

DSL TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK BAND GENİŞLİĞİ VE VERİ İLETİMİNDE KAPASİTE ARTIRIMI

Mustafa ALKAN¹ Hakan TEKEDERE²
Özgür GENÇ³

¹malkan@alp.nigde.edu.tr ²htekedere@hotmail.com
³ozgurgenctr@yahoo.com

Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Bölümü
Telekomünikasyon Anabilim Dalı

Bildiri Konusu: Haberleşme Tekniği ve Sistemleri

ABSTRACT

Improvements in communication technology increase the importance of multimedia data's usage. The data require more stock units and faster transmission medias.

Nowadays, to increase the capacity of the modem lines which are insufficient alternative workings have been done like ADSL, HDSL, IDSL, SDSL and VDSL. One of the most important advantage of the DSL technology is that, it does not require any exchange on the existing phone lines and it supplies an internet connection without interrupt, at the same time phone dialings can be done.

In this paper, an asymmetric full duplex transmission system which increases the bandwidth of the lossy copper line without amplifier in normal phone lines is considered. With this method video images compressed in MPEG-2 standards, are transmitted in 6 Mbps data rate with high quality. In addition, by using the existing copper lines without using signal technology, it's tired to be explained, that transmission on the 0.5 mm cables until 5 km distance.

Finally, new transmission technologies which supply voice and image transmission in high rate on a single line with wide bandwidth their advantages are explained.

Anahtar Kelimeler: DSL (Dijital Abone Hattı), Veri İletimi

1. GİRİŞ

Veri ve çokluortam iletimi yapılabilmesi için fiber, telsiz ya da mevcut bakır hatlar arasında bir seçim yapılmalıdır.

Fiber kabloların ve ilgili servislerin sunulmasının maliyetinin yüksek olması fiber teknolojisinin yaygınlaşmasını engellemektedir.

Kablo modemler ciddi bir alternatif olmasına rağmen, mevcut yapıların 2 yönlü veri trafiğini kaldıramaması ve bant genişliğinin paylaşılması

nedeniyle kullanıcı sayısı arttıkça bantın daralması bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

Gelişme aşamasında olan uydu üzerinden veri nakli yüksek maliyetinden dolayı yaygınlaşmaya uygun bir teknoloji değildir.

Tüm bunların yanında; telefon şirketlerinin elinde milyonlarca kilometrelik bakır hat bulunmaktadır ve şirketler bu altyapıyı da değerlendirmek istemektedirler. Mevcut modem teknolojisi en fazla 56 kbps (V.34 ile 33.6 kbps) iletebilmektedir. Bu hızlarda, yoğun metin ve grafik dosyalarını göndermek ya da internet üzerinden ses ve görüntü göndermek pratik olarak mümkün değildir. Başka bir seçenek ISDN BRI hizmetleridir. 128 kbps'lik hızı ile ISDN BRI bazı yörelerde hat başına 100\$'ın üzerindeki maliyetiyle hala çok pahalıdır. Bundan başka, ISDN servisleri henüz hazır değildir, yani kullanıcılar uçtan uca ISDN servisleri alamayabilirler. Öte yandan örneğin internet'e erişim açısından da TCP/IP de olan hiçbir uygulama yazılımı henüz ISDN'de yoktur. Anahtarlama devre olan ISDN, tıkanmaya maruz kalabilir.

Sonuç olarak, herkes yüksek hızda internet'e erişebilmek, uzak LAN erişimi sağlayabilmek ve ısmarlama video hizmeti istemekte ve bunu da basit, ekonomik ve kısa sürede sağlamak istemektedir. Bunu sağlayacak teknoloji hız/performans faktörleri göz önüne alınarak araştırıldığında karşımıza en iyi seçenek olarak DSL (sayısal abone hattı) teknolojileri çıkmaktadır.

2. DSL (Digital Subscriber Line - Sayısal Abone Hattı)

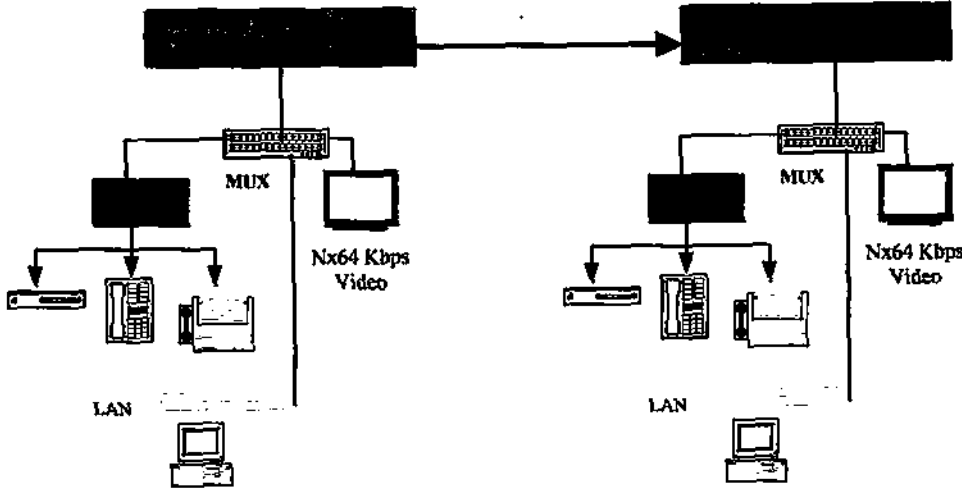
Genel olarak DSL; bir hattı değil bir modem çiftini temsil etmektedir. Bir DSL dupleks veri gönderir. Yani her iki yönde aynı anda bakır hatlar üzerinden yaklaşık 5 km'ye kadar 160 kbps hızda veri gönderir. Modern standartlarla bir DSL herhangi bir şekilde transmisyon eşliğini zorlamaz.



Şekil 1: Temel DSL Bağlantısı

DSL modemleri 80 KHz'e kadar twisted Pair band genişliğini kullanırlar. DSL modemleri çift kazanım uygulamaları için kullanılmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde ikinci hat tesisine ihtiyaç olmadan tek bir POTS hattını iki adet POTS hattına dönüştürürler. DSL teknolojileri; santraller arasında PCM (Pulse Code Modulation) trunk hatlarında, modem hızından daha hızlı iletişime ihtiyaç duyan sistemlerde, videokonferans hizmetlerinin sunulmasında, GSM baz istasyonlarında, internet erişimlerinde ve kampüs bölgelerinde kullanılabilir.

ADSL sistemler çeşitli modülasyon tekniklerinden; sayısal işaret işleme, sıkıştırma algoritmaları, frekans bölmeli çoğullama ve yankı bastırma gibi teknikleri kullanarak telefon hattını üç kanala ayırır. Bu üç kanaldan bir tanesi yüksek hızlı aşağı yönde kanal, orta hızda duplex bir kanal ve bildiğimiz telefon kanalıdır. Bu kanallar sayesinde; mevcut bakır kablolar üzerinden aynı anda yüksek hız gerektiren video görüntüleri iletebilmekte, internet bağlantısı sağlanmakta ve telefon görüşmeleri yapılabilmektedir. Veri alma ve gönderme kanalları farklı hızlarla iletişim gerçekleştirdiği için asimetrik



Şekil 2: xDSL'in Multimedia ve LAN Bağlantılarında Uygulanması

2.1. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line - Asimetrik Sayısal Abone Hattı)

ADSL; aboneye doğru daha hızlı ancak ters yönde daha az bir veri akışı gerçekleştiren ev kullanıcılarına yönelik asimetrik bir iletim teknolojisidir.

Dijital Abone Servisleri için uygulamalar asimetriktir. İsmarlama video (video on demand) evden alışveriş, internet erişimi, uzak LAN erişimi, multimedia erişimi gibi hizmetlerin hepsi aşağı yönde yüksek veri hızı taleplerini belirtir. Örneğin, MPEG filmleri aşağı doğru akışta 1.5 ya da 3 Mbps hız gerektirir. Yukarı doğru ise 64 kbps'den fazla bir hız olmadan da çok iyi çalışır.



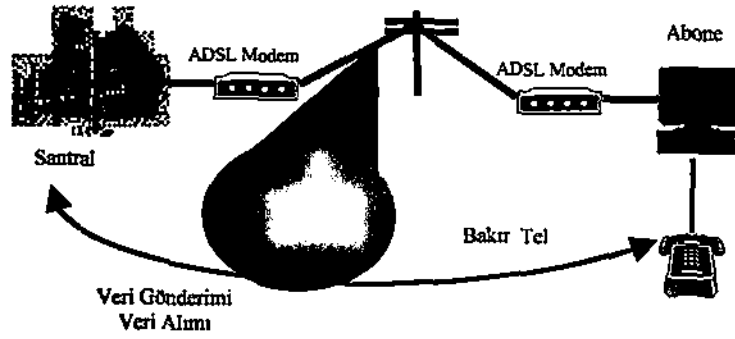
Şekil 3: ADSL İletim Yapısı

denmektedir. Örneğin bir ADSL formu 1.5 Mbps ile veri alabilirken, 640 Kbps hız ile veri gönderebilir.

ADSL'in asimetrik yapısı internet ya da benzer veri kaynaklarına ulaşarak tek yönde veri aktarımı yapmak isteyen aboneler için oldukça elverişli bir ortam sağlar. Bu 1.5 Mbps'lik veri alma hızı normal modemle internete bağlarken web sayfalarının indirim hızını yaklaşık 30 kat daha hızlı bir hale getirecektir. 640 Kbps'lik veri gönderme hızı ise basit sorgulama bilgilerinin gönderilmesinde ve masafistli videokonferans sistemlerinde oldukça iyi bir performans sağlayacaktır. İnternete bağlarken aynı zamanda telefon görüşmesi yapılabilmesi de bir başka avantajıdır. Telefon hatlarında yapılan konuşma ve analog transferler potansiyel bant genişliğinin çok küçük bir kısmını kullanırlar. Ters yöndeki verilerin birbirinden ayrılması V.32 ve V.34 modemlerde kullanılan yankı bastırma teknikleri kullanılarak sağlanmaktadır.

Kanal	Ortalama Hız	Minimum Hız	Maksimum Hız
Veri Alma	6 Mbps	1.5 Mbps	9 Mbps
Veri Gönderme	64 Kbps	16 Kbps	640 Kbps

Tablo 1: ADSL Hızları (Mbps)



Şekil 4: ADSL'de Veri Alımı ve Gönderimi

ADSL sistemlerinin performansı ve hızı; birinci dereceden, santral ve abone tarafındaki ADSL modemlerinin arasındaki uzaklığa bağlıdır. Bu uzaklık belirli bir mesafeyi aşmamalıdır. Uzaklık dışında, bakır hattın kalınlığı, köprüleme tapalarının ve plüminleme bobinlerinin olması ve komşu teller arasındaki karışma gibi faktörlerin de hat hızını etkilediği saptanmıştır.

ADSL Forum ve ANSI T1E1.4 alt komitesi tarafından ADSL servislerinin hız ve uzaklık parametreleri tanımlanmıştır. Bu uzaklık ve hızlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Uzaklık (km)	Hız (Mbps)
2.7	8.448
2.7 - 3	6.312
3 - 4.8	2.048
4.8 - 5.5	1.544

Tablo 2: ADSL Sistemlerde Hat Uzunluğu Hız İlişkisi

ADSL servisleri geniş bantlı erişim şebekelerinin bir geçiş dönemi olarak kullanılabilir. Mevcut veri iletim hatlarının 100 Mbps'lik hız sağlayan fiberoptik kablolarla yenilenmesi için geçen süre içerisinde, ADSL önemli bir görev üstlenecektir.

DSL teknolojilerinin önemli bir üstünlüğü, telefon hatlarında bir değişiklik gerektirmemeleridir. Bunun yanında; ISDN'de ve analog modem bağlantılarında her seferinde santral üzerinden geçilmesi ve yeni bağlantılar oluşturulması gerekmektedir. ADSL'de ise iki ADSL modemi doğrudan bağlantılı olduğu için örneğin, internet erişimde tekrar tekrar bağlanma dezavantajından kurtarmaktadır.

POTS ayırıcılar vasıtasıyla veri ve ses bilgilerinin ayrılması ve Frame-Relay ya da ATM omurga şebekeleri üzerinden gönderilmesine imkan tanınması da ISDN sistemlere göre bir üstünlüğüdür. Bu da tıkanmaları ve beklemleri ortadan kaldırır.

Kanallar arası karışım ve gürültüye karşı hassas olan ADSL modemlerinde önceden hata düzeltme mekanizmaları kullanılarak veri iletim esnasındaki bu bozulmalara karşı önlem alınmıştır.

PC'ye doğrudan VBR (Değişken bit oranı) işaretlerini sağlayacak ATM arayüzlerle ilgili çalışmalar sayesinde ADSL ile ATM omurgalara doğrudan bağlanmak mümkün olabilecektir.

ADSL'i diğer xDSL hizmetlerinden farklı kılan özellik kendine özgü modülasyon teknikleridir CAP (Carrierless Amplitude Phase - Taşıyıcısız Genlik Fazı) ve DMT (Discrete Multi-Tone - Ayrık Çoklu Ton) modülasyonları. Her iki kodlama tekniğinin performansı, kullandığı teknoloji ve maliyetleri farklıdır.

DMT, ADSL hızını 10 Mbps'ye kadar çıkarabilir ve hattın kalitesine göre hızı otomatik olarak ayarlar. Yaklaşık 7 kilometrelik bir mesafede sayısal iletim sağlayan ve modemlerde kullanılan CAP ise, daha dar ve düşük bir frekans bandı kullanarak, hem işaret zayıflamasını azaltmakta ve uzun mesafelere gidebilmekte hem de daha çok kanal taşıyabilmektedir. DMT'nin CAP'a göre üstünlüğü hat kalitesinin kontrol edilerek veri iletiminin buna uygun yapılmasıdır. Bu sınıma 32kbps'lik artışlarla yapılarak iletim oranı hattın kalitesine göre ayarlanır.

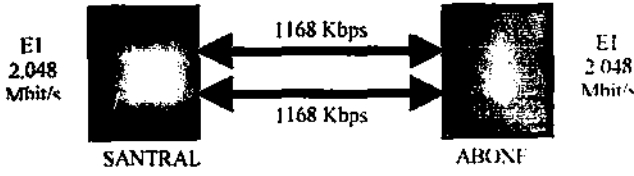
DMT, 1 MHz'lik bakır hattı her biri 4 kHz'lik 256 altkanala böler. Bundan sonra, telefon hattının karakteristiklerini analiz eder ve iletimi bu farklı kanalların uygun olanını kullanarak dengeler. Sorunsuz kanallardan yüksek hızda iletim yapar, sorunlu ya da gürültülü kanallardan yaptığı iletimi yavaşlatır ya da tamamen keser. DMT, CAP'a göre daha iyi performans sağlamaktadır.

2.2. HDSL High-bit-rate Digital Subscriber Line – Yüksek Hızlı Sayısal Abone Hattı)

HDSL; bakır hat üzerinden gelişmiş modülasyon teknikleri kullanarak, 80 KHz'den 240 KHz'e kadar değişen T1(1.544 Mbps) yada E1(2.048 Mbps) hızlarında veri iletimi sağlayan teknolojidir. Veri iletimini, her biri 1/2 ya da 1/3 hızda çalışan, T1 için 2 hat ve E1 için 3 hat kullanarak yapar.

HDSL sistemi iki nokta arasında çalışan karşılıklı iki HDSL iletim ünitesinden (HDSL Transmission Units - HTU) oluşur. HTU-C (central unit), genelde santral tarafına yerleştirilir (enerjisini santraldan alacaktır). HTU-R (remote unit) abone tarafına yerleştirilir. HTU-R'nin konfigürasyonu ve denetimi merkezdeki HTU-C tarafından yapılır.

Normal çalışma koşulları altında, HTU-C standart E1 sinyali (2.048Mbps) santraldan alır. HTU-C ünitesi senkronizasyonu ve zamanlamayı sağlayarak E1 sinyali iki ayrı çift bakır kablo



Şekil 5: HDSL İletim Yapısı (dual-duplex)

üzerinden 1168 kbps'lik HDSL sinyali olarak gönderir ve alır. HTU-R 'de HDSL sinyalleri E1 sinyaline dönüştürülür ve abonenin kullanımına sunulur. HDSL sinyalleri her bir çift kablo üzerinde full-dupleks olarak çalışır. Her bir çift kablo üzerinde 1168 kbps hızında gönderir ve alıcı tarafında sinyaller uygun olarak tekrar birleştirilir. Bu iletişim işlemine "dual-duplex" denir.

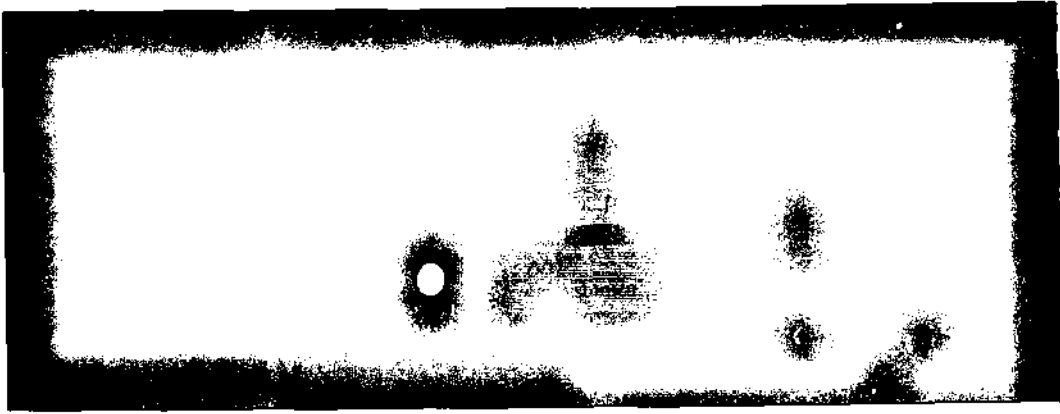
HDSL, 2B1Q (2 Binary Symbols to 1 Quaternary symbol) kodlamasını kullanır. 2B1Q kodlamasında,

2.3. IDSL (Integrated Digital Subscriber Line – Tümleşik Sayısal Abone Hattı)

ADSL servislerinin hemen uygulamaya konulmamasından dolayı ADSL servislerine geçiş aşamasında abonelerin internet erişimi ve orta hızlarda veri alış verişi sağlaması için geliştirilmiş bir teknolojidir.

IDSL, biri ses, diğeri veri taşımak amacıyla 2 tane 64kbps'lik "B" kanalı kullanır ve bu kanalları veri taşıyan bir veri servisine dönüştürür. ISDN BRI'daki 2B1Q işaretlenmesini kullanır, her iki yönde toplam 128 kbps hızına erişir ve 5.5 km mesafeye kadar gidebilir. Bu bağlamda simetrik bir servistir. düşük düzeyde video konferans, internet ve LAN'lara uzaktan erişim için kullanılabilir.

ISDN BRI ve IDSL servisleri iletişimi yönlendirme şekillerine göre farklılık gösterirler.



iki bit 4 farklı sinyal seviyeleriyle kodlanır ve bu hat üzerinde bir puls'a karşılık gelir. (Tablo:3)

Birinci Bit (İşaret)	İkinci Bit (Büyüklik)	Quaternary Sembolu
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

Tablo 3: 2B1Q Kodlaması

Şekil 6'da HDSL sistemlerinde kullanılan alıcı/verici (transceiver) genel yapısı verilmiştir. E1 sinyali ikiye bölünmekte ve gerekli durum bitleri eklendikten sonra vericiye (transmitter) gönderilir. bit dizisinde bitişik bitler arasındaki ilişkiyi azaltmak olarak tanımlanan scrambled işlemine tabi tutulur, kodlanır ve hibrid devresi ile hat trafosu üzerinden hatta (HDSL line) verilir. HDSL hattından gelen sinyal, hibrid devresi ile A/D (Analog/Dijital) dönüştürücü devresine verilir. Burada yankı bastırıcı (echo canceller) devresinden gelen sinyalle karşılaştırılarak alıcı (receiver) devresine alınır. Alıcı devresinde; sinyal karar detektörü (decision detector), decoder ve descrambler devreleri vardır.

ISDN BRI servisleri anahtarlamalı servislerdir ve telefon santrallerinden geçerler; IDSL ise tahsis edilmiş bir noktadan noktaya bağlantıdır, bir omurganın Frame Relay şebekesi ya da veri şebekesine yönlendirilmiştir.

Bu tarz bağlantı; sürekli olarak bant genişliğinin mevcudiyetini sağlar ve anahtarlamalı şebeke ihtiyacını ortadan kaldırır.

IDSL santral tarafındaki erişim konsantratörlerinde yeni bir abone kartına gereksinim gösterir, ama ISDN kullanıcıları mevcut ISDN BRI terminal adaptörlerini asgari yazılım değişiklikleriyle kullanabilirler.

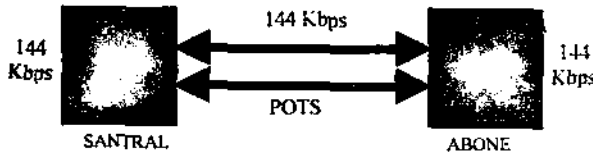
IDSL'nin, hat hataları ve blok hatalarına karşı hattın gözlenmesi gibi yetenekleri vardır. Ayrıca; Point to Point, PPP, MultiLink Protocol Plus, Frame Relay protokollerini de destekler.

2.4. SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line – Simetrik Sayısal Abone Hattı)

SDSL; tek twisted pair hat 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. SDSL; simetrik erişim gerektiren

uygulamalar için arzu edilir. HDSL'de 2 ya da 3 tel gerekir ve yalnızca veri iletimi vardır sesi geçirmez. SDSL ise tek hat üzerinde çalışır ve bu tek hattın üzerinden normal telefon, veri ve çokluortam trafiği geçirebilir. SDSL teknolojisinde, POTS için santral abone arası uzaklık 3 km ve T1(1.5 Mbps) hızı için 3.5 km ile sınırlıdır. Tek hat üzerinden ses ve görüntüyü geçirebilmesi özelliğinden dolayı görüntülü konferans uygulamaları için kullanışlı bir teknolojidir.

SDSL, POTS yeteneği ile birlikte 6 km. ye uzanabilen 144 kbps veya 384 kbps'lik iki dupleks oranda çalışmaktadır. POTS olmamak koşuluyla T1 (1.5 Mbps) ve E1(2 Mbps) hızlarında veri iletimi gerçekleştirmek mümkündür.



Şekil 7: SDSL İletim Yapısı

2.5. VDSL (Very High-bit-rate Digital Subscriber Line – Çok Hızlı Sayısal Abone Hattı)

VDSL, POTS ve ISDN servislerinin yanında geliş yönünde 55.2 Mbps gidiş yönünde 19.2 kbps ile 2.3 Mbps arası hızlarda çokluortam trafiği geçirebilen ve ADSL'e çok benzeyen bir DSL teknolojisidir. VDSL'de, ADSL'de olduğu gibi frekans bölmeleme kullanılmakta, transmisyon hızları aynı ise simetrik olarak da çalışabilmektedir.

VDSL'in en önemli dezavantajı; iletim mesafesinin azlığıdır. 1.5 km mesafede 13 Mbps hız, 300 m mesafede ise 55.2 Mbps hız sağlamaktadır.

VDSL'in temel bir kullanım alanı, FTTN (Fiber to The Neighborhood) uygulamalarında görülmektedir. Santralden gelen fiber hattının sonlandığı bir optik şebeke ünitesi ile ev ya da işyerine bağlı olan tek bir bakır hat arasında uygulanan VDSL, binanın yakınlara kadar gelen fiber hattını, evlere eski ya da yeni döşenen bakır hatlar üzerinden bağlamaktadır. ADSL ise her kattan santrala kadar uzanan bakır hatlarda kullanılır. VDSL, gelecek vadeden bir teknoloji olarak görülmekte ve şu anda ADSL Forum, ATM Forum, ANSI T1 E1.4, ETSI ve DAVIC gibi kuruluşlar tarafından standartlaştırılmaya çalışılmaktadır.

3. SONUÇ

Daha hızlı ulaşım için; yeni yolların yapılması veya mevcut yolların düzenlenmesi şeklinde önümüzde iki seçenek mevcuttur. Bunlardan mevcut yolların daha hızlı ve rahat ulaşım için düzenlenmesi şeklindeki bir seçimin daha ekonomik olacağı göz önüne alınırsa; DSL teknolojilerinin yaygınlaşması kaçınılmazdır. Kaldı ki, 25 MB'lık bir dosyanın download işlemi normal modemle 120 dakika, ISDN BRI ile 26 Dakika 1.5 Mbps'lik bir DSL

teknolojisiyle 2.2 dakika olduğu düşünülürse DSL teknolojisine geçişin oldukça hızlı olacağı su götürmez bir gerçektir.

xDSL teknolojilerinde ağırlık daha çok ev kullanıcılarına yönelik olan ADSL de olacaktır. 1998 yılından beri telefon şirketleri internet erişimi için ADSL hizmeti vermeye başlamışlardır. Daha sonra telefon şirketlerinden ayrı olarak HDSL hizmetleri vermeye başlayacaktır. servis sağlayıcıların HDSL, SDSL, IDSL ve ADSL den oluşan geniş bir hizmet vermeleri beklenmektedir. xDSL, içinde bulunduğumuz yıl içerisinde oldukça yaygınlaşmıştır. Önümüzdeki yıllarda daha da yaygın olarak kullanılması beklenmektedir. ADSL ve SDSL hizmetleri daha da yaygınlaşacak ve bunu HDSL izleyecektir. Tüm bunların yanında IDSL/SDSL ve VDSL'de iletişim dünyasında yerlerini alacaktır.

ADSL daha çok küçük işletmeleri hedeflemektedir. Büyük işletmeler ise, ADSL kullanmak yerine fiber üzerinden daha hızlı iletim sağlayan VDSL gibi hizmetleri tercih edecektir.

Sonuç olarak; xDSL teknolojileri gelecekte en yaygın sistemler olarak iletişimde yerini alacak gibi görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akçay, A.R., Özbek, H., Belgül, A., "Erişim Şebekeleri". 45-53, Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi- TUENA, Ankara, 1998.
2. Rauschmayer, D., ADSL/VDSL Principles, 1999.
3. Demystifying ATM/ADSL, Busby, M., 1998.
4. "Enformasyon ve İletişim Teknolojileri", Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi- TUENA Alt İş Paketi Raporu, 24-27, Ankara, 1998.
5. <http://www.adsl.com/>
6. Proceeding of the IEEE, Vol. 83, No:2, February 1995
7. Goralski, W.J., ADSL And DSL Technologies, 1998.
8. Telecom Report International, 18 (1995) No:1
9. <http://www.gte.com/Adsl/>
10. Feature, November 1995
11. DSL: Specialization Techniques and Standarts Developments for DSL, Chen, W., 1998.
12. Macmillan Computer Publishing, High-Performance Networking Unleashed
13. Sivrikaya, M. - Altınoluk, H., Yüksek hızlı Sayısal Abone Hat Sistemi (High-bit-rate Digital Subscriber Line – HDSL)