeleri başlangıçta, modüllerini uzak noktalarda bulunan abonelere optik kablolar üzerinden ulaştırmak isteyen PSTN operatörleri tarafından kullanılmaktadır. Bu sayede, geleneksel ses servisinin TDM anahtarlama teknolojisine dayalı olarak verilebilmesi mümkün olmaktadır. Servis Noktası (SN) bir PSTN anahtarıdır ve servis şebekesi arayüzü de (SNI) dahili bir özel protokol ara yüzüdür. Kullanıcı şebeke ara yüzü (UNI) ise POTS ara yüzüdür. Harici PDH (Yarı Eş Zamanlı Sayısal Hiyerarşi) aktarımı, SDH (Eş Zamanlı Sayısal Hiyerarşi) aktarımı, veya standart olmayan entegre aktarım şebekelendirmesinde (networking) kullanılmaktadır. Bu çeşit bir optik Erişim Şebekesi sayesinde ses servislerinin kapsamı genişletilebilmektedir. Optik Erişim Şebekesi geleneksel bakır telin yerine optik fiber kabloyu getirerek kanal sayısının yetersiz oluşu veya kötü hat kalitesi vb gibi hat besleme problemlerine çözüm getirmektedir. Bu sayede loop yapılandırılması ve bakımı için gerekli maliyet azaltılmış olsaydı da sınırlı erişim servisi sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra, Erişim Şebekesi' in PTSN anahtarlama dayalı olmasından ötürü ve SNI ile UNI' nin sınırlı olması nedeniyle erişim pazarı açık bir pazar değildir. Çok ve birden fazla servise duyulan gereksinim V5 entegreli erişim şebekesinin (bundan sonra V5 Erişim Şebekesi olarak anılacaktır) yoğun şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Geleneksel ses erişimine ek olarak V5 Erişim Şebekesi, V.35, V.24 vb gibi dar bant veri erişimi de sağlamaktadır. V5 ara yüzünün açık ve standartlaştırılmış bir SNI olması nedeniyle

üreticiler arasında rekabet artmakta ve servis provizyonu ile servis erişiminin birbirinden ayrılması sayesinde daha önceki yatırımlar korunabilmektedir. Örneğin, yeni servis provizyonu için Erişim Şebekesi' in terfi edilmesine ihtiyaç bulunmamaktadır; Bu anahtarın terfi edilmesiyle kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Gömülü aktarım (built-in transmission) sistemin entegrasyon yeteneğini artırırken bakım maliyetini azaltmakta ve şebekeyi daha fizibil hale getirmektedir. xDSL gibi geniş bant servis ara yüzleri bulunmadığından ötürü V5 Erişim Şebekesi sadece bir dar bant entegre erişim şebekesidir. IP ve geniş bant servislerindeki hızlı artışla birlikte Erişim Şebekesi' nin hem geniş bant hem de dar bant servislerin ihtiyacını karşılayacak şekilde geliştirilmesi gereksinimi doğmuştur. Bu nedenle, yakınsanmış (converged) bir Erişim Şebekesi geliştirilmiştir. Bu şebeke, TDM/Paket ses, geniş bant veri ve dar bant veri sağlayan birleştirilmiş bir platforma dayanmaktadır. Çok servisli aktarım platformunu (MSTP) entegre servisler için aktarım yöntemi olarak kullanan yakınsanmış Erişim Şebekesi, V5 Erişim Şebekesi'ne kıyasla çok daha fazla SNI ve UNI sağlayarak, aralarında ses ve veri olmak üzere tam servis erişimi sunabilmektedir. Yakınsanmış Erişim Şebekesi son yıllarda giderek daha da fazla popüler hale gelmektedir [8].

4.1. Fiber Erişim Sistemleri (FES) Kullanım ve Tesis Kriterleri

4.1.1. Sistemlerin kullanımı ile ilgili genel açıklamalar

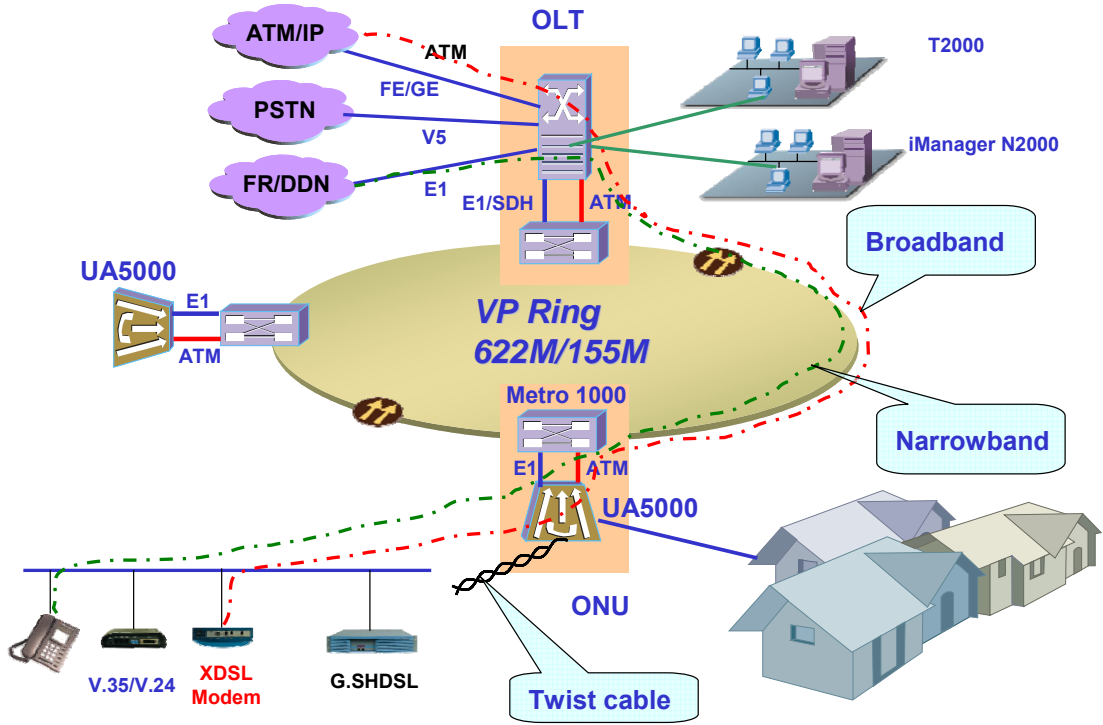
1. FES sistemleri öncelikle gelişmekte olan şehir banliyölerinde ayrı bir santral kurulması için arsa ve bina bulunamaması nedeniyle santral kurulma imkânı olmayan yerlerde kurulur. Ayrıca yeraltı güzergâhının sıkışık olduğu ve yeraltı şebeke tesisinin yakın dönemde çeşitli nedenlerle mümkün olmadığı merkezi santral sahalarında geniş bantlı (ADSL/G.SHDSL) ve dar bantlı (klasik telefon, ISDN) servis hizmetlerinin biran önce verilebilmesi için gene tercih nedenidir. Merkezi sahalarda büyük iş merkezleri, oteller, üniversite kampüsleri, v.b. toplu taleplerin karşılanabilmesi amacıyla kullanılabilir. Bakır kablo transmisyon limitleri dışında kalan sahalarda yüksek hızlı DSL taleplerinin karşılanamadığı yerlerde FES sisteminin kullanılması ideal bir çözümdür.



Not : FES sistemleri gerektiğinde 3 km'lik saha içerisinde de kullanılabilecektir.

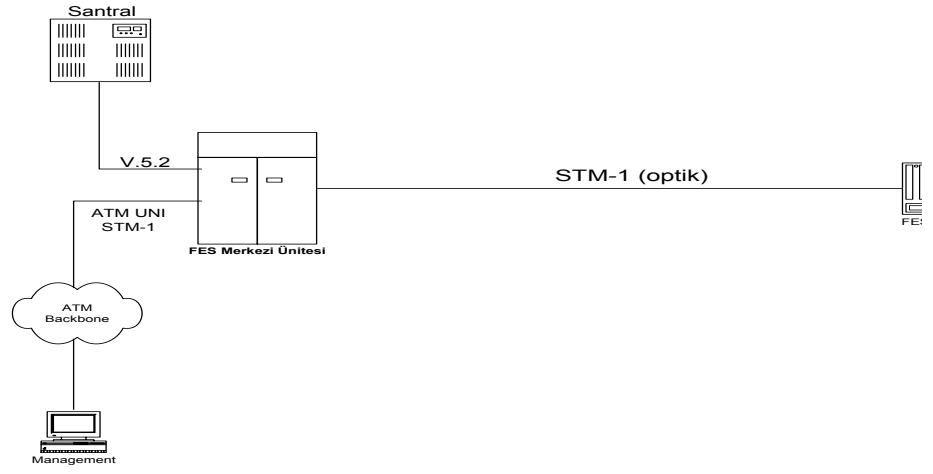
şekil 4.1. FES sistemleri hizmet sahası

2. Söz konusu sistemler telefon, ankesör, ISDN BRI, analog leased line taleplerinin yanı sıra ADSL ve G.SHDSL gibi geniş bantlı abone taleplerini de karşılama özelliğine sahip oldukları için bu tür ihtiyağların olabileceği her yerde kullanılabilecektir. Çünkü FES dar bant ve geniş bantı bir arada kullanabilme imkânı sağlamaktadır [13]. Söz konusu servisler aynı şelften sadece ihtiyaça göre kart takılarak verilebilmektedir (şekil 4.2.).

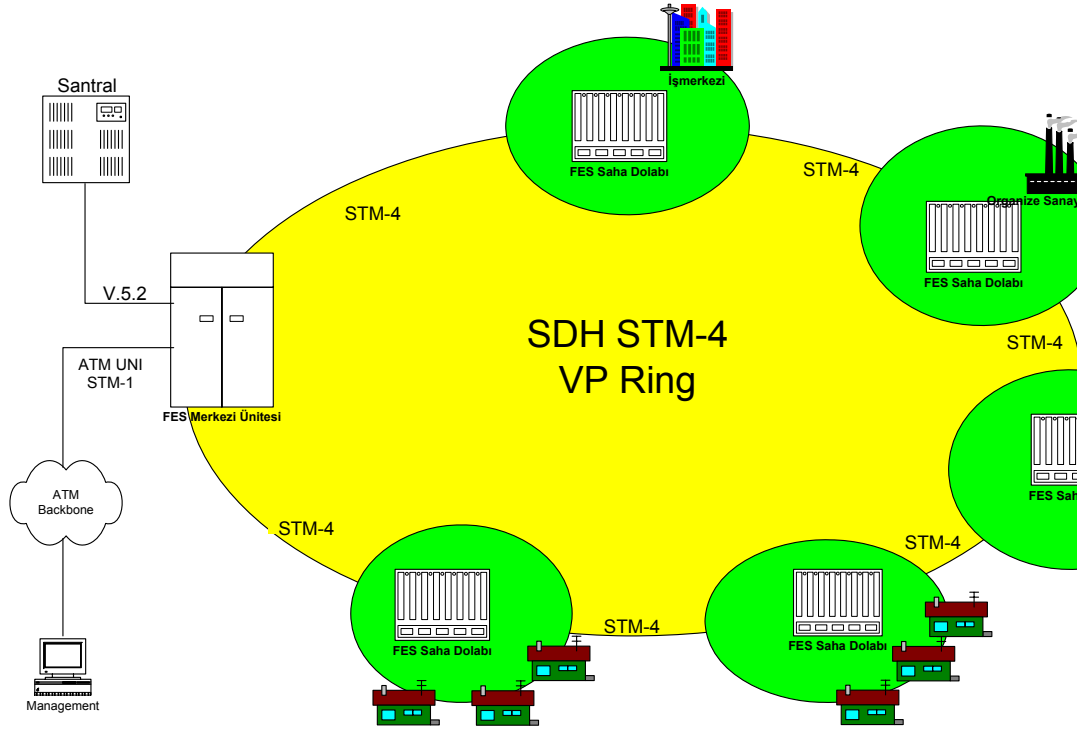


Şekil 4.2. Genişbant ve darbandın bir arada kullanılması

3. Sistem mevcut Fiber Erişim Sistemleri (Access-Mux.) gibi bir merkezi ünite ve ona bağlı abone ünitesi şeklinde çalışabilmekle beraber, bir merkezi üniteye birden çok abone ünitesi bağlanarak halka topolojisinde de çalışabilmektedir. Mesela Ankara' nın Ulus Santral salonuna bir merkezi ünite ve bu merkezi üniteye bağlı Ankara' nın çeşitli santral merkezlerine veya şebekedeki muhtelif yerlere abone üniteleri yerleştirilerek halka oluşturulabilmektedir.

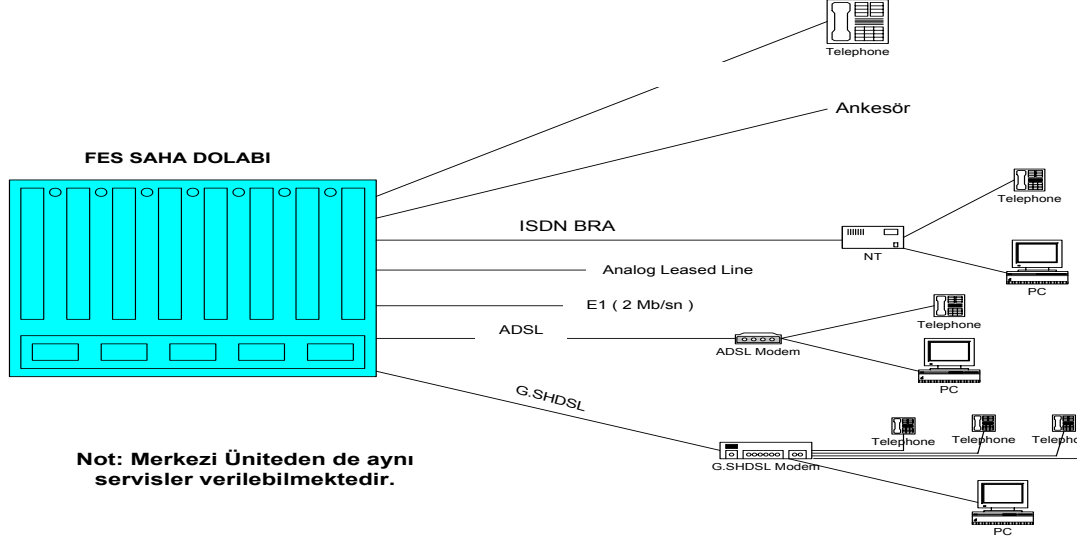


Şekil 4.3. FES sistemi noktadan noktaya şematik gösterimi



Şekil 4.4. FES sistemi halka topolojisi şematik gösterimi

4. Abone Ünitesinden verilen servisler aynı zamanda sistemin merkezi ünitesinden de verilebilmektedir.



Şekil 4.5. FES sistemi üzerinden verilen servisler

5. Sistemin dahili abone ünitesi DSLAM gibi bakır kablo üzerinden yüksek kapasitede geniş bantlı servisler verme özelliğine sahip olduğundan dolayı, henüz DSLAM kurulmamış santral merkezlerinde söz konusu abone ünitesini santral merkezine yerleştirerek mevcut bakır şebeke üzerinden lokal şebekedeki DSL talepleri karşılanabilecektir.

6. Saha dolabı şeklindeki Abone Üniteleri harici ve dahili olmak üzere iki tipte olup, lokal 220 Volt A.C. beslemelidir. Harici saha dolapları küçük, orta ve büyük kapasiteli olmak üzere üç tiptir. Küçük kapasiteli harici saha dolabı duvara ve direğe monte edilebilmektedir. Dahili saha dolapları da küçük, orta ve büyük kapasiteli olmak üzere üç tiptir.

7. Sistem halka topolojisinde de çalışabilme özelliğinde olduğundan dolayı, ünitenizce planlama yapılırken birden fazla merkezde bu sisteme ihtiyaç olması halinde tek bir merkezi ünite ve ona bağlı abone üniteleri olacak şekilde halka yapılabilir. Daha sonra bu halkanın kapasitesine bağlı olarak ilave abone üniteleri

eklenebilmektedir. Böylece ekonomik ve güvenli bir şebekenin tek bir merkezden kontrol edilme imkânına sahip olunabilir. Bu gibi merkezi ünitelerin yerleştirilmesi için POP noktaları olan santral merkezlerinin tercihi daha uygun olacaktır. Noktadan noktaya uygulamalarda eğer merkezi ünitenin yerleştirildiği santral merkezi POP noktası değilse bu durumda DSL hizmetleri için POP noktasının olduğu merkeze ulaşmak için mevcut transmisyon altyapısı kullanılmalıdır. Özellikle büyük şehirlerde birkaç santrali içine alabilen Fiber Erişim Sistemi halkaları oluşturmak üzere planlamalar yapılmalıdır. Böyle bir halkada STM-4 hızında bir transmisyon sağlanabilir. STM-4 içerisindeki her bir STM-1' e 16 adet abone ünitesi bağlanabilmektedir. Bu sayı 2. bir STM-1'in kullanımı ile 32' ye çıkabilir.

8. Sistem genel olarak aşağıdaki temel teknik özelliklere sahiptir.

a) Klasik telefon servisi için sistemin santral bağlantısı V.5.2 interface' si ile yapılmakta olup; a/b bağlantısını desteklememektedir (Mevcut Access-Mux. sistemleri a/b bağlantılı olup, her türlü santral ile bağlanabilmektedir). Bundan dolayı sistem sadece V.5.2 protokolünü destekleyen santrallere bağlanabilmektedir. Ülke genelindeki tüm santral altyapısının V.5.2 bağlantısını destekleyecek konuma getirilmiştir.

b) Merkezi ünite ile abone ünitesi arasındaki bağlantı ortamı 2 fiber damardır.

c) Sistemin merkezi ünitesi tamamıyla santralden beslemeli (-48 V D.C.) olup, ilave besleme ünitesine ihtiyaç bulunmamaktadır.

d) Sistemin harici abone ünitesi beslemesi 220 Volt AC' dir (Access-Mux. uygulamasında olduğu gibi TEAŞ aboneliği gerekir). Ancak şehir şebekesinde meydana gelebilecek enerji kesilmelerine karşı sistem tam yükte en az 8 saat besleme yapabilecek şekilde akülerle donatılmıştır.

e) Harici ve Dahili abone ünitesinden sonraki dağıtım bakır iletkenli kablo ile yapılmakta olup, 0.4 mm' lik kablo ile ortalama 3 km yarıçaplı bir lokal dağıtım

sahası oluşturulabilecektir. Bununla birlikte daha yüksek kesitli kablolarda bu mesafe daha uzundur.

f) Merkezi ünite ile abone ünitesi arası fiber olduğundan sistem yarıçapı 30–40 km'lik bir mesafeye kadar kullanılabilir.

g) Merkezi Ünite ile Abone Ünitesi arasındaki transmisyon, optik olarak STM-1(155Mb/sn), ve STM-4(622 Mb/sn) hızlarını desteklemektedir. Sistem noktadan noktaya topolojide çalışacaksa transmisyon için optik STM-1, yoğun DSL abonelerinin çalışacağı halka topolojide çalışacaksa transmisyon için optik STM-4 tercih edilmelidir.

h) Sistemin ATM Switch bağlantıları; optik olarak STM-1 (155Mb/s), FE(100 Mb/sn), Gigabit Ethernet ve elektriksel IMA (8 x 2Mb/s), FE (10/100 Mb/sn), E3 (34Mb/s)' dür. Söz konusu bağlantılar tercih edilirken sistem üzerinden çalışacak DSL aboneleri yoğunluğu, ileride gelebilecek abone talepleri ve ATM Switch' deki mevcut interfaceler dikkate alınarak tercih yapılmalıdır.

9- Yönetim Sistemi İle İlgili Hususlar

a) Sistemin uzaktan konfigürasyonu, kontrolü, gerçek zaman alarm ve performans izlenmesi Yönetim sistemi ile yapılabilir. Yönetim sistemi; her bir sisteme yüklenen Element Yönetim sistemi ile merkezi bir yerden birçok sistemin kontrolünü sağlayan Genel Yönetim Sistemi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Element yönetim sistemi her bir sistem monte edilirken sisteme yüklenecektir. Genel Yönetim Sistemi ise bilahare yapılacak bir planlama ile merkezi bir nokta veya binden fazla noktalar seçilmek suretiyle daha sonra oluşturulacaktır.

b) Yönetim sistemi dar bantlı servisler ve geniş bantlı servisler için olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Klasik telefon v.b. gibi dar bantlı servisler istenirse sistem üzerinden veya modem kullanılarak uzaktan kontrol edilebilir. Geniş bantlı servisler ise mevcut ATM şebekesi üzerinden istenilen bir noktadan kontrol edilebilir.

c) Yetkisiz kimselerin sisteme müdahale etmesini önlemek üzere ilgili personele ait parola ve yetkilendirme yapılmalıdır. Operatörün kullanıcı kimliği, şifresi ve erişim hakları tanımlanmalıdır.

d) Yönetim sistemi ATM network kullanılarak inband çalışabildiği gibi, sisteme bir bilgisayar ile konsoldan veya modem vasıtasıyla uzaktan erişilebilmektedir.

e) Yönetim Sistemi tarafından bir bilgisayar ile sisteme bağlı abonelerin irtibatlandırıldığı bakır devrelerde dar bant servisleri sağlayan hatların elektriki testleri (normal şartlarda muayene masası ile yapılabilen testler) yapılabilmektedir.

f) Yönetim sistemi üzerinden eş zamanlı ve otomatik olarak port, kart, kontrol kartı, güç ünitesi ve diğer kartların arızaları algılanabilmekte, arıza, olay ve alarmlara göre sınıflandırma yapılabilmekte ve DSL servisler için farklı servis profilinde abone tanımlamaları yapılabilmektedir.

4.1.2. Talep, survey ve montajla ilgili hususlar

Talep ile ilgili hususlar:

1. Talepler yapılmadan önce kullanım kriterlerindeki hususlar göz önüne alınarak sistem topolojisi seçimi yapılacaktır. Yani talep öncesi hangi yerlere noktadan noktaya, sistem kurulacak, hangi yerlere halka kurulacak v.s. konular planlanmış olacaktır.

2. Klasik DSLAM teçhizatının henüz kurulmadığı santral sahalarından DSL talepleri varsa bu santral sahaları için FES sistemleri klasik DSLAM gibi kullanılmak üzere santral merkezine kurularak çalıştırılacak şekilde planlama ve talep yapılabilir.

3. Başlangıçta yeterli sayıda DSL veya diğer servis talepleri alınamayan ancak yakın bir zamanda (örneğin 6 ay içinde) potansiyel abone talebi beklenen yerler içinde talepte bulunulabilir.

4. Bakır kablo transmisyon limitleri dışında olan veya şebekesi yetersiz olup, toplu telefon taleplerinin yapıldığı bölgeler varsa (kooperatif sahası, toplu konut v.b.) buralara FES üzerinden V.5.2 bağlantılı olarak telefon servisi verilmesi söz konusu olacağından talepler yapılırken bu tür yerler mutlaka dikkate alınmalıdır.

Montaj ile ilgili hususlar

1. Harici abone ünitelerinin montajında dolap altından sisteme gelen kabloların geçtiği kanallardan sisteme nem, su v.s. girmemesi için gerekli yalıtım işlemi yapılır. Dolap kaidelerinin yüksekliği tespit edilirken muhtemel kaldırım yükseltmeleri göz önüne alınacaktır.

2. Sistemin santrale V.5.2 bağlantısı veya ATM/IP data şebekesine irtibatı için gerekli kablolar ve terminasyon malzemeleri tesis edilir.

DSL uygulamalarında santrale POTS bağlantısı için MDF modülleri tesis edilerek,

3. Sistemin abone ünitesinden sonraki bakır kablo lokal şebekesi ve bu şebekenin abone ünitesine terminasyon işlemi yapılır. Ayrıca merkezi ünite ile abone ünitesi arasındaki F/O kablo tesisi gerçekleştirilerek; pig-tail' ler monte edilir.

4. Sistemin harici abone ünitesinin 220 V' luk enerji ihtiyacını karşılamak üzere gerekli abonelik işlemi ve enerji kablosu bağlantısı yapılır. Sistemin enerji ihtiyacı için esas alınacak değerler ilgili elektrik idareleri ile yapılacak protokollerde fiili ölçümler ile tespit edilecektir. Abonelik için esas alınabilecek nominal tüketim değerleri sistemler tam kapasite ADSL dolu olarak çalışması durumuna göre aşağıda verilmiştir.

Harici Abone Üniteleri İçin;

ONU 160B = 252 Watt FO1D 200 = 352 Watt

FO1D 500 = 740,5 Watt FO1D 600 = 1104 Watt

Dahili Abone Üniteleri İçin;

F02AR-U = 740,5 Watt F02AR-D = 1104 Watt

5. Abone ünitesinin santral merkezlerine yerleştirilmesi ve -48V DC ile beslenmesi durumunda enerji için gerekli kablo bağlantısı tesis edilecektir.

6. İç şebeke tesislerinde aktif sistemlerin kullanılması gün geçtikçe artma eğiliminde olduğundan mümkün olduğu nispette santral binalarındaki FES, konsantratör ve sayısal hat çoklayıcısı türü sistemlerin merkezi üniteleri, varsa aktif sistem odasına yerleştirilecektir. Aktif sistemlerin repartitöre konulması halinde ise cihazların montaj yerleri, repartitördeki inkişaf yönünü etkilemeyecek şekilde seçilecektir. Sistemler duvara kesinlikle monte edilmeyecektir.

7. Her ne kadar geniş bantlı ve dar bantlı servisler inband olarak ATM şebekesinden merkezi olarak kontrol edilebilmekle birlikte bazı durumlarda sadece dar bantlı servislerin merkezi kontrolü için merkezi üniteye modem konulması gerektiği durumlarda söz konusu modemler sağlanacaktır.

8. Abone ünitesindeki 10'luk bakır kablo bağlantı modülleri özel tip modüller olup, bu modüllerin irtibat aletleri her bir sistem başına 2 adet olarak temin edilecektir. Modül üzerine koruma elemanları takılacaktır.

9. Abone ünitesinin topraklama tesisi gerçekleştirilecek olup; topraklama direnci ölçülecek ve bu değer $\leq 10 \Omega$ olacaktır.

Tablo 4.1. Harici kabinelerin ana özellikleri [13]

Tipi	ONU-160B-T	F01D200	F01D500
Boyutlar (W*H*D, mm)	760*900*420	1250*1200*550	1550*1550*550
Max. POTS	160	320	736
Max. ADSL	80	160	368
Transmisyon Kapasitesi	8*E1	STM-1/4	STM-1/4
MDF (internal/external)	160/240	400/600	800/1200
Çalışma Sıcaklıkları	-45°C~+50°C	-45°C~+50°C	-45°C~+50°C
Akü Kapasitesi	26AH	38AH*2	75AH*2
Power (Tam yük altında)	430W	2000W	3000W
Yıldırım Koruma Akımı	40kA	65kA	65kA

4.2. Fiber Erişim Sistemlerinin V.5.2 Açık Interface Kullanımına Dayalı Santral Bağlantısı

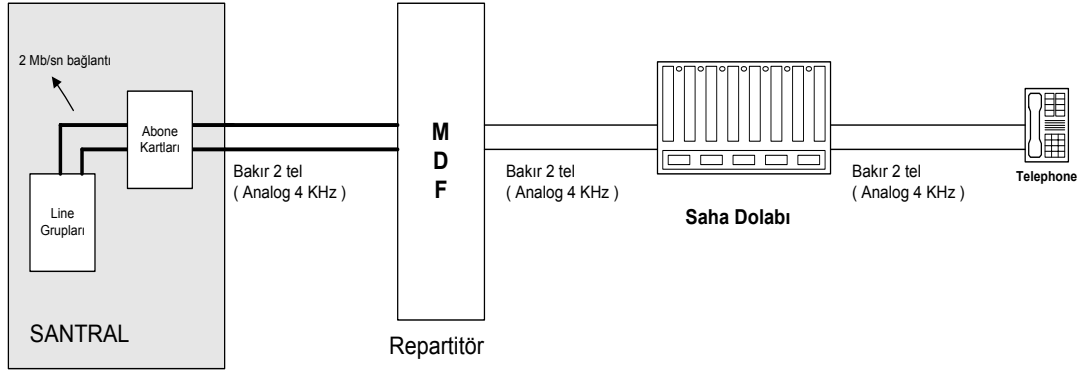
4.2.1. Mevcut durumun değerlendirilmesi

Klasik telekom teknolojilerine paralel olarak oluşturulan Türk Telekom'un mevcut santral altyapısı, hâlihazırda değişik versiyonlarda belli başlı 5 farklı tip üreticiden sağlanan teçhizatlar ile erişim şebekesi tarafında 4 KHz analog a/b bakır kablo bağlantısına sahip bir yapı oluşturmaktadır. Bu yapıda; santral hat başı maliyeti içerisindeki analog abone kartlarının oranı % 80' ler civarında oldukça büyük bir bölümü teşkil etmektedir. Öte yandan her yıl toplam santral işletme masrafları ve bakım giderleri bütçesinin çok büyük bir kısmı yine bu analog abone kartlarının bakım ve işletmesi için ayrılmaktadır. Klasik Analog a/b bağlantısına yönelik olarak oluşturulan repartitörler artan abone kapasitesine bağlı olarak modül ve çatı ilavesiyle gün geçtikçe büyümekte ve birçok santral merkezinde daha fazla ilave yapılması ve bu repartitörlerin işletimi günden güne imkansız hale gelmektedir. Keza buna bağlı olarak erişim şebekesinde prensipal tarafında kullanılan bakır kabloların artması; büyük masraflarla oluşturulan ve ilave yapılmasındaki zorluklar nedeniyle çok dikkatli kullanılması gereken yeraltı gözlerinin daha fazla işgal edilmesine neden olmakta ve mevcut yeraltı göz kapasitemiz hızlı bir şekilde dolmaktadır.

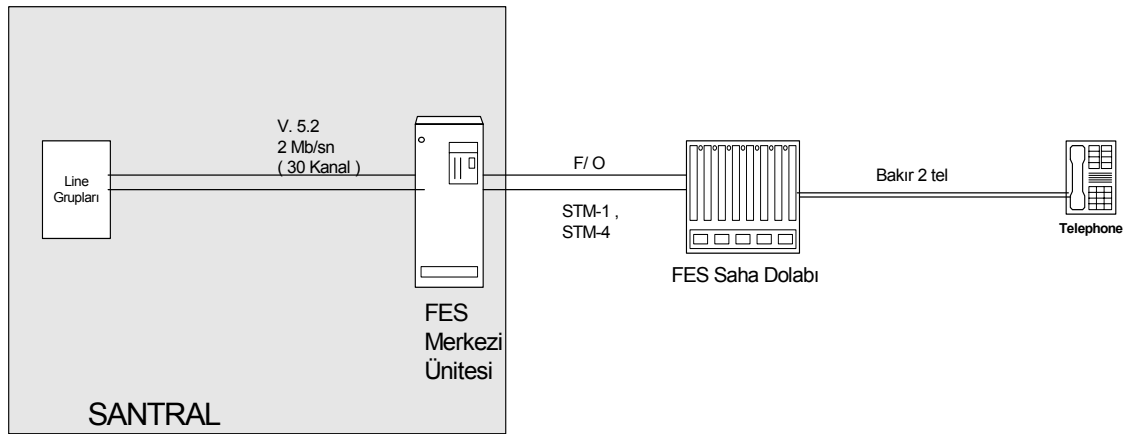
Netice itibariyle teknolojiye gelişmeler nedeniyle artan servis çeşitliliğinin abonelere ulaştırılması için geniş bantlı bir erişim şebekesi altyapısı oluşturulması ve mevcut PSTN altyapısındaki bakım/işletme giderlerinin minimuma indirilmesi için tedbirler alınması gereği ortaya çıkmaktadır.

4.2.2. V.5.2 açık interface nedir

Tanımı itibariyle V.5.2 interface; son 5 yıl içerisinde gelişimini tamamlamış ve bugün standart hale getirilmiş 2Mb/s ve katları hızlarda bir santral-şebeke arayüz bağlantısıdır. Santrallerimizde halihazırda uygulanmakta olan klasik analog a/b bağlantısı ile V.5.2 bağlantılı Fiber Erişim Sistemi (FES) ve Remote santral bağlantıları Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.' de verilmiştir.



Şekil 4.6. Klasik analog a/b bağlantısı



Şekil 4.7. V.5.2 arayüzü kullanılarak fiber erişim sistemi (FES) ile bağlantı

Şekil 4.7.'deki blok diyagramlardan da görüleceği üzere V.5.2 arayüzü kullanımı ile santral teçhizatındaki analog abone kartları kullanılmamakta ancak bunun yerine daha az yer kaplama (örneğin bir abone batısı yerine bir kart) daha ekonomik ve işletme problemi asgari seviyede olan ve 2 Mb/s seviyesinde bağlantı sağlayan değişik erişim teçhizatları kullanılmaktadır.

Ülke genelinde 2004 yılı sonuna kadar tüm santrallerimiz V.5.2 arayüzünü destekler duruma gelmiştir.

4.2.3. V.5.2. bağlantısının a/b bağlantısına göre avantajlar

1. Santrallerin analog abone kart gruplarının, kullanımına ihtiyaç kalmayacaktır.
2. Santral hatbaşı maliyeti düşecektir.

3. Erişim şebekesi hatbaşı maliyeti düşecektir.
4. V.5.2 açık interface kullanımı ile çeşitli erişim şebekesi sistemleri santral üreticisi firmaların tekelden çıkacak ve değişik erişim sistemleri üreten firmaların katılımıyla açık bir rekabet ortamı oluşturularak erişim şebekesi hat başı maliyetlerinin daha da ucuzlaması sağlanabilecektir.
5. Santrallerde bakım ve işletme kolaylığı sağlanacaktır.
6. Analog a/b bağlantısı ile yapılan santral irtibatlarının gereği olarak kullanılan bakır kablo esaslı repartitör yapısı çok daha az yer işgal eden fiber esaslı repartitörlere dönüşecek ve böylece gün geçtikçe daha fazla dolan merkezi repartitörler yer darlığı problemlerinden kurtulacaktır (bir batılık V.5.2 irtibatlı fiber optik merkezi erişim teçhizatı, konsantrasyon ile 10–50 bin arası abonenin bağlantısına imkan verebilmektedir).

4.2.4. Port kontrol

Eğer bir kullanıcının servisi sistem hatasından ya da bakım esnasında kesintiye uğrarsa, bu kullanıcı portu bloke edilmelidir. Sistemin düzelince de port blokesi kaldırılmalıdır.

Kontrol protokolü, abone port kontrol kısmı ve V5 arayüzü kontrol kısmından oluşur [14].

4.2.5. V5 Arayüz kontrolü

Kontrol protokolünün önemli bir görevi de V5 ID numarasını doğrulamaktır. V5 ID: (0~224-1) arasında V5.2 arayüzünün her iki tarafına da aynı tam sayının verildiği kimlik numarasıdır. V5.2 arayüzü başlatıldığında ya da yeniden başlatıldığında kontrol protokolü her iki taraftaki V5ID numaralarını doğrular. Eğer bu doğrulama süreci başarısız olursa ara yüz başlatılamaz ve sonlanır [14].

4.2.6. Link kontrol protokolü

V5.2 arayüzü birden çok 2 Mbit/s' lik linklerden oluşabileceğinden, link doğrulanması, linklerin bloke edilmesine ve linkler üzerindeki bloğun kaldırılmasına ihtiyaç duyulur. Bu fonksiyonlar ve belirli bir link yönetimi için 3 prosedür tanımlanmıştır. Link bloke etme ve blok kaldırma, durum ve hata raporları, link tanımlamadır [14].

4.3. F/O ACCESS MUX. Sistemleri

Söz konusu sistemler erişim şebekesi bünyesinde bölgesel olarak meydana gelebilecek abone yoğunlaşmalarını önlemek ve aboneye kadar F/O kablo ile ulaşmak amacıyla yönelik olarak kullanılan sistemlerdir.

Türk Telekom bünyesinde kullanılan F/O Access–Mux. Sistemleri: TELEDATA F/O Access–Mux. Sistemleri ve ALCATEL TELETAS F/O Access–Mux. sistemleridir.

4.3.1. Sistem hakkında teknik bilgiler

Sistem kapasitesi 480 abonedir. Bu sistemlerin kurulduğu bölgedeki erişim şebekesindeki prensibal hat F/O kabloya dönüşmüş olacaktır. Sistem her aboneye müstakil bir devre vermektedir. Bağlı bulunan her bir abone üzerinden normal telefon servisinin yanı sıra faks (Grup–3 ve yukarısı), V–34 modem, ankesör (12 KHz) servisleri de verilebilmektedir.

F/O Access–Mux. Sistemleri her tip santral ile uyumlu olarak çalışabilmektedir. Merkezi ünite ile abone ünite arasındaki trunk bağlantı ortamı 2 fiber damardır ve 34 Mb/s hızında PDH transmisyona sahiptir. Bu bağlantı için mesafe maksimum 25km' dir.

Abone ünitesi lokal beslemeli olup; fiziki boyutları saha dolabından biraz daha büyüktür. Sistemin abone ünitesi beslemesi 220 Volt AC' dir. Ancak şehir şebekesinde meydana gelebilecek enerji kesilmelerine karşı sistem telefon trafiğine

bağlı olarak en az 8 saat besleme yapabilecek şekilde akülerle donatılmıştır. Abone ünitesinden sonraki dağıtım bakır kablo ile yapılmakta olup, 0.4 mm² lik kablo ile en az 2km yarıçaplı bir lokal dağıtım sahası oluşturulabilecektir. Bununla birlikte daha yüksek kesitli kablolarda bu mesafe daha uzundur. Sistemin merkezi ünitesi tamamen santralden beslemeli (-48 V DC) olup, ilave besleme ünitesine ihtiyaç bulunmamaktadır. Sisteme bağlı abonelerin irtibatlandırıldığı bakır devrelerin elektrikli testleri (normal şartlarda muayene masası ile yapılabilen) bir PC yardımıyla merkezi üniteden direk olarak veya uzak bir merkezi noktadan modem vasıtasıyla yapılabilmektedir. Sistemler irtibatlandırıldıkları santrallere ait servis özelliklerini aboneye taşıyabilecek kabiliyette şeffaf sistemlerdir. Sistemlerin abone ünitelerinin kurulacağı yerler araç trafiğinin olmadığı ve muhtemel hasarlara en az maruz kalınabilecek kaldırım, bahçe içi, site içi v.b. korunmalı yerler olarak seçilecektir. Abone ünitesinde lokal dağıtıma müsaade edecek şekilde sistem/lokal şebeke oranına uygun irtibat dizileri mevcuttur. Sistemin abone ünitesinin 220 V' luk enerji ihtiyacını karşılamak üzere gerekli elektrik abonelik işlemi yapılmalıdır. Enerji sarfiyatı için abone başı 0.2 Erlang değerinde 700 W' lık değer esas alınacaktır.

Sistemin merkezi ünitesinin kurulacağı yere -48 V DC enerjinin sağlanması için 16 Amp' lik kablo bağlantısı yapılmalıdır. Sistemin merkezi ünitesi aktif sistem odasına veya zorunlu hallerde repartitöre monte edilecektir. Sistem üzerinden çalışacak abonelerin kesme işlemi için santral regletleri ile sistemin merkezi ünitesi arasına repartitöre 480 abonelik kesmeli tip reglet konulacaktır. Sistem takibini kolaylaştırmak için ilk rakamı il trafik koduna göre belirlenecek 4 haneli bir sistem numarası verilecektir. (Örnek 0601: Ankara 1 no' lu sistem) Sistem konfigürasyonunda her sistemin merkezi ünitesinde uzaktan denetim için modem bulunacak şekilde dizayn yapılacak olup, bu modemler vasıtasıyla belirlenecek bir merkezdeki PC' ye bağlantı sağlanarak cihazların işletmesi bu tek merkezden yürütülecektir (bunun için Windows-95 yüklü bir PC ve en az 9600 baud modem gerekmektedir). Abone ünitesinin topraklama direnci $\leq 10 \Omega$ olacaktır [4].

Teledata ve A.Teletaş F/O Access-Mux. Sistemlerinin teknik özellikleri Tablo 4.2.' de mukayeseli olarak belirtilmiştir.

Tablo 4.2. Teldata ve alcatel teletaş'ın sistemlerinin teknik özelliklerinin mukayesesi

TELEDATA VE ALCATEL TELETAŞ F/O ACCESS – MUX. SİSTEMLERİNİN MUKAYESELİ TEKNİK ÖZELLİKLERİ		
<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>TELEDATA</u>	<u>ALCATEL</u>
Multiplexer tipi ve hızı	PDH (34Mb/s)	PDH (34Mb/s)
Fiber irtibatı	2 Fiber(1300nm)	2 Fiber(1300nm)
Merkezi ünitedeki shelf sayısı	2 Shelf (1 Shelf:240 abone)	8 Shelf (1 shelf:60 abone)
Merkezi ünite 1 karttaki POTS abone sayısı	16 abone	10 abone
Merkezi ünite 1 karttaki Ankesör abone sayısı	16 abone	6 abone
F/O Power budget	21 dB	18 dB
Abone ünitesinde kullanılan terminasyon modülü tipi	Quante	Krone
Abone ünitesindeki sistem/lokal Oranı	480/780	480/900
Enerji kesilmesinde konsantrasyon moduna geçme durumu	Geçiyor(30 trunk'a kadar düşer)	Geçmiyor
Abone ünitesinden sonraki bakır devrelerin testlerinin (MTL) yapılabilmesi	Yapılabilir	Yapılabilir
Bir Leased-line kartının abone Kapasitesi	4	4
Bir 64kb/s Leased-line kartının Abone kapasitesi	8	5
Bir ISDN-BRI (2B1Q) kartının Abone kapasitesi	6	4
ISDN-PRI bağlantı imkânı	Bağlanabilir	Bağlanamaz

BÖLÜM 5. KABLOSUZ ERİŞİM SİSTEMLERİ (KTS)

KTS sistemi, bir telefon şebekesinde aboneleri yerel santrale bağlamak için klasik bakır kablo yerine kullanılan bir radyo erişim sistemidir.

Sabit telefon kullanıcılarının çoğu hala telefon servislerine klasik metot olan bir çift kablo üzerinden erişmektedirler. Son yıllarda santral ve transmisyon teknolojilerinde büyük gelişmeler olmuştur. Şebekenin santral ve transmisyon kısmındaki gelişmelerden dolayı abone başına servis maliyetinde düşme olmuştur. Fakat şebekenin asıl önemli mali yatırımın yapıldığı yerel bakır kablo erişim kısmında bir maliyet düşüşü olmamıştır. Çok kısa sürede ekonomik olarak uygulanabilen radyo teknolojisinin yerel erişim için kullanılması KTS artık bir alternatif olarak kabul edilmekte ve kullanımı iyice yaygınlaşmaktadır [9].

5.1. KTS Sistemlerinin Özellikleri

Bu sistemler iki ana gruba ayrılırlar: Makro Hücreli Sistemler ve Mikro Hücreli Sistemlerdir [4]. İşletmecilerin kendi ihtiyaçları için seçeceği, en uygun KTS sistemi birçok faktöre bağlıdır. Aboneler yerel santralden uzak mesafelerde olduğunda (kırsal alanlar için) makro-hücreli tabanlı bir çözüm uygun olacaktır. Abone yoğunluğunun çok fazla olduğu şehir merkezleri için mikro-hücreli tabanlı kablosuz haberleşme sistemleri (DECT, CT2 ve PHS gibi) dinamik kanal seçimi vasıtasıyla, kanalları en verimli olarak kullanabilme özelliğiyle uygun çözüm olacaklardır. Yine şehirlerde kablosuz haberleşme sistemleri, kısa mesafeli tekrar kullanabilme özellikleri ile yoğun abone sayısı için gerekli trafik kapasitesini sağlayacaklardır. Abone yoğunluğunun şehirlere göre nispeten daha az olduğu yerlerde ise hücreli mobil sistemlerden faydalanmak daha uygun olacaktır [15].

5.1.1. Uzak mesafeli radyo yaklaşım (makro-hücre) sistemler

5.1.1.1. Analog hücre sistemler

Analog hücre teknolojiler üzerine kurulu sistemler (NMT, TACS ve AMPS gibi) genel olarak 450Mhz ve 900Mhz frekans bandlarında çalışırlar ve abone trafiğinin yoğun olmadığı bölgelerde kullanılırlar. Mevcut analog hücre işletmecisi kendi hücre sistemine dayanan bir KTS uygulaması yaparak yeni aboneler kazanabilir ve sistemi kapasite yönünden daha ekonomik kullanabilir.

Bu tür sistemlerin avantajları: 4.8 kbit/s' e kadar data hızı (fax), 35 km' ye kadar kapsama alanı, daha basit sistem, mevcut ve yaygın teknoloji, az gecikme (delay), direk görüşe (line of sight) gerek olmaması. Bu tür sistemlerin dezavantajları: Güvenlik (şifreleme) ve kimlik sorgulama sorunu, hücre sınırlarında zayıflayan performans, sayısal hizmetlerin desteklenmemesi [4].

5.1.1.2. GSM/DCS sayısal hücre sistemler

GSM, TDMA/FDMA (Time Division Multiple Access/Frequency Division Multiple Access) teknolojisi ile 890–915 ve 935–960 Mhz frekans bandlarında dijital olarak çalışmaktadır. Kanal genişliği 200 kHz' dir. Toplam olarak 124 radyo kanalı bulunmaktadır. DCS 1800, GSM ile tamamen aynı teknoloji ile fakat kapasiteyi artırmak için 1710–1785 ve 1805–1880 MHz frekans bandlarında çalışır. Toplam olarak 374 radyo kanalı bulunmaktadır.

Bu tür sistemlerin avantajları: 10km (DCS) ve 35 km' ye (GSM) kadar kapsama alanı, mevcut sistem standardı, bütün hücre içerisinde iyi servis kalitesi, çok iyi kimlik sorgulama ve şifreleme, ISDN' de içeren standartlaşmış kapsamlı servisler grubu, ek servislerdir.

Bu tür sistemlerin dezavantajları: Sabit şebeke servis standartları için kapsama alanı yetersiz ses (gecikmeyi içeren) kalitesi, sabit şebekeye göre sınırlı data, zayıf servis

geçirgenliği (transparency), PSTN lokal santrali için ara bağsız algoritmaları şebeke çözüdür [4].

5.1.2. Kısa mesafeli radyo yaklaşımı (mikro-hücre sel) sistemleri

5.1.2.1. DECT Teknolojisi

DECT, TDMA/TDD (Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) teknolojisi ile 1880–1900 MHz frekans bandında dijital olarak çalışmaktadır. Her bir kanal aralığı 1.728MHz olan 10 taşıyıcı kanal bulunmaktadır. Çerçeve boyu 10ms’ dir ve bir çerçeve 12 dubleks (24 slot) kanaldan oluşur. Böylece toplu olarak 120 kanal bulunmaktadır.

Bu tür sistemlerin avantajları: ISDN 2B+D yeteneği, 20 MHz’ li geniş spektrum ile yüksek kapasite alanı, 4.8 kbit/s’ e kadar ses bantlı data geçirgenliği, grup 2–3 fax destekleniyor, klasik PSTN santral ara bağlarını destekleme, gizlilik ve kimlik sorgulama şifrelemesi, az karmaşıklık, Radyo spektrumunu verimli bir şekilde kullanmak için 32 kb/s ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) ses kodlama tekniği, dinamik kanal seçimidir.

Bu tür sistemlerin dezavantajları: RF gücünden dolayı düşük kapsama, gecikme sorunudur.

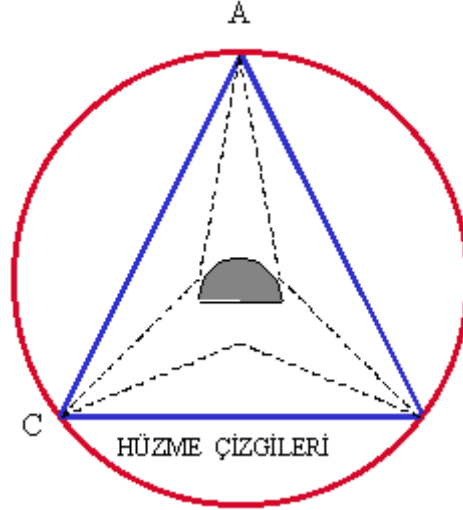
5.1.2.2. CT2 Teknolojisi

CT2, FDMA/TDD teknolojisi ile 864–868 MHz frekans bandında dijital olarak çalışmaktadır. Band genişliği 100 kHz olan 40 kanal bulunmaktadır.

Bu tür sistemlerin avantajları: düşük gecikme, 4.8 kbit/s’ e kadar ses bantlı data alanı geçirgenliği, az karmaşık, klasik PSTN anahtar ara bağlarını destekleme, 32 kbit/s ADPCM ses kodlama tek, fax (grup 2–3) destekleniyor olması. Bu tür sistemlerin dezavantajları: RF gücünden dolayı düşük kapsama, sınırlı data yeteneği (ISDN servisleri yok) olmaması.

BÖLÜM 6. UYDU HABERLEŞME SİSTEMİ (TES)

Uyduları kullanarak küresel iletişim fikri ilk olarak ünlü İngiliz bilim adamı ve bilim kurgu yazarı Arthur C. Clarke tarafından Mayıs 1945’ te ortaya atılmıştır: "Dünya merkezinden 42,000 km yukarıda 24 saatlik periyotla dönen uzay terminalleri zinciri sayesinde tüm iletişim sorunu çözülebilir. Kurulacak uzay terminallerinin yörünge üzerindeki yerleşimi için pek çok ayarlama gerekse de Şekil 6.1’ de gösterilen metot en kolay olanıdır. Yerden bakan gözlemciye göre ekvator üzerinde dünya merkezinden 42,000 km yükseklikte bulunan terminaller oldukları yerde gözükeceklerdir. Bu metot yeryüzünde yönlü alıcı kurulumunu büyük ölçüde kolaylaştıracaktır."



Şekil 6.1. Uzay terminallerinin yörünge üzerindeki yerleşimi

300° Doğu- Afrika ve Avrupa, 1500° Doğu- Çin ve Okyanusya, 900° Batı- Kuzey ve Güney Amerika boylamları yerleştirilecek 3 terminalin tüm yerküreyi kapsamaları için önerilen değerlerdir.

Günümüzde sivil ve askeri haberleşme amaçlı olarak sıklıkla kullandığımız uydu haberleşme sistemleri, iletişim alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır.

İkinci Dünya Savaşı sayesinde büyük gelişme kaydedilen güdümlü füze ve mikrodalga haberleşme teknolojileri, beraber kullanımları sayesinde yeni bir teknolojinin, Uydu Haberleşme Sisteminin doğmasına neden olmuştur.

1957 yılında uzaya ilk uydunun (Sputnik) gönderilmesi ile uzay çağı başlamıştır. 1958 yılında Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Eisenhower' in uydu üzerinden Amerika' ya yılbaşı mesajı yollaması, 1960 yılında ilk yansıtıcı uydunun kullanılması, 1962 yılında ilk röle uyduların kullanılması ve ilk yere göre durağan (geostationary) uydunun kullanılmaya başlanması uydu haberleşme sistemlerinin gelişim hızını göstermede örnek teşkil etmektedirler.

Uydu iletişim sistemleri; bir uydudan, uydunun yörüngesini, uzaydaki konumunu ve çalışmasını denetleyen bir yeryüzü istasyonundan ve uydu üzerindeki transponder (alma frekansını, gönderme frekansına çevirici) aracılığıyla gerçekleştirilen ve iletişim trafiğinin gönderilmesini (çıkarma hattı, uplink) ve alınmasını (indirme hattı, downlink) sağlayan yer terminalleri ağından oluşmaktadır. Uydunun kendisi ise iki temel bölümden oluşmaktadır: Yük (Payload), Link (Yol).

Yük, iletişim sinyali için transponder işlevini yerine getiren antenler, alıcılar ve vericilerden oluşur. Linkte ise, durum denetimi, sıcaklık denetimi, komut ve telemetri sistemleri bulunur. Temel olarak link, yük çalışması için destek (uydu bakım ve onarımı) görevlerini yerine getirir.

Uyduya uzaya atıldıktan sonra, ekvatorun üzerinde, yeryüzüne göre değişmeyen belli bir yükseklikte (36,000 km), yörüngesel bir konum ya da bölme tahsis edilir. Bu bölmeler, yanları 0.1° ile 0.2° arasında olan ve birbirlerinden 3° ya da 4° mesafede konumlandırılırlar. Uzay tarafından uygulanan kuvvetler nedeniyle uydunun senkron (yeryüzüne göre durağan) yörüngesinden çıkmasını engellemek amacıyla yerdeki kontrol merkezi yörünge kontrol sinyalleri ile uyduyu kendisine tahsis edilen bölgede

tutar. Bunu gerçekleştirmek için de uyduda bulunan ve püskürtme maddesi olarak genelde hidrazin (N_2H_4) kullanan idare roketleri kullanılır. Tipik olarak her sene 10~15 kg arası püskürtme maddesi kullanılır.

Uydu, kendisi için gerekli olan elektrik enerjisini üzerinde bulundurduğu güneş panellerinden sağlar. Uydunun güneşi göremediği durumlarda ise daha önceden çalışması sırasında doldurduğu pilleri kullanmaktadır. Uydu her gün yeryüzü tarafından birer kere, ilkbahar ve güz noktaları (dönenceleri) civarında tutulur, dolayısıyla güneşle olan doğrudan bağlantı kesilir. Tutulmalar 70 dakika kadar sürebilir ve bu sırada pil enerjisi kullanılır [7].

6.1. Uydu Sınıfları

Günümüzde kullanılan uydu tipleri, dünya üzerinde buldukları yörüngelere göre üç grupta sınıflandırılır. Bunlar sırasıyla dünya etrafında bir günde bir turdan fazla yol alan uydular olan LEO tipi uydular, dünyanın etrafında dünya ile aynı hızda dönen GEO tipi uydular ve dünya etrafındaki dönüşünü bir günden daha uzun sürede tamamlayan HEO tipi uydulardır.

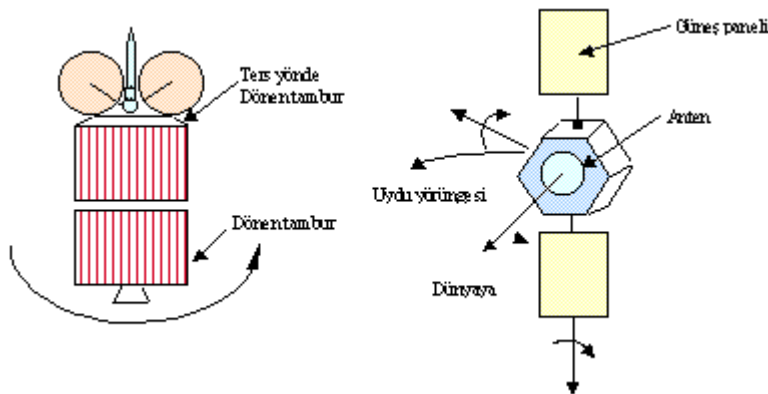
6.2. Uydunun Yapısı

Uyduları yapı bakımından üç bölüme ayırabiliriz. Birinci bölüm hizmet bölümü denilen ve uyduyu yörüngede tutan, hareketlerini düzenleyen, dengeleyen kimyasal ve elektriksel tepki motorlarını, hareket sistemini, yakıtı ve aküleri barındıran bölümdür. İkinci bölümde uydunun ana görevini yerine getiren transponderler, bilgisayarlar vb. tüm haberleşme donanımı yer almaktadır. Üçüncü bölüm ise güneş levhaları ve tüm antenlerin bulunduğu dış kısımdır.

Uydunun tasarımı, haberleşmenin niteliği ile doğrudan ilgilidir. Dünya üzerinde bir yörüngede bulunan uydunun alıcı ve verici antenlerinin, dünya üzerinde istenen bir noktaya yönlendirilebilmesi için antenlerin her zaman dünyaya dönük olması gerekmektedir. Aksi halde iletişimin sürekliliği sağlanamayacaktır.

Uydu, yörüngede iken yerçekimi farklılığı, dünyanın manyetik alanı, güneş enerjisi gibi dış etkenler yanında uydunun dengelenmemiş iç hareketleri gibi birçok değişik kuvvetin etkisindedir. Bu etkenler uydunun istenen yörüngede kalmasını önlemektedir. Bu kuvvetlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve dolayısıyla uyduyu kararlı bir durumda tutmak için, uyduyu kendi eksenini etrafında döndürmek gerekmektedir. Böylece uydunun, yüksek açısal momentumu bulunan bir denge çarkı gibi davranması sağlanmaktadır. Antenlerin her zaman dünyaya dönük tutulması için antenler ve tüm haberleşme donanımı uydunun dönme hızıyla aynı hızda, ancak dönme yönünün tersinde dönen düşük ataletli bir platform üzerine oturtulmuştur. Uydunun bu şekilde kararlı tutulmasına "Çift Dönme" yöntemi denir. Günümüzde ise yeni kararlı tutma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi "Üç eksenli kararlı tutma" yöntemidir.

Şekil 6.2' de bu iki yöntemin yapısal farklılıkları görülmektedir."Çift Dönmeli" uydularda çeper solar hücreleri ile kaplanmış ve antenler ters yönde dönen platform üzerine oturtulmuştur. Öte yandan "Üç Eksenli" uydularda gerekli güç, solar hücrelerden sağlanmaktadır. Ancak bu hücrelerin yerleştirildiği solar levhalar hareketlidir ve her zaman güneşe dönük durumda tutulmaktadır. Yazının bundan sonraki bölümlerinde eşzamanlı yörüngede bulunan uydular üzerinden gidilecektir [7].



(a) Çift Dönmeli Uydu

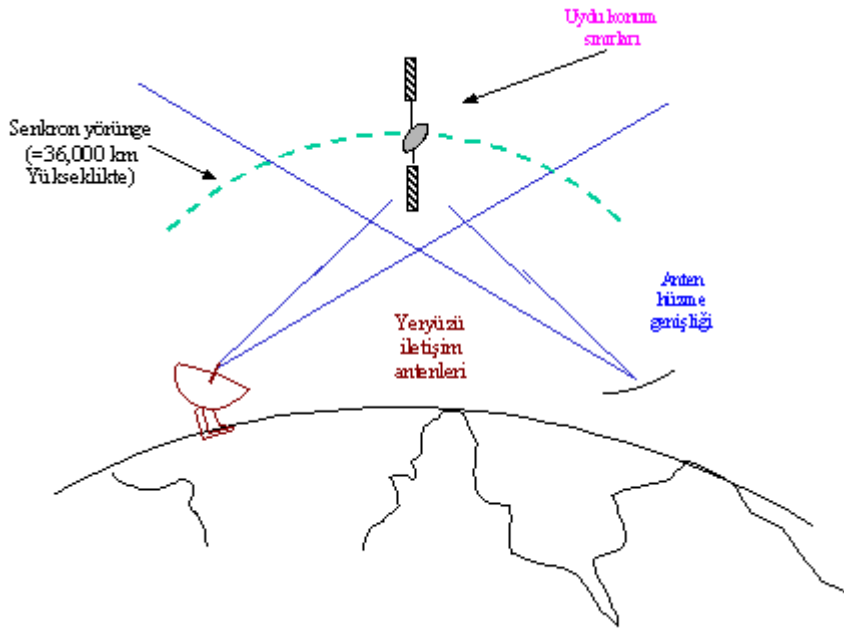
(b) Üç-eksenli kararlı uydu

Şekil 6.2. Uydu sınıfları

6.3. Uydu Kontrolü

Dünya yüzeyine göre sabit bir nokta üzerinde dolanan bir iletişim uydusunun iletişim işlevleri, yörüngenin ve durumunun tam bir denetimini gerektirir. Durum denetimi, antenleri yöneltmek için gereklidir.

Her uyduya ekvatorun üzerinde dünya yüzeyinden yaklaşık 36,000 km yukarıdaki yörüngede bir boylam tahsis edilmiştir (Şekil 6.3). Yer antenlerinden çoğu izleme yapmayan tür antenler olduğu için, uydunun önemli miktarda hareket etmesi, uydunun hüzmeye pozisyonunu değiştirir. Bu durum istenen iletişimin bozulmasına ve hatta kesilmesine neden olur. Bu nedenle yer uydu istasyonu, uydu yörüngesini sürekli denetler.



Şekil 6.3. Uydu haberleşme sistemi

6.4. Frekans Planları

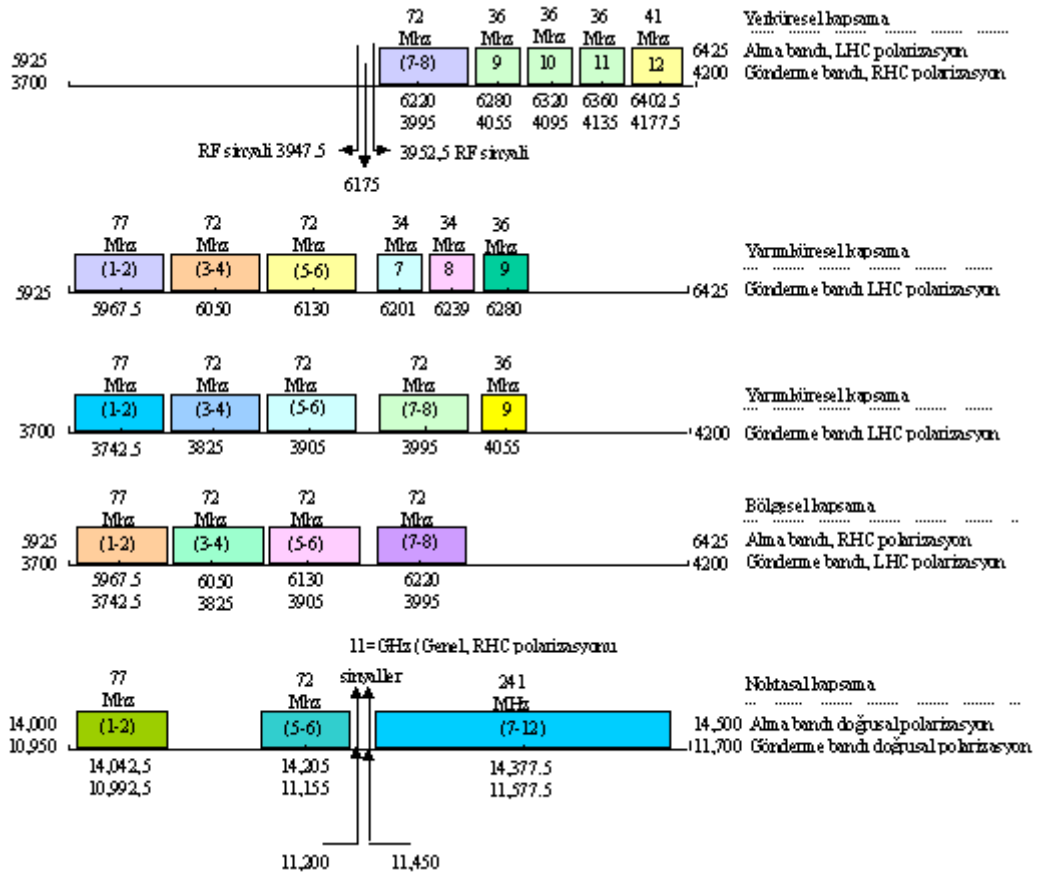
Günümüz uydu haberleşme sistemlerinde, varolan iletişim ağını kullanarak daha verimli ve yüksek hızda haberleşme yapabilmek amacıyla çeşitli çoklu erişim

yöntemleri kullanılmaktadır. Aşağıda bu tekniklerden en çok kullanılan üçü hakkında bilgi verilecektir.

6.4.1. Frekans paylaşımı çoklu erişim

Kısaca FDMA olarak tanımlanan Frekans Paylaşımı Çoklu Erişim sistemlerde, her frekans taşıyıcı, ayrık bir frekansta bulunur ve bu taşıyıcıya, çok taşıyıcılı bir transponderde belirli bir yer tahsis edilir. İki FDMA tekniği kullanılmaktadır. FDM/FM/FDMA: Bu teknikte, gönderme konumunda yer istasyonu, birçok tek yanbant taşıyıcı telefon kanalını, tek bir taşıyıcı temelbanda frekans paylaşımı çoğullar (FDM-Frequency Division Multiplexing, Frekans Paylaşımı Çoğullama); bu temel bant daha sonra bir taşıyıcıyı bir frekans modülasyonuna tabi tutar ve bu taşıyıcı bir FDMA uydu ağına uygulanır.

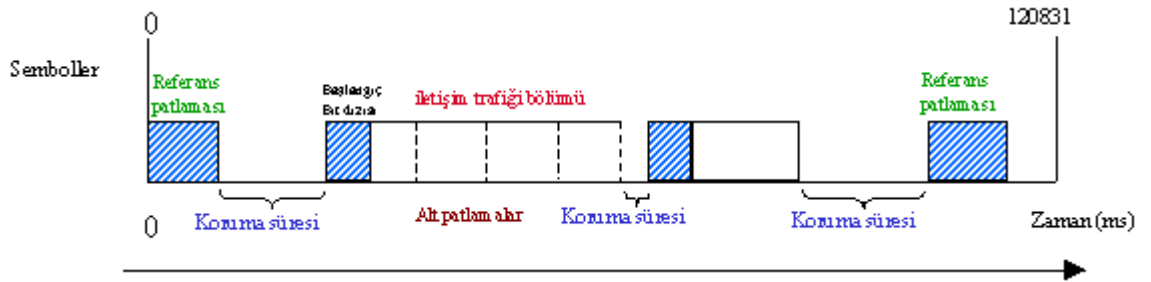
Taşıyıcı başına tek kanal: Bu teknikte, her iletişim kanalı ayrı bir radyo frekansı taşıyıcıyı modüle eder. Örnek olarak C-bandında çalışan Intelsat V transponderi için tipik bir frekans planı Şekil 6.4' te gösterilmiştir. Uydu aracılığıyla sinyalin yönlendirilmesi, yerden verilen komutla anahtarlanabilir. Bu özellik, daha fazla sayıda link olasılığı gerçekleştirerek, çeşitli alma ve gönderme antenlerinin birçok transpondere bağlanmasına olanak sağlar. FDMA tekniğinde kullanılan polarizasyon yöntemi ile aynı frekans bandından iki sinyal birbirine dik polarizasyonla yollanabilir. Böylece frekans bandının daha verimli kullanılması sağlanmaktadır.



Şekil 6.4. C-bandında çalışan Intelsat V transponderi için tipik bir frekans planı

6.4.2. Zaman paylaşımli çoklu erişim

Kısaca TDMA olarak tanımlanan zaman paylaşımli çoklu erişim modunda, her kullanıcı, uydu transponderine aynı taşıyıcı frekansını kullanarak, belli bir referans zamanına göre belli zaman bölmelerinde erişir. TDMA çerçevesi adı verilen bir zaman aralığı belirlenmiştir, bu süre içinde, ağdaki tüm kullanıcılar, kendilerine ayrılan zaman bölmeleri içinde bilgi paketlerini iletirler. Bu zaman çerçevesinin uzunluğu 2 ms, ya da 120832 semboldür. Her ağ kullanıcıasına tahsis edilen zaman bölmeleri, çerçevede (frame) ne kadar iletişim trafiği iletileceğine ya da alınacağına bağlı olarak değişir. Tipik bir uydu TDMA çalışma sistemi, Şekil 6.5' te gösterilmiştir.



Şekil 6.5. TDMA zaman planlaması

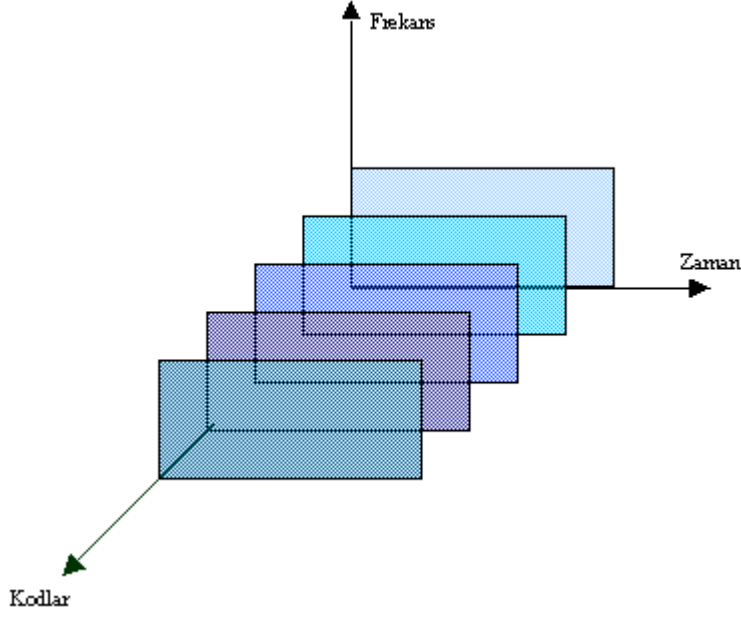
İki ya da daha fazla FDM/FM sinyal aynı anda doğrusal olmayan bir yükselteç tarafından yükseltirse, bir FDM/FM taşıyıcının temel bandına başka taşıyıcılardan karışma olur. Bu meydana geldiğinde, doğrusal olmayan yükseltecin genlik modülasyonu/faz modülasyonu özellikleri, taşıyıcıda genlik modülasyonu oluşturur, bu da diğer taşıyıcılarda faz modülasyonu meydana getirir (AM/PM conversion). TDMA sayesinde diğer taşıyıcılarda oluşturulacak faz modülasyonu sorunu çözülmektedir, dolayısıyla uydu güç yükselteci, doyum modunda çalıştırılabilmektedir.

6.4.3. Kod paylaşımli çoklu erişim

Kısaca CDMA olarak adlandırılan Kod Paylaşımli Çoklu Erişim teknolojisi II. Dünya Savaşı sırasında müttefik kuvvetlerinin, haberleşmeleri sırasında düşman karıştırıcı sinyallerinden etkilenmemesi amacıyla geliştirilmiştir. Günümüzde ise askeri uygulamaların yanı sıra sivil uygulamalarda da sıklıkla kullanılan birçok erişim yöntemidir. Bu metot sayesinde tüm kullanıcılar aynı frekans bandını kullanabilirler. Her kullanıcıya ait bilgi yine o kullanıcı için rasgele yaratılmış bir kod dizisiyle çarpılarak tüm band boyunca yayılır.

Kullanılan kod dizileri birbirlerinden bağımsız olduğu için alıcı tarafında hangi kullanıcıya ait bilgi alınmak isteniyorsa, alınan sinyaller o kullanıcının kodu ile tekrar çarpılarak istenilen bilgiye ulaşılır. CDMA tekniği yukarıda açıkladığımız yöntem sayesinde, kullanıcıların aynı frekans bandını istedikleri zamanda kullanabilmesine olanak vermektedir, literatürde CDMA, SSMA olarak da

adlandırılmaktadır. Şekil 6.6.' da CDMA modunun basit çalışma sistemi gösterilmektedir.



Şekil 6.6. CDMA kodlama tekniği

6.5. Uydu Haberleşmesinde Kullanılan Frekanslar

Uydu haberleşme sistemlerinde genellikle 4 ana frekans bandı kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla C-bandı, X-bandı, Ku-bandı ve Ka-bandıdır.

6.6. Uydu Transponderleri

Uydu transponderleri, tekrarlayıcı (röle) mantığıyla çalışır. Temel olarak, alıcı antenine gelen yer terminali sinyalini filtreledikten ve yükselttikten sonra sinyali ulaşması gereken yer terminaline istenen frekansta iletmekle yükümlüdür. Uydu transponderlerinde olası intermodülasyon etkilerini en aza indirmek için, kullanılan güç yükselteç modülünün doğrusal bölgede çalışmasını sağlayan sistemler mevcuttur. Bu sayede güç yükseltecinin doyum noktasına ulaşması durumunda (birden fazla taşıyıcı sinyalin aktarımı durumu vb.) bu doğrulayıcı sistemler devreye girerek, güç yükseltecinin çalışma noktası doğrusal bölgeye getirilir.

6.8. Antenler

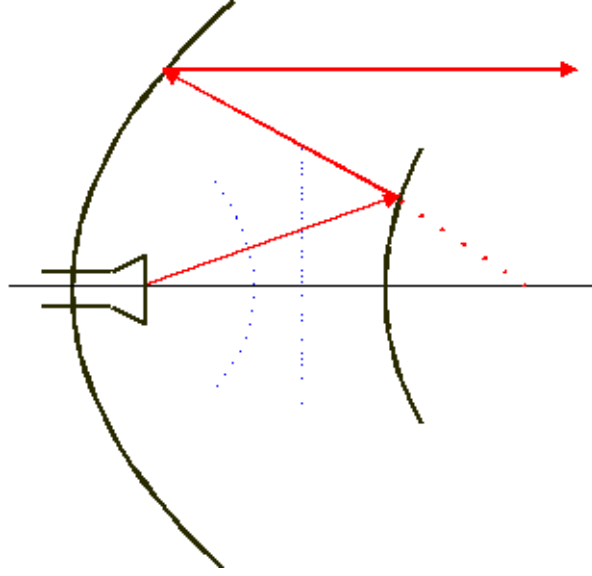
Uydu antenlerinin temel görevleri şöyle sıralanabilir: Kurulduğu bölgedeki istenen frekans ve polarizasyondaki radyo frekans dalgalarını toplamak amacıyla kurulurlar. Mümkün olduğunca az istenmeyen sinyal toplaması ve istenen frekans ve polarizasyondaki radyo frekans dalgalarını iletmesi istenir. Anten hüzmeleri dışındaki alanlara minimum güç yayarlar.

Uydu haberleşmesinde kullanılan antenler aşağıdaki şekilde sınıflara ayrılabilirler: Horn Antenler, Phased Array Antenler ve Parabolik Antenler' dir. Horn antenler yüksek Kazanç/Gürültü (G/T) oranı sağlasalar da küçük boyutlardaki tipleri dahi çok pahalı olduğundan artık kullanılmamaktadır.

Phase Array antenler özellikle hareketli uydu haberleşme sistemlerinde avantaj sağlamasına rağmen kullanılan teknolojinin zorluğu ve maliyetinin yüksek oluşu, bu anten tipinin kullanımını sınırlamaktadır.

Uydu haberleşme sistemlerinde en sık kullanılan anten tipi parabolik reflektör antenlerdir. Bu tip antenler 3 ayrı gruba ayrılırlar, bunlar sırasıyla: Simetrik veya Eksen-simetrik antenler, Offset antenler ve Cassegrain antenler.

Şekil 6.8' da bahsi geçen anten tiplerinden yaygın olarak kullanılan çift reflektörlü Cassegrain tipi anten yapısı gösterilmektedir.



Şekil 6.8. Cassegrain Anten Tipi

6.8. Uydu Hat Bütçeleri

Uydu Hat Bütçesi (Satellite Link Budget) hesaplaması, uydu iletişim sisteminde hatasız ve emniyetli iletişim yapılması için gerekli olan güç kriterinin sistem parametrelerine (anten kazançları, çıkış gücü, transponder kazancı, atmosferik ve coğrafik koşullar vb.) bağlı olarak hesaplanmasıdır.

Çıkarma hattı bütçeleri, uydu iletişimi için kritik bir faktör değildir, çünkü güçlü yer istasyonları gereken tüm gücü sağlayabilir. İndirme hattında ise durum farklıdır; güç sınırlıdır ve yer iletişim sistemlerinde uzay iletişim uydularından gelen sinyal yayılımında girişim olasılığı vardır. Bu nedenden dolayı ITU tarafından, uzay iletişim sistemlerinden gelen gücün yeryüzü yüzeyi üzerinde oluşturduğu maksimum akı yoğunluğu için genel kurallar belirlenmiştir.

Uyduda, sinyal anten tarafından alınır, filtrelenir ve sonra düşük gürültülü bir yükselteç (LNA) tarafından yükseltilir. Bir frekans çevirici, tekrar iletimden önce sinyali indirme hattı frekansına çevirir. Bu yöntem, uydunun yüksek güçlü çıkışı ile girişi arasında bant içi girişimini önler, frekans çevirme işlemi yapılmadığı takdirde ise alma/gönderme arasında çok yüksek yalıtım gerekir (100–150 dB arası).

6.9. Uydu Sistemlerinin Kullanımı

Günümüzde Uydu Haberleşme Sistemleri artık hayatımızın bir parçası olmuştur. Ortalama %99,5' luk yıllık aktif çalışma oranıyla, yaptığımız bilgi alışverişlerinin, evimize gelen televizyon sinyallerinin, gerçekleştirdiğimiz telefon konuşmalarının çoğunda farkında olmasak da altyapı olarak uydu sistemleri kullanılmaktadır. Artan iletişim trafiği, gün geçtikçe daha fazla kanal kapasiteli ve daha hızlı haberleşme sistemlerinin kurulmasına neden olmaktadır. Uydu haberleşme sistemleri saydığımız bu ihtiyaçları karşılayabilecek özelliklere sahip teknolojisiyle gelecekte çok daha yaygın ve spesifik olarak kullanılacaktır.

BÖLÜM 7. PLANLAMA VE PROJE SERVİSİNDE KULLANILMAK ÜZERE HAZIRLANAN KULLANICI MALİYET HESAP PROGRAMI

Visual Basic 6.0' da hazırlanan program: yatırım toplantılarında yatırım yapılacak bölgedeki verilecek hizmetin hangi erişim şebekesi siteminde yapılması hakkında ve spot planların hazırlanmadan önce karar vermek üzere pratik olarak kullanılacak olan Windows ortamında çalışmak üzere hazırlanmıştır.

7.1. Program Üzerinde Kullanılan Nesnelere

8 Adet Label: PRENSİBAL, LOKAL, Y.A.Göz/mt., YARSER, F/O km, ABONE SAYISI, DİE ENDEKSİ, DOLAR KURU, BAKIR DEVRE, SAYISAL HAT ÇOKLAYICILAR, ACCESS MUX., KTS, FES.

5 Adet Checkbox: ERİŞİM SİSTEMLERİNİN SEÇİMİ İÇİN.

9 Adet Text: 8 adeti veri girişi için, 1 tanesi de sonuç görüntüleme için kullanılmıştır.

4 Adet Command butonu: HESAPLAMA, TEMİZLEME, PRINT ve EXIT için.

1 Adet Frame ERİŞİM SİSTEMLERİNİN menüsünü ayrı grup zemininde oluşturmak için [16].

7.2. Programın Çalışması

Programın düzgün çalışabilmesi için verilerin eksiksiz ve doğru girilmesi için mesaj boxlarla kullanıcıya bilgi verilmektedir [17].

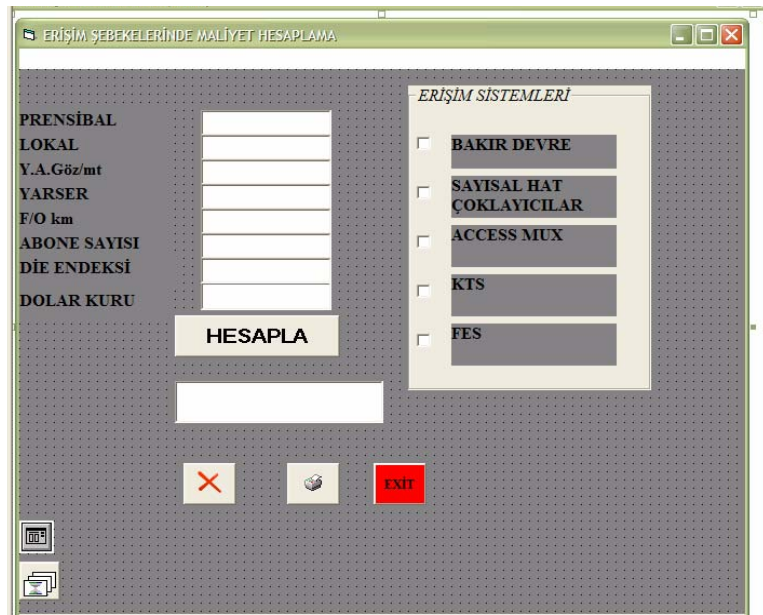
Hesaplama için verilerin girişi yapılarak istenilen erişim sisteminin seçilmesiyle HESAPLA butonuna basılarak seçilen sistemin maliyeti görüntülenir.

Kullanıcı diğer sistemler hakkında maliyeti hakkında bilgi almak istediğinde: temizle butonuna basarak girdiği veriler textlerden ve seçtiği sistem checki silinir.

Print butonu konularak sayfadan çıktı alma imkânı da sağlanmıştır.

Hesaplama yapılırken girilen veriler baz 2001 ortalama baz fiyatları die endeksi ve dolar kuruyla güncelleyerek kullanılmaktadır.

Şekil 8.1' de programın görünüşü verilmektedir.



Şekil 8.1: Kullanıcı programının görünüşü

7.3. Programın İşlevsel Kod Yazılımı

Dim prensibal As Long, lokal As Long, ya As Long, yarser As Long, die As Single, abone As Long, dolar As Long

Private Sub Command1_Click()

```
If Check1 = 0 And Check2 = 0 And Check3 = 0 And Check4 = 0 And Check5 = 0  
Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN ERİŞİM SİSTEMLERİNDEN BİRİNİ SEÇİNİZ"
```

```
End If
```

```
If Check1 = 1 And Check2 = 1 Or Check1 = 1 And Check3 = 1 Or Check1 = 1 And  
Check4 = 1 Or Check1 = 1 And Check5 = 1 Or Check2 = 1 And Check3 = 1 Or  
Check2 = 1 And Check4 = 1 Or Check2 = 1 And Check5 = 1 Or Check3 = 1 And  
Check4 = 1 Or Check3 = 1 And Check5 = 1 Or Check4 = 1 And Check5 = 1 Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN ERİŞİM SİSTEMLERİNDEN SADECE BİRİNİ SEÇİNİZ"
```

```
End If
```

```
If Text1.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN PRENSİBAL DEĞERİNİ GİRİNİZ"
```

```
Exit Sub
```

```
ElseIf Text2.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN LOKAL DEĞERİNİ GİRİNİZ"
```

```
Exit Sub
```

```
ElseIf Text3.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN Y.A. Göz/mt GİRİNİZ"
```

```
Exit Sub
```

```
ElseIf Text4.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN YARSER MİKTARINI GİRİNİZ"
```

```
Exit Sub
```

```
ElseIf Text5.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN F/O Göz/mt GİRİNİZ"
```

```
Exit Sub
```

```
ElseIf Text6.Text = "" Then
```

```
MsgBox "LÜTFEN ABONE SAYISINI GİRİNİZ"  
Exit Sub
```

```
ElseIf Text7.Text = "" Then  
MsgBox "DİE ENDEKSİNİ GİRİNİZ"  
Exit Sub
```

```
ElseIf Text9.Text = "" Then  
MsgBox "LÜTFEN DOLAR KURUNUZ GİRİNİZ"  
Exit Sub  
End If
```

```
prensibal = Val(Text1.Text)  
lokal = Val(Text2.Text)  
ya = Val(Text3.Text)  
yarser = Val(Text4.Text)  
fiber = Val(Text5.Text)  
abone = Val(Text6.Text)  
die = Val(Text7.Text)  
dolar = Val(Text9.Text)
```

```
If Check1 = 1 And Check2 = 0 And Check3 = 0 And Check4 = 0 And Check5 = 0  
Then  
Text10.Text = ((prensibal * 33.34 * die / 4124.7) + (lokal * 16.67 * die / 4124.7) +  
(ya * 6.554 * die / 4124.7) + (yarser * 2 * die / 4124.7))  
End If
```

```
If Check2 = 1 And Check1 = 0 And Check3 = 0 And Check4 = 0 And Check5 = 0  
Then  
Text10.Text = (abone / 11) * 80 * dolar  
End If
```

```

If Check3 = 1 And Check1 = 0 And Check2 = 0 And Check4 = 0 And Check5 = 0
Then
Text10.Text = (abone * 120 * dolar) + (abone / 480 * 4 * fiber * 580 * dolar) + (ya *
6.554 * die / 4124.7)
End If

```

```

If Check4 = 1 And Check1 = 0 And Check2 = 0 And Check3 = 0 And Check5 = 0
Then
Text10.Text = (abone * 325 * dolar)
End If

```

```

If Check5 = 1 And Check1 = 0 And Check2 = 0 And Check3 = 0 And Check4 = 0
Then
Text10.Text = (abone * 83 * dolar) + (abone / 480 * 4 * fiber * 580 * dolar) + (ya *
6.554 * die / 4124.7)
End If
End Sub

```

```

Private Sub MDIForm_Load()
    Me.Left = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainLeft", 1000)
    Me.Top = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainTop", 1000)
    Me.Width = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainWidth", 6500)
    Me.Height = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainHeight", 6500)
    LoadNewDoc
End Sub

```

```

Private Sub MDIForm_Unload(Cancel As Integer)
    If Me.WindowState <> vbMinimized Then
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainLeft", Me.Left
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainTop", Me.Top
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainWidth", Me.Width
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainHeight", Me.Height
    End If

```



```
End Sub  
Private Sub Command2_Click()  
MALIYET.PrintForm  
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()  
Text1.Text = ""  
Text2.Text = ""  
Text3.Text = ""  
Text4.Text = ""  
Text5.Text = ""  
Text6.Text = ""  
Text7.Text = ""  
Text9.Text = ""  
Text10.Text = ""  
Check1 = 0  
Check2 = 0  
Check3 = 0  
Check4 = 0  
Check5 = 0  
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()  
End  
End Sub1
```

¹ Program yazılımında

1- Microsoft visual Basic 5 step by step/michael Halverson, 1997
2- Microsoft Visual Basic 6.0 Deveelopment, Microsoft corporation,1999

BÖLÜM 8. SONUÇLAR

Erişim şebekesinin oluşturulmasında ve kullanılacak tekniklerin seçiminde ülkemizdeki 5 yıl içindeki konut ihtiyacındaki artış, nüfus ve buna bağlı haberleşme servislerinde abone tahmini kriterler ve makro hedeflerin dikkate alınması gerekmektedir. Mukayeseli grafiklerden de görüldüğü üzere merkez yerlerde her ne kadar KTS' nin ve Sayısal Hat Çoklayıcılarında maliyetinin uygun olduğu durumlar olsada merkezi yerlerin yüksek hızda veri iletimi söz konusu olduğundan tercih edilmez.

Dünya genelindeki bu artış eğilimlerine göre bir erişim şebekesi için belirlenmesi gereken makro hedefler:

Erişim şebekesi yüksek hızda veri iletimini sağlayacak transparent (şeffaf) bir yapıda oluşturulmalıdır.

Veri hızını sınırlayıcı teçhizatın erişim şebekesinde kullanımı çok sınırlı tutulmalıdır. Erişim şebekesinde kullanılacak sistemler belirlenirken; veri hızının abone ihtiyaçlarına göre seçiminde ihtiyaç grupları dikkate alınmalıdır.

İleride ses, veri ve görüntü sinyallerinin sayısal ortamda tek bir bakır devre, fiber veya KTS sistemi üzerinden aboneye ulaştırılacağı göz önüne alınmalıdır.

Gerek işletme güvenliği gerekse elektromanyetik etkilere karşı korunumlu olan bir erişim altyapısı oluşturulmalıdır.

Açıklanan erişim teknikleri ile belirlenen makro hedefler ve kriterler dikkate alınarak bir erişim şebekesi yapısının oluşturulmasında aşağıdaki esaslar uygulanmalıdır.

Abone yoğunluğu fazla olan ve santral merkezine yakın olan metropolitan sahalarda, halen ekonomik olan bakır iletkenli erişim tekniği tercih edilmelidir.

Bakır kablolu erişimin uygulanması halinde: Yapılan santral yeri planlamasında abone yoğunluğu nedeniyle daha kısa mesafede ayrı bir santral kurulması durumları hariç, abone potansiyeli ne olursa olsun santrale olan tesis tel mesafesi 4 km' ye kadar olan yerler, abone potansiyeli en fazla 200 olabilecek yerleşim yerlerinden santrale olan tesis tel mesafesi 4-5' km arasında olanlar, abone potansiyeli en fazla 50 olabilecek yerleşim yerlerinden santrale olan tesis tel mesafesi 7-10 km arasında olanlar, söz konusu olan santralin hizmet hudutlarına dahil edilmesi ve bakır kablolu erişim şebekesi ile santrale irtibatlandırılması ekonomik olmaktadır (Ek 1, Ek 2, Ek 4, Ek 6).

Abone yoğunluğu ve veri talebinin az olduğu santral merkezine uzak dağıtım bölgelerde, bakır kablolu erişim, FES veya KTS erişimi için karşılaştırma yapılmalı ve ekonomik olan çözüm tercih edilmelidir (Ek 3).

Şehir banliyölerinde geniş bantlı servis ihtiyacı olmayan sahalarda sayısal hat çoklayıcıları kullanılabilir (Ek 5).

Metropolitan sahaların merkezlerinde bölgesel olarak meydana gelen talep yoğunlaşmaları veya yüksek veri hızı ihtiyaçları, ileride doğacak talep artışıda göz önüne alınarak, FTTC uygulaması kapsamındaki FES kullanılarak çözümlenmelidir (Ek 1 ve Ek 4).

Banliyö sahalarında abone yoğunluğu fazla olan ve transmisyon yönünden santrale uzak noktalarda FES tercih edilmelidir (Ek 1 ve Ek 2).

Arsa temini ve bina yapımı ile işletme zorlukları dikkate alınarak çok santralli yapıdan kaçınılmalıdır. Kurulu bulunan santral binasının max. Santral kapasitesine göre hizmet sınırı genişletilerek SDH ring topolojisinde (konfigürasyonunda) FES uygulaması yapılarak erişim şebekesi oluşturulmalıdır.

Santrale yakın olan ve mevcut bakır devre altyapısı bulunan sahalardaki veri haberleşmesi ihtiyaçları xDSL tekniği ile çözümlenebilir.

Kablolu ve kablosuz erişim tekniklerinin uygulanamadığı ve abone yoğunluğu az olan yerleşim bölgelerinde uydu erişim tekniği çok sınırlı olarak uygulanmalıdır. Çünkü uydu erişim sisteminin hatbaşı maliyetinde sadece teçhizat bedelinin 3000\$ olduğu göz önüne alınacak olursa.

Coğrafik olarak ulaşımı çok zor olan veya kablolu erişim tekniklerinin kullanılmasının ekonomik olmadığı kırsal alanlarda KTS sistemi tercih edilmelidir (Ek 2, Ek 3).

Mevcut bakır iletkenli erim şebekesi bulunan kırsal alanlarda kapasite artırımına ihtiyaç duyulduğu zaman transmisyonun izin verdiği ölçüde sayısal hat çoklayıcıları veya hat konsantratörleri gibi aktif erişim teknikleri kullanılmalıdır (Ek 5).

Gerek günümüz gerekse gelecekteki yeni servis ihtiyaçlarının mevcut altyapıyı değiştirmeksizin sadece teçhizat değişimi yapılarak karşılanabileceği bir erişim altyapısı oluşturulması planlamacıların ana hedefi olmalıdır.

Excel programında hazırlanan örnek yerleşim birimleri için maliyet hesaplarının (Ek 11, Ek 12, Ek 13, Ek 14) grafiklerinden de anlaşılacağı üzere her erişim sistemi için mukayese yapılarak maliyet karşılaştırılması yapılmış fakat değerlendirilirken makro hedefler göz önüne alınmıştır.

BÖLÜM 9. TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER

Telekomünikasyon haberleşme sisteminde Bakır Kablolı erişimin uygulanmasının çoğunlukla ekonomik olduğu görülmektedir. Özellikle xDSL sistemlere uyumlu olması günümüzde ses ve data iletiminde de kolaylık sağlamaktadır. Teknolojinin sürekli gelişmesi ve zaman içinde veri hızlarının daha geniş bantlı ve güvenli bir şekilde kullanımının artmasıyla öncelikle santral alt yapısı hazırlanmış olan ve yavaş yavaş Bakır Devrelere karşı rakip olan FES sistemleri görülmektedir. Marmara bölgesindeki 1999 depremi sonrası yeni yapılaşma olan bölgelerde FES tercih edilen erişim şebeke sistemi olmuştur. FES sistemleriyle santral arasında prensibal olarak F/O kablo kullanımı yeraltı şebekelerinde bakır kablo gibi göz işgal etmez artan talepler doğrultusunda yeraltı güzergâh ilavesi yapılmadan talepler karşılanabilecektir.

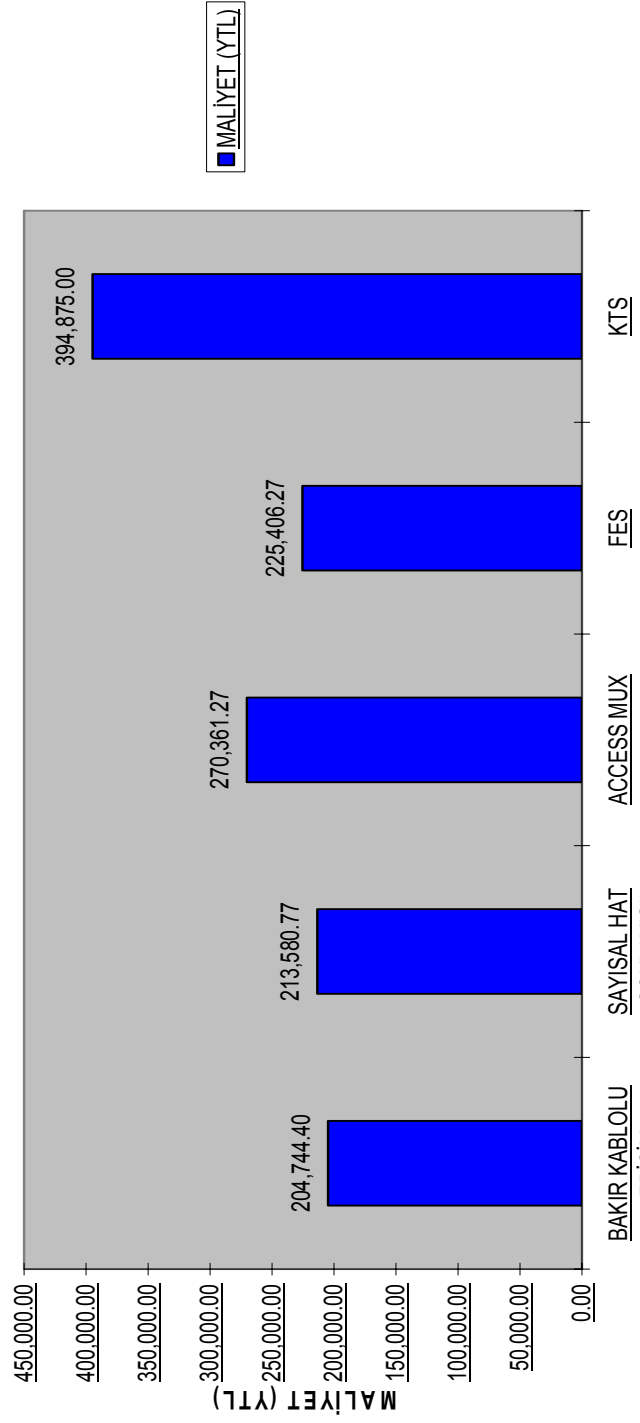
Hazırlanan kullanıcı programında: Türk Telekomünikasyon A.Ş.'nin kullanmış olduğu TEMOS programıyla birleştirilip hazır veri tabanları haline getirildiğinde bir bölgenin revizyon ihtiyacında veya herhangi bir doğal afet sonucu şebekede oluşan büyük hasarların revize etmeden bu veritabanından da yararlanarak çok daha hızlı hesapla metoduyla hangi erişim tekniğinin kullanılacağı karar verilmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

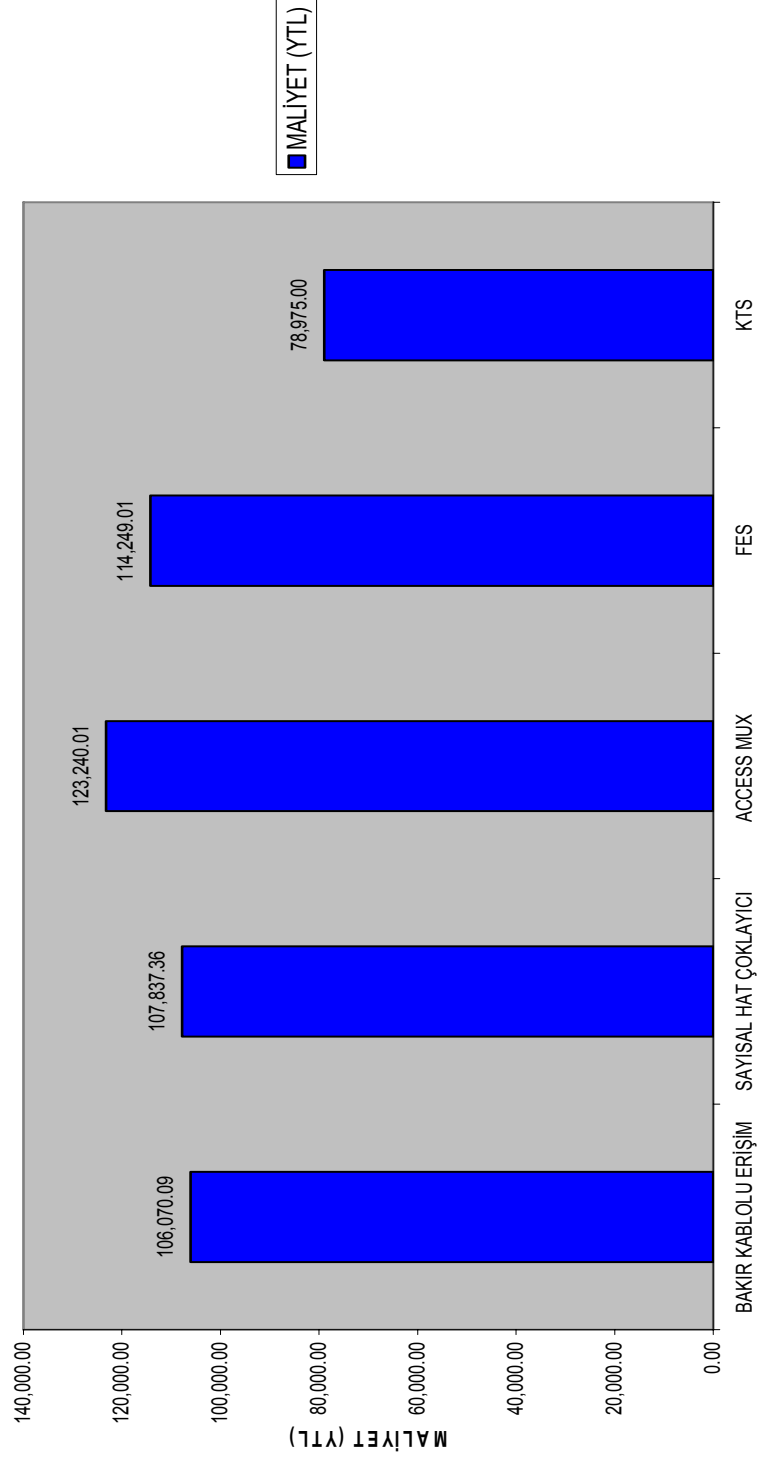
- [1] “Erişim şebekeleri Planlama ve Proje Hazırlama Esasları”, Türk Telekomünikasyon A.ř. Etüt Proje ve Yatırım D.Başkanlığı İç şebeke Müd., Ankara 2001
- [2] Telekomünikasyon Kurumu Sektörel Araştırmalar ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı; Rapor No:3, Eylül 2001
- [3] www.isletme.turktelekom.com.tr/sistemler/fiber.asp
- [4] “Erişim şebekeleri Aktif Erişim Sistemleri”, Türk Telekomünikasyon A.ř. Etüt Proje ve Yatırım D.Başkanlığı İç şebeke Müd., Ankara 2001
- [5] “PCM11 Hat Çoklayıcısı Montaj ve Kullanıcı El Kitabı” Karel Elektronik, Ocak 1997
- [6] “Telplus 10T 10 Kanal Dijital Hat Çoklayıcı Sistemi, Montaj ve Kullanım Klavuzu ” TELSPEC, Nisan 2001
- [7] www.qsl.net/ta1b/aselsan/uyduhabsistemi.htm
- [8] www.telekomdunyasi.com/OLD/arsiv/2004/agustos2004/ido4.htm
- [9] www.pazarlama.telekom.gov.tr/hizmetler/kts.html
- [10] www.basin.telekom.gov.tr/dergi/2003-3yazilar/fes.htm
- [11] KAPLAN, Yasin, “Veri Haberleşmesi Temelleri”, Papatya Yayıncılık Eğitim, Ekim 2000
- [12] Telekomünikasyon Kurumu Sektörel Araştırmalar ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı; “ DSL Teknolojisinin İletişime Sunduğu Geniş Bant İmkânları”
- [13] Huawei Technologies Firması, “FES Network Design”, Nisan 2004
- [14] Huawei Technologies Firması, “TRV5 Interface ISSUE 1.0”, Nisan 2004

- [15] [www.fbe.gazi.edu.tr/dergi/tr/dergi/tam/17\(3\)/13.pdf](http://www.fbe.gazi.edu.tr/dergi/tr/dergi/tam/17(3)/13.pdf)
- [16] BALENA, Francesco, "Programing Microsoft Visual Basic 6.0", 1999
- [17] HALVORSON, Michael, "Visual Basic.Net Step by Step", 2002

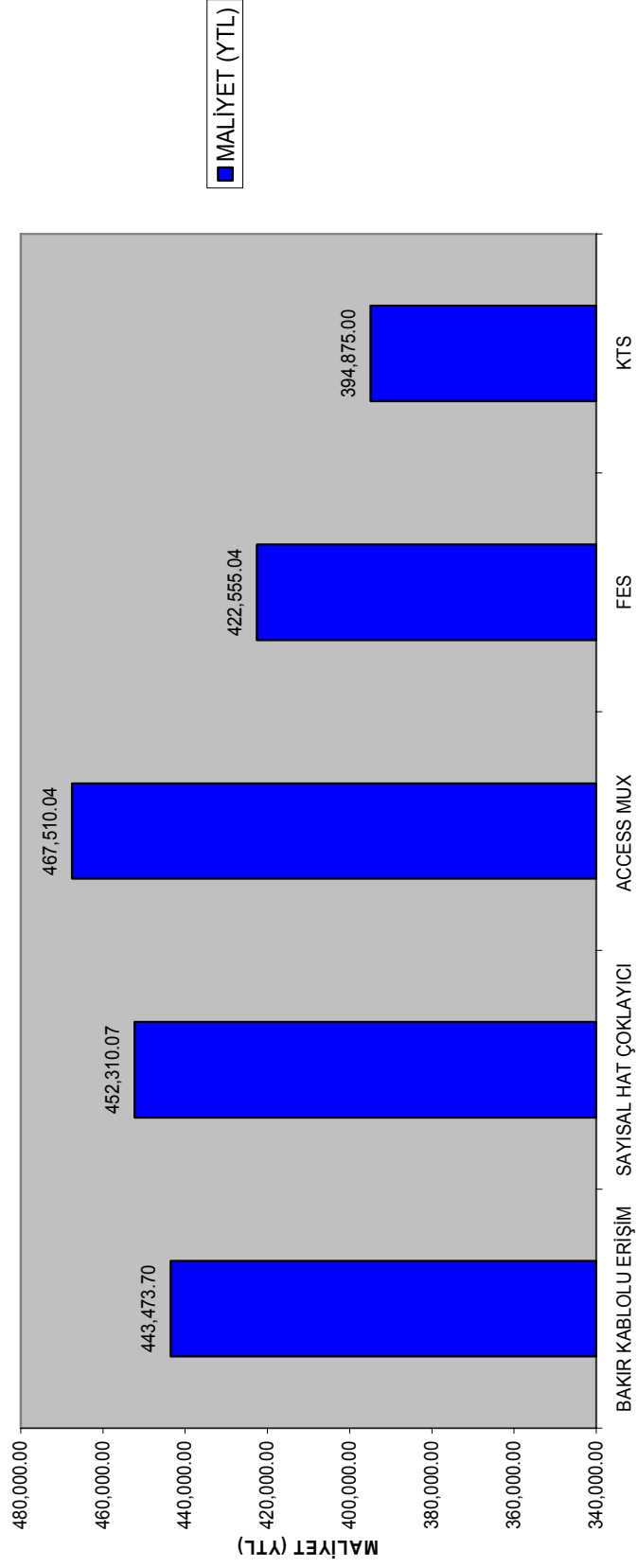
Ek 1.



Grafik 1. Yeni kurulan site alanı için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırılması

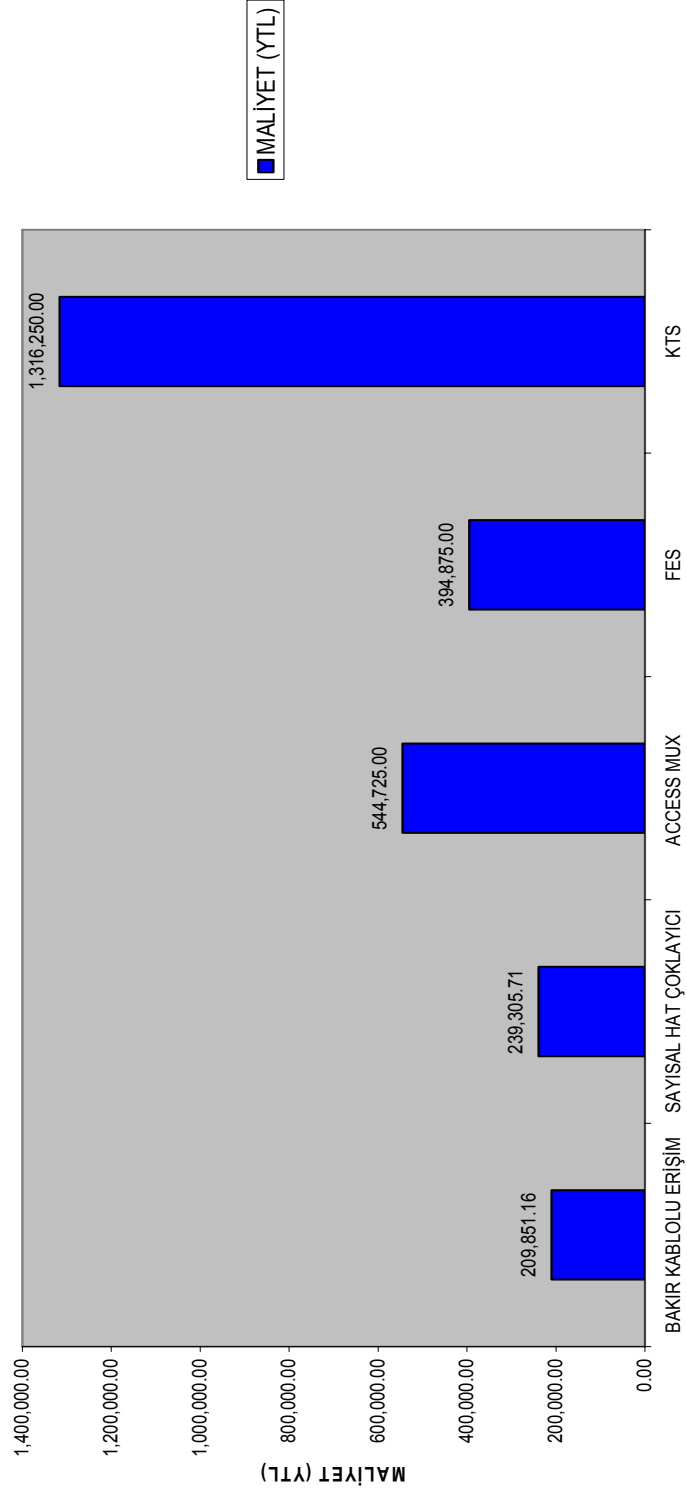


Grafik 2. Köy için (örnek Hendek-Aksu köyü) erişim şebeke sistemlerinin maliyet karşılaştırması



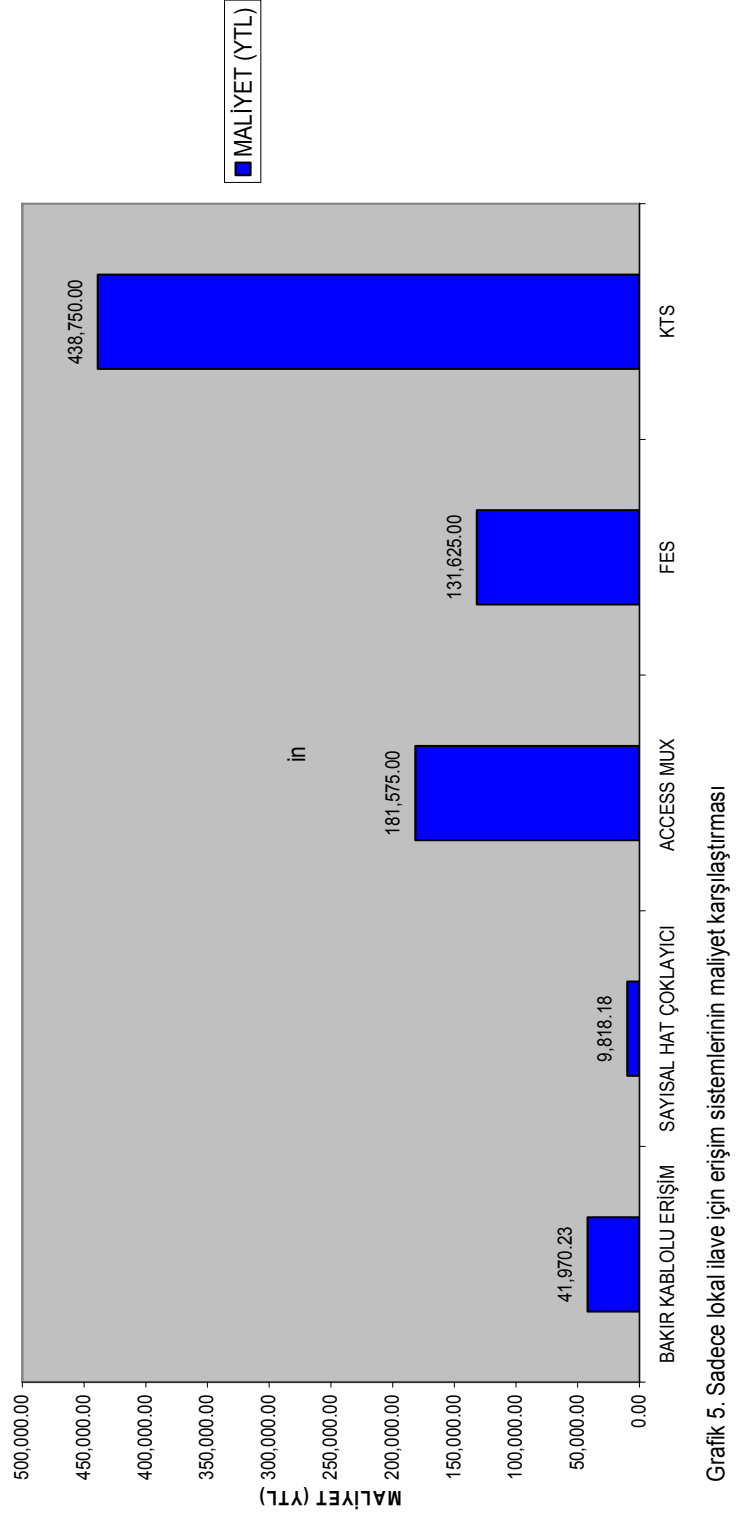
Grafik 3. İlçe için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırması

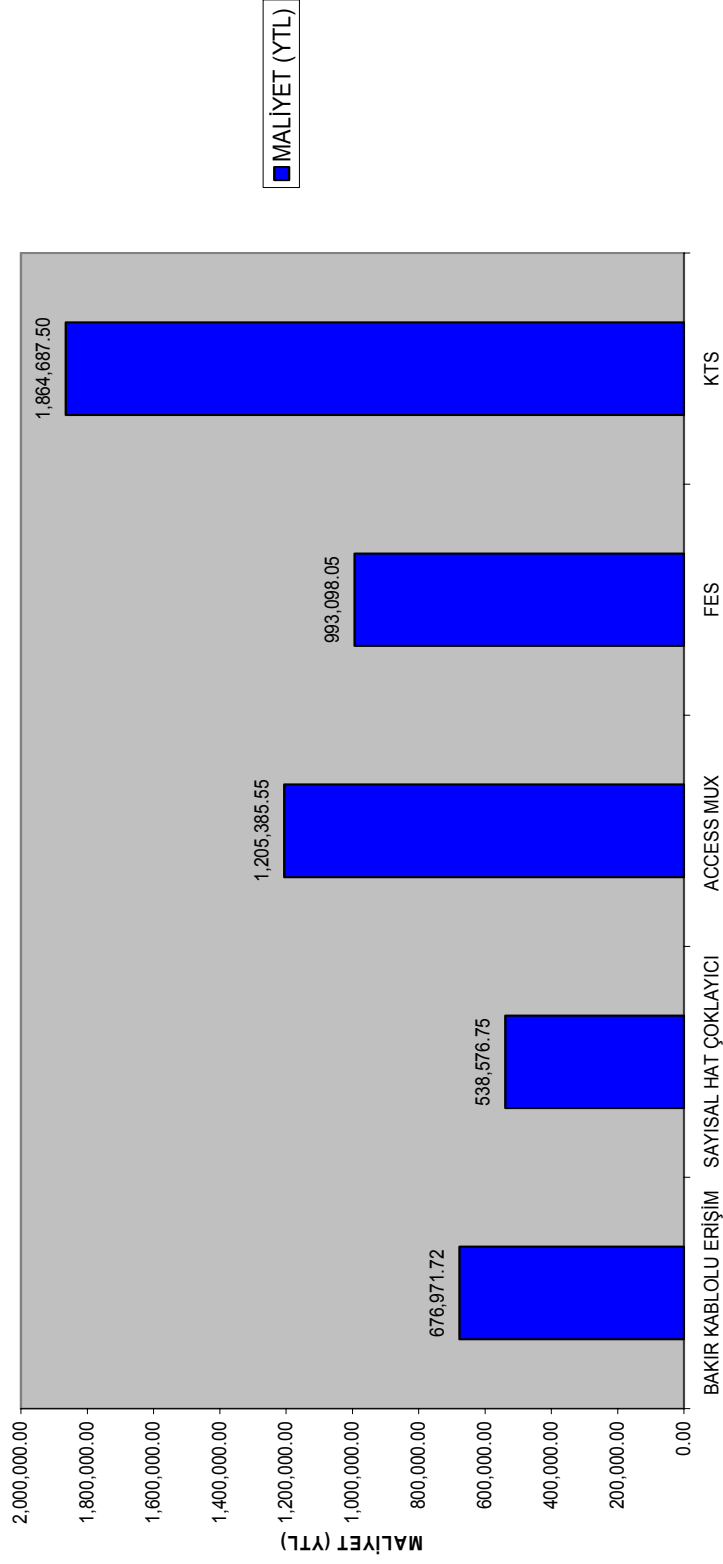
Ek 4.



Grafik 4. Merkez için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırması

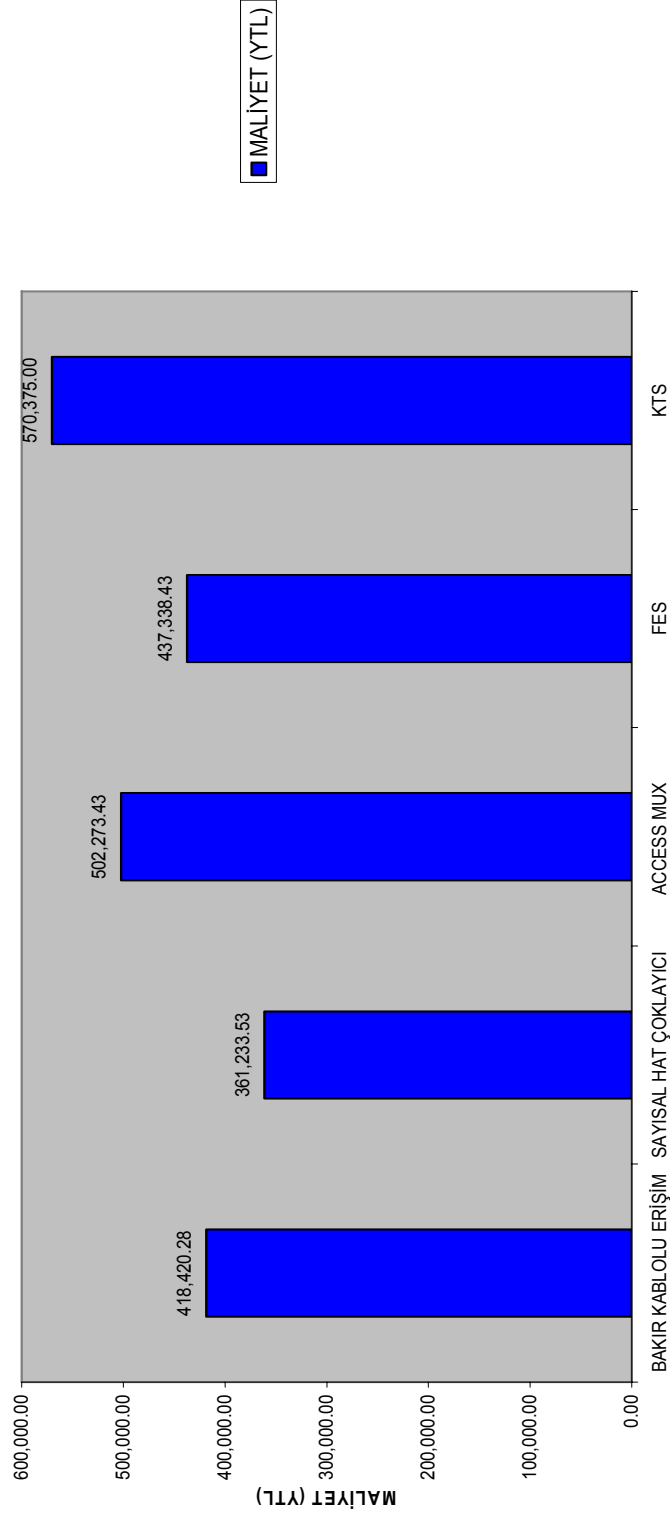
Ek 5.





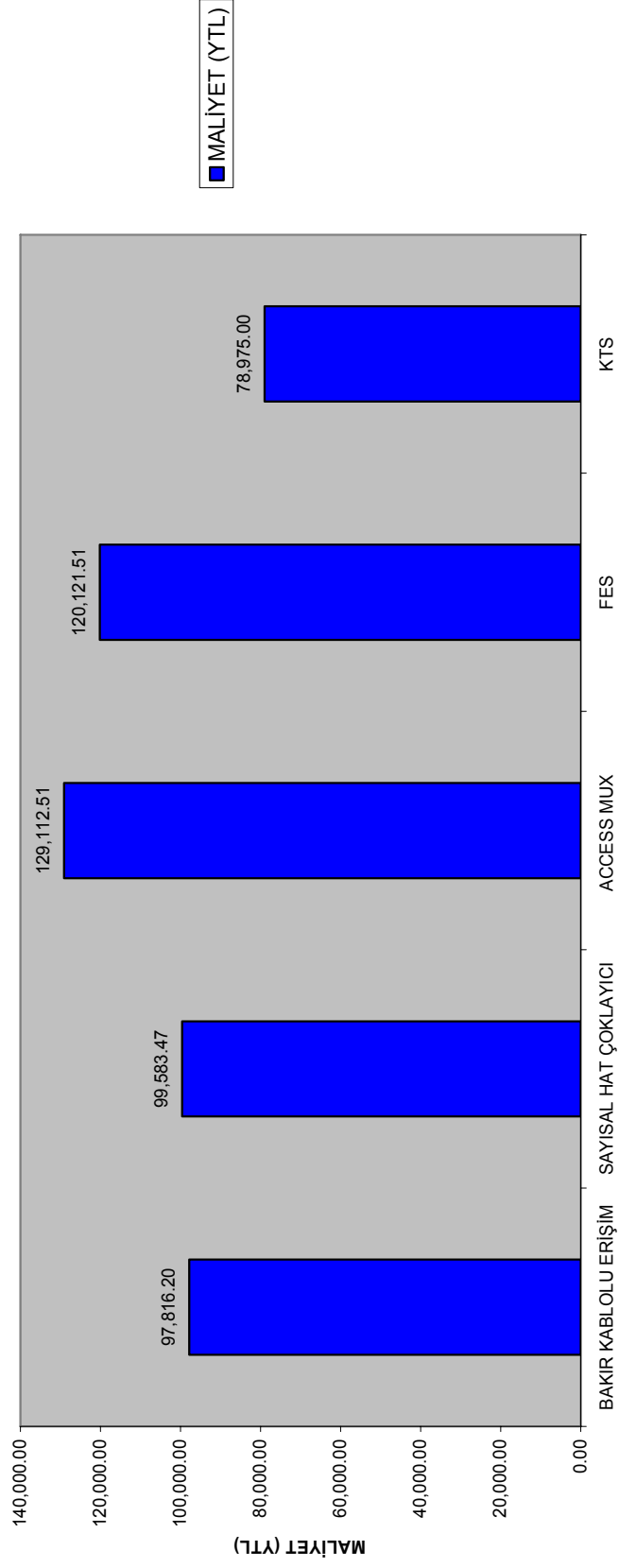
Grafik 6. Belediyelik için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırması

Ek 7.

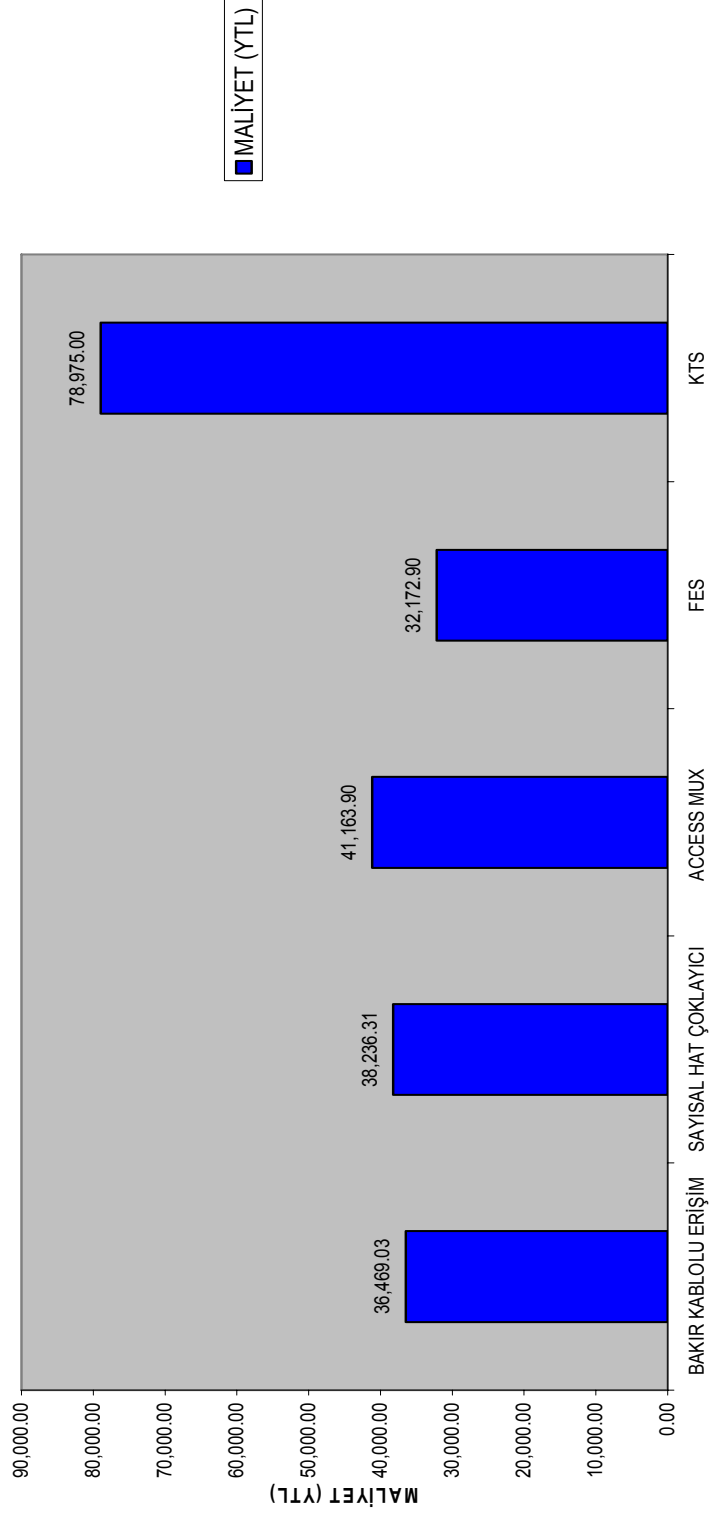


Grafik 7. Belediyelik için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırması

Ek 8.

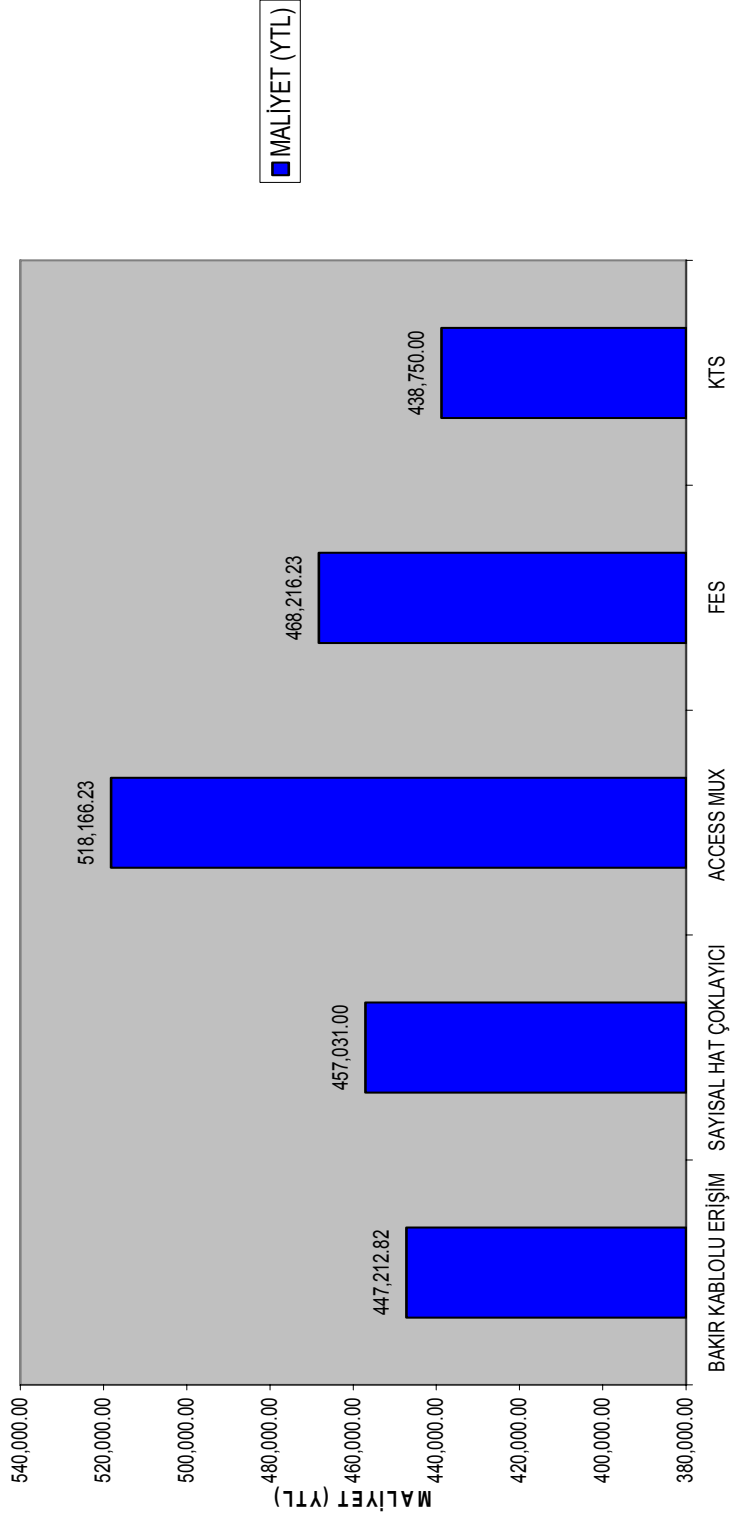


Grafik 8.Köy için (örnek Hendek-Dikmen köyü) erişim şebeke sistemlerinin maliyet karşılaştırması



Grafik 9. Prensibal ilavesi için erişim şebeke sistemlerinin maliyet karşılaştırması

Ek 10.



Grafik 10. Prensibal lokal ilavesi için erişim sistemlerinin maliyet karşılaştırması

Ek 11.

Tablo 1
YENİ KURULAN SİTE ALANI İÇİN

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m).	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	900	1500	6500		900	8654	1.35	204,744.40
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	900	1500	6500		900	8654	1.35	213,580.77
ACCESS MUX	0	900	1500	6500	6	900	8654	1.35	270,361.27
FES	0	900	1500	6500	6	900	8654	1.35	225,406.27
KTS	0	900	1500	6500		900	8654	1.35	394,875.00

Tablo 2
KÖY İÇİN (ÖRNEK HENDEK AKSU İÇİN)

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	1700	700	250	3000		180	8654	1.35	106,070.09
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	1700	700	250	3000		180	8654	1.35	107,837.36
ACCESS MUX	1700	700	250	3000	45	180	8654	1.35	123,240.01
FES	1700	700	250	3000	45	180	8654	1.35	114,249.01
KTS	1700	700	250	3000		180	8654	1.35	78,975.00

Tablo 3
İLÇE

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	1200	3600	17000		900	8654	1.35	443,473.70
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	1200	3600	17000		900	8654	1.35	452,310.07
ACCESS MUX	0	1200	3600	17000	15	900	8654	1.35	467,510.04
FES	0	1200	3600	17000	15	900	8654	1.35	422,555.04
KTS	0	1200	3600	17000		900	8654	1.35	394,875.00

Ek 12.

Tablo 4
MERKEZ

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	1200	3600	0		3000	8654	1.35	209,851.16
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	1200	3600	0		3000	8654	1.35	239,305.71
ACCESS MUX	0	1200	3600	0	3	3000	8654	1.35	544,725.00
FES	0	1200	3600	0	3	3000	8654	1.35	394,875.00
KTS	0	1200	3600	0		3000	8654	1.35	1,316,250.00

Tablo 5
SADECE LOKAL İLAVE

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	0	1200	0		1000	8654	1.35	41,970.23
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	0	0	0		1000	8654	1.35	9,818.18
ACCESS MUX	0	0	1200	0	3	1000	8654	1.35	181,575.00
FES	0	0	1200	0	3	1000	8654	1.35	131,625.00
KTS	0	0	1200	0		1000	8654	1.35	438,750.00

Tablo 6
BELEDİYELİK

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	1300	3600	5150	17433	0	4250	8654	1.35	676,971.72
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	1300	3600	5150	17433	0	4250	8654	1.35	538,576.75
ACCESS MUX	1300	3600	5150	17433	10	4250	8654	1.35	1,205,385.55
FES	1300	3600	5150	17433	10	4250	8654	1.35	993,098.05
KTS	1300	3600	5150	17433	0	4250	8654	1.35	1,864,687.50

Ek 13.

Tablo 7
BELEDİYELİK

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	1200	2000	19249	0	1300	8654	1.35	418,420.28
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	1200	2000	19249	0	1300	8654	1.35	361,233.53
ACCESS MUX	0	1200	2000	19249	3.2	1300	8654	1.35	502,273.43
FES	0	1200	2000	19249	3.2	1300	8654	1.35	437,338.43
KTS	0	1200	2000	19249	0	1300	8654	1.35	570,375.00

Tablo 8
KÖY İÇİN (ÖRNEK HENDEK DİKMEN İÇİN)

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	1400	600	250	3000		180	8654	1.35	97,816.20
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	1400	600	250	3000		180	8654	1.35	99,583.47
ACCESS MUX	1400	600	250	3000	50	180	8654	1.35	129,112.51
FES	1400	600	250	3000	50	180	8654	1.35	120,121.51
KTS	1400	600	250	3000		180	8654	1.35	78,975.00

Not: Hendek Aksu ve Dikmen' i görecek KTS sistemiyle ayrı ayrı kurmadan hizmet verilebilir bu da maliyeti ekonomik hale getirecektir.

Tablo 9
PRENSİBAL İLAVESİ

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	1725	300		600		180	8654	1.35	36,469.03
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	1725	300		600		180	8654	1.35	38,236.31
ACCESS MUX	1725	300		600	3.2	180	8654	1.35	41,163.90
FES	1725	300		600	3.2	180	8654	1.35	32,172.90
KTS	1725	300		600		180	8654	1.35	78,975.00

Ek 14.

Tablo 10
PRENSİBAL ve LOKAL İLAVESİ

ERİŞİM SİSTEMİ	YARSER(m)	PRENSİBAL	LOKAL	YA Göz/mt	FO (km)	ABONE	DİE	DOLAR KURU	MALİYET (YTL)
BAKIR KABLOLU ERİŞİM	0	3600	1000	11673		1000	8654	1.35	447,212.82
SAYISAL HAT ÇOKLAYICI	0	3600	1000	11673		1000	8654	1.35	457,031.00
ACCESS MUX	0	3600	1000	11673	30	1000	8654	1.35	518,166.23
FES	0	3600	1000	11673	30	1000	8654	1.35	468,216.23
KTS	0	3600	1000	11673		1000	8654	1.35	438,750.00

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında İzmir Karşıyaka da doğdu. 1997 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1 sene özel şirkette çalıştıktan sonra 1998 yılında Türk Telekomünikasyon A.Ş. İzmir Başmüdürlüğünde göreve başladı. 2000 yılında Türk Telekomünikasyon A.Ş. Sakarya Başmüdürlüğüne eş nedeniyle tayin olup halen Erişim Şebekesi Müdürlüğünde görevine devam etmektedir.