

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

**İNTERNET VE İLERİ ERİŞİM
TEKNOLOJİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk. Elkt. Müh. Fırat TEKİN

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Abdullah FERİKOĞLU

Haziran 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNTERNET VE İLERİ ERIŞİM TEKNOLOJİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk. Elkt. Müh. Fırat TEKİN

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Bu tez 20/06/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.
Abdullah FERİKOĞLU
Jüri Başkanı

Prof.Dr.
Mehmet Ali YALÇIN
Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr.
Cemil ÖZ
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlarken beni yönlendiren Tez Danıőmanın Prof. Dr. Abdullah FERİKOĞLU' na, araőtırmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Arő. Gr. Ali GÜLBAĞ, Arő. Gr. Murat İSKEFİYELİ ve Arő. Gr. Murat YILDIZ' a, yardımlarından dolayı arkadaşım Metin VARAN' a, işyerimde ki çalışmalarımnda yokluğumu hissettirmeyen değerli iş arkadaşlarıma ve gösterdikleri sabır ve desteklerden ötürü aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. İnternetin Tarihi ve Türkiye’ de İnternet.....	1
1.2. Türkiye' deki Durum ve Çözümler.....	3
1.3. Veri Haberleşmesi	4
1.4. Bilgisayar Ağları	5
1.4.1. Ağ tanımı.....	5
1.4.1.1. İstemci, sunucu	5
1.4.1.2. Protokol	6
1.4.1.3. İletişim ortamı.....	6
1.4.2. Ağ Çeşitleri	6
1.4.2.1. Yerel alan ağları (LAN – Local area network).....	7
1.4.2.2. Kampus alan ağları (MAN–Metropolitan area network)	8
1.4.2.3. Geniş alan ağları (WAN – Wide area network).....	9
1.4.3. Ağ Topolojileri	10
1.4.3.1. Yol (Bus) topolojisi 11	
1.4.3.2. Halka (Ring) topolojisi.....	11
1.4.3.3. Yıldız (Star) topolojisi.....	12
1.4.3.4. Ağaç (Tree) topolojisi	12

1.4.4. Bilgisayar haberleşme protokolleri.....	13
1.4.4.1. OSI (Open system interconnection) başvuru modeli	13
1.4.4.2. TCP/IP protokolu	15
1.5. İnternet Adresi, Domain İsmi Ve İp Numarası.....	22
1.5.1. IPv6 (İnternet protocol version 6)	24

BÖLÜM 2.

KABLOLU YÜKSEK HIZLI İNTERNET ERİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....	26
2.1. xDSL Teknolojisi	27
2.1.1. xDSL Teknolojisinin İletişime Sunduğu Geniş Bant İmkanları	27
2.1.2. xDSL Teknolojisi ve Çeşitleri.....	28
2.1.2.1. ADSL	31
2.1.2.2 SDSL (Symmetric DSL)	37
2.1.2.3. HDSL (High speed symmetric DSL).....	38
2.1.2.4. VDSL (Very High Speed DSL).....	38
2.1.3. DSL teknolojiyle hızlı veri transferi	40
2.1.4. xDSL Teknolojisinin Avantajları	41
2.1.5. xDSL Teknolojisinin İş Dünyasına Sunduğu Genişbant Olanakları	41
2.2. xDSL İnternet Erişim Senaryosu	42

BÖLÜM 3.

KABLOSUZ YÜKSEK HIZLI İNTERNET ERİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....	46
3.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar.....	47
3.1.1. Kablosuz geniş alan ağları (WWAN)	48
3.1.2. Kablosuz metropol alan ağları (WMAN)	49
3.1.3. Kablosuz yerel alan ağları (WLAN).....	49
3.1.3.1. IEEE 802.11x.....	50
3.1.3.2. HiperLAN	52
3.1.4. Kablosuz kişisel alan ağları (WPAN).....	53
3.1.4.1. Bluetooth	54
3.1.4.2. HomeRF.....	57
3.2. WLAN Teknolojileri	58

3.2.1. RF teknolojileri.....	58
3.2.1.1. Dar bant tekniği.....	59
3.2.1.2. Dağınık spektrum tekniği	59
3.2.2. WLAN sistemleri.....	60
3.2.2.1. WLAN Sistemlerinin alışma Prensipleri.....	61
3.2.2.2. WLAN sistemlerinde kullanılan frekanslar	62
3.2.2.3. WLAN sistemlerinin avantajları	65
3.2.2.4. WLAN sistemlerinin dezavantajları.....	67
3.2.3. WLAN uygulamaları	69
3.2.3.1. WLAN internet (Wi-Fi).....	70
3.3 WiMAX İnternet Erişim Teknolojisi	72
3.3.1. WiMAX standartları	73
3.3.2. WiMAX'in diğer kablosuz teknolojilere göre avantajları	75
3.3.3. WiMAX Forum	76
3.3.3.1. WiMAX için firmaların yaptığı hazırlıklar ve maliyetler ...	76

BÖLÜM 4.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR.....	81
ZGEMİş.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AP	: Access Point - Erişim Noktası
ATM	: Asynchronous Transfer Mode - Eşzamansız Aktarım Modu
BAS	: Broadband Access Server-Genişbant Erişim Sunucusu
BT	: British Telecom
CDMA	: Code Division Multiple Access - Kod Bölmeli Çoklu Erişim
DARPA	: Defence Advanced Research Project Agency
dB	: Decibel - Desibel
DSL	: Digital Subscriber Line - Sayısal Abone Hattı
DSLAM	: DSL Access Multiplexer – DSL Erişim Çoğullayıcı
DSSS	: Direct Sequence Spread Spectrum - Düz Sıralı Dağınık Spektrum
ETSI	: European Telecommunications Standards Institute – Avrupa Telekomünikasyon Standardları Enstitüsü
FHSS	: Frequency Hopping Spread Spectrum- Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum
FWA	: Fixed Wireless Access - Sabit Telsiz Erişim
GHz	: Gigahertz
GPRS	: General Packet Radio Service- Genel Paket Radyo Servisi
GSM	: Global System for Mobile – Mobil küresel sistem
HomeRF	: Home Radio Frequency
Hotspot	: Erişim Alanı
IEEE	: The Institute of Electrical and Electronic Engineers - Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IP	: Internet Protocol - İnternet Protokolü
IrDA	: Infrared - Kızılötesi
ISM	: Industrial, Scientific and Medical - Endüstriyel, Bilimsel ve Sağlık
IT	: Information Technology - Bilgi Teknolojileri
ITU	: International Telecommunication Union – Uluslararası

Telekomünikasyon Birliği

İSS	: İnternet Servis Sağlayıcı - İnternet Service Provider (ISP)
Kbps	: Kilo bits per second - Saniyedeki kilo bit miktarı (kb/sn)
kHz	: Kilohertz
LAN	: Local Area Network - Yerel Alan Ağı
MAC	: Media Access Control - Ortam Erişim Kontrolü
Mbps	: Megabit per second
MHz	: Megahertz (106 Hertz)
MMAC	: Multimedia Mobile Access Communications Systems
mW	: Milliwatt
NIC	: Network İnterface Card - Ağ Bağlantı Arabirimi
OFDM	: Orthogonal Frequency Division Multiplexing - Dikey Frekans Bölmeli Çoklama
PC	: Personal Computer - Kişisel Bilgisayar
PDA	: Personal Digital Assistant - Cep Bilgisayarı veya Kişisel Sayısal Yardımcı
POTS	: Post Office Telephone Service – Postahane Telefon Servisi
PSTN	: Public Switched Telephone Network - Kamu Anahtarlamalı Telefon şebekesi
QoS	: Quality of Service - Hizmet Kalitesi
RA	: Radiocommunications Agency
TCP	: Transmission Control Protocol - İletim Kontrol Protokolü
UMTS	: Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	: Voice over IP - IP üzerinden Ses
WEP	: Wired Equivalent Privacy - Kablolü Eşdeğeri Güvenlik
WISP	: Wireless İnternet Service Provider - Kablosuz İnternet Servis Sağlayıcı
Wi-Fi	: Wireless Fidelity - Kablosuz Bağlılık
WiMAX	: Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	: Wireless Local Area Network - Kablosuz Yerel Alan ağı
WPAN	: Kablosuz Kişisel Alan Ağı - Wireless Personal Area Network
WWAN	: Kablosuz Geniş Alan Ağı - Wireless Wide Area Network
3G	: 3rd Generation - Üçüncü Nesil

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Genel olarak bir ağın görüntüsü.....	6
Şekil 1.2. Tipik bir Yerel Alan Ağı görüntüsü	8
Şekil 1.3. Kampus Ağı yapısı.....	9
Şekil 1.4. Geniş alan ağı yapısı	10
Şekil 1.5. Yol (Bus) Topolojisinin yapısı	11
Şekil 1.6. Halka Topolojisinin Yapısı.....	11
Şekil 1.7. Yıldız Topolojisinin Yapısı	12
Şekil 1.8. Ağaç Topolojisinin Yapısı.....	13
Şekil 1.9. OSI referans modeli mimarisi.....	14
Şekil 1.10. TCP / IP Mimarisi ve Katmanları	17
Şekil 1.11. Örnek ARP Uygulaması	22
Şekil 2.1.ADSL Frekans Kanalları	31
Şekil 2.2. ADSL genel bağlantı şeması	32
Şekil 2.3. DMT Frekans Spektrumu	33
Şekil 2.4. DMT göndericisinin temel blok diyagramı	33
Şekil 2.5. DMT modem blok diyagramı	34
Şekil 2.6. Tekrarlı önek.....	35
Şekil 2.8. SDSL İletim Yapısı	38
Şekil 2.9. Genel xDSL sistemi	43
Şekil 2.10. xDSL verisinin takip ettiği yol.....	43
Şekil 2.11. Uzak abonelerin FO ve RL ile merkeze bağlanması.....	44
Şekil 2.12. Uzak küçük ofislerin merkeze bağlanması	45
Şekil 3.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar.....	48
Şekil 3.2. Piconet ve Scatternet	56
Şekil 3.3. Dar bant ve dağınık spektrum işaretleri	60
Şekil 3.4. ISM bant planı	63
Şekil 3.5. Enterferans yapmayan 3 kanalın görünümü	64

Şekil 3.6. Enterferans yapmış 4 kanal görünümü.....	64
Şekil 3.7. Genel Wi-Fi uygulaması.....	70
Şekil 3.8. 1 adet AP kullanılan Erişim Alanı uygulaması.....	71
Şekil 3.9. Çok sayıda AP kullanılan Wi-Fi uygulaması	72
Şekil 3.10. WiMAX baz istasyonu	73

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Bakır Hat Erişim Teknolojileri ve Hızları	30
Tablo 2.2. ADSL’de Hız Mesafe İlişkisi	32
Tablo 2.3. Bakır telin bir eşleniği üzerinden xDSL teknolojileri ile teknik karakteristikleri.....	40
Tablo 3.1. Kablosuz iletişim teknolojileri.....	48
Tablo 3.2. IEEE 802.11x standartları ve genel özellikleri	51
Tablo 3.3. Diğer IEEE 802.11x standartları ve genel işlevleri.....	52
Tablo 3.4. HiperLAN2 ile 802.11a standardının karşılaştırması.....	53
Tablo 3.5. Bluetooth ürün sınıfları	55
Tablo 3.6. Bluetooth’un genel özellikleri	57
Tablo 3.7. HomeRF’in genel teknik özellikleri.....	58
Tablo 3.8. 2.4 GHz bandı kanal frekansları	63
Tablo 3.9. 5 GHz bandı kanal frekansları	65

ÖZET

Anahtar kelimeler: İnternet, network, DSL, Wi-Fi, WiMAX.

İnternet, bilgisayarları hatta bilgisayar ağlarını birbirine bağlayan dünyanın en büyük bilgi, bilgisayar ve teknoloji ağıdır denilebilir.

İnternetin anlaşılabilmesi için bilgisayar ağlarının bilinmesi gerekmektedir. Çalışmanın birinci bölümünde, internet ve tarihçesi hakkında bilgi verildikten sonra bilgisayar ağları hakkında detaylı bilgi sunulmuştur. Bilgisayar ağ çeşitleri anlatılmış ve bilgisayarların kendi aralarında haberleşmesi incelenmiştir. Haberleşme protokollerinden OSI ve TCP/IP incelenmiştir. IP kavramı izah edildikten sonra günümüzde kullanılan IPv4 (IP version 4) ve yakın gelecekte kullanılacak olan IPv6 (IP version 6) anlatılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde Kablolu Yüksek Hızlı İnternet Erişim Teknolojileri anlatılmış, günümüzde en yoğun kullanılan xDSL teknolojisi incelenmiştir. Genişbant internet hizmetinin normal bakır kablolar vasıtasıyla evlerimize kadar sunulmasını sağlayan DSL ailesinin çeşitleri (ADSL, SDSL, HDSL ve VDSL) karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Kablosuz Yüksek Hızlı İnternet Erişim Teknolojilerinin konu edildiği üçüncü bölümde ise başlangıç olarak kablosuz bilgisayar ağları incelenmiştir. Büyüklüklerine göre kablosuz bilgisayar ağları çeşitlendirilmiş ve anlatılmıştır. Ayrıca kablosuz ağlarda kullanılan haberleşme standartlarına değinilmiştir. Kablosuz bilgisayar ağlarının internet erişimi için özel uygulamaları incelenmiştir. Kablosuz ağ çeşitlerinden WLAN ağlarının internet uygulaması Wi-Fi ve WMAN ağlarının internet uygulaması ve yakın geleceğin internet erişim teknolojisi olarak gösterilen WiMAX teknolojileri detaylı olarak incelenmiştir.

Sonuç bölümünde ise ses iletişimde kablosuz teknolojinin kablolu teknolojiyi geride bıraktığı gibi kablosuz internet erişim teknolojilerinin kablolu teknolojileri geride bırakacağı düşünüldüğünde, yapılacak teknolojik çalışmaların kablosuz erişim teknolojiler üzerine olması gerektiği savunulmuştur.

INTERNET AND ADVANCED ACCESS TECHNOLOGIES

SUMMARY

Keywords: Internet, Network, DSL, Wi-Fi, WiMAX

Internet which connects computers and computer networks, might be defined as the world's greatest information, computer and technological network.

In order to understand "What Internet Is?", it is necessary to understand computer networks. In the initial part of this study, after informing about internet and its history, detailed information related with computer networks was presented. Furthermore, variety of computer networks was explained and intercommunal communication of computers was investigated. After that OSI and TCP/IP communication protocols were investigated. After explanation about the term of IP, today-used IPv4 (IP Version 4) and near future-used IPv6 (IP version 6) were explained.

In the second part of this study, with explanation of cabled high speed internet access technologies, today's widespread-used technology, namely xDSL were investigated. Members of DSL family (ADSL, SDSL, HDSL and VDSL) which carries broadband internet services by means of normal copper cables up to our houses were investigated comparatively.

In the third part after wireless high speed internet access technologies, wireless computer networks were investigated. Furthermore, wireless computer networks were assorted and explained considering their magnitude, and communication standards used in wireless networks were mentioned. Special applications related to internet access for wireless computer networks were also investigated. Internet applications of WLAN Networks, internet applications of Wi-Fi and WMAN, and WiMAX which is pointed at internet access technologies of near-future were investigated in details.

At the last part of this study, it is pointed that in the same manner audio communication leaved behind wireless technology; wireless internet access technologies will leave cable technologies behind. Therefore, directing technological pursuits onto the wireless access technologies were defended.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İki bilgisayarı birbirine bağlarsak, basit bir ağ (network) elde ederiz. Birkaç ağı bir birine bağlarsak bu da WAN (Wide Area Network) adını alır. Dünyanın en büyük WAN' ı ise İnternettir. İnternet için “Ağların ağıdır.”diyebiliriz. Daha genel bir cümle kullanacak olursa İnternet: “Dünyanın en büyük iletişim ağıdır.” İnternet ile 110 ülkeden toplam 2.000.000'dan fazla bilgisayar ve 5000'den fazla ağ birbirine bağlanmaktadır.

Kuruluşlar İnternet'e iki ana nedenden dolayı bağlanmaktadır. Birincisi, İnternet yararlı bilgilere dünya capında bir bağlanabilirlik ve erişim sağlar. İkincisi, İnternet'e bağlanmak, kuruluşlara özel bir geniş bölge ağı kurmaktan daha ucuza mal olmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde İnternet'in işletimi federal yönetimlerce vergi mükelleflerinin vergilerinden karşılanmaktadır. İnternet'in kullanımı bir zamanlar araştırma, eğitim ve devlet kuruluşlarının etkinlikleriyle sınırlandırıldıysa da, son zamanlarda ticari kullanımı büyük oranda artmıştır. Bu gelişmeler, bazı gözlemcileri İnternet'in yakın gelecekte tamamıyla özelleştirileceği yolunda spekülasyonlara itmektedir. Böyle bir durumda İnternet kaynaklarına ulaşım kullanım fiyatlarına göre belirlenebilecektir [1].

1.1. İnternetin Tarihi ve Türkiye' de İnternet

İnternetin kökleri 1962'ye, J.C.R. Licklider'in ABD'nin en büyük üniversitelerinden biri olan Massachusetts Institute of Technology'de (MIT) tartışmaya açtığı Galaktik Ağ kavramına kadar uzanır. Licklider bu kavramla, küresel olarak bağlanmış bir bilgisayar ağına, isteyen herkesin herhangi bir yerden veri ve programlara erişebilmesini ifade etmişti. MIT'de araştırmacı olarak çalışan Lawrence Roberts ile Thomas Merrill, 1965'te bilgisayarların ilk kez birbirleriyle konuşmasını gerçekleştirmiştir. Lawrence G. Roberts 1966'da DARPA'da çalışmaya başlamış ve

1967'de ARPANET isimli projeyi önermiştir. ARPANET çerçevesinde ilk bağlantı 1969'da dört merkezle yapılmış ve ana bilgisayarlar arası bağlantılar olarak İnternetin ilk şekli ortaya çıkmıştır. ARPANET' i oluşturan ilk dört merkez Los Angeles' taki California Üniversitesi, Stanford Research Institute, Utah Üniversitesi ve Santa Barbara' daki California Üniversitesi'dir.

Network Control Protocol (NCP), ARPANET' deki ilk standart ağ protokolü olarak kullanılmaya başlamıştır. Ekim 1971' de ARPANET' deki her bilgisayar bir diğerine NCP ile bağlanabiliyordu. Kısa süre içinde merkezdeki birçok bilgisayar ARPANET ağına bağlanmıştır. 1972'de e-posta adres formatı ile telnet protokolünün dokümanı yayınlandı ve e-posta ilk defa ARPANET içinde kullanılmaya başlanmıştır. NCP'den daha yeni olanaklar getiren Transmission Control Protocol / İnternet Protocol (TCP/IP) adındaki bu yeni protokol, 1 Ocak 1983'te ARPANET içinde kullanılmaya başlanmıştır. TCP/IP bugün var olan İnternet ağının ana halkası olarak yerini almıştır. İlk İnternet omurga ağı, 1986'da National Science Foundation (NSFNet) tarafından oluşturulmuştur.

1986' da İnternet erişimi, teknik bilgisi olmayan kişiler tarafından da kolay kullanılabilir hale dönüştürülmüştür. İnternet üzerindeki bilgilere, dosyalara ve arşivlere kolay ve hızlı erişimin sağlanabilmesi amacıyla 1989'da European Laboratory for Particle Physics (CERN) bir başka çalışma başlatılmıştır. Bu çalışma 1991'de World Wide Web (www) protokolü adı altında kullanılmaya başlanmıştır. 1993'te National Center For Supercomputing Applications (NCSA) tarafından, bu protokol üzerinde çalışan grafik ara yüzü olan Mosaic geliştirilmiştir. Bu tarayıcıyı daha sonra diğer tarayıcılar izlemiştir.

Türkiye'de ilk yurtdışı bağlantı denemesi, 1987'de Ege Üniversitesi bünyesinde kurulan Türkiye Üniversite ve Araştırma Kurumları Ağı' nın BİTNET' e bağlanmasıyla başlamıştır. Türkiye' ye ilk e-posta o tarihlerde ABD' de bulunan Bilkent Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Levent Onural tarafından gönderilmiştir. Türkiye İnternetle ilk kez, 12 Nisan 1993'te Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden Ankara- Washington arasında kiralık hat kurularak yurtdışıyla sağlanan bağlantı sayesinde tanışmıştır. Bu nedenle 12 Nisan 1993, Türkiye' de

İnternetin doğum günü olarak kabul edilmiştir. 1994'te kurumlara ve firmalara İnternet hesapları verilmeye başlanmasıyla, Sakarya Üniversitesi (1995), Bilkent Üniversitesi (Eylül 1995), Boğaziçi Üniversitesi (Kasım 1995) ve İstanbul Teknik Üniversitesi (Şubat 1996) bağlantıları gerçekleşmiştir. İlk başlarda İnternet, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bilgi aktarımı amacıyla kullanılmıştır. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak 1995' ten itibaren Türk girişimcileri de günden güne artan bir taleple İnterneti, e-posta ve diğer servisleriyle, özellikle tanıtım ve pazarlama için kullanmaya başladılar [2].

1.2. Türkiye' deki Durum ve Çözümler

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından ilk defa Haziran 2004' te yapılan Hane Halkı Bilişim Teknolojileri Kullanımı Araştırması sonuçlarına göre, hanelerin %7'si İnternete erişim olanağına sahiptir (Haziran 2005 araştırma sonucu %8.7 olarak açıklanmıştır). Hane halkı bireylerinin %69'u mesaj göndermek ve almak, %63'ü oyun oynamak, resim ve müzik indirmek, %62'si gazete-dergi okumak ve haber indirmek, %56'sı eğitimle ilgili konularda bilgi aramak için İnternet kullanmaktadır. Bu hanelerin %84'ü İnternet erişimini kişisel bilgisayar üzerinden sağlamaktadır. Modem en yaygın kullanılan İnternet bağlantı türüdür. Son yıllarda ADSL teknolojisinin kullanılmaya başlamasıyla Türkiye'de İnternet kullanıcısı sayısında artış beklenmektedir; ancak Türkiye'deki İnternet kullanımının gelişmiş ülkelerdeki kullanım seviyesine yaklaşabilmesi için İnternet erişim maliyetlerinin büyük ölçüde düşürülmesi gerekmektedir. Ülkemizde bilinçli İnternet kullanımının daha da yaygınlaştırılması ve resmi hizmetlerin vatandaşlar tarafından sanal ortamda daha hızlı yapılmasına yönelik olarak 2003'te E-Dönüşüm Türkiye Projesi başlatılmıştır. Bu projenin başlıca hedefi, vatandaşlara daha kaliteli ve hızlı kamu hizmeti sunabilmek amacıyla katılımcı, şeffaf, etkin ve basit iş süreçlerine sahip olmayı ilke edinmiş bir devlet yapısı oluşturacak koşulların hazırlanmasıdır. Günümüzde ülkemizin e-devrimi adına çok önemli ve tarihi sayılabilecek gelişmeler yaşanmaktadır. Türkiye'nin Acil Eylem Planı'nda yer alan kamu hizmetlerinin İnternet üzerinden verilmesi ve e-ticaret altyapısının sağlanması gibi İnternet çözümlerine dayalı konular alındığında, bu teknolojiyi uygulama sürecinde çok hızlı yol almamız gerektiği açıkça görülmektedir. Dünya Ekonomik Forumu tarafından

hazırlanan Küresel Bilgi Teknolojisi başlıklı raporlarda, ülkelerin bilgi toplumuna geçişteki hazırlıkları ve bu konudaki çeşitli göstergeler dikkate alınarak bir sıralama yapılmıştır. Bu sıralamanın yapılmasında teknik altyapı göstergeleri kadar ülkelerin hizmet sunumu ve geliştirilmesindeki durumu, teknoloji üretme yetenekleri, insan sermayesi, hukuki düzenlemeler gibi pek çok ölçüt değerlendirilmektedir. 2002-2003 yıllarına ait raporda değerlendirilmeye alınan 82 ülke arasında 50. sırada yer alan Türkiye, 2003-2004 raporundaki 102 ülke arasında 56.'dır. Her iki raporda da ilk üç sırayı ABD, Singapur ve Finlandiya paylaşmaktadır. Türkiye, kişisel bilgisayar kullanımı son yıllarda hızla artmasına rağmen AB aday ülkeler arasında son sıralarda yer almaktadır (DİE'nin 2005 araştırma sonuçlarına göre 16-74 yaş grubundaki bireylerin %17.65'i bilgisayar, %13.93'ü İnternet kullanmaktadır). İnternet erişiminde yaşanan düşük hız ve yüksek fiyat sorunu, İnternet kullanımının yaygınlaşmasına en büyük engeldir. Bunun yanı sıra Türkçe içerikli, İnternet üzerinden sunulan ve katma değer üretebilen hizmetlerin yetersizliği, kullanıcı yoğunluğunun diğer Avrupa Birliği aday ülkelere oranla daha düşük olmasının nedenleri arasındadır [2].

1.3. Veri Haberleşmesi

Bilgisayarların, veri haberleşmesinin ve ağların amacı veriyi bilgiye çevirmektir. Veri bir bilgisayarda saklanır ve bir haberleşme sistemi üzerinden ikilik tabanda (0 ve 1' ler biçiminde) iletilir. Bir bilgisayardaki bitler elektrik işaretinin polarizasyon seviyeleri ile gösterilirler. Bir bilgisayardaki saklama elemanı içindeki yüksek-seviye işareti 1'i ve alçak-seviye işareti 0'ı gösterebilir. Bu elemanlar birlikte dizilerek belirlenmiş kodlara göre sayı ve karakterleri oluştururlar. Veri; haberleşme yolu üzerinden (örneğin telefon hattı) bilgisayar-yönlendirmeli cihazlar arasında elektrik işaretleri ve bit katarları ile iletilir. Bu elektrik işaretleri ve bit katarları harf ve karakterleri belirtir. Bazı durumlarda, veri ışık işaretleri ile gösterilir (fiber optik hatlarda). Bit dizileri kullanıcı verisini ve kontrol verisini tanımlar. Kontrol verisi, haberleşme ağını ve kullanıcı verisi akışını yönetmek için kullanılır [3].

1.4. Bilgisayar Ağları

1.4.1. Ağ tanımı

Bilgisayar ağı, bilgisayar ve benzeri sayısal sistemlerin belirli bir protokol altında iletişimde bulunmasını sağlayan sistemlerdir. Protokol, iletişimin iki cihaz arasında nasıl gerçekleştirileceğini belirleyen kurallar dizisidir. Ağı oluşturan bilgisayarlar aralarındaki mesafenin büyük olması halinde bile aynı protokol sayesinde birbirleri ile iletişim kurabilirler.

Ağ kavramı çok geniş bir kavramdır. Bir odada birbirine iletişim kablosu ile bağlı iki bilgisayar bir ağ oluşturabileceği gibi, uzak mesafelerdeki örneğin kıtalar arasındaki birbiri ile iletişim kuran ve bilgi paylaşan bilgisayarlar da bir ağ oluşturmaktadır. Sonuç olarak günümüzde kullandığımız İnternet ortamı bir ağıdır. Ağ ne kadar büyük olursa olsun bir ağ ortamında; iletişimde bulunacak uç sistemler, arada kullanılan modem, router gibi cihazlar ve kablolama alt yapısı yani fiziksel iletişim alt yapısı kullanılmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin sonucu olarak öncelerde ağ ortamları sadece veri haberleşmesi için kullanılmıştır. Günümüzde ise kullanıcılar görüntü, ses ve veri iletişimi için ağ ortamlarını kullanmakta ve olabildiğince bütün haberleşme işlemlerini mevcut kullandıkları ağ ortamı üzerinden yapmak istemektedirler.

Bir ağ temel olarak üç bileşenden oluşmaktadır:

1.4.1.1. İstemci, sunucu

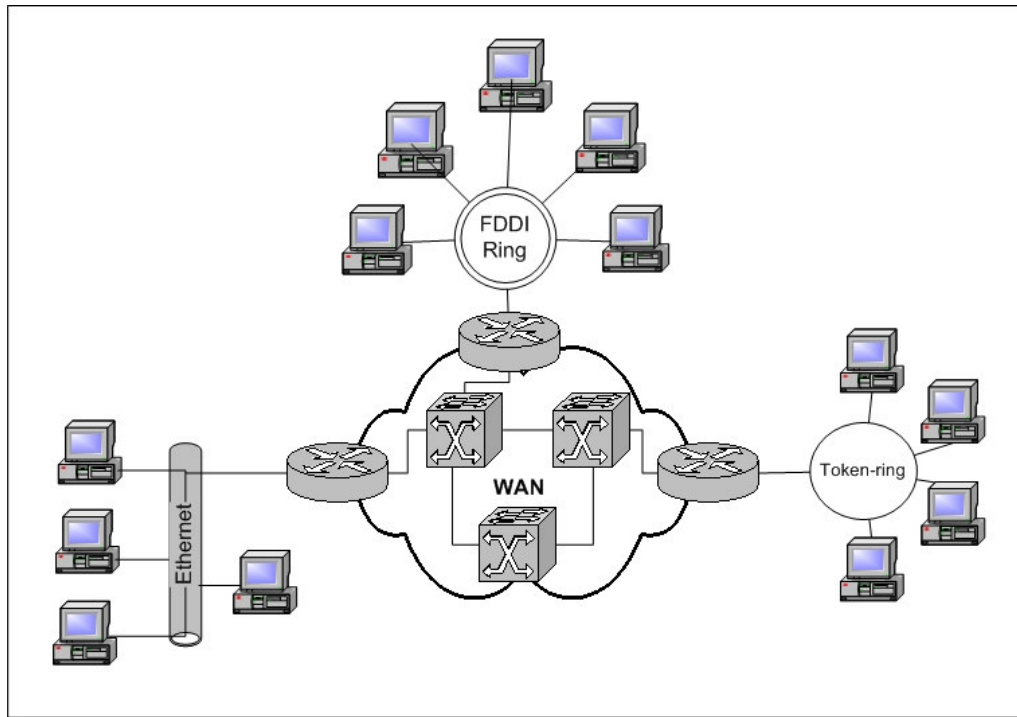
Sunucu bilgisayarlar, ağ ortamlarında çeşitli servisleri sağlamakla yükümlüdürler. İstemci bilgisayarlar ise bu sağlanan servisleri kullanan bilgisayarlardır.

1.4.1.2. Protokol

Yukarıda da tanımladığımız gibi ağ ortamındaki bilgisayarların birbirleriyle iletişimini belirleyen kurallar dizisidir.

1.4.1.3. İletişim ortamı

Ağ üzerinde birden fazla bilgisayarın birbirleriyle bağlantısına imkan veren bütün cihazlar ve kablolama bir ağ ortamının iletişim ortamını oluşturmaktadır. Şekil 1.1' de örnek bir ağ görülmektedir.



Şekil 1.1. Genel olarak bir ağın görüntüsü

1.4.2. Ağ çeşitleri

Günümüz teknolojilerinde bir ağ toplam dört adet bölümden oluşmaktadır. Her bir bölümün kendisine ait ayrı özellikleri, teknolojileri, protokolleri bulunmaktadır. Bir ağ tasarımında bütün bu kriterler göz önünde tutulmalı ve optimum çözümün uygulamaya göre seçilmesi gerekmektedir. Temel olarak ağın bölümleri:

- 1) Yerel Alan Ağları (LAN – Local Area Network)
- 2) Kampus Ağları (MAN – Metropolitan Area Network)
- 3) Geniş Alan Ağları (Wide Area Network)
- 4) Uzak Bağlantılar (Remote Connections) [4].

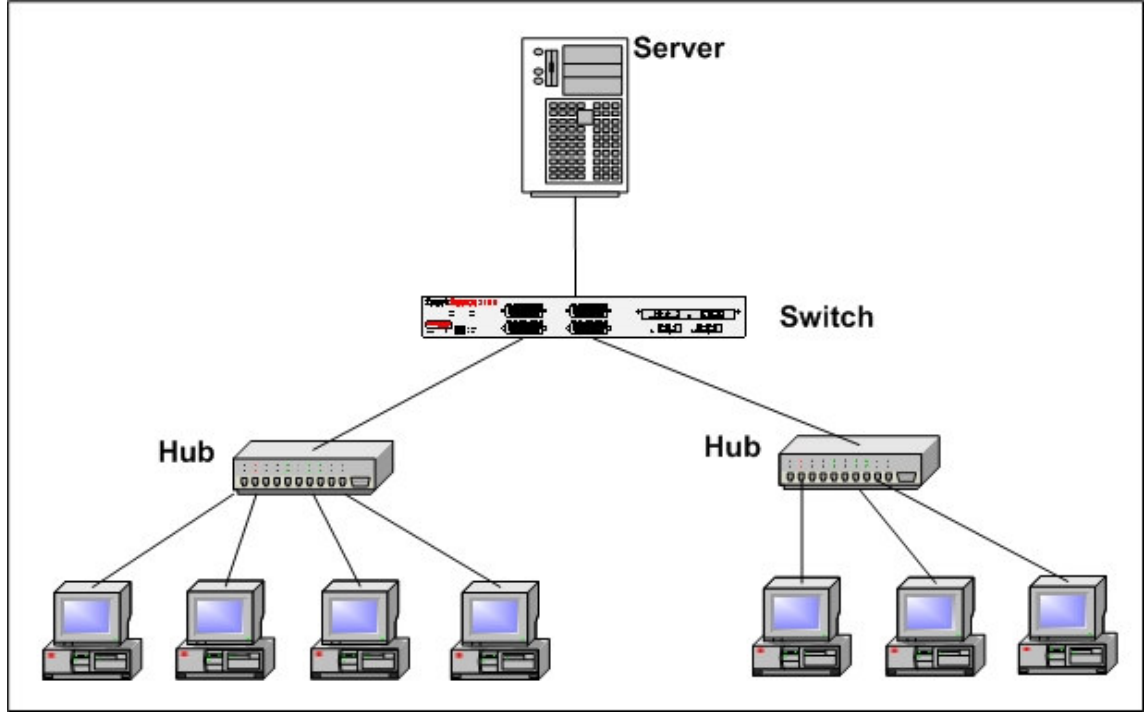
1.4.2.1. Yerel alan ağları (LAN – Local area network)

Yerel Alan Ağları'nın temel özelliği, sistemler aynı ortamdadırlar veya birbirlerine çok yakın mesafede çalışmaktadırlar. Bu ortam bir bina içerisindeki sistemler olabileceği gibi bir kampüste birbirine çok yakın iki bina içerisindeki bilgisayarlarda olabilmektedir. Yerel Alan Ağları'nda sistemler arasında kullanılacak kablo seçiminde büyük esneklik bulunmaktadır. Kablolama yapısı bir kere kurulduktan sonra ek bir harcama yapılmadan yüksek kapasiteli bir iletim ortamı sağlar. Birden fazla bilgisayarın bir HUB ile bağlantısı bile bir yerel alan ağın kurulması için yeterlidir.

Yerel alan ağları ile yüksek band genişliklerine çıkılabilmektedir. Kullanılan ağ cihazlarına göre 10, 16, 100, 155, 622 Mbps ve 1 Gbps hızında band genişliğinde çalışan yerel alan ağları oluşturmak mümkündür. Yerel alan ağlarında aşağıdaki teknolojiler kullanılmaktadır.

- . Ethernet (10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps)
- . Token Ring (Jetonlu Halka) (4 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps)
- . FDDI (Fiber Distributed Data Interface) (100 Mbps)
- . ATM (155 Mbps, 622 Mbps, 1.2 Gbps) [5].

Şekil 1.2' de tipik bir yerel ağ görülmektedir.



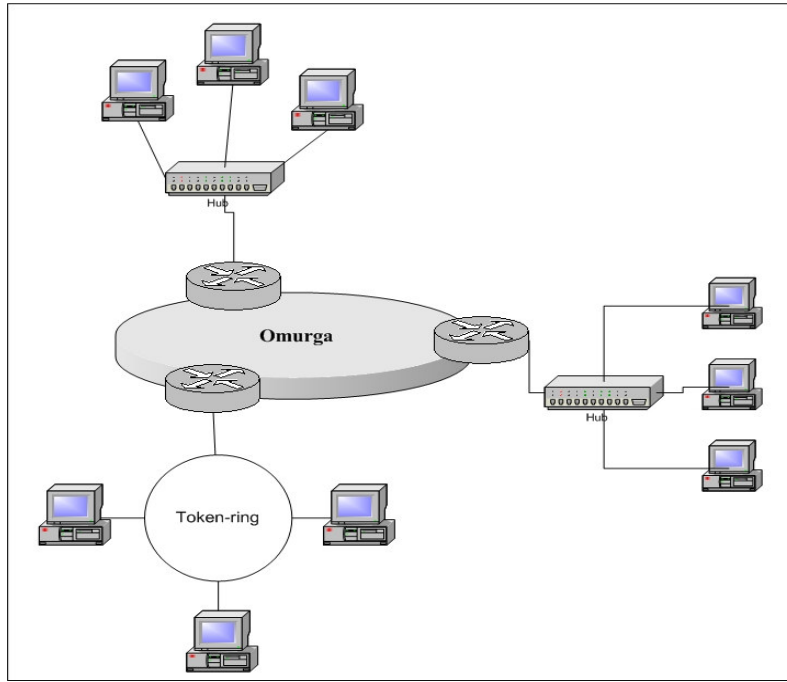
Şekil 1.2. Tipik bir Yerel Alan Ağı görüntüsü

1.4.2.2. Kampus alan ağları (MAN – Metropolitan area network)

Kampus ağlarında gereksinim duyulan mesafeler yerel alan ağlarından daha fazladır. Bu sebepten yerel alan ağlarındaki kablo seçimindeki esneklik kampus ağlarında kullanılan kablolama çeşitlerinde bulunmaz. Üniversite kampüslerinde bir alana dağılmış binalardaki yerel alan ağlarının birbirine bağlanmasında kullanılırlar. Bundan dolayı adını bu tür uygulamalardan almışlardır. Bu ağ çeşidinin diğer bir kullanım amacı olarak şirketlerin veya kurumların ağ ortamlarının merkez kısmında kullanılmasını gösterebiliriz. Genellikle yerel alan ağları teknolojileri kullanılsa da mesafenin çok artması durumunda geniş alan ağlarına ilişkin teknolojiler de kullanılmaktadır. Kampus alan ağlarında aşağıdaki teknolojiler kullanılmaktadır:

- . ATM (34 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps, 1.2 Gbps)
- . FDDI (100 Mbps)
- . Ethernet (100 Mbps, 1 Gbps)
- . E1, PRI, E3 Geniş alan ağ bağlantı teknolojileri (2 Mbps, 34 Mbps)

Şekil 1.3' de tipik bir kampus alan ağı görülmektedir



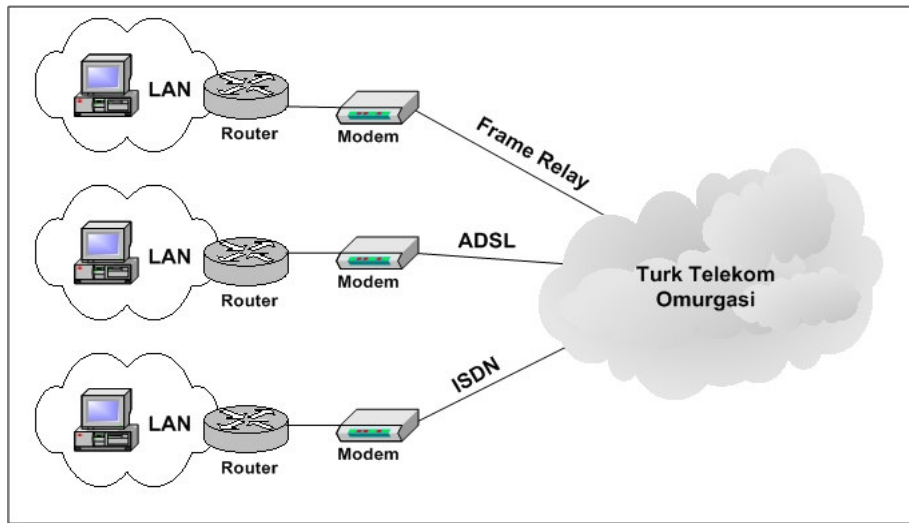
Şekil 1.3. Kampus Ağı yapısı

1.4.2.3. Geniş alan ağları (WAN – Wide area network)

Bir kampus ağı kurulamayacak kadar büyük yerel ağları ya da kampus alan ağlarını birbirine bağlamak için kullanılan bir teknolojidir. Geniş alan ağları için anahtar kelimelerimiz mesafe, iletim hattının sahip olduğu band genişliği ve hattın ilgili telekomünikasyon şirketinden kiralanmasıdır. Geniş alan ağlarındaki iletim hattı telekomünikasyon şirketi tarafından belirlenmiş bir band genişliği seçeneği ile periyodik belirlediği tarifeler bünyesinde ücretlendirilir. Bundan dolayı uygun kiralanmış band genişliğini optimum seviyede kullanmak gerekmektedir.

Geniş alan ağlarında kurumların iletişim çözümlerine yönelik çok çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır ve kurumlar için ciddi yatırım yükü getirmektedirler. Geniş alan bağlantılarda aşağıdaki teknolojiler kullanılmaktadır [6]:

- . Analog hat
- . X.25
- . Frame Relay
- . ISDN BRI ve PRI
- . ATM
- . xDSL (ADSL, HDSL, SDSL, G.SHDSL)
- . Kablolu televizyon hatları



Şekil 1.4. Geniş alan ağı yapısı

1.4.3. Ağ Topolojileri

Ağ ortamındaki bilgisayarların aralarındaki veri iletim ortamının fiziksel yapısına ağ topolojisi denir. Ağ topolojileri yapı olarak görüldükleri şekle göre dört ana başlık altında toplanmaktadır.

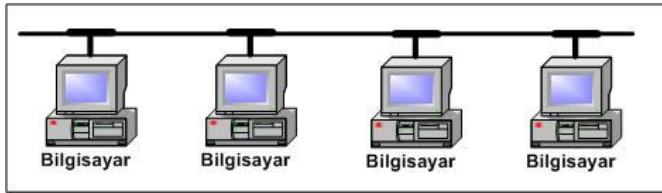
- 1) Yol (Bus) Topoloji
- 2) Halka (Ring) Topoloji

3) Yıldız (Star) Topoloji

4) Ağaç (Tree) Topoloji

1.4.3.1. Yol (Bus) topolojisi

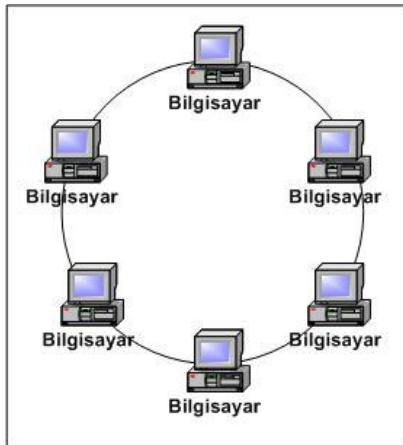
Yol topolojisinde bilgisayarlar arasında tek bir kablo dolaşmaktadır. Bilgisayarlar T konnektör ve sonlandırıcılar yardımı ile ağ ortamına bağlanmaktadır. Yol topolojisinde elektriksel sinyal kablounun her iki yönünde de yayılmaktadır.



Şekil 1.5. Yol (Bus) Topolojisinin yapısı

1.4.3.2. Halka (Ring) topolojisi

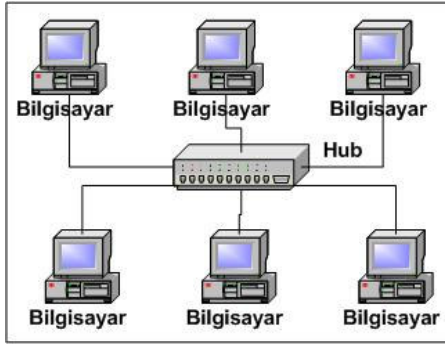
Halka topolojilerde dairesel bir hat üzerinde bağlantı sağlanmaktadır. Elektrik sinyalleri bir bilgisayardan diğerine tek yönde aktarılırlar. Bilgisayarlar kendilerine gelen sinyalleri güçlendirirler. Bundan dolayı sinyaldeki zayıflama minimum düzeyde gerçekleşmektedir. Jetonlu Halka/IEEE 802.5 ve FDDI ağ uygulamaları halka topolojisine örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 1.6. Halka Topolojisinin Yapısı

1.4.3.3. Yıldız (Star) topolojisi

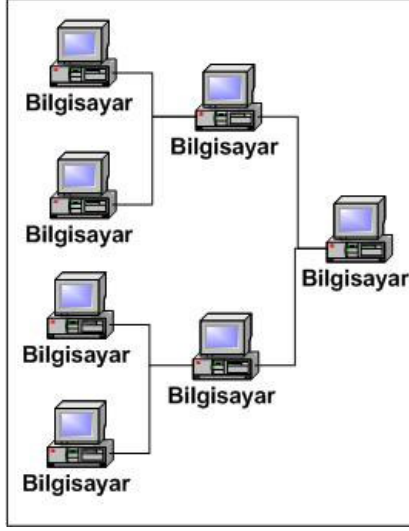
Yıldız topolojisi, ağ ortamı üzerindeki bütün bilgisayarlara direk olarak hizmet verecek şekilde bir ağ kablosu bağlanması ile oluşturulur. Kabloların birinde veya bilgisayarlarda oluşabilecek problem ağın işleyişini etkilemez. Ağ ortamı üzerinde bulunan bütün bilgisayarlar birbirlerine uçtan uca UTP veya fiber optik kablo ile bağlıdır.



Şekil 1.7. Yıldız Topolojisinin Yapısı

1.4.3.4. Ağaç (Tree) topolojisi

Yapı olarak yol topolojisine benzeyen bu topoloji, yol topolojisinin birden fazla düğüm noktası kullanılarak oluşturulmuş halidir [6].



Şekil 1.8. Ağaç Topolojisinin Yapısı

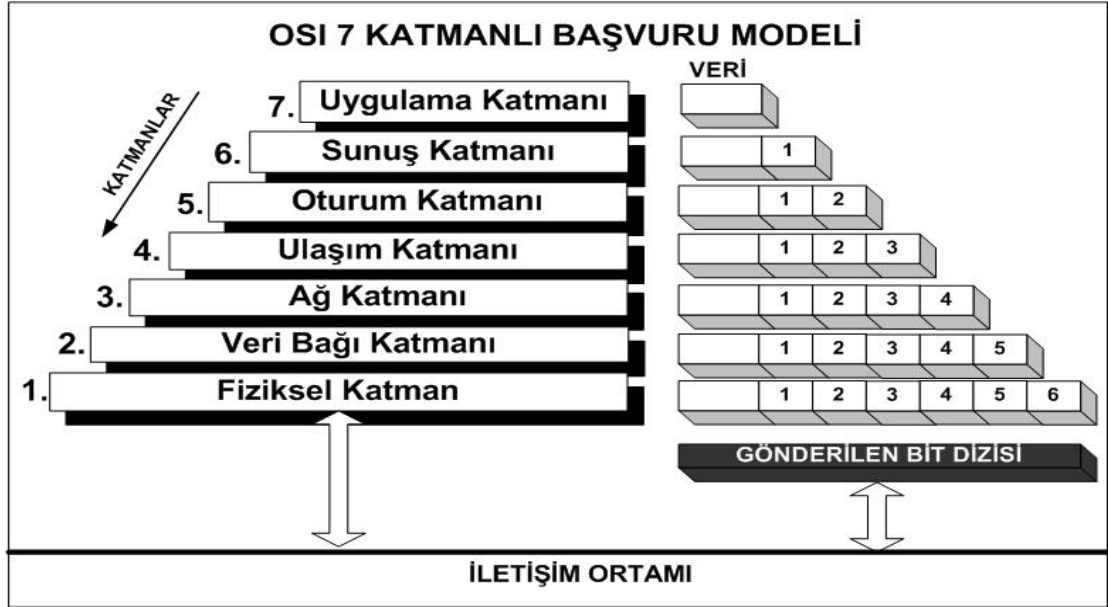
1.4.4. Bilgisayar haberleşme protokolleri

Modeller, bilgisayar ağı protokollerinin sağlaması gereken servisleri tasarlamaktadır. En popüler olan model ISO (International Standards Organization) tarafından tasarlanan yedi katmanlı OSI modelidir. OSI modelinden önce tanımlanan bir model, Birleşik Devletler Savunma Bakanlığı, (Department of Defence) tarafından geliştirilmiş olan (DoD) modelidir. Bu model, 1970'lerin ortasında geliştirilmiş TCP/IP protokol suite'in modelidir [7].

1.4.4.1. OSI (Open system interconnection - Açık sistemler arabağlaşım) başvuru modeli

OSI (Open Sistem Interconnection:Açık Sistemler Ara Bağlaşımı) Başvuru Modeli ISO tarafından tanımlanmış ve ağ uygulamasında kullanılan örnek bir modeldir; Her ne kadar pratikte biri e bir uygulan masa da, diğer tüm mimariler OSI başvuru modeli baz alınarak açıklanır. Ayrıca Anahtar Cihazı(Switch), HUB, Yönlendirici, Ağ Geçidi(Gateway), gibi ağ cihazlarının fonksiyonları OSI başvuru modeline dayanılarak açıklanır [7].

OSI başvuru modeli, ağdaki bir uç sistemin veya ara cihazın ağ üzerinden iletişim yapabilmesi için sahip olması gereken işlevleri tanımlar. Model Şekil 1.9’ da görüldüğü gibi yedi katmana ayrılmıştır. Her katman, girişi, çıkışı ve görevi belli olan modüler yapıya sahiptir.



Şekil 1.9. OSI referans modeli mimarisi

Bir İnternet’e bağlı PC’ de bu katmanların hepsi birden kullanılabilirken bir ağ cihazında örneğin bir yönlendirici yada Hub cihazında ilk üçü yeterli olmaktadır.

Bu katmanların işlevleri kullanıcıya yakından uzağa doğru sırasıyla şöyledir.

7) Uygulama Katmanı (Application Layer): Kullanıcın çalıştığı uygulamaların bulunduğu katmandır. FTP,SNMP,HTTP gibi hizmetler bu katmandadır.

6) Sunuş Katmanı (Presentation Layer): Bilginin iletimde kullanılacak haline dönüştürüldüğü katmandır. Verinin, sıkıştırılması, şifrelenmesi; sıkışmış verinin açılması; şifreli verinin şifresinin çözülmesi bu katmanda gerçekleşir.

5) Oturum Katmanı (Session Layer): Uç düğümler arasındaki bağlantının sağlanmasını, kurulu bağlantının yönetilmesini ve sonlandırılmasını gerçekleştiren

katmandır. İletimin kopması halinde bir senkronizasyon noktasından başlayarak iletimin yeniden sağlanmasını sağlar.

4) Ulaşım Katmanı (Transport Layer): Bilginin son kullanıcıda her türlü hatadan arındırılmış olarak elde edilmesini sağlar. Ağ katmanının yaptığı işleri yerel olarak yapar. Herhangi bir arıza durumunda verileri değişik yollardan göndermeye çalışır. Veri katmanı sadece paket sayısını karşılaştırır. Ulaşım katmanı ise paketlerin içeriğini de kontrol eder.

3) Ağ Katmanı (Network Layer): Veri paketlerinin bir uçtan diğerine ağdaki çeşitli düğümler üzerinden (yönlendirici, köprü vs.) geçirilip yönlendirilerek son alıcısına ulaştırılmasını sağlar. Geniş alanlı ağlarda değişik tip ve öncelik sırasına göre veri akışı daha fazladır. Ağ katmanı ağın o anki durumuna göre iletişimde hangi fiziksel yolun kullanılacağına karar verir.

2) Veri Bağı Katmanı (Data Link Layer): Gönderilecek verinin hatalara bağımsız bir yapıda mantıksal işaretlere dönüştürülmesini, alıcıda hataların sezilmesi, düzeltilemiyorsa doğrusunun elde edilmesi için göndericinin uyarılmasını sağlar.

1) Fiziksel Katman (Physical Layer): Verinin fiziksel olarak ağ üzerinden aktarılmasını sağlayan bölümlerdir. Kablolar, ethernet kartları, Hub, hatta elektriksel sinyaller bu katmanın kapsamındadır [8].

1.4.4.2. TCP/IP (Transmission control protocol / internet protocol) protokolu

TCP/IP bir protokol kümesidir. Her türlü bilgisayarın birbiriyle karşılıklı çalışabilmesi için en yaygın kullanılan protokol kümesidir. Özellikle İnternet ortamında da TCP / IP protokol kümesinin kullanılması nedeniyle TCP / IP kullanımı yaygınlaşmıştır.

TCP/IP, ilk defa ABD'de ARPANet (Advanced Research Projects Agency Network) adı altında, askeri bir proje olarak geliştirildi. Önceleri askeri amaçlı düşünülen proje önce üniversiteler tarafından kullanılmaya başlandı. Ardından ABD'nin dört bir yanında birbirinden bağımsız geliştirilen ağlar, tek bir omurga altında NSFNet olarak

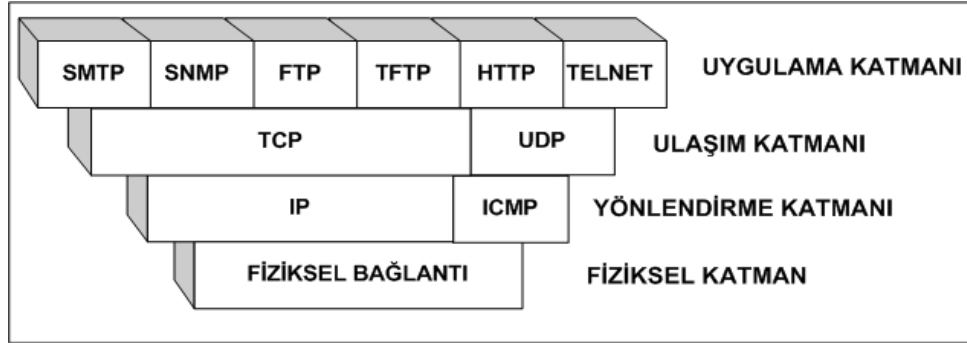
adlandırıldı ve ulusal boyutu aşarak dünyaya yayıldı. İnternet'in doğuşu da bu tarihe denk gelir.

Bir sokak üzerinde yeralan evlerin adresleri gibi, İnternet'e bağlı olan her makinanın da bir adresi vardır. Bu adres sayesinde bir bilgisayardan diğerine ulaşmak mümkün olur. İnternet adresi 4 bayttan (32 bit) ibaret olup yazılırken her bayt arasına bir nokta konulur [9].

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

TCP/IP başından beri Yerel Ağ bağlantısı (LAN-Local Area Network), Yerel ve Geniş Bölge Ağları (LAN-WAN) bağlantısı, bilgisayar ağı yönetimi, ve bilgi servisi sağlanması gibi yeni ortaya çıkan konulara da hitap etmektedir. Protokol kümesi akla gelebilecek her tip bilgisayara destek vermektedir. TCP/IP'nin kaynak kodu genel ortamda bulunup, kullanımı teşvik edilmektedir. Ağ yönetimi açısından SNMP, İnternet'i oluşturan TCP/IP tabanlı ağların yönetiminde de standart durumundadır. SNMP istemci/sunucu (client/server) mimarisini kullanarak çeşitli Ağ aygıtlarını işletmekte ve denetlemektedir. 1988'de kullanılmaya başladığından beri SNMP öylesine başarılı olmuştur ki bir çok ticari Ağ işletmeni kendi özel İnternet'leri üzerindeki çeşitli Yerel Bölge Ağ elemanları için SNMP'yi kullanmaya başlamışlardır. Pek çok endüstri çözümleyicisi ise SNMP' nin yaygın kullanımını, OSI-tabanlı Ağ yönetim sistemlerinin yavaş ilerleme nedeni olarak görmektedir [8].

TCP / IP bir protokol kümesine sahip olduğundan dolayı katmanlı yapıdadır. Uygulama programlarının bulunduğu katman sayılmaz ise TCP / IP dört katmana sahiptir. Bu katmanlar uygulama, ulaşım, yönlendirme ve fiziksel katmandır.



Şekil 1.10. TCP / IP Mimarisi ve Katmanları

Ulaşım katmanında TCP ve UDP protokolleri, yönlendirme katmanında IP ve ICMP protokolleri tanımlıdır. Fiziksel katman içinse herhangi ek bir tanımlama yapılmamış olup var olan fiziksel katman tanımlamaları kullanılmıştır. Her katmanda birden fazla protokol olduğu görülmektedir. Fakat bir uygulama çalıştırıldığında her katmanda belli bir protokol çalıştırılmaktadır.

Uygulama programları çalıştıkları süre içinde TCP / IP protokol kümesinin uygulama katmanındaki protokoller ile etkileşim içerisindeydirler. Bu protokoller sayesinde iletişim içerisinde bulunabilirler. Örnek olarak TELNET protokolü ağ içerisindeki başka bir bilgisayarı kontrol etmek için kullanılır. Bir TELNET uygulaması TELNET protokolünde tanımlanan kurallar sayesinde uç bilgisayarın kontrol edilebilmesini sağlar.

TCP / IP protokol kümesindeki Uygulama Katmanı ile Ulaşım Katmanı arasında port olarak adlandırılan bir geçit tanımlıdır. Bu iki katman arasındaki iletişim portlar aracılığı ile gerçekleşmektedir. Her port 16 bitlik bir numaraya sahiptir. Bu numaraya port numarası adı verilmektedir. Dolayısıyla TCP / IP protokoller kümesinde toplam 2^{16} adet port tanımlıdır. Bu 16 bitlik port numarası ile 32 bitlik IP adresinin beraber kullanılması halinde ortaya çıkan adrese soket numarası adı verilmektedir. TCP bağlantılar soketler aracılığıyla gerçekleşmektedir.

0 – 255 arasındaki port numaraları, standart uygulama katmanı hizmetlerine erişim için kullanılmaktadır. FTP port için 21, TELNET için port 23, HTTP için port 80 gibi

birçok port numarası belirli uygulamalar için saklı tutulmuştur. Port tanımlamaları RFC 1700 dökümanında ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Uygulama katmanı içinde tanımlı olan protokoller bir üstünde çalıştırılan uygulama programlarına hizmet verirler. Bu protokollerin bir üstünde kullanıcının doğrudan etkileşimde bulunduğu programlar (kullanıcı arabirimleri), bilgisayar kaynaklarına başka kullanıcıların erişimini sağlayan hizmet programları bulunmaktadır. Uygulama katmanında bulunan protokoller aşağıdadır.

SMTP (Simple Mail Transport Protocol), ağ ortamındaki kullanıcılar arasında mail haberleşmesi kurallarını düzenler.

SNMP (Simple Network Management Protocol), ağ içerisinde bulunan ağ cihazlarının yönetimi için kullanılan bir protokoldür. SNMP desteği olan cihazlar SNMP mesajları ile uzaktan yönetilebilir. Bunun için ağ cihazları üzerinde SNMP parçası (SNMP Agent) bulunmalıdır.

TELNET, bir kullanıcının başka bir sisteme girerek, o sistemi kullanmasını sağlayan bir uzak bağlantı protokolüdür.

FTP (File Transfer Protocol), iki bilgisayar arasında dosya transferi için kullanılan protokoldür. İnternet üzerinde iki bilgisayar arasında dosya aktarımı için kullanılan temel protokoldür.

NNTP (Network News Transport Protocol), USENET postalama hizmetinin çalıştırılmasını sağlar.

HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), web sayfalarının bilgi alışverişini sağlar.

Uygulama katmanı protokollerinin her birinin sunucu ve istemci tarafında çalışmak üzere iki farklı şekli bulunmaktadır. Sistemler eğer hizmet veren (sunucu) konumunda iseler bu protokolün sadece sunucu uyarlamaları yüklenir. Sistem eğer kullanıcı seviyesinde çalışan bir sistem ise protokolün istemci uyarlamaları yüklenir.

Örnek olarak bir bilgisayar üzerinde FTP hizmeti verilmek isteniyorsa bu bilgisayar üzerinde FTP sunucusu kurulmalıdır. Bu bilgisayardan FTP ile dosya transferi yapmak isteyen kullanıcılar ise bilgisayarlarına FTP istemcileri kurmalıdırlar.

TCP / IP 'nin ulaşım katmanında TCP ve UDP olmak üzere iki protokol tanımlıdır. TCP (Transmission Control Protocol), bağlantılı düzene dayalı bir protokoldür. İki bilgisayar iletişim kurmadan önce iletişim kurma istek ve onaylarını birbirlerine yollarlar. Böylece iletişim konusunda anlaşmış olurlar. UDP (User Datagram Protocol) bağlantısız düzenli bir protokoldür. İletişim başlamadan önce gönderici ve alıcı arasında bir anlaşma yapılmasına gerek yoktur. Bu katman protokollerinden genelde TCP kullanılır. UDP protokolü ise kontrol amaçlı kullanılmaktadır.

TCP ve UDP protokolleri bir üst katmandan gelen veriyi paketleyip alt katmana gönderirler. Eğer veri tek hamlede gönderilemeyecek kadar uzunsa alt katmana gönderilmeden önce parçalara ayrılırlar ve her parçaya bir sıra numarası verilir.

TCP protokolü, bir üst katmandan gelen veriyi uygun uzunlukta parçalara böler ve bir alt katmana gönderir. Ayrıca her bir parçaya TCP protokolü tarafından, alıcı tarafından paketlerin sıralı birleştirilmesi maksadıyla parçalara bir sıra numarası verilir. Eğer gönderilen paket alıcı tarafından hatalı olarak alındıysa, bu protokol aracılığında hatalı olan paket alıcı tarafına tekrar gönderilir. İki cihaz arasında TCP iletişimi başlamadan önce bir oturum kurulması gerekmektedir. Yani TCP protokolü bağlantılı düzen (connection-oriented) protokoldür. TCP protokolü tarafından oluşturulmuş başlık bilgisi ve veri parçası ikisi birlikte, TCP segmenti olarak anılırlar. Alt katman olan IP katmanına bir TCP segmenti gönderilir. Bu katmanda TCP segmentine bir IP başlığı eklenir ve kullanıcıya gönderilir.

TCP segmentinde temel olarak; gönderici port no, alıcı port no, segment sıra numarası, gönderilen verinin en son hangi sekizlisinin alındığına dair bilgi taşıyan onay numarası, başlık uzunluğu bilgisi, saklı tutulmuş (ki gelecekteki büyümeler için boş bırakılmıştır), kontrol kod bitleri, hata sına bitleri, acil işaretçisi ve veri parçası bulunur.

UDP (User Datagram Protocol)' nin farkı, sorgulama ve sınaama amaçlı, küçük boyutlu verinin aktarılması için olmasıdır. Veri küçük boyutlu olduğu için parçalamaya gerek duyulmaz. Dolayısıyla UDP segmenti TCP segmentinden farklıdır. Başlık bilgisi daha az alan içermektedir. Gönderici ve alıcı port numaraları TCP başlığındaki ile aynı işleve sahiptir. Uzunluk alanı veri ve başlığın boyunu gösterir. Kullanılması seçimlik olan hata sınaama bitleri ise paketin hatadan arınmış olarak alınıp alınmadığını sınaamak için kullanılmaktadır.

Yönlendirme katmanı protokollerinden olan IP ve ICMP, bir üst katmandan gelen segmentleri alıcıya uygun yoldan ve hatasız ulaştırmak görevi ile yükümlüdür. Bu amaçla yönlendirme katmanına gelen segmentlere özel bir IP başlık bilgisi eklenmektedir.

ICMP kontrol amaçlı bir protokoldür; genel olarak sistemler arası kontrol mesajları IP yerine ICMP üzerinden aktarılır. ICMP, IP ile aynı düzeyde olmasına karşın, aslında kendisi de IP'yi kullanır. ICMP mesajları IP üzerinden gönderilir.

Bir çok ICMP mesaj tipi vardır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

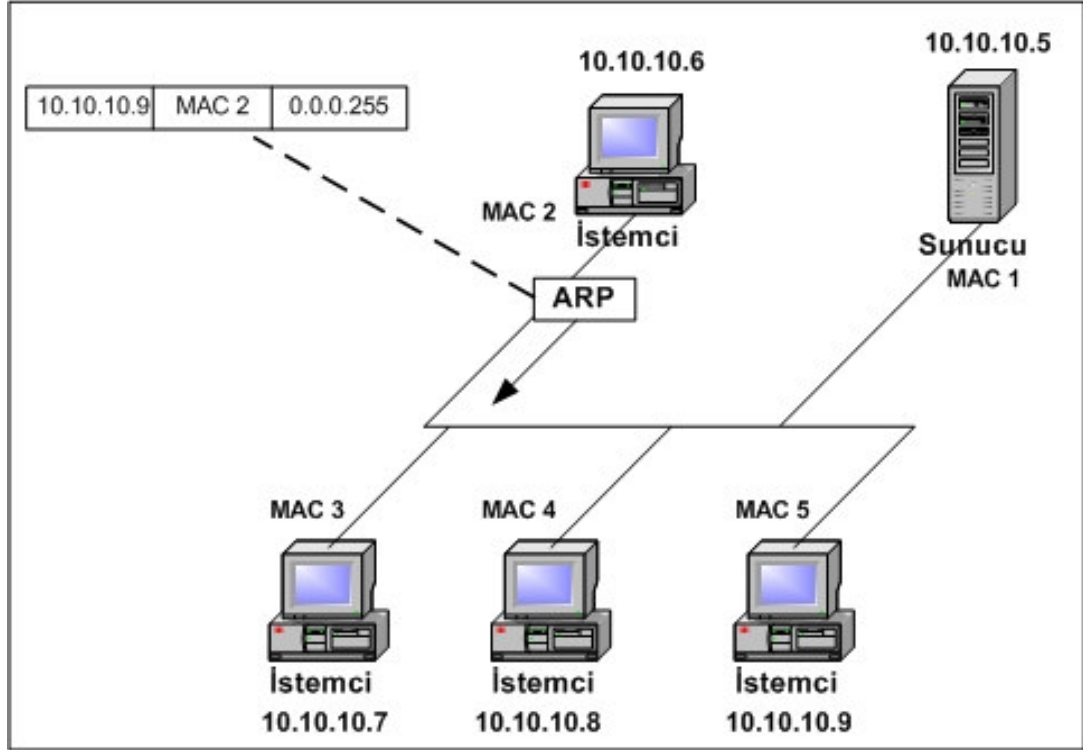
- . Alıcıya erişilemiyor (Destination Unreachable)
- . Zaman Aşımı (Time Exceeded)
- . Parametre Sorunu (Parameter Problem)
- . Yansıma (Echo)
- . Yansıma Karşılığı (Echo Reply)
- . Zaman Damgası (Time Stamp)
- . Zaman Damgası Karşılığı (Time Stamp Reply)

ICMP'nin en çok kullanılan uygulaması "ping" programıdır. Bir bilgisayardan karşıdaki bilgisayara ping mesajı gönderilerek o anda iletişimin var olup olmadığı

öğrenilebilir. Eğer ağ üzerinde adresi verilen alıcı yoksa veya o anda erişilemiyorsa alıcıya erişilemiyor mesajı verilir.

Fiziksel katman için herhangi bir protokol tanımlanmamıştır. OSI başvuru modelinde bulunan fiziksel katman işlevleri aynen kullanılmaktadır.

ARP (Address Resolution Protocol-Adres Çözümleme Protokolü), IP paketi içerisinde hem alıcı hem gönderici IP adresi vardır. Ancak paketin yerel alan ağı içinde bir sisteme gönderilebilmesi için donanımın fiziksel adresi de bilinmelidir. IP, paketin gideceği fiziksel adresi öğrenmek için yerel alan ağı içindeki bilgisayarlara özel bir sorgulama paketi yayar. Bu ARP istek paketi olarak bilinir ve bu pakette alıcı sistemin IP adresi vardır. IP adresi tutan sistemden bunun karşılığı olan fiziksel adresin gönderilmesi istenir. Ağ üzerinde ARP protokolü etkin olan bütün sistemler bu istek paketlerini görürler ve kendilerini ilgilendiriyorsa istek paketini gönderen adrese kendi fiziksel adreslerini gönderirler. Bu bir ARP yanıt paketi içerisinde gönderilir. Bütün sistemler fiziksel adres öğrenme sürelerini azaltmak için sistemde dolaşan bütün ARP paketlerini sürekli olarak gözlerler ve kendi ARP tablolarını güncel olarak tutarlar [6].



Şekil 1.11. Örnek ARP Uygulaması

1.5. İnternet Adresi, Domain İsmi ve İp Numarası

İnternet'e bağlı her bilgisayarın kendine özgü bir adresi vardır. Domain Name System (DNS) olarak adlandırılan hiyerarşik bir isimlendirme sistemi ile (İnternet adresi), İnternete bağlı bilgisayarlara ve bilgisayar sistemlerine isimler verilir. DNS de, bir TCP/IP servis protokolüdür. DNS, 'host' olarak adlandırılan İnternete bağlı tüm birimlerin yerel olarak bir ağaç yapısı içinde gruplandırılmasını sağlar. Bu şekilde, bütün adreslerin her yerde tanımlı olmasına gerek kalmaz. Örnek olarak, itu.edu.tr altında, ehb.itu.edu.tr, onun altında da, titan.ehb.itu.edu.tr vb şeklinde dallanmış bir çok adres olabilir.

Her bir İnternet adresine 4 haneli bir numara karşılık gelir. a.b.c.d şeklindeki bu numaralara IP (İnternet Protocol) numaraları denir. burada, a,b,c ve d 0-255 arasında değişen bir tam sayıdır. (32 bit adresleme sistemi). Örnek olarak titan.ehb.itu.edu.tr için bu numara 160.75.27.250 'dir.

Her İnternet adresinin ilk kısmı bulunduğu domain'in network adresini, son kısmı ise makinanın (host) numarasını verecek şekilde ikiye bölünür. Bir bilgisayar ağında bulunan makinaların miktarına göre makina numarası için ayrılan kısmın daha büyük veya daha küçük olması gerekebilir. Değişik ihtiyaçlara cevap verebilmesi açısından IP adresleri asağdaki şekilde gruplanmıştır.

Class A network adresleri 1.0.0.0 adresinden 127.0.0.0 a kadar olan aralığı kaplarlar. Her networkte kabaca 1.6 Milyon makina bulunabilir.

Class B network adresleri 128.0.0.0 adresinden 191.255.0.0 adresine kadar olan aralıktadır: 16065 network adresi ve her networkte kabaca 65500 makina bulunabilir.

Class C network adresleri 192.0.0.0 adresinden 223.255.255.0 adresine kadar olan aralıktadır. Herbiri 254 makinadan oluşan yaklaşık 2 milyon network adresi barındırır.

Class D 224 ve 254 arasında kalan adresler herhangi bir network tanımlamazlar, ileri kullanımlar için rezerve edilmişlerdir.

Bu domain adreslerinin dağıtımı NIC (Network Information Center) tarafından yapılır, daha sonra her domain sahip olduğu adresi kendi ihtiyaçlarına göre parçalayarak dağıtabilir. (Son zamanlarda,sınırlı sayıdaki İnternet adres uzayının bitebileceği düşüncesi ile, yeni bir adresleme stratejisine doğru da gidilmektedir. önümüzdeki yıllarda, yeni tip IP adreslerinin (128 bit) ortaya çıkacağını bekleyebiliriz.)

Bu IP numaralarına (domain adreslerine) karşılık düşen bir makina ismi de bulunur. Bu sayede makinaların isimleri daha kolay akılda kalır. Her domain'de o domaine ait IP numaraları ile bu isimler arasında geçişi sağlayan bir servis (Domain Name Service) bulunur. Bu servis aynı zamanda diğer domain'lere ait isimleri ilgili DNS'lere sorarak öğrenir.

Örneğimn İstanbul Teknik Üniversitesi bir Class B network numarasına sahiptir. (160.75.0.0).itu.edu.tr domaininde bulunan tüm IP numaraları 160.75. ile başlar. Bilgi İşlem Merkezi bu numarayı yerel ağlara dağıtmıştır. Elektronik-Haberleşme

Bölümü domain'i ne (160.75.27.0) numarası verilmiştir. burası da ehb.itu.edu.tr olarak tanımlanmıştır. Bu network içerisinde yer alan makinaların hepsi 160.75.27. numarası ile başlar, söz gelimi bu network'de yer alan titan ismi verilen makinenin IP numarası 160.75.27.250 --> titan.ehb.itu.edu.tr şeklindedir.

Dikkat edilirse bir host numarası 1 den 254 e kadar 254 farklı değer alabilir. Zira 0 ve 255 bu numaralandırmada özel anlamlar içerirler. 0, network'u tanımlarken 255 de o network'teki tüm hostları tanımlar.

127.0.0.1 adresi ve 127.0.0.0 Network'u test ve geliştirme için kullanılır. 127.0.0.1 adresi her makinenin kendisini tanımlar buraya gönderilen her şey, sanki bir başka network'ten geliyormuş gibi makinenize geri dönecektir. Bu sayede herhangi bir network bağlantısı olmadan bazı denemeler yapılarak network yazılımları geliştirilebilir.

DNS, ayrıca, İnternet adresini nümerik adrese çevirir. Domain'ler hiyerarşik DNS adresleme sistemi içindeki farklı yapıları temsil ederler. Her domain kendi içinde bağımsız bir topluluktur. Doğal olarak, herkes kafasına göre gelişi güzel İnternet domain ismi ve IP numarası alamaz. Network Information Center (NIC)'e bunun için başvurmak gerekir [10].

1.5.1. IPv6 (İnternet protocol version 6)

Şu anda kullandığımız adresleme sistemi IPv4 (İnternet Protocol Version 4) olarak adlandırılmaktadır. Gelecekteki ihtiyaçları karşılamak maksadıyla IPv6 olarak adlandırılan yeni bir adresleme sistemi geliştirilmektedir. IPv4'te 32 bit olan adres büyüklüğü IPv6'da 128 bite çıkarılmış ve sonsuz sayılabilecek sayıda adres sayısı elde edilmiştir. IPv6 ile elde edilebilecek kazanımlar şunlardır.

. Adres sıkıntısının ortadan kalkması.

. Daha iyi güvenlik.

. Yeni IP paket yapısı.

- . Ses ve görüntü aktarım işleminin hızlandırılması.
- . Değişik protokoller için IP başlığı düzenlenebilmesi vb.

IPv6 şu anda deneysel aşamada olup, gelecek 10 yıl içerisinde daha çok kullanılır duruma gelmesi beklenmektedir.

BÖLÜM 2. KABLOLU YÜKSEK HIZLI İNTERNET ERİŞİM TEKNOLOJİLERİ

ATM, Gigabit Ethernet, xDSL konusuna göre yüksek hız denildiğinde akla gelen güncel ağ teknolojilerdir. Genel olarak ağ teknolojileri denildiğinde ise Ethernet, Token Ring, FDDI, Cat 5, Modem, X.25, Frame Relay, Hücresel (Cellular), ISDN gibi terimler hatırlanır. Herşeyiyle büyükçe bir ağ LAN, Kampüs, WAN ve Uzaktan bağlantı olarak adlandırılan dört ayrı parçadan oluşur. Her birinin kendisine has özellikleri olan bu parçaların ayrı ayrı gözönüne alınması ve en optimum çözümü verecek seçimlerin yapılması gerekir. Bütünüyle bir ağda en önemli anahtar sözcük, ağa bağlı sistemlerde koşturulan uygulamalardır; ağ alt yapısı, o uygulamaların gerektirdiği servis kalitesi (QoS) ve servis sınıflarını-çeşitleri (CoS) destekleyecek özellikte olmalıdır. Örneğin dosya aktarımı, ses aktarımı ve video bilgisi aktarımı için gerekli servis kalitesi ve sınıfları birbirlerinden farklıdır; çünkü gereksinimler aynı değildir. Eğer ağda veri trafiği üreten sistemler dışında PBX, Video gibi cihazlar varsa, o ağ için en önemli iki parametre ağın uçtan uca hizmet kalitesi-QoS (Quality of Service) ve hizmet çeşitleri-CoS (Class of Service) dir. Günümüzde QoS'i garanti eden ağ teknolojileri ise ATM, ISDN, Frame Relay gibi hücre tabanlı (Cell Based) veya bağlantıya yönelik teknolojilerdir; çok yüksek hızlı Gigabit Ethernet için de, mimarisel olarak QoS' i garanti etmese de yüksek band genişliği sağlamasından dolayı belirli bir derecede QoS' i sağlıyor denilebilir. Hizmet kalitesi, genel olarak gecikmeyle ilgilidir; çerçeve veya hücrelerin aktarım gecikmesi, iletişim için gerekli oturum kurulma hızı gibi değerleri kapsar. Hizmet çeşitleri ise, farklı türde uygulamaların gereksinim duyduğu değişik özelliklere sahip trafik ihtiyaçlarını tanımlar. Örneğin, ATM gibi hücre tabanlı teknolojilerin terminolojisinde hizmet çeşitleri CBR, VBR (rt-VBR, nrtVBR), ABR ve UBR olarak adlandırılmaktadır [8].

Ağ uygulamalarında en güncel konulardan birisi, biraz da İnternet kullanımının ve çoklu ortam gereksiniminin artmasından dolayı, hem LAN hem de WAN ve uzak bağlantılarda ses, veri ve video bilgilerinin birleştirilip tek bir hat üzerinden

aktarılabilmektedir; üstelik bu sağlanırken son kullanıcıya kadar yüksek hızlarda bağlantının sağlanması beklenmektedir.

Var olan LAN teknolojileri, sağlamış oldukları yüksek band genişliğinden dolayı ağ içerisindeki sistemlerde koşan uygulamaların gerektirdiği çeşitli QoS ve CoS beklentilerini karşılayacak özelliktedir denilebilir. LAN teknolojilerinde her geçen gün yeni gelişmeler de yaşanmaktadır. Aynı gelişmelerin WAN ve uzak bağlantılar için de yaşanması söz konusudur; ev ve küçük ofis kullanıcıları hem ses (Telefon) ve İnternet erişimlerini hem de video tabanlı (TV, uzaktan eğitim) uygulamalarının gerektirdiği hareketli görüntü ve gelecekte gereksinim duyacakları trafik türünü taşıyacak bir ağ alt yapısı gereksinimi içerisinde bulunduklarıdır. Yeni nesil LAN ve WAN teknolojileri bunu sağlamaktadır denilebilir; uzak bağlantı için de xDSL teknolojilerinin uygulanması gündemdedir [11].

2.1. xDSL Teknolojisi

2.1.1. xDSL teknolojisinin iletişime sunduğu geniş bant imkanları

Bilginin sayısal gösterimi ile birlikte gelişen teknoloji, bilgisayarların gelişip ve güçlenmesinin yanı sıra veri iletişimde hızlı ve hemen hemen hatasız aktarım teknolojilerini ortaya çıkarmıştır.

İçinde yaşadığımız dünya üzerinden, her an her çeşit bilgiyi (elektronik posta, kaliteli ses, görüntü, video konferans, mali bilgiler, bankacılık işlemleri, kredi kartı bilgileri, askeri hareketler, dersler, tıbbi konsültasyonlar, sanat, gazete, dergi, fotoğraf, rezervasyon işlemleri) taşıyan, bir ikil(bit) seli akmaktadır. Yaşamımızı bir bilgi sağanağı altında sürdürmekteyiz. Hızlı ve güvenli bilgi alışverişini sağlamak amacıyla, birçok kullanıcı yüksek hızlı veri transferi için kolay uygulanabilir, taşınabilir nitelikli transmisyon ortamlarına gereksinim duymaktadır. Hedef, her türlü verinin, bütünleşmiş sistemler üzerinden hızlı, aynı zamanda da güvenli bir biçimde aktarılması ve işlenmesidir [12].

Modemler, bir iletişim hattı üzerinde elektrik işaretlerini sayısal işaretlere ya da sayısal işaretleri elektrik işaretlerine dönüştürmek için kullanılan aygıtlardır.

Modemler, seri halindeki ikileri 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 bantın daralması bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mevcut modem teknolojisi en fazla 56 kbps (V.34 ile 33.6 kbps) iletilebilmektedir. Bu hızlarda, yoğun metin ve grafik dosyalarını göndermek ya da İnternet üzerinden ses ve görüntü göndermek pratik olarak mümkün değildir.

Sonuç olarak, abonelerin yüksek hızda İnternet'e 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. Bu teknolojinin uygulama senaryosu Ek A' da verilmiştir.

2.1.2. xDSL teknolojisi ve çeşitleri

DSL, aboneye verilen data hızına bağlı olarak "X" ile tanımlı yere konulan değişik semboller ile ADSL, 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 [13].

DSL, hat boyunca çok sayıda verinin sıkıştırılarak gönderilmesi için bir teknolojidir. Yani, yüksek hızlı veri (data) ve ses (voice) iletişimini aynı anda sağlayabilen, bir iletişim teknolojisidir. Başka bir deyişle, hızlı İnternete 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

Standart telekomünikasyon modemleri, kullanıcının yerel döngüsünden telefon anahtarlama sistemi boyunca ve sonra alıcının yerel döngüsüne kadar bütün telekomünikasyon sistemini kullanacak olan iki rastgele 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, İnternet 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 yanısıra, 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 maksadıyla 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 İnternete 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].

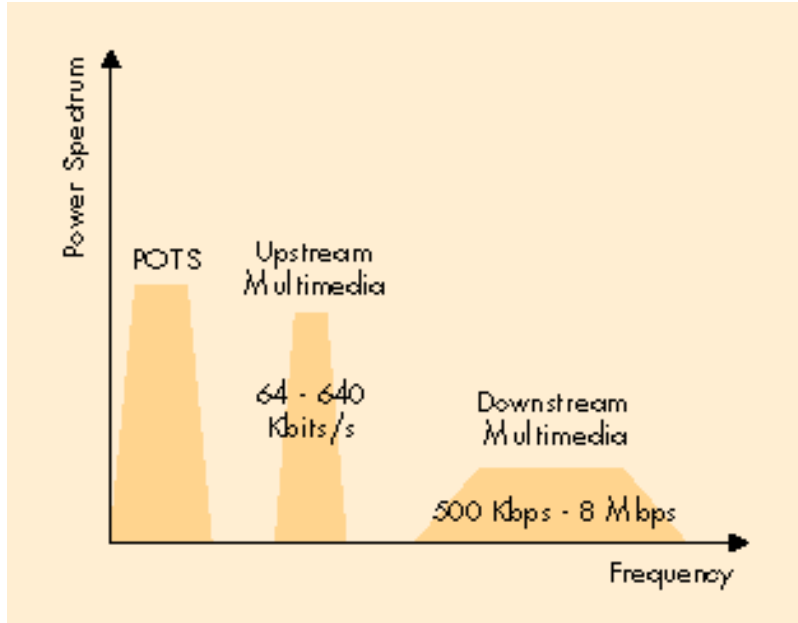
Tablo 2.1. Bakır Hat Erişim Teknolojileri ve Hızları

Adı	Veri Hızı	Modu	Uygulamaları
V.22	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	Multimedya, LAN erişimi,
VDSL	13-52 Mbps	Aşağı	HDTV
	1.5-2.3 Mbps	Yukarı	

2.1.2.1. ADSL

ADSL, (Asimetrik Sayısal Abone Hattı) Asymmetric Digital Subscriber Line sözcüklerinin baş harflerinden oluşan ADSL, mevcut telefonlar için kullanılan bakır teller üzerinden yüksek hızlı veri, ses ve görüntü iletişimini aynı anda sağlayabilen bir modem teknolojisidir [14].

ADSL, hattın kalitesine ve uzunluğuna bağlı olarak, gelen akış yönünde 8Mbps hıza, giden akış yönünde 1.5 Mbps hıza kadar ulaşılabilmesini sağlar. ADSL devresinde kullanılan frekans aralıkları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.1.ADSL Frekans Kanalları

ADSL'in sağladığı faydalar aşağıda özetlenebilir:

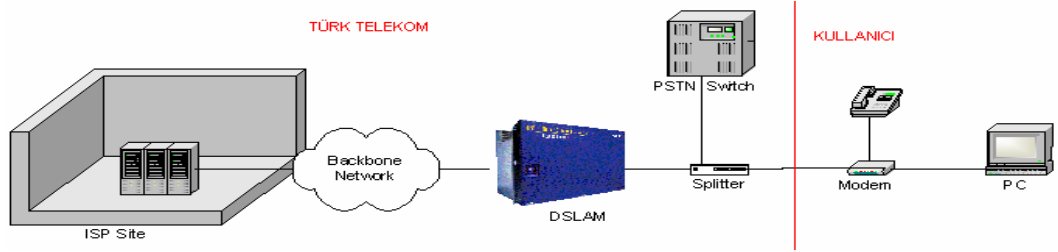
- . Tek bir telefon hattı üzerinden aynı anda telefon, İnternet ve görüntü aktarımına olanak vermesi.
- . Her zaman açık ve kesintisiz İnternet erişimi sağlanması.
- . Ev kullanıcıları ve küçük işletmeler için uygun maliyetli olması.
- . Çevirmeli bağlantıdan çok daha hızlı çalışması.

ADSL hattın, mesafelere göre ulaşılacak pratik limitleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.2. ADSL' de Hız- Mesafe İlişkisi

Veri Oranı	Wire Gauge	Mesafe (feet)	Mesafe (km.)	Kalınlık
1.5 veya 2 Mbps	24 AWG	18,000 ft	5.5 km	0.5 mm
1.5 veya 2 Mbps	26 AWG	15,000 ft	4.6 km	0.4 mm
6.1 Mbps	24 AWG	12,000 ft	3.7 km	0.5 mm
6.1 Mbps	26 AWG	9,000 ft	2.7 km	0.4 mm

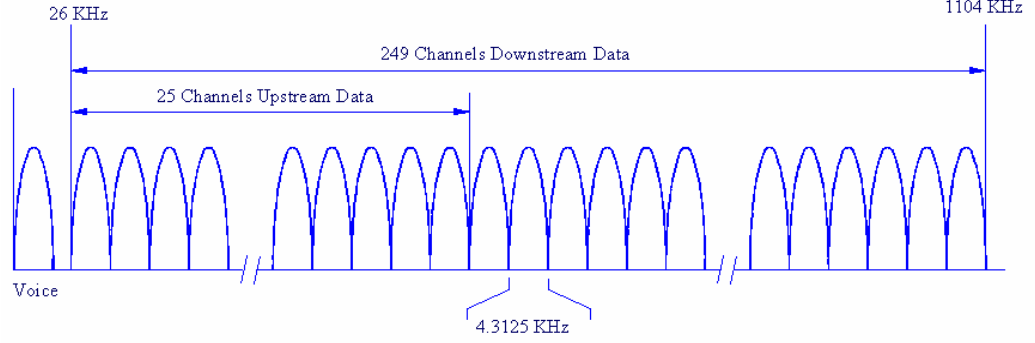
ADSL genel bağlantı şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2. ADSL genel bağlantı şeması

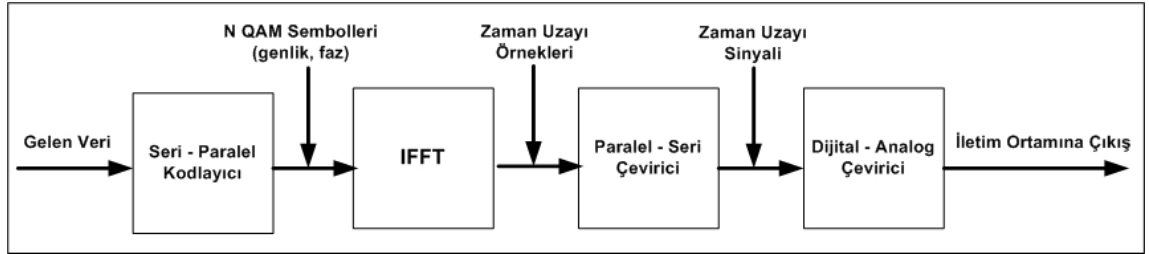
ADSL iletim sisteminde kullanılan bağlantı kodu (Line Code) ANSI T1 komitesi tarafından DMT (Discrete Multi- Tone Coding) olarak standardize edilmiştir. DMT'nin başlıca özelliği bakır tel üzerinde ADSL'in çalıştığı frekans aralığında oluşan yüksek gürültüyü yenebilme kabiliyetidir. DMT aynı zamanda, çevreden gelen elektromanyetik gürültüye en az duyarlı kodlama tekniğidir. DMT, iletim kanalını bir çok alt kanallara böler. Bu alt kanalların her biri ton olarak adlandırılır. Her ton QAM tekniği kullanılarak ayrı bir taşıyıcıda modüle edilir. Taşıyıcı frekansların her biri temel frekansın katıdır. Frekans spektrumu 20 Khz'den – 1.104 Mhz'ye kadar olan aralığı kapsar. 20 Khz, ses servisi (POTS) için rezerve edilmiştir. Gürültü ve kanal koşulları her ton için ayrı ayrı ölçülür ve en uygun olan kanaldan başlayarak iletim yapılır. Böylece en iyi iletim sağlanmaktadır.

Aşağıda DMT Frekans Spektrumu verilmiştir.



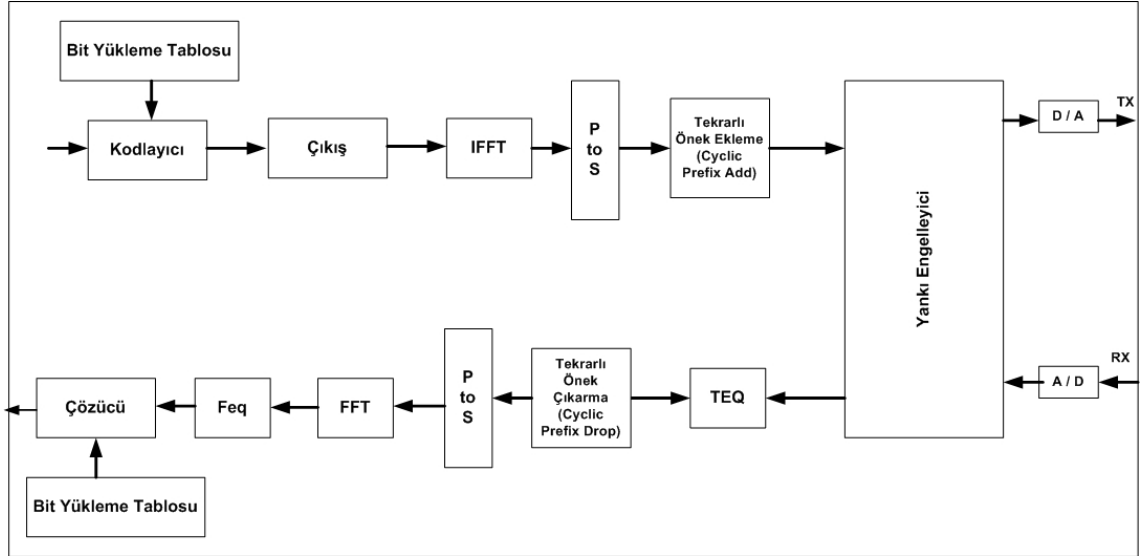
Şekil 2.3. DMT Frekans Spektrumu

ADSL iletim sisteminde gelen kanalda 256 frekans kanalı kullanılır. Giden kanalda ise 32 frekans kanalı vardır. Her bir kanal 4.3125 KHz band genişliğine sahiptir. Aşağıda temel bir DMT göndericisinin blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.4. DMT göndericisinin temel blok diyagramı

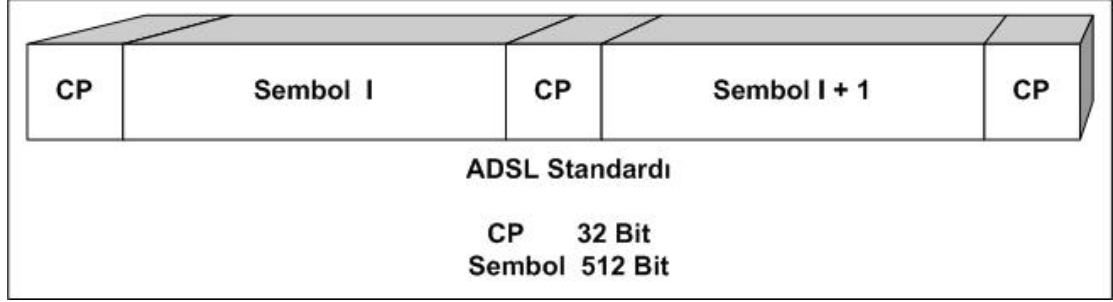
DMT'nin gerçekleştirilmesindeki en önemli unsur IFFT olarak adlandırılan bloktur. IFFT kendi frekans ve genliğinde modüle edilen N adet taşıyıcının toplamını elde eder. IFFT çıkışı $2N$ tane zaman uzayı örneği üretir. Bu çıkış vektörü bir dijital analog çevirici aracılığıyla iletim ortamına gönderilir. Alıcı tarafındaki modemde bu işlemin tersi FFT tarafından yapılır. FFT N adet taşıyıcıyı kendi genlik ve faz bilgisine geri döndürür ve bunları bitlere dönüştürür. Aşağıda bir DMT modemin bir blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.5. DMT modem blok diyagramı

DSLAM cihazının çıkışı ATU – C (ADSL Transceiver Unit – Central Office), müşteri tarafındaki modem ise ATU –R (ADSL Transceiver Unit – Receiver Site) olarak adlandırılır.

Bit yükleme tablosu ilk açılma sırasında ölçülen hattın SNR (Signal to Noise Reduction)'sine göre hesaplanır. Bit yüklemesi her ton için 2 – 15 bit arasında değişmektedir. Kullanıcının sabit bir hıza ulaşabilmesi için bitlerin taşıyıcılar arasında, toplamı hedeflenen hız olacak şekilde bölünmesi gereklidir. Kodlayıcı bu bit tablosunu alarak QAM tekniği ile kodlama yapar. Bu işlemin tersini alıcı tarafındaki çözücü yapar. Kodlanan her sembol 1/16 sembol uzunluğuna sahip bir önek (Prefix) tarafından birbirinden ayrılır. Bu önekin kullanılmasının amacı sembollerin birbirine karışıp bir semboller arası girişim (Intersymbol Interference – ISI) yaratmasını engellemektir.



Şekil 2.6. Tekrarlı önek

Şekil 2.5’de blok diyagramında gösterilen TEQ (Time Equalizer) bir doğrusal filitredir. Amacı ICI (Interchannel Interference) ve ISI’yı (Intersymbol Interference) etkilerini minimuma indirmektir. Aynı şekilde blok diyagramında gösterilen FEQ (Frequency Equalizer) bakır tel üzerinde yayılan sinyalin genliğinde olan bozulmayı düzeltmeyi amaçlamaktadır. Bu bozulma genlikte olduğu kadar faz kayması olarak da gözlenebilir. FEQ bu etkileri ortadan kaldırır.

ADSL’de kullanılan hata kontrol kodları aşağıda açıklanmıştır:

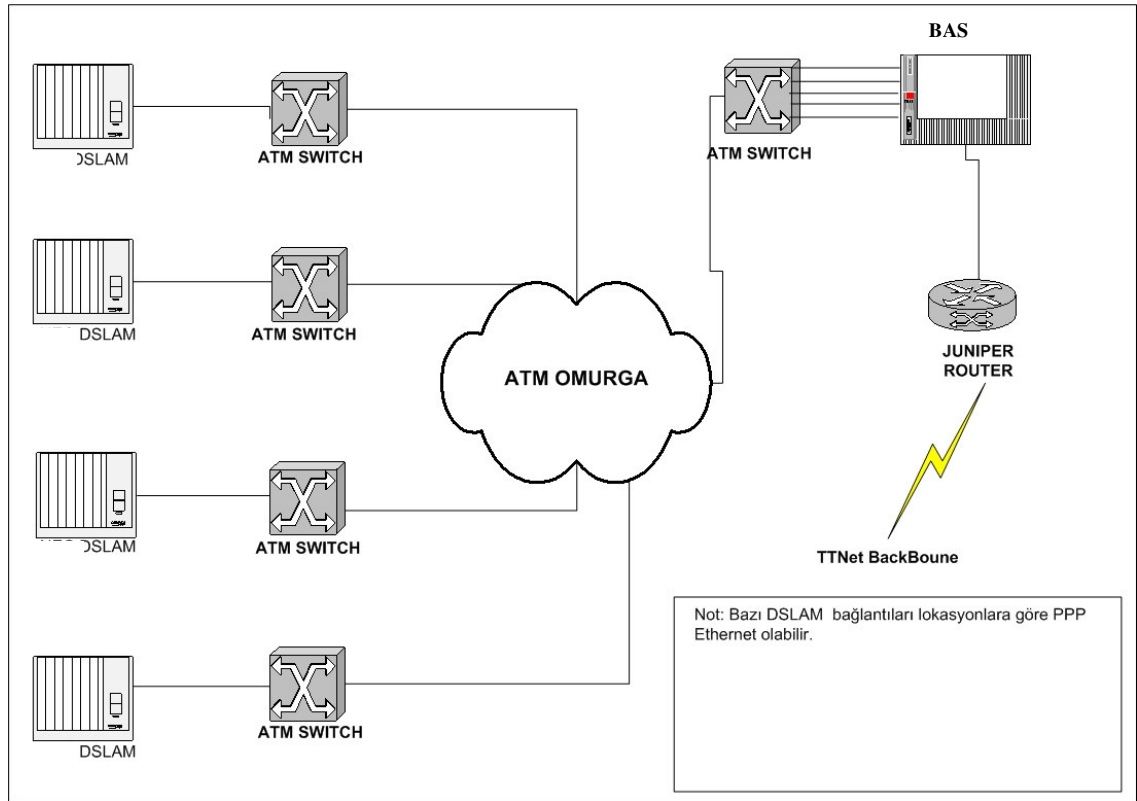
- 1) FEC (Forward Error Control): FEC gönderilen veri bloğuna bir kontrol bloğunun eklenmesi ile gerçekleştirilir. Bu blok taşınan bilgiye kıyaslandığında küçüktür. FEC bloğu demodülatör tarafından yanlış olarak elde edilen bitleri tespit eder. FEC, RS kodlaması (Read – Solomon) olarak adlandırılan kodlamayı kullanır.
- 2) Scrambling: Bu yöntem modülatör birimine gönderilen bitlerin yerini rastgele olarak değiştirmektedir. Bu sayede 1 ve 0’ların dağılımı ve dolayısıyla iletilen gücün miktarı daha kararlı hale gelir. Alıcı noktada bir scrambler çözücü bitleri eski haline getirir.
- 3) Interleaving: Interleaving ard arda gelen bitleri sistematik olarak birbirinden ayıran bir yöntemdir. Bitler birbirlerinden belli sayıda bit ilave edilerek ayrılırlar. Alıcı tarafında bu işlemi Deinterleaver yapar. Interleaving FEC blokları üzerinde uygulanır. Kullanılan en basit yöntem blok interleaving olarak adlandırılır. Bu algoritmada bir tampon belleğe satırlar olarak yazılan bitler sütunlar olarak geri okunur. Böylece her bit kendisine komşu olan bittin satırların sayısına eşit miktarda

bitile ayrılmış olur. Deinterleaver'da ise gelen bu bilgi sütunlara yazılır fakat satırlar halinde okunur. Bu da yapılan işlemin tersinin elde edilmesini sağlar.

4) Çerçeveleme (Framing): Çerçeveleme verinin nasıl paketlenildiğini belirtir. ADSL DMT'de veri kanalları 4 Khz sembol hızında senkronize edilmiştir ve iki veri alanına ayrılmışlardır. Bunlar interleaved data buffer ve fast (non – interleaved) data buffer olarak adlandırılır. Her bir veri çerçevesi sabit olan 4000 sembol hızı nedeniyle 250 milisaniyede gönderilmelidir. Bir senkronizasyon çerçevesi eklenen 68 adet veri çerçevesi bir ADSL süper çerçeveyi oluşturur. Bir süper çerçeve, 0.017 saniyede gönderilir. Eğer senkronizasyon çerçeveyi kullanılmazsa her bir çerçevenin tek tek gönderilmesi çok daha yavaş olur.

ADSL mesafe duyarlı bir erişim teknolojisidir. Bağlantı hızı kullanıcının merkez santrale olan uzaklığına ve çevredeki gürültü durumuna göre değişir.

ADSL Ağının temel şeması aşağıda verilmiştir.



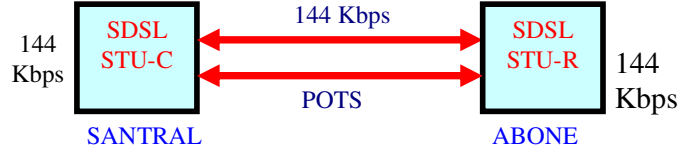
Şekil 2.7. ADSL ağının temel görünümü

DSLAM cihazlar (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) 384 ile 768 kullanıcıya kadar destekleme kapasitesine sahiptirler. DSLAM'lar ile ATM anahtarlar arasındaki bağlantı kurulan yerdeki alt yapıya göre ATM ya da ethernet olarak gerçekleştirilebilir. ATM anahtarların çıkışı ATM omurga üzerinden bu bölgeyi destekleyen BRAS (Broadband Access Router)'lara taşınır. BRAS üzerinde kendisine bağlı bütün DSLAM'ların bağlantısı sonlandırılır.

2.1.2.2 SDSL (Symmetric DSL)

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.

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 [12].



Şekil 2.8. SDSL İletim Yapısı

2.1.2.3 HDSL (High speed symmetric DSL)

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 iletiminin daha iyi bir yoludur. 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 darbantta 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].

2.1.2.4. VDSL (Very high speed DSL)

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 asimetric 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. T1E1'4'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 imkan sağlar [12].

Tablo 2.3. Bakır telin bir eşleniği üzerinden (xDSL) teknolojileri ile 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 İnternet erişimi
ADSL(G.lite)	1.5 Mbps/512kbps	Sadece yüksek frekansın kullanıma açılması, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik	Hızlı İnternet erişimi (müşterinin binası içine kolay yayılma)
SDSL	2 Mbps/2 Mbps	Tamamen kullanıma açılma, 2500 m'ye kadar 1 eşlenik	Kiralık hatlar 2 Mbps
HDSL	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

2.1.3. DSL teknolojisiyle hızlı veri transferi

Ses sınıfı modemlerde modemlerin çıkışındaki veri, çekirdek şebeke (Santral ve transmisyon sistemleri) tarafından ses sinyali olarak algılanır. Ses bandı hatlarının band genişliği sınırlamaları kurulu bulunan mevcut bakır hatlardan kaynaklanmamaktadır. Bu sınırlama çekirdek şebekeden kaynaklanmaktadır.

Çekirdek şebekenin sonundaki filtreler band genişliğini 3.3 kHz'e sınırlarlar. Filtreler olmaksızın bakır erişim hatları önemli bir zayıflama ile frekansları MHz bölgelerine geçirebilirler. Hat uzunluğunu ve frekansı arttıran bu zayıflama, sarılı çift tel üzerindeki veri oranındaki sınırlamaları kontrol eder.

DSL modemler 80 kHz'e kadar bir çift telin band genişliğini kullanırlar. Bu nedenle 4 kHz'in altındaki frekanslarda çalışan analog POTS hizmetini (Plain Old Telephone Service) aynı anda sağlar. Günümüzde bazı DSL modemler bakır çiftlerden birden fazla aboneye hizmet vermek ve bakır çiftlerden kazanım sağlama uygulamaları (Pair Gain Applications) için kullanılmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde ikinci hat tesisine ihtiyaç olmadan tek bir POTS hattını 12' ye kadar POTS hattına dönüştürürler. 784 kbit/s hızındaki bir HDSL hat üzerinden 12 adet 64 kbit/s ve bir adet 16 kbit/s senkronizasyon ve işaretleme hattı için bir kanal sağlanarak tek hattın 12 abonenin birden görüşmesi sağlanır.

DSL teknolojisi, sabit telefon hizmeti sunmak için kullanılan aynı bakır kablo çifti üzerinden yüksek hızlı veri hizmetleri ve İnternete hızlı erişim olanağı sağladığından mevcut yerel erişim şebekesinin kapasitesini arttırmaktadır.

2.1.4. xDSL teknolojisinin avantajları

Dünya üzerinde kurulu 800.000' den fazla lokal santral bölgesinde telefon kullanımı için çekili altyapıyı kullanması, ekstra alt yapı yatırımı gerektirmemesi, Sinyalizasyonda özel bir dijit kullanmaması (voice için 4 kHz olan standart, DSL de 1.2 MHz' e ulaşmaktadır),

Komünikasyon Teknolojisinde kullanılan tüm var olan ve yeni çıkabilecek yöntemlerin DSL üzerinde uygulanabilmesi, Kullanılan donanımların aynı servisi sağlamada kullanılan donanımlarla karşılaştırmalı belirgin maliyet avantajına sahip olması [14].

2.1.5. XDSL teknolojisinin iş dünyasına sunduğu genişbant olanakları

- . Geniş alanda şirket içi iletişim.
- . İnternetle ilgili hizmetlere genişbant erişimi.
- . Diğer şirketlerle hızlı iletişim.
- . Hızla gelişen ve çok büyük hacimlere erişmesi beklenen elektronik ticaret.
- . Eğitim, öğretim.
- . Bantgenişliği konusunda hassas, kendine özgü uygulamaların sağlanması.

. Çalışanların evlerinden iş görmelerini sağlayacak hizmetler (Home-Office uygulamaları).

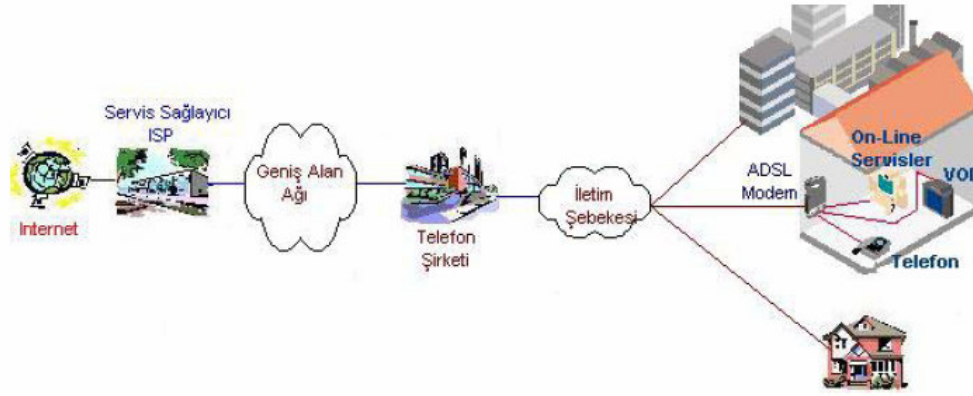
DSL teknolojileri; santraller arasında PCM (Pulse Code Modulation) trunk hatlarında, modem hızından daha hızlı iletişime ihtiyaç duyulan sistemlerde, video konferans hizmetlerinin sunulmasında, GSM baz istasyonlarında, İnternet erişimlerinde ve kampüs bölgelerinde kullanılabilir.

DSL ürünlerinin en belirgin faydası, veri hızı ve kullanılan donanım maliyetinin yapılan işe oranla son derece düşük olmasıdır. Hız karşılaştırması yapıldığında, bugünün en hızlı analog modeminden 200 defa daha hızlı erişim sağlamak mümkündür.

2.2. xDSL İnternet Erişim Senaryosu

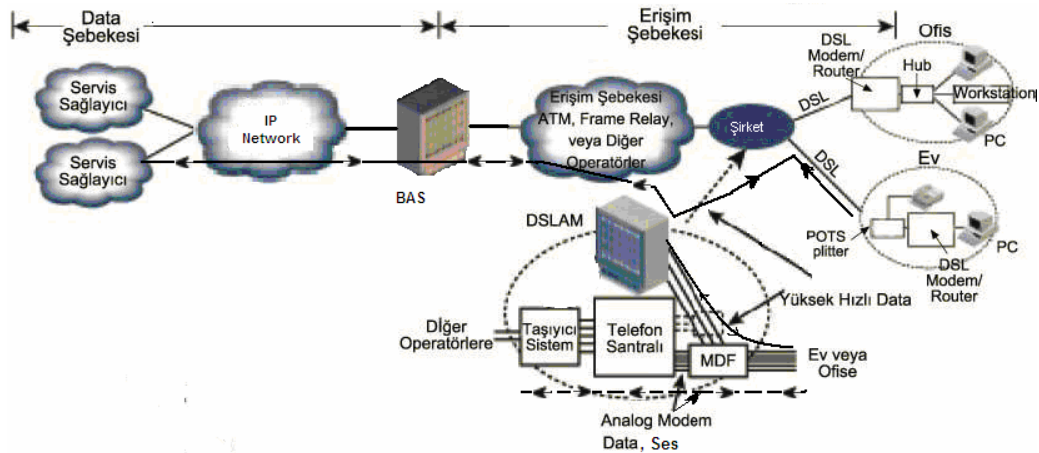
Geniş bant erişim sunmak için en ideal ortam fiber optik kablodur, ancak fiber optik kablonun ve ilgili servislerin sunulmasının yüksek maliyetli olması fiber teknolojisinin yaygınlaşmasını engellemektedir. Basit bir hesaplama, 10 milyon evi fiber optik kablolarla bağlamanın maliyeti 15-20 milyar dolar civarındadır. Bunu gerçekleştirebilen tek ülke Japonya'dır. Aşırı yüksek fiber optik maliyeti geniş bant iletişimi bakır hatlar üzerinden gerçekleştirmeye zorlamaktadır. Bakır hatlarda en iyi başarıyı DSL (Digital Subscriber Line– Sayısal Abone Hattı) teknolojisi göstermektedir.

DSL, lokal bölgede telekom santrali ile kullanıcı arasında telefon için çekilen alt yapıda kullanılan bir çift bakır tel üzerinden, yüksek hızda veri (data) ve ses (voice) iletimini aynı anda sağlayabilen, 1997' nin ikinci yarısında kullanıma sunulan geniş bantlı erişim teknolojisidir. Genel bir gösterim ile xDSL sistemi Şekil 2.9' da ki gibidir.



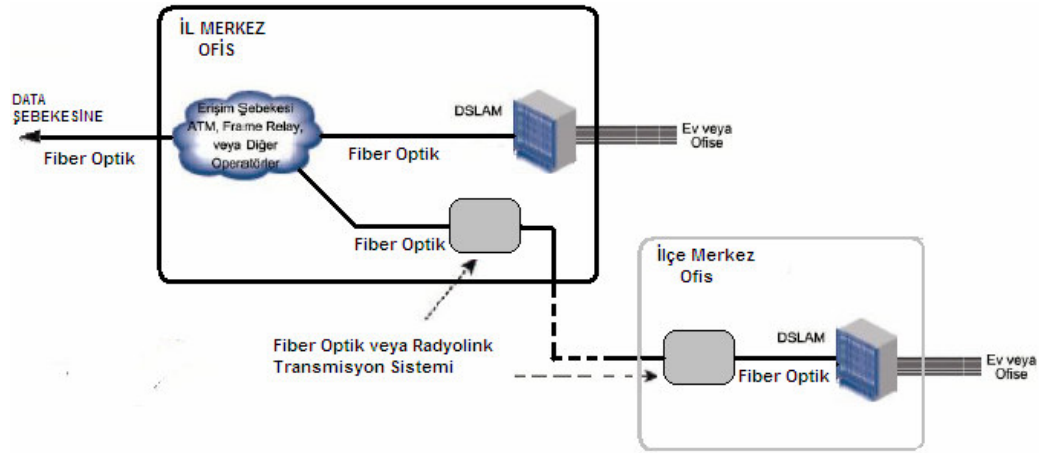
Şekil 2.9. Genel xDSL sistemi

Genel gösterimde görülebileceği gibi DSL sinyali DSL hizmet sunucu şirketin DSLAM (DSL access multiplexer- DSL erişim çoğullayıcı) kurulu ofisinden, bakır iletişim şebekesi vasıtası ile müşterinin ofis veya evindeki DSL modeme iletilmektedir. DSL sinyali modeme erişmesinden sonra modem senkron olmaktadır. Modem, kendi içerisinde veya bilgisayarda kayıtlı bulunan internet oturum bilgilerini (kullanıcı adı, şifre bilgileri gibi) DSLAM' a, DSLAM da Erişim Şebekesi (ATM, Frame Relay, IP/MPLS gibi) üzerinden BAS' a (Broadband Access Server) iletir. Kendisine gelen oturum bilgilerinin doğruluğunu ve kullanıcı bilgilerinin (Statik IP, hızı gibi) IP Şebekesi üzerinden Servis Sağlayıcıya soran BAS, kullanıcının yetkisine göre oturumu kendi üzerinde sonlandırır. DSL data akış yolu Şekil 2.10' da gösterilmiştir.



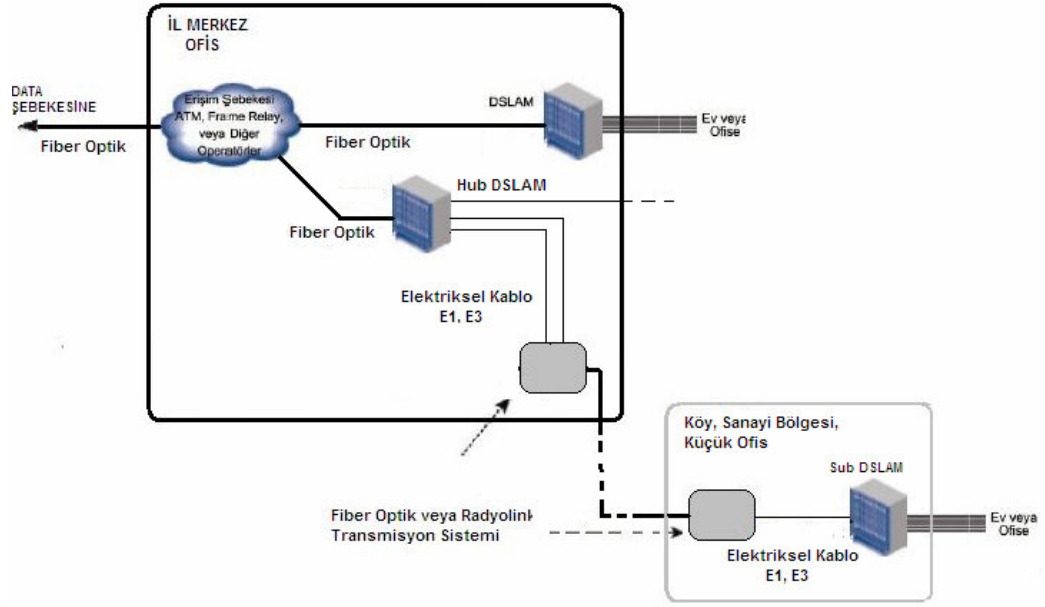
Şekil 2.10. xDSL verisinin takip ettiği yol

Şekil 2.10' da görülen Data Şebekesi merkezi bir sistem olabilmektedir. Erişim Şebekesi ise lokal olmak zorundadır. Çünkü müşteriye erişim bakır iletim şebekesi üzerinden olacağından, geniş bant veri belli bir mesafeden sonra zayıflamaya uğrayacaktır. Bir il düşünüldüğünde hizmet verilecek bölge (Mahalle, köy, belde, ilçe, organize sanayi bölgesi, site, vb) il merkezinde kurulan DSLAM' lara uzak ise bu bölgeye yeni DSLAM' lar kurularak merkeze fiber optik veya radyolink transmisyon sistemleri kullanılarak bağlanmaları gerekir. Şekil 2.11' de ilçe merkezi veya merkeze uzak bir semt gibi yoğun yerleşimin olduğu merkezler için uzaktaki abonelerin merkez ofise fiber optik (FO) veya radyolink (RL) transmisyon sistemleri vasıtasıyla ulaştırılması gösterilmektedir.



Şekil 2.11. Uzak abonelerin FO ve RL ile merkeze bağlanması

Yerleşimin yoğun olmadığı köy, sanayi bölgesi, küçük mahalle gibi yerleşim yerleri aboneleri ise merkez ofiste konuşlandırılan bir Hub DSLAM' de toplanarak ATM şebekesine bağlanırlar. Bu durumda uzak ofisteki DSLAM' a Sub(tending) DSLAM adı verilir. Sub DSLAM' ların ATM şebekesine bağlantıları E1 (2 Mbps) veya E3 (34 Mbps) hızlarında olabilmektedir. Bu tür bağlantı Şekil 2.12' de görülmektedir.



Şekil 2.12. Uzak küçük ofislerin merkeze bağlanması

BÖLÜM 3. KABLOSUZ YÜKSEK HIZLI İNTERNET ERİŞİM TEKNOLOJİLERİ

Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks, WLAN), iki yönlü geniş bant veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak fiber optik veya bakır kablo yerine telsiz frekansı (Radio Frequency, RF) veya kızılötesi ışınları kullanan ve salon, bina veya kampus gibi sınırlı bir alanda çalışan iletişim ağlarıdır [1]. Kurulum kolaylığı ve hareket serbestliği gibi önemli avantajlar sağlayan WLAN sistemleri kablolu ağların yerini alabilmekte hatta bu ağlara göre daha fazla fonksiyonlar içerebilmektedir. Kablosuz Yerel Alan Ağları Avrupa düzenlemelerinde Telsiz Yerel Alan Ağları, Radio Local Area Networks, Radio LAN, RLAN olarak adlandırılmasına karşın başta ABD olmak üzere bir çok ülkede Wi-Fi, Wireless Local Area Networks, Wireless LAN, WLAN olarak adlandırılmaktadır. Bu Tez çalışmasında 2.4 GHz ve 5 GHz frekans bandında RF ile çalışan, WLAN, Wi-Fi veya RLAN olarak adlandırılan kablosuz iletişim sistemleri incelenmiş olup; daha yaygın kullanılması nedeniyle WLAN kısaltması tercih edilmiştir.

WLAN sistemlerinde RF haricinde çok az miktarda kızılötesi (Infrared, İrda) teknolojisi de kullanılmaktadır. Kızılötesi sistemler; görünür ışığın hemen altındaki kızılötesi ışınları kullanarak veri iletişimi gerçekleştiren teknolojiye sahiptir [15]. Ancak bu sistemler toz, nem, ışık, yağmur ve sis gibi fiziksel etkilere aşırı duyarlıdır. Kızılötesi kullanıldığında kablosuz ağda yer alan cihazların mutlaka görüş hattında bulunması gerekmektedir. Ayrıca iletişim mesafesi de yaklaşık 10 metre olduğundan oldukça kısadır. Bu tür sorunları nedeniyle kızılötesi sistemler yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada kızılötesi sistemler kapsam dışı bırakılmış ve gerekli yerlerde kısa bilgiler verilmekle yetinilmiştir.

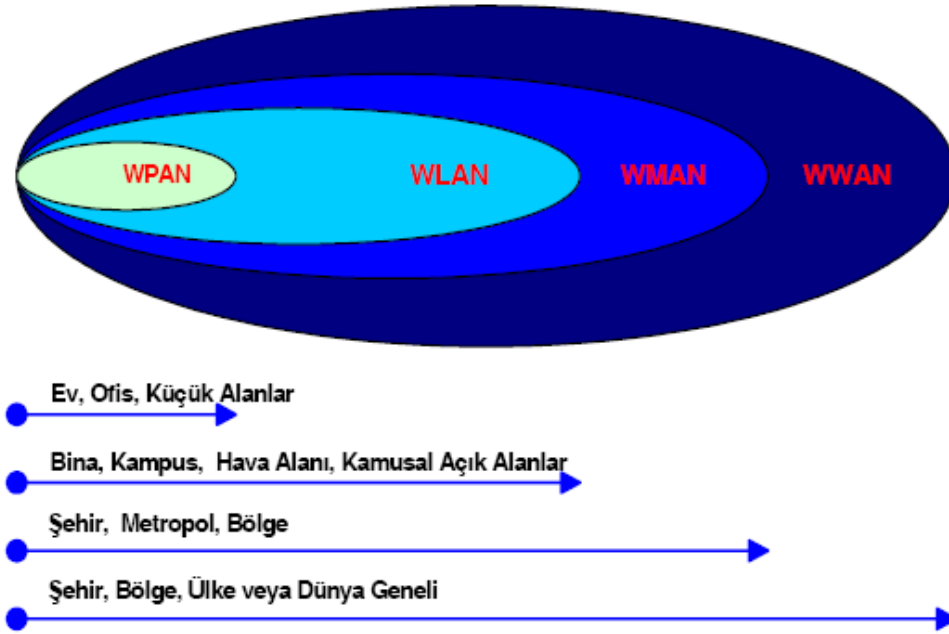
WLAN sistemleri iş adamları, yöneticiler, çalışanlar, küçük işletmeler, orta ölçekli işletmeler ve bireysel kullanıcılar gibi büyük bir kesime İnternet ve üyesi oldukları kurumsal ağa (İntranet) mobil olarak bağlanma imkanı sağlamaktadır. Ayrıca,

WLAN sistemleri kullanıcılara mekandan bağımsız olarak kolay bir kablosuz ağ kurulumu ve geniş bant veri iletimi imkanı sunmaktadır. Kablolu LAN'ların tüm özelliklerine sahip olan WLAN sistemleri bu ağların devamı ya da alternatifi olarak kullanılmaktadırlar.

Kurumsal ve kişisel kullanımın dışında restoranlar, otobüs terminalleri, oteller, büyük alışveriş merkezleri, tren istasyonları, hava alanları cadde ve sokaklar gibi kamuya açık alanlarda hotspotlar (Erişim Alanları) vasıtasıyla verilen kablosuz İnternet hizmetinin de hızla artmakta olduğu görülmektedir [16]. Hızla yaygınlaşan Erişim Alanlarının 2007 yılında çok daha fazla sayıya ulaşacağını tahmin eden kaynaklar bulunmaktadır [17]. WLAN kullanımındaki bu artışın telekomünikasyon sektöründe göreceli bir değişim sağlayacağı tahmin edilmektedir.

3.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar

Kablosuz iletişim ağlarını, büyüklüklerine yani hizmet verdikleri fiziksel alanlara göre gruplandırmak mümkündür. Ancak teknolojiye hızlı gelişme ve sistemlerdeki yakınsama bu gruplandırmada kesin çizgilerin çizilmesini zorlaştırmaktadır. Çeşitli kaynakların bu gruplandırmayı farklı şekilde yaptıkları görülmektedir [18]. Genel yaklaşıma göre kablosuz iletişim ağları, 4 sınıf altında toplanabilir. Bunlar; Kablosuz Geniş Alan Ağları (Wireless Wide Area Networks, WWAN), Kablosuz Metropol Alan Ağları (Wireless Metropolitan Area Networks, WMAN), Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks, WLAN) ve Kablosuz Kişisel Alan Ağları (Wireless Personal Area Networks, WPAN) olarak sıralanabilir. Bu gruplandırma ve her bir gurubun hizmet alanları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar

Bazı teknolojilerin özellikleri itibarıyla birden fazla grupta yer alması söz konusudur. Ancak yaygın kullanımları dikkate alınarak kablosuz iletişim teknolojilerini Tablo 3.1’ de belirtildiği şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Tablo 3.1. Kablosuz iletişim teknolojileri

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Standart	Bluetooth HomeRF	IEEE 802.11 HiperLAN	IEEE 802.16 (Wimax), HiperMAN	GSM, GPRS, CDMA ve 3G
Hız	< 1 Mbps	11-54 Mbps	11-100 Mbps	10-384 Kbps
Mesafe	Kısa	Orta	Orta - Uzun	Uzun
Uygulama	Cihazlar arası bağlantı / Piconet	Cihazdan cihaza / Ağ kurulumu	Kablo yerine/ Son kullanıcı erişimi	Mobil Telefon / Mobil Veri

3.1.1. Kablosuz geniş alan ağları (WWAN)

Bir ülke ya da dünya çapında yüzlerce veya binlerce kilometre mesafeler arasında iletişimi sağlayan ağlara Geniş Alan Ağları (WAN, Wide Area Networks)

denilmektedir [19]. WAN'larda genellikle kiralık hatlar veya telefon hatları kullanılmaktadır. Bu tür ağlarda kablo yerine uydu veya telsiz iletişimi kullanılması durumunda Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN, Wireless Wide Area Networks) olarak isimlendirilmektedir. Uzak yerleşim birimleriyle iletişimin kurulduğu bu ağlarda çok sayıda bilgisayar çalışabilir [20]. WWAN uygulamalarına örnek olarak GSM, GPRS, CDMA ve 3G sistemleri sayılabilir [18]. WWAN'larda trafik yükünün büyük kısmı ses iletişimi ile ilgilidir. Ancak son yıllarda yoğun olarak veri iletişimi ve İnternet erişimi talepleri yaşanmaktadır. 2002 yılında yapılan araştırmalara göre Amerika'da 2005 yılında yaklaşık 105 milyon kişinin mobil veri servislerini kullanması beklenmektedir [19].

3.1.2. Kablosuz metropol alan ağları (WMAN)

Bir şehri kapsayacak şekilde yapılandırılmış iletişim ağlarına veya birbirinden uzak yerlerdeki yerel bilgisayar ağlarının (LAN) birbirleri ile bağlanmasıyla oluşturulan ağlara Metropol Alan Ağları (Metropolitan Area Networks, MAN) denilmektedir [18]. MAN' larda da WAN'larda olduğu gibi genellikle kiralık hatlar veya telefon hatları kullanılmaktadır. Bu tür ağlarda kablo yerine uydu veya RF iletişimi teknolojileri kullanılması durumunda Kablosuz Metropol Alan Ağları (Wireless Metropolitan Area Networks, WMAN) olarak isimlendirilmektedir. WMAN'lar çok sayıda şubesi bulunan kurum ve büyük şirketler ile dağıntık yerleşime sahip üniversiteler gibi yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. WMAN'lar kablolu ağlardan çok daha ucuz, esnek ve kolay kurulum özelliklerine sahiptir. Ancak, bu tür uygulamalar oldukça yenidir ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir [20]. Bu alanda WiMAX adı altında uygulamalar yapılmaktadır [21]. IEEE 802.16 standardı WMAN için geliştirilmektedir.

3.1.3. Kablosuz yerel alan ağları (WLAN)

Yerel alan ağları (Local Area Networks, LAN) bir bina, okul, hastane, kampus gibi sınırlı bir coğrafi alanda kurulan ve çok sayıda kişisel bilgisayarın (PC) yer aldığı ağlardır [22]. LAN'lar, kamu kurum ve kuruluşlarında, şirketlerde, üniversitelerde, konferans salonlarında ve benzeri pek çok yerde kullanılmaktadır. Bir LAN içinde

çok sayıda bilgisayar, yazıcı, çizici, tarayıcı ve diğer bilgisayar çevre birimleri yer alabilir. LAN'larda bilgisayarlar ve ağ içerisindeki diğer cihazlar arasında iletişimi sağlamak üzere kablo yerine RF veya kızılötesi teknolojisi kullanılması durumunda, Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks, WLAN) olarak adlandırılmaktadır. En kısa tanımıyla WLAN sistemi bir kablosuz LAN'dır. Bu nedenle kablolu LAN'ların tüm özelliklerine sahiptir. WLAN sistemleri; kullanıcılarına kablosuz geniş bant İnternet erişimi, sunucu üzerindeki uygulamalara (programlara) ulaşım, aynı ağa bağlı kullanıcılar arasında elektronik posta hizmeti ve dosya paylaşımı gibi çeşitli imkanlar sağlamaktadır. Ayrıca kablosuz bir sistem olması nedeniyle cadde, sokak, park, bahçe ve benzeri açık alanlarda WLAN sistemleri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak yerel (lokal) kullanım amacıyla geliştirilmiş olduklarından WLAN sistemlerinin mesafesi 25-100 metre civarındadır. WLAN sistemleri standartlaşma ile birlikte yaygınlaşmıştır. Çünkü belirli standartların kabulü sonucunda ürün fiyatlarında önemli ölçüde düşmeler olmuştur. Ayrıca bazı dizüstü bilgisayarlarda kablosuz bağlantı özelliğinin standart hale geldiği görülmektedir.

Dünyada yaygın olarak kullanılan 2 tür WLANteknolojisi mevcuttur. Bunlardan birisi Amerika tabanlı IEEE 802.11x ve diğeri ise Avrupa tabanlı HiperLAN sistemleridir. Bu sistemler aşağıda genel hatlarıyla tanıtılmıştır. Bunların dışında Japonya'da geliştirilen MMAC (Multimedia Mobile Acces Communication System) sistemi de mevcuttur. Ancak MMAC Sistemi 3-60 GHz frekans bandında çalışmakta olup; ülkemizde uygulanan Avrupa standartlarından farklı olması nedeniyle sadece genel bilgi verilmekle yetinilmiştir.

3.1.3.1. IEEE 802.11x

WLAN uygulamalarında en çok kullanılan ve bugünkü popülerliğini kazandıran IEEE tarafından yayınlan bir dizi standarddır. IEEE 802 LAN/MAN standart komitesi ilk olarak Haziran 1997'de IEEE 802.11 standardını yayımlamıştır [29]. Bu temel standarda göre 2.4 GHz frekans bandında FHSS veya DSSS teknikleri kullanılarak 2 Mbps'e kadar data iletişimi sağlanabilmektedir. 802.11 standardın esas amacı mevcut kablolu LAN'ların, kablosuz olarak genişlemesine olanak tanımak ve

sabit sistemlerle mobil sistemleri bir çatı altında toplamaktır. Elde edilen başarı sonrasında IEEE tarafından WLAN uygulamaları için 802.11x adı altında bir dizi standart daha yayımlanmıştır. Bu standartları geliştirme ve yeni standartlar hazırlama çalışmaları devam etmektedir. 2.4 GHz bandında çalışan ve 11 Mbps veri iletişim hızına sahip olan IEEE 802.11b Türkiye dahil dünyanın bir çok yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 2000 yılında dünyada yaşanan iletişim sektöründeki çöküşe rağmen WLAN sistemleri inanılmaz bir başarı elde etmiştir. Bugünlerde yine aynı frekans bandında çalışan fakat veri iletişimini 54 Mbps'e kadar çıkaran 802.11g standardı cihazlar rağbet görmektedir. Tablo 3.2.'de geliştirme çalışmaları tamamlanmış ve ürünleri piyasada bulunan IEEE 802.11x standartlarının genel özellikleri verilmiştir [23].

Tablo 3.2. IEEE 802.11x standartları ve genel özellikleri

Standart Adı	Frekans Bandı	Modülasyon Tekniği	Kanal sayısı	Güvenlik	Veri Hızı	Açıklama
IEEE 802.11	2,4 GHz ISM	FHSS veya DSSS	3(dahili/harici)	WEP veya WPA	2 Mbps	İlk hazırlanan ve temel standart
IEEE 802.11a	5 GHz	OFDM	4 (dahili) 4 (dahili) 11 (harici)	WEP veya WPA	54 Mbps	Çoklu ortam uygulamaları ve yüksek veri hızı için
IEEE 802.11b	2,4 GHz ISM	DSSS	3(dahili/harici)	WEP veya WPA	11 Mbps	Yaygın kullanım ve düşük maliyetli sistemler
IEEE 802.11g	2,4 GHz ISM	DSSS veya OFDM	3(dahili/harici)	WEP veya WPA	54 Mbps	802.11b'nin yüksek hızlar için geliş. hali

IEEE tarafından WLAN uygulamalarını geliştirmek ve mevcut sorunları gidermek üzere 802.11x adı altında başka standartlar da yayımlanmıştır [24]. Bu standartları henüz tamamlanmamış durumdadır ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu standartlar, diğer 802.11x standartları olarak Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Diğer IEEE 802.11x standartları ve genel işlevleri

IEEE 802.11h	802.11a'nın Avrupa'da kullanımını sağlamak üzere DFS ve TPC özellikleri ilave edilmiş şeklidir. 5 GHz'de 54 Mbps veri hızı sağlamaktadır.
IEEE 802.11i	IEEE 802.11 MAC katmanı için artırılmış güvenlik ve doğrulama mekanizması içermektedir
IEEE 802.11e	IEEE 802.11 MAC katmanı için QoS ¹ arttırmak ve yönetmek için çeşitli işlevler içermektedir
IEEE 802.11f	AP'ler arası iletişim protokolünü (Inter Access Point Protocol, IAPP) tanımlamaktadır. Farklı üreticiler tarafından üretilen AP'lerin birlikte çalışmalarını sağlamak için geliştirilmiştir.
WISPR ²	Kablosuz Ethernet Uyumluluğu Topluluğu tarafından geliştirilen, P-WLAN işletmeleri arasında dolaşım için tavsiyeler içermektedir.

3.1.3.2. HiperLAN

HiperLAN (High Performance Radio LAN), yüksek hıza sahip WLAN standardı olarak Avrupa ülkelerinde geliştirilmiştir. HiperLAN1 ve HiperLAN2 olmak üzere iki tipi vardır. Her iki tipte ETSI tarafından tanımlanmış olup, OFDM kodlama-modülasyon yöntemi ile 5 GHz bandında çalışmaktadır. HiperLAN'lar, 802.11 standartları ile benzer özellik ve kapasiteye sahiptir. HiperLAN1 1996 yılının başlarında geliştirilmiş olup; 5 GHz frekans bandında 20 Mbps data hızı sağlamaktadır. HiperLAN2 ise aynı frekans bandını kullanarak 54 Mbps data hızlarına ulaşabilmektedir [25].

HiperLAN2' nin PHY1 katmanı 802.11a ile aynıdır ve iki grup ortak (koordineli) çalışma yürütmektedirler. 802.11a özellikle çoklu ortam (multimedia) uygulamalarını kısıtlarken, HiperLAN2 daha pahalı bir sistem olmakla birlikte yüksek veri oranlarıyla resim ve görüntü aktarımında daha iyi performans sağlamaktadır. HiperLAN' lar ATM teknolojisi esaslıdır ve 802.11 teknolojisinden daha iyi servis kalitesine sahiptir [26]. Mevcut WLAN uygulamaları içinde HiperLAN'ların en iyi alternatif teknoloji olduğu söylenebilir. Ancak henüz 802.11 teknolojisi kadar yaygın değildir. HiperLAN2 ağlarında AP'lerden uç sistemlere bağlantıya yönelik bir yaklaşım vardır; Bu yapı hizmet kalitesi kriterlerinin (QoS) sağlanmasına olanak vermektedir. Böylece, 802.11 kablosuz LAN uygulamalarının aksine ses ve görüntü

aktarımı için gerekli iletişim türü desteklenebilmektedir. Tablo 3.4’de HiperLAN2 ile 802.11a standardı karşılaştırılmalı olarak verilmiştir [27].

Tablo 3.4. HiperLAN2 ile 802.11a standardının karşılaştırması

Özellik	HiperLAN2	802.11a
Brüt Aktarım Oranı	54 Mbps	54 Mbps
Net Veri Oranı	32 Mbps	32 Mbps
Frekans Bandı	5 GHz	5 GHz
Frekans Seçimi	Tek Taşıyıcı	DFS ile Tek Taşıyıcı
Ortama Erişim	TDMA/TDD	CSMA/CA
Şifreleme	DES, 3DES	40 bit RC4
Modülasyon Yöntemi	OFDM	OFDM

ETSI tarafından geliştirilen iki adet tamamlayıcı standart daha vardır. Bunlardan birincisi 25 Mbps veri iletişim hızına sahip Hiperaccess’dir. Bu standart kişisel kullanım ve küçük işyerleri için tasarlanmış ve noktadan çok noktaya yüksek hızlı erişim hedeflenmiştir. İkincisi ise 2 GHz– 11 GHz frekansları arasında çalışacak geniş bant sabit kablosuz erişim (broadband fixed wireless access) sistemi olan Hiperman’ dır. IEEE 802.16 standardının benzeri Hiperman iki gurubun yakın işbirliği ile hazırlanmaktadır.

3.1.4. Kablosuz kişisel alan ağları (WPAN)

Ev ya da küçük iş yerlerinde birkaç bilgisayar ve çevre biriminden oluşan ağlara Kişisel Alan Ağları (Personal Area Networks, PAN) denmektedir. Kablo yerine kablosuz iletişim teknolojisi kullanılması durumunda ise Kablosuz Kişisel Alan Ağları (Wireless Personal Area Networks, WPAN) olarak adlandırılmaktadır. Bir başka ifadeyle WPAN’lar yakın mesafedeki elektronik cihazları kablosuz olarak birbirine bağlayan ağlardır. Bu tür sistemler diğer ağlara kıyasla daha düşük veri hızına ve daha kısa iletişim mesafesine sahiptirler. WPAN’ların hızları 1 Mbps ve menzilleri 10 metre civarındadır. WPAN’ların en yaygın uygulamaları Bluetooth ve HomeRF’dir. Bluetooth daha ziyade kişinin etrafındaki sayısal cihazlar arasında kablosuz bağlantı kurmak için geliştirilmiştir. HomeRF ise ev veya küçük işyerlerinde bir kablosuz ağ oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Her iki sistemde de veri

iletişim hızını artırmak ve kapsama alanını genişletmek gibi özelliklerinde geliştirme ve yeni özellikler ilave edilmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir. WPAN uygulamalarında öncülüğü Bluetooth yürütmektedir.

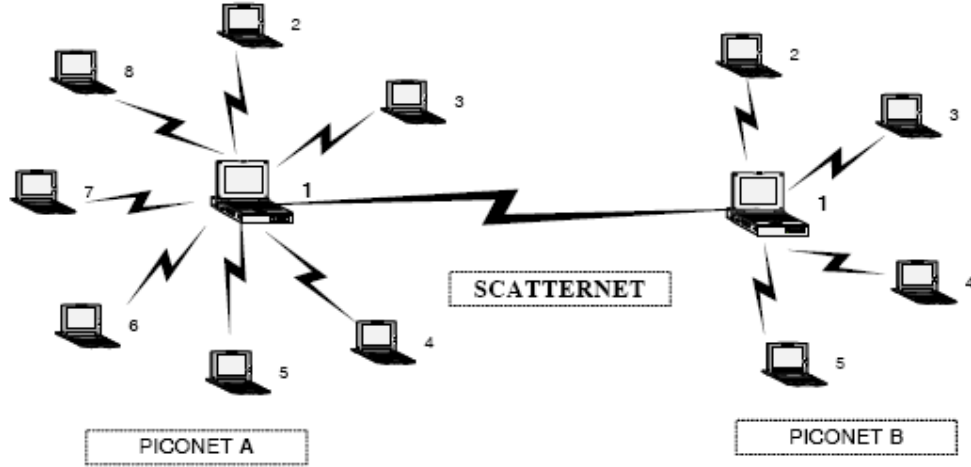
3.1.4.1. Bluetooth

Bluetooth, dizüstü bilgisayarlar, cep bilgisayarları, modemler, LAN erişim noktaları ve telefonlar (cep, ev ve işyeri telefonları) gibi sayısal cihazlar arasında veri iletişimini sağlamak üzere oluşturulan endüstri konsorsiyumunun adıdır [28]. Bluetooth teknolojisi 2.4 GHz bandında ilk olarak Ericsson Mobile Com. tarafından 1994 yılında geliştirilmiştir. Bluetooth, kısa mesafede bilgisayar, fare (Mouse), klavye, yazıcı, sayısal kamera ve telefon gibi cihazlar arasında kablosuz iletişimi sağlayan teknolojidir. Bluetooth aynı zamanda ağ bağlantısının çeşitli cihazlara dağıtılmasını da sağlar. Bluetooth ses iletimine de olanak tanımaktadır. Kısa mesafede ve kişisel kullanım esas alındığı için düşük ücret, düşük güç ve düşük profilli teknoloji hedeflemiştir. Ericsson, IBM ve Toshiba gibi şirketlerin oluşturduğu Bluetooth Sp. İnt. Gr. (SIG) ilk Bluetooth özelliklerini Temmuz 1999'da açıklamışlardır. IEEE 802.11b ve Bluetooth teknolojisine birlikte bakıldığında her ikisinin de veri iletimini 2.4. GHz ISM bandında ve RF yoluyla gerçekleştirdikleri, ancak Bluetooth'un FHSS modülasyon tekniğini ile 1 Mbps, 802.11b'nin ise DSSS modülasyon tekniğini ile 11 Mbps veri iletişim hızına ulaştıkları görülmektedir. Her iki teknolojinin amacı da cihazlar arasında RF yoluyla veri iletimi olmasına rağmen, fonksiyonları açıkça birbirinden farklıdır. Bu nedenle bu iki teknolojiyi rakip olarak görmek veya kıyaslamak mümkün değildir. WLAN teknolojileri orta güç ve orta iletişim mesafeleri için uygundur. WPAN teknolojisi ise düşük güç, kısa iletişim mesafeleri için uygundur. Bu özelliği nedeniyle Bluetooth uygun mesafedeki herhangi bir cihazı kablosuz olarak bir başka cihaza bağlayabilir. WLAN sistemleri 100 metre iletişim mesafesine sahip iken Bluetooth'un mesafesi yaklaşık 10 metredir [29]. Ayrıca Bluetooth, kullanıcılara kablosuz ağ bağlantısı veya İnternet erişimi sağlamak için de tasarlanmamıştır. Bu sınırlamalar nedeniyle WLAN sistemleri ile kıyaslandığında Bluetooth'un ev ve işyerlerindeki kullanım imkanlarının oldukça sınırlandığı görülmektedir. Bluetooth teknolojisinde güç ve mesafeleri farklı 3 sınıf ürün tanımlanmıştır. Bu sınıflar Tablo 3.5.'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Bluetooth ürün sınıfları

Ürün Tipi	Güç Seviyesi	İletişim Mesafesi	Amaç
Sınıf 1	100mW/ 20dBm	100m'ye kadar	Azami iletişim mesafesi
Sınıf 2	2.5mW/ 4dBm	10m'ye kadar	Orta iletişim mesafesi
Sınıf 3	1mW/ 0dBm	0.1m'ye kadar	Kısa iletişim mesafesi

Bluetooth'lar 2.4 GHz ISM bandında 2.402 GHz'den başlayarak 2.480 GHz'e kadar 1 MHz atlayarak 79 atlama frekansı kullanır. Bluetooth ağları sekiz cihaza kadar birlikte "master- slave" durumunda bir ağ oluşturabilirler ki buna "pikonet" (piconet) denilmektedir. Bir pikonet'de bir cihaz master konumunda diğer 7 cihaz ise slave konumunda, master cihaza bağlanabilir ve böylece kablosuz ağ zinciri oluşturulur. Master cihaz ağı kontrol eder. Pikonet'deki tüm cihazlar aynı frekans kanalını ve aynı frekans atlama sırasını (frequency hopping sequence) kullanırlar. Kapsama alanı genişletmek amacıyla Pikonet'ler birbirine bağlanarak "Scatternet"ler oluşturulabilir. Bu durumda her Pikonet farklı bir atlama kanalı kullanılır. Bluetooth sistemi cihazından-cihaza çalışma modeline ve sabit erişim noktalı ağ oluşumuna imkan vermekle birlikte en popüler kullanımı aynı fiziksel ortamdaki mobil cihazları birbirine bağlanması şeklindedir. Farklı cihaz (kullanıcı) miktarlarına sahip 2 adet Piconet ve 1 adet Scatternet yapısı Şekil 3.2. de verilmiştir.



Şekil 3.2. Piconet ve Scatternet

WLAN sistemleri gibi Bluetooth'da kullanıcıya birçok fayda sağlar. Örneğin, cihazlar arasındaki kablonun görevini üstlenerek kablosuz çalışmaya imkan sağlar. Bluetooth uygun cihazlar arasında dosya paylaşımına imkan verir. Bluetooth, dizüstü bilgisayarlar, cep bilgisayarları, masa üstü bilgisayarlar ve diğer tip uygun cihazlarda kullanılabilir. Bluetooth'un ofis ve ev cihazlarında kullanılması ve kablosuz konferans odası veya kablosuz İnternet bankacılığı dahil birçok uygulamaya imkan tanınması beklenmektedir. Bluetooth kullanmanın birçok mahsuru da vardır. Yukarıda belirtildiği gibi mesafesi WLAN cihazlarından oldukça düşüktür. Bu açıdan Bluetooth'un WLAN sistemlerine tehdit oluşturması imkansız görülmektedir. Ayrıca Bluetooth chip'leri ve diğer parçaları hala yüksek fiyatlıdır. Güvenlik açısından bakıldığında, gizliliğin korunması ve garanti edildiğinin ispatlanması gibi temel konularda güvenliğin sağlandığı söylenmemiştir. Bu nedenle kullanıcı güvenini kazanmak için gizliliğin garanti edilmesi gerekmektedir. Bluetooth kullanmanın en kritik noktalarından birisi de 802.11b tarafından enterfere edilmesidir. Eğer aynı frekans ve zaman kullanılırsa her iki sistem arasında karşılıklı enterferans oluşmaktadır. Dahası her iki sistemde paket anahtarlama tekniği kullanıldığından enterferans durumunda veri hızı oldukça düşmekte hatta kesilebilmektedir. Ancak her iki sistemde yoğun hata kontrolü ve hata oluşması durumunda yeniden gönderme özelliğine sahip olması nedeniyle enterferans durumunda veri kaybı olmamaktadır. 802.11b'nin en kötü durumda en düşük hız olan 1 Mbps'e düştüğü, Bluetooth'un ise 1 Mbps olan maksimum hızının % 22 azaldığı belirtilmektedir. Ancak büyük hız

düşmeleri bazı uygulamalar için çok önemli olabilir ve sistemin durmasına neden olabilir. Aynı zamanda bazı çalışmalar göstermiştir ki Bluetooth ile 802.11b arasında yalnızca kısmi kanal girişimleri olmaktadır. Pazar perspektifinden bakıldığında bu iki teknoloji ve hatta UMTS ile bu teknolojiler rakip olmaktan ziyade büyük ölçüde birbirlerini tamamlamaktadır. HomeRF'in aksine Bluetooth kablo yerine kullanılacak noktadan noktaya bir ara yüz olarak düşünülebilir. Bluetooth'un genel özellikleri Tablo 3.6' da verilmiştir.

Tablo 3.6. Bluetooth'un genel özellikleri

Frekans Aralığı	2402 - 2480 MHz
Veri Oranı	1 Mbps (fiziksel)
Kanal Bant genişliği	1 MHz
Kanal sayısı	79
Mesafe	~10 metre
RF atlama	1600 kez/s
Şifreleme	cihaz ID ve 0/40/64 bitlik anahtar uzunlukları
TX Çıkış Gücü	Azami 20 dBm (0.1W)

3.1.4.2. HomeRF

HomeRF, ev ve küçük işyerleri için geliştirilen kablosuz erişim standardıdır. Özellikleri Mart 1998'de kurulan Home Radio Frequency Working Group (HomeRF WG) isimli çalışma grubu tarafından ortak kablosuz erişim protokolü (Shared Wireless Application Protocol-SWAP) adı altında duyurulmuştur. HomeRF evde bulunan PC, kordonsuz telefon ve diğer cihazlar arasında ses ve veri iletişimini kablolu masrafına gerek kalmadan kablosuz olarak sağlamaktadır. HomeRF Çalışma Gurubunun kurulmasından sonra pek çok firma bu guruba katılmış ve üye sayısı 100 civarına ulaşmıştır. Son olarak her biri kendi sektöründe lider konumda olan Compaq, Intel, Motorola, National Semiconductor, Proxim ve Siemens firmalarının katılımıyla çalışmalar sonuçlandırılarak SWAP 2.0 geliştirilmiştir. SWAP 2.0 ile başlangıçta 1.6 Mbps olan veri iletişim hızı 10 Mbps'e çıkarılmıştır. Gelecekte veri iletişim hızınının 20 Mbps veya daha yükseğe çıkarılması hedeflenmiştir. HomeRF sistemi 2.4 GHz ISM bandında çalışmakta ve 50 metreye

kadar mesafede veri iletişimi sağlamaktadır [30]. HomeRF'in İletişim mesafesi işyeri uygulamaları için kısadır. Ancak ev uygulamaları için yeterlidir. HomeRF 2.0 sürümü'nün genel teknik özellikleri Tablo-3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. HomeRF'in genel teknik özellikleri

Frekans Aralığı	2402 - 2480 MHz
Veri Oranı	10 Mbps (v.2 için)
Mesafe	~50 metre
RF atlama	50 kez/s
TX Çıkış Gücü	Azami 20 dBm (100 mW)

3.2. WLAN Teknolojileri

3.2.1. RF teknolojileri

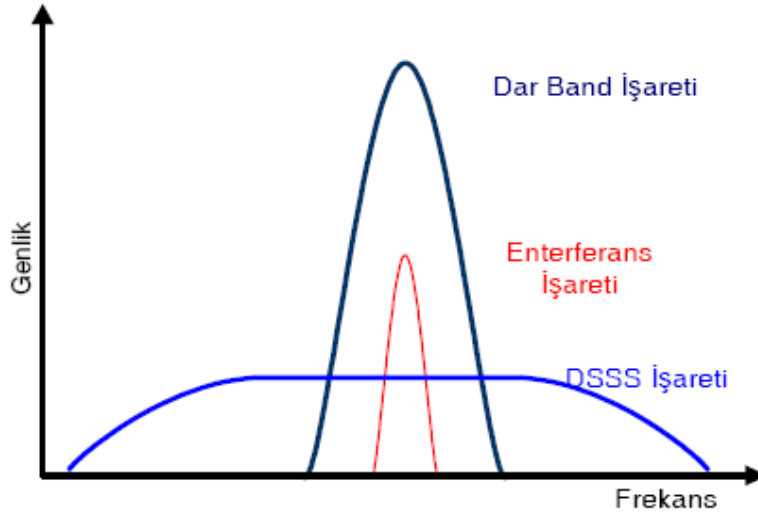
RF Teknolojisinde, kablo yerine elektromanyetik dalgalar kullanılarak kablosuz iletişim gerçekleştirilmekte ve WLAN sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, frekans spektrumunun kıt kaynak olması nedeniyle mümkün olduğu kadar verimli kullanılması gerekmektedir. Ayrıca artan sistem ve kullanıcı sayısı da frekans talebini artırmaktadır. Yine yoğun frekans kullanımı sonucunda frekans kirliliği ve enterferans riski de artırmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda frekans spektrumunu daha verimli kullanan ve enterferanstan daha az etkilenen RF teknolojileri geliştirilmiştir. Ekonomik nedenlerden dolayı WLAN sistemleri için lisans ve kullanım ücreti gerektirmeyen ISM frekans bantları esas alınmıştır. Bu bantlar öncelikle diğer telsiz servislerinin kullanımı için tahsisli olduklarından WLAN sistemleri muhtemel enterferansı baştan kabul etmek zorundadırlar. Bu durum WLAN sistemleri için enterferansa dayanıklı (dirençli) teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanılmasını zorunlu hale gelmiştir. RF teknolojisinde dar bant ve dağınık spektrum olmak üzere iki temel teknik kullanılmakta olup; bu teknikler aşağıda genel hatlarıyla anlatılmaktadır.

3.2.1.1. Dar bant tekniği

Dar bant (Narrow band) tekniği, RF sinyallerinin mümkün olan en dar frekans aralığında gönderilmesi ve alınması esasına dayanır. Bu yöntemde veri hızı düşük fakat iletişim mesafesi uzundur. Sistem enterferansa duyarlıdır. Bu tür kullanımda her kullanıcının farklı frekans kanalı kullanması gerekir. Aksi durumda enterferans oluşur ve iletişimde bozulma veya kesilme meydana gelir. Dar bant tekniği ile kıt kaynak olan frekans spektrumu verimli kullanılamaz. Özellikle yoğun kullanıcı bulunan bölgeler için uygun bir teknoloji değildir. Frekans talebinin ve kullanım yoğunluğunun az, iletişim mesafesinin uzak, veri hızının ise çok önemli olmadığı durumlarda ve kırsal alanlarda kullanılması mümkündür. Dar bant iletişim yöntemi WLAN sistemlerinde kullanılmamaktadır.

3.2.1.2. Dağınık spektrum tekniği

Dağınık spektrum (Spread Spectrum); ilk olarak kritik, güvenli ve gizli askeri haberleşme sistemleri için yaklaşık 50 yıl önce geliştirilmiş bir geniş bant kablosuz RF iletişim tekniğidir. İyi geliştirilmiş ve başarılı bir modülasyon yöntemine sahip olan bu teknik birçok kablosuz iletişim sisteminde ve WLAN sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dağınık spektrum tekniğinde gönderilecek sinyal bir kod kullanılarak belirli bir bandın tümüne yayılarak ya da önceden belirlenmiş bir düzende devamlı frekans atlatılarak1 gönderilir. Özel dizayn edilmiş alıcılar2 kaçak dinlemeyi3 engelleyen kodları temizleyerek istenilen iletişimi gerçekleştirirler. Bu teknoloji özel kodu bilmeden sinyalin alınmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Bir başka ifadeyle eğer bir alıcı dağınık spektrum tekniğine uygun değilse veya özel kodu bilmiyorsa alınan sinyalleri evre gürültüsü olarak algılayacaktır. Bu yöntem gizlilik sağlamının yanı sıra diğer telsiz sistemlerinden gelecek enterferansa karşı da sistemi dirençli kılmaktadır. Dağınık spektrum teknolojisi, dar bant teknolojisine göre çok daha fazla bant genişliği kullanmasına rağmen yakın frekanslarda çalışan diğer telsiz sistemlerini bozmadan birlikte çalışmasına imkan vermektedir. Ancak, aynı teknolojiyi kullanan diğer sistemler tarafından verici kodlarında yanılığya neden olarak kendisi kolayca etkilenebilir. Dar bant ve dağınık spektrum işaretlerinin frekans-genlik görünümü şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Dar bant ve dağınık spektrum işaretleri

WLAN sistemlerinde FHSS(Frekans atlamalı dağınık spektrum) ve DSSS (Düz sıralı dağınık spektrum) olmak üzere iki teknik kullanılmaktadır. Her iki teknik için, 2.4 GHz frekans bandında 2400 MHz - 2483,5 MHz frekans aralığı ve 83.5 MHz bant genişliği kullanılmaktadır [30]. Güvenlik dikkate alınarak, hem izinsiz erişimi hem de veri çalınmasını önlemek için veri kodlama metodu kullanılmaktadır. FHSS ve DSSS tekniklerinden hangisinin kullanılacağı birçok faktöre bağlı olmakla birlikte WLAN sistemlerinde yüksek veri hızına sahip olan DSSS tekniği daha çok kullanılmaktadır. FHSS tekniği, DSSS tekniğine göre enterferanstan biraz daha az etkilenir. Ancak daha düşük data hızına sahiptir. DSSS ise kod hatasına karşı daha duyarlı ancak veri hızı daha yüksektir.

3.2.2. WLAN sistemleri

WLAN sistemleri başlangıçta mevcut kablolu ağların (LAN) tamamlayıcısı olarak tasarlanmışlardır. Ancak son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler WLAN sistemlerinin kablolu ağların yerini alabileceğini göstermiştir. Ayrıca mevcut ağların genişleme ihtiyacını karşılamak üzere de WLAN sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. WLAN sistemleri başarılı performansları ve düşük maliyetleri ile hem iş çevrelerinde hem de bireysel kullanıcılar arasında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. WLAN kullanıcısı pahalı bir kablolu alt yapısı yerine özünde

küçük bir radyo vericisi olan Erişim Noktası (Access Point, AP) ile iletişim ortamı sağlayabilmekte ve yerel alan ağı oluşturabilmektedir [15]. Temel olarak WLAN sistemi iki ana unsurdan oluşmaktadır. Birincisi AP, ikincisi ise kablosuz cihazlardır. Ancak cihazdan-cihaza (peer to peer) çalışma modelinde AP'ye ihtiyaç duyulmaz. Bu durumda kablosuz ağ kartına sahip bilgisayarlar kendi aralarında ilave bir cihaz veya kabloya ihtiyaç olmadan bir ağ oluşturabilirler. Kablosuz cihazlar genellikle bir dizüstü bilgisayar, kişisel bilgisayar (PC), cep bilgisayarı (PDA), veya kablosuz ağ ünitesi (NIC) ile donatılmış benzeri bir cihaz olabilir. NIC'ler RF veya kızılötesi kullanarak takılı bulunduğu cihaz ile AP arasındaki bağlantıyı sağlar. AP'ler ihtiyaca göre bir eve, iş yerine, toplantı salonuna veya bir binaya kurulabilir. Halka açık kullanımı sağlamak üzere ise şehir merkezlerine (Taksim, Kızılay gibi), büyük alışveriş merkezlerine, hava alanı, tren istasyonu, otobüs terminali veya restoran gibi kamuya açık alanlara AP kurulabilir. Bu durumda AP'nin oluşturduğu kablosuz İnternet bağlantısı sağlanan fiziksel alan Erişim Alanı olarak adlandırılmaktadır. Kablosuz cihazlarda bulunan NIC'ler otomatik frekans tarama özelliğine sahip olduklarından kendilerine ulaşan WLAN sinyalini algılayabilirler. NIC tarafından doğru frekans kanalı bulunduktan sonra AP ile kablosuz cihazlar arasında bağlantı kurulumu başlatılır. WLAN sistemleri aslında tamamen kablosuz değildir. Çünkü sistemde bulunan AP'nin geniş bant erişim hizmeti veren DSL, Fiber Optik veya benzeri bir kablolu altyapı üzerinden şebekeye bağlanması gerekebilir. Bu nedenle WLAN sistemleri ile tamamen kablosuz olmaktan ziyade kablolu ihtiyacı en az düzeye indirilmiş olmaktadır. Bu açıdan bakınca WLAN sistemlerinin artışı geniş bant erişim hizmetinin artışına bağlıdır. Ya da WLAN sistemlerinin artışı geniş bant erişim hizmetinin yaygınlaşmasını desteklemektedir. Ancak cihazdan-cihaza kullanımda herhangi bir kablolu ihtiyacı olmadığından tam bir kablosuz ağ kurulumu gerçekleşmektedir. Benzer şekilde şebekeye erişim hizmetinin kablo yerine sabit telsiz erişim (FWA) veya uydu terminali ile sağlanması durumunda da tam bir kablosuz ağ kurulumu gerçekleşmektedir.

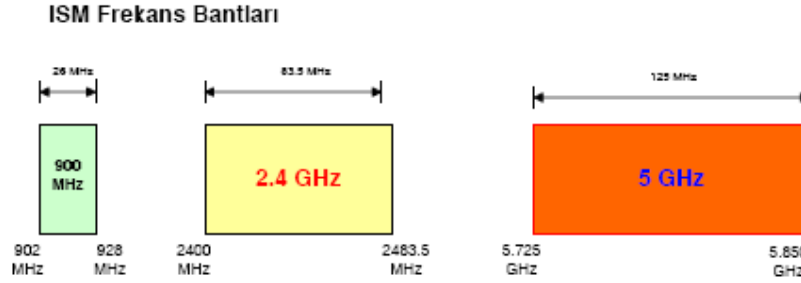
3.2.2.1. WLAN Sistemlerinin Çalışma Prensipleri

WLAN sistemleri havada yayılan elektromanyetik dalgalarla bir noktadan başka bir noktaya fiziksel bağlantı olmaksızın bilgi iletişimini sağlar. Tipik bir kablosuz yerel

ağ konfigürasyonunda, AP olarak isimlendirilen hem alıcı hem verici konumundaki cihaz kablolu ağa bağlanır ve kablolu ağ omurgası ile kablosuz cihazlar arasında veri alışverişi işlemini gerçekleştirir. Bir AP kullanılan ortama bağlı olarak dahili uygulamalarda 25-100 metre, harici kullanımda ise 200 metreye kadar yarıçaplı bir alanı kapsayabilir [31]. WLAN sistemlerinde kullanılan yüksek frekanslı RF sinyali (2.4 GHz ve 5 GHz) temel özelliği nedeniyle katı cisimlere nüfuz edebilir ve geçebilir. Bu özellik görüş hattının sağlanamadığı bina içi kullanımlarda büyük bir avantaj yaratır. Ancak katı cisimler kullanılan maddeye (tahta, çelik, beton gibi) bağlı olarak sinyal zayışmasına neden olurlar. Bu da sonuçta erişim mesafesini kısaltır. Lisansız kullanımlar için çıkış gücü düzenlemeler ile sınırlandırılmış (genellikle 100 mW) olduğundan mesafe artırımı için güç yükseltilmesi söz konusu değildir. Bu nedenle iyi bir kapsama alanı için fiziksel ortam iyi etüt edilmeli ve AP montaj yerleri iyi seçilmelidir. AP veya kullanılıyorsa AP'ye bağlı harici anten, genelde yüksek bir noktaya montaj edilir. Bu sadece kapsama alanını genişletmek için gereklidir. Eğer yeterli kapsama alanı sağlanıyor ise AP'ler istenilen her noktaya konulabilir. Kullanıcılar ise kablosuz erişim özelliğine sahip cihazlar ile ağa bağlanabilirler. Bu özelliği bulunmayan bilgisayarlar için hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleriyle, dizüstü bilgisayarda PCMCIA kartlarla, masaüstü bilgisayarlarda ise ISA/PCI kartlarla kablosuz erişim gerçekleştirilir. Ayrıca dizüstü ve masa üstü bilgisayarlarda USB girişinden kablosuz ağ adaptörü (Wireless LAN Adapter) ile kablosuz bağlantı yapılmaktadır. Bir başka ifade ile kablosuz erişim özelliği bulunmayan cihazlar hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleri ile WLAN sistemlerinde kullanılabilirler.

3.2.2.2. WLAN sistemlerinde kullanılan frekanslar

WLAN sistemlerinde genellikle ISM bandı kullanılmaktadır. ISM bantları ITU tarafından 13560 kHz, 27120 kHz, 40.6 MHz, 915 MHz, 2450 MHz, 5800 MHz ve 24.125 GHz merkez frekanslarında dünya genelinde tahsis edilmiştir. Bu bantlardan teknik olarak WLAN uygulamasına uygun olan ISM bantları Şekil 3.4' de verilmiştir [32].



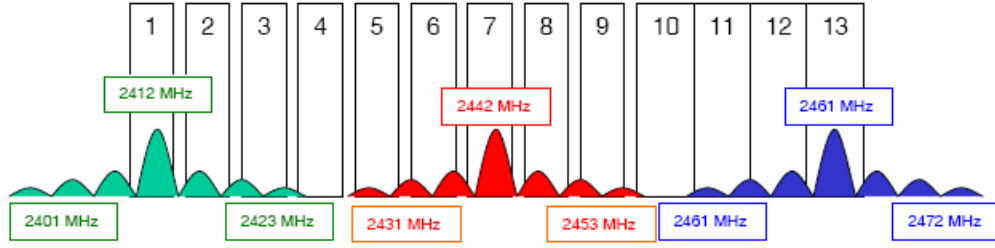
Şekil 3.4. ISM bant planı

Ancak, 900 MHz bandı sadece ITU-RR ikinci bölge için ISM bandı olarak belirlenmiştir. Bu nedenle ITU-RR birinci bölgede yer alan Türkiye’de GSM sistemleri için tahsis edilmiş olup; WLAN sistemlerinde kullanılmamaktadır. WLAN sistemleri için 2.4 GHz bandında 2400-2483.5 MHz frekans aralığı, 83.5 MHz bant genişliği ve 13 adet kanal tanımlanmıştır [33]. Bu kanallar ve her kanalın merkez frekans değeri Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.8. 2.4 GHz bandı kanal frekansları

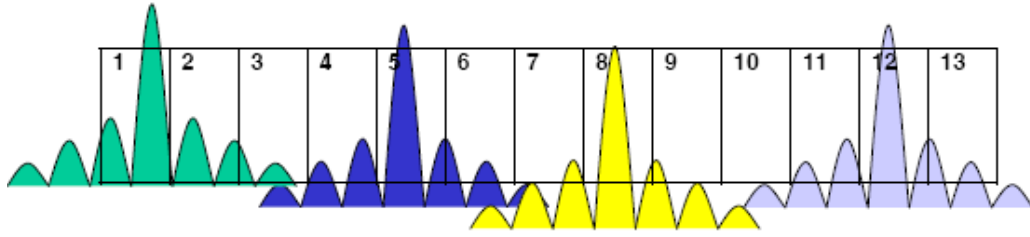
1	2412 MHz	6	2437 MHz	11	2462 MHz
2	2417 MHz	7	2442 MHz	12	2467 MHz
3	2422 MHz	8	2447 MHz	13	2472 MHz
4	2427 MHz	9	2452 MHz		
5	2432 MHz	10	2457 MHz		

Ancak bu 13 kanaldan sadece 3 adedi (1, 7 ve 13) aynı ortamda enterferans yaratmadan çalışabilirler. Çünkü bu kanalların frekans aralığı 5 MHz olmasına karşın bir AP’ler 22 MHz frekans aralığı kullanmaktadır [33]. Enterferans yaratmayan kanal kullanımı başlangıç ve bitiş frekans değerleriyle birlikte Şekil 3.5’ de görülmektedir.



Şekil 3.5. Enterferans yapmayan 3 kanalın görünümü

Aynı ortamda 3'ten fazla (örneğin 4 adet) AP kullanılması durumunda oluşan enterferans Şekil 3.6' da görülmektedir.



Şekil 3.6. Enterferans yapmış 4 kanal görünümü

2.4 GHz bandında olduğu gibi 5 GHz bandında da kanal merkez frekansları belirlenmiştir. Bu bandda kullanılan 5150-5350 MHz ve 5470-5725 MHz frekans bantları için tanımlanan merkez frekans değerleri Tablo 3.9' te verilmiştir.

Tablo 3.9. 5 GHz bandı kanal frekansları

1	5180 MHz	1	5500 MHz	9	5660 MHz
2	5200 MHz	2	5520 MHz	10	5680 MHz
3	5220MHz	3	5540 MHz	11	5700 MHz
4	5240MHz	4	5560 MHz		
5	5260 MHz	5	5580 MHz		
6	5280 MHz	6	5600 MHz		
7	5300 MHz	7	5620 MHz		
8	5320 MHz	8	5640 MHz		

3.2.2.3. WLAN sistemlerinin avantajları

WLAN Sistemlerinin kullanıcılara sağladığı avantajlar ve geleneksel kablolu yerel ağlara karşı üstünlükleri aşağıda sıralanmıştır.

1) WLAN Sistemleri kullanıcılarına kapsama alanı dahilinde hangi noktasında olursa olsunlar, hareket halinde dahi gerçek zamanlı bilgi erişimi sağlar. Bu hareket serbestisi çalışanlar için işyerlerinde büyük kolaylıklar sağlar. Bir çok iş ortamı çalışanların hareketli olmasını gerektirir. Ambar, depo, yükleme, boşaltma, fiyatlandırma ve etiketlendirme görevlileri; sağlık personeli; polisler ve arama kurtarma görevlileri mobil kullanıcılara örnek olarak verilebilir [15]. Yine üniversiteler, kurumlar, büyük şirketler ve konferans salonlarında mobil iletişim imkanının bulunması büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Evin her yerinden kablosuz olarak İnternet erişiminin sağlanması, müstakil evlerde bu imkanın bahçede bile bulunması büyük bir rahatlık ve konfor sağlamaktadır. Ayrıca hareket halinde olmayı gerektiren bazı işlerde mobil iletişim konforun da ötesinde bir zorunluluktur. Örneğin beyaz eşya üretim tesislerinde, otomobil fabrikalarında ve benzeri tesislerde ürün depolama, sevkiyat işlemleri ve üretim sırasında mobil iletişimin gerekliliği ve faydaları açıktır. WLAN sistemleri bu tür yerlerde başarı ile kullanılmaktadır.

Sağlanan bu hareket serbestliği işletme kolaylığı, hız ve verimlilik artışı olarak geri dönmektedir.

2) WLAN sistemleri kablosuz olmanın avantajlarını kullanarak kablo çekmenin zor, pahalı veya imkansız olduğu yerlerde kolay ve düşük maliyetli iletişim imkanı sağlamaktadır. Örneğin iletişim kurulmak istenen iki nokta arasında bir nehir, vadi, otoyol veya demiryolu bulunuyorsa kablo döşemek zor ve çok yüksek maliyetli olmaktadır. Ayrıca döşenmiş olan kablonun korunması ve faal olarak tutulması da ayrı bir sorun yaratmaktadır. Bu durumda kablosuz iletişim teknolojilerinin kullanılması kablo çekmek veya kiralık hat kullanımının göre oldukça ekonomiktir [15]. Bina içi kullanımda ise WLAN sistemlerinin kurulumu oldukça hızlı ve kolaydır. Çünkü duvar ve tavanlardan kablo çekme zorunluluğu bulunmamaktadır. Sadece AP'nin monte edilmesi sistemi kurmak için yeterlidir. Yine kablo döşenmesine izin verilmeyen tarihi yapılarda WLAN sistemi uygun bir çözüm olmaktadır. Özellikle toplantı ve kongre amaçlı kullanılan tarihi binalarda iletişim hizmetini karşılamak üzere WLAN sistemlerinin kullanılması uygun bir çözümdür. Çünkü bu binaların kablo çekilerek zarar görmesine ve görüntü kirliliğine izin verilmemektedir. Fuar alanı ve kongre merkezleri gibi yerlerde geçici ağ ihtiyaçlarının karşılanmasında da WLAN sistemi hızlı, kolay ve düşük maliyetli bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

3) WLAN sisteminde bilgisayarların montaj yerlerini belirlemeye ve kablolamaya ihtiyaç duyulmaz. Çünkü bilgisayarların kapsama alanı içinde olması yeterlidir. Kullanıcı sayısının ve yerinin (konumunun) değişken olduğu ortamlar için WLAN sistemleri oldukça elverişlidir. Ayrıca, sisteme yeni kullanıcıların katılması durumunda da ilave malzeme ve işçilik harcaması gerekmemektedir. Kablosuz erişim özelliğine sahip bir cihaz sisteme kolaylıkla dahil edilebilir veya çıkarılabilir. Dağınık yapıya sahip işletmeler için binalar arası kablosuz bağlantı gerçekleştirilebilir. WLAN sistemleri, ağ yöneticileri açısından bakıldığında kablo döşemeden ağ kurabilme veya mevcut ağda ihtiyaca göre kolayca değişiklik yapabilme imkanları sunmaktadır. Bu imkanlar ağ yönetimini oldukça kolay ve düşük masraşı hale getirmektedir. Halbuki geleneksel kablolu ağlarda her kullanıcı için ayrı bir kablo çekilmesi gerekmektedir. Ayrıca ağda yeni kullanıcıların ilavesi

veya yer değişiklikleri önemli malzeme ve işçilik giderine neden olmaktadır. Bilgiye her yerden her zaman ulaşabilme vizyonu ile geliştirilen WLAN sistemleri Erişim Alanları vasıtasıyla sunulan kablosuz İnternet erişimi ile bir ölçüde bunu gerçekleştirmektedir. Özellikle seyahat halindeki kişiler için bu imkan oldukça önemlidir. Şöyle ki, iş seyahatinde bulunan bir kişi hava alanında bekleme salonunda, otelde, konferans salonunda ve alışveriş merkezinde Erişim Alanlarını kullanarak kablosuz İnternet hizmeti alabilir ve şirketine ait intranete bağlanabilir. Bu hizmetin kablolu sistemlerle sağlanması oldukça zor hatta imkansızdır.

4) Kablosuz ağlar kurulacak sisteme göre değişmekle birlikte genellikle kablolu ağlara göre daha düşük maliyetlidir. Çünkü kablo maliyeti ve kablolama işçiliği ücreti yoktur. WLAN sistemlerinde kullanılan AP ve NIC kartlarının maliyeti ise her geçen biraz daha azalmaktadır. Genellikle spektrum kullanımı da ücretsizdir. Esnek ağ ihtiyacını karşılamada ve geçici ağ kurulumlarında WLAN sistemleri maliyet kazancı sağlar. Kablo çekmenin zor olduğu doğal engellerin geçilmesi veya dağınık yapıya sahip kampus uygulamalarında kurulum ve işletme maliyeti kablolu ağlara oranla düşüktür. Ayrıca kablo ve konnektörlerin potansiyel arıza kaynağı olması dikkate alındığında WLAN sistemlerinde arıza oranı ve bakım gideri daha azdır. Özellikle fabrika ve depo gibi fiziksel şartların zor olduğu ortamlarda kablo arızası riski ortadan kaldırılmaktadır. Ağ idaresi açısından bakım maliyetlerinin düşüklüğü ve ağdaki bilgisayarların kolayca yer değiştirme imkanına sahip olması işletme ve bakım masraşarını en az düzeye indirmektedir.

3.2.2.4. WLAN sistemlerinin dezavantajları

WLAN Sistemlerinin pek çok avantajının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Başlangıçta çok daha fazla olan sorunlardan standartlaşma, ürün çeşitliliği, maliyet ve frekans tahsisi gibi konular nispeten çözülmüştür. Ancak halen aşağıda belirtilen sorunlar kullanıcı için dezavantaj olarak durmaktadır. Bu dezavantajların giderilmesi için düzenleyici otoriteler, üreticiler ve işletmeciler tarafından çözüm arayışları devam etmektedir. Başlıca dezavantajları aşağıda sıralanmıştır:

1) WLAN Sistemlerinin en önemli problemi güvenlidir. Kötü niyetli saldırıları engellemek ve izinsiz kullanımları önlemek için güvenlik sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Kablosuz sistemler kullanıcıya büyük avantajlar sunarken güvenlik açısından ise ciddi dezavantajlar yaratmaktadır. Çünkü havada serbestçe yayılan RF'in doğası gereği dinlenmesini önlemek imkansızdır. Genel olarak kablolu teknoloji ile kıyaslandığında kablosuz sistemleri dinlemek çok daha kolaydır. WLAN sistemleri için 802.11x standardlarında kablolu ağ düzeyinde fiziksel koruma sağlamak üzere Kablolu Eşdeğeri Güvenlik (Wired Equivalent Privacy, WEP) adlı güvenlik mekanizması uygulanmaktadır. WEP güvenlik sisteminde kullanıcı ve AP tarafından statik 40 bit'lik veya 128 bit'lik kodlama yapılarak, iletilen verinin güvenliği sağlanmaktadır. Bu sistemde kullanıcının kim olduğuna bakılmaksızın kablosuz cihazdaki kart sisteme tanıtılmaktadır. Bu durumda yetkisiz kişiler çeşitli yöntemlerle kendi kartlarını sisteme tanıtarak giriş yapabilmektedirler. Bu güne kadar yapılan uygulamalar WEP güvenlik sisteminin istenilen başarıyı sağlamadığını göstermiştir. I-SEC firmasının yaptığı bir araştırmada Amerika'da şirketlerin %67'sinin WEP şifreleme kullanmadıkları, sadece % 32'sinin WEP şifreleme kullandıkları görülmüştür. WEP şifrelemenin zayıf yönlerini gidermek üzere Wi-Fi Protected Access (WPA) güvenlik sistemi geliştirilmiştir. WPA'da veri miktarı veya zamana bağlı olarak değişen güvenlik anahtarı kullanılmaktadır. WEP ile kıyaslandığında WPA güvenlik şifresini elde etmek daha zordur ve daha fazla zaman harcamak gerekmektedir. Kablosuz sistemlerdeki güvenlik açıklarını kapatmak ve daha güçlü bir güvenlik sistemi geliştirmek üzere IEEE 802.11i standardı geliştirilmektedir.

2) Kablosuz çalışan tüm sistemler az veya çok enterferansa açıktır. Özel frekans tahsisli sistemlerin enterferansa maruz kalma olasılığı daha düşüktür. Ayrıca tahsisli frekanslarda meydana gelen enterferans derhal ilgili kurum tarafından enterferans kaynağı tespit edilerek giderilmektedir. WLAN sistemleri ise genellikle ISM bandını kullandıklarından enterferansa açıktır. Kullanıcıların bu bandın kullanım şartları gereği enterferanstan şikayet etme hakları da yoktur. Böylece WLAN sistemlerinin buldukları bölgeye bağlı olmakla birlikte diğer sistemler tarafından enterferansa maruz kalma olasılıkları yüksektir. Diğer telsiz sistemlerinden başka WLAN sistemlerinin birbirlerini enterfere etme olasılıkları da vardır. Çalışan sistemlerin

artması, servis sağlayıcıların yakın noktalarda AP kurmaları enterferansa neden olabilmektedir. Bu durum özellikle RF'in taşınmaz sınırları dışına taşıdığı durumlarda veya kamuya açık alanlarda olmaktadır.

3) WLAN Sistemlerinin bir diğer dezavantajı ise kaplama alanı yani iletişim mesafesinin kısa olmasıdır. Adından da anlaşılacağı gibi WLAN sistemleri yerel alan ağ çözümleridir. Kullanılan frekans bandı ve standartların müsaade ettiği kısıtlı çıkış gücü nedeniyle WLAN sistemlerinin mesafesi 100 m civarındadır [31]. Açık alanlarda bu mesafe 300 m civarına kadar artmaktadır. Ayrıca kazançlı anten kullanılarak bu mesafeyi çok daha fazla artırmak mümkündür. Aynı şekilde duvar ve mobilya gibi fiziksel engellerin fazla olması durumunda bu mesafe 10 metreye kadar da düşebilmektedir. Sonuçta WLAN sistemlerinden GSM sisteminde olduğu gibi geniş alan kaplaması beklemek teknik olarak mümkün değildir.

4) WLAN Sistemlerinin çözüm bekleyen bir diğer sorunu ise ulusal ve uluslararası dolaşımdır (roaming). Dolaşım konusunda bir çok uygulama halen mevcuttur. Ancak uluslararası standart bir dolaşım anlaşması henüz geliştirilmemiştir. Dolaşımı sağlamak için frekans tahsisleri, işletme standartların uyumlaştırılması, faturalama ve servis kalitesini gibi konularda işletmecilerin aralarında anlaşmaları gerekmektedir. Dolaşım için şirketler tarafından çeşitli yazılımlar geliştirilmiş ve organizasyonlar kurulmuştur.

3.2.3. WLAN uygulamaları

WLAN sistemleri evlerde, işyerlerinde ve kamuya açık alanlarda kullanılmaktadır. Sağlık, eğitim, üretim, perakendecilik ve depo, ambar gibi işletmeler ilk WLAN kullanıcıları olmuşlardır. Bunlar daha çok kuruluşların kendi içlerindeki iletişim ihtiyaçlarını kablosuz olarak gidermeye yönelik uygulamalardır. Ancak son yıllarda halkın kullanımına yönelik olarak havaalanları, tren istasyonları, otobüs terminalleri, büyük alışveriş merkezleri ve şehir merkezleri gibi kamuya açık alanlarda WLAN sistemleri kurulmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır.

3.2.3.1. WLAN internet (Wi-Fi)

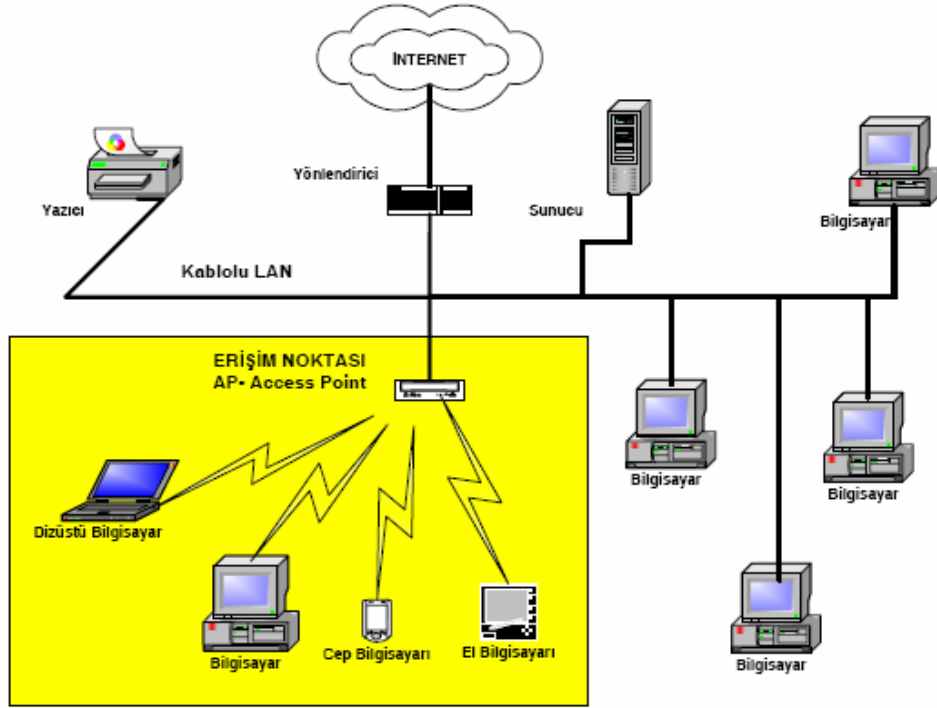
Wi-Fi Wireless Fidelity kelimelerinin ilk iki harfinin kullanılarak ortaya çıkartılmış bir kısaltmadır. İnternete herhangi bir kablolu bağlantınız olmadan kablosuz internete erişimi sağlamaktadır.

Wi-Fi niteliğine sahip bilgisayar parçalarıyla bu tür bir network kurmak ve kullanmak mümkündür. Evde işyerinde, okul kampuslerinde, havaalanlarında (İstanbul havaalanında dış hatlarda böyle bir sistem halen çalışmaktadır), kafeteryalarda, ve diğer halka açık alanlarda kullanılabilir bir sistemdir [34].



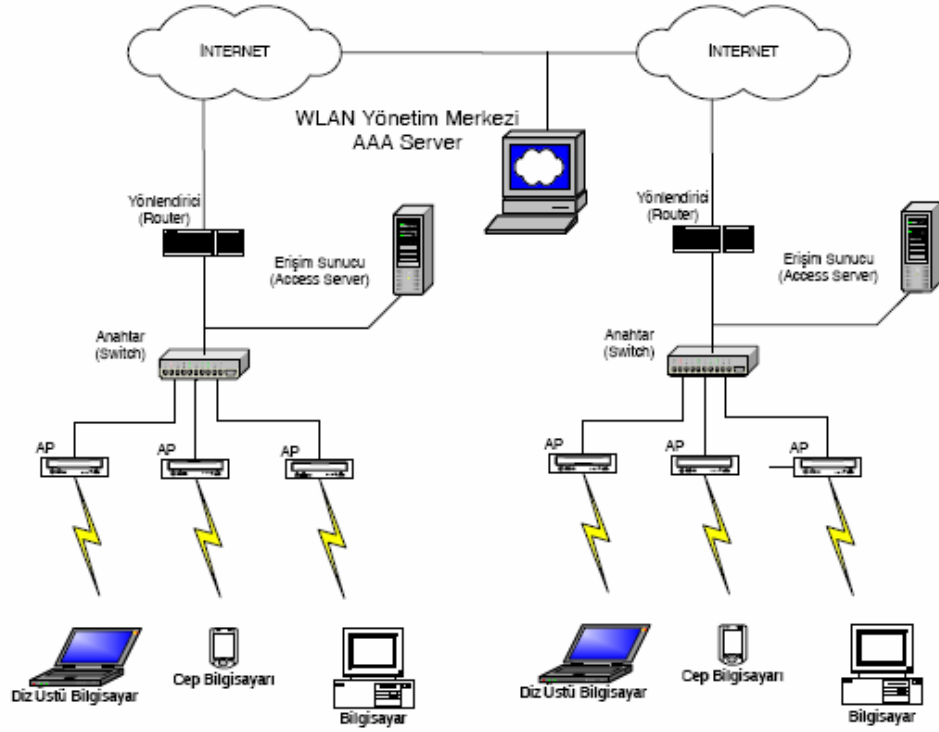
Şekil 3.7. Genel Wi-Fi uygulaması

Kamuya açık alanlara kurulan ve AP'ler vasıtasıyla yaklaşık 100 metre yarıçaplı bir alanda üçüncü kişilere kablosuz İnternet hizmet verilen Wi-Fi uygulamalarına “hotspot” denilmektedir. Hotspot'lar için Türkçe karşılık olarak “Erişim Alanı” tabiri kullanılmıştır. Erişim Alanları genellikle otel, restoran, alışveriş merkezleri, ulaşım terminalleri ve şehir merkezlerinde kullanılmaktadır. Ev ve işyeri gibi kişisel veya kurumsal kullanıma yönelik olarak kurulan WLAN sistemleri teknik açıdan benzer olmakla birlikte Erişim Alanı olarak nitelendirilmez. Bir başka ifade ile AP'ler vasıtasıyla kullanıcılara (üçüncü kişilere) kablosuz İnternet erişimi sunulan WLAN sistemleri ücretli veya ücretsiz olmasına bakılmaksızın Erişim Alanı olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.8. 1 adet AP kullanılan Erişim Alanı uygulaması

WLAN sistemlerinde geniş bant İnternet erişimi genellikle kablolu sistemler ile sağlanmaktadır. Kablolu sistem olarak; ADSL teknolojisi ile mevcut telefon hatları, Fiber Optik kablo ve Kablo TV şebekesi sayılabilir. Kablosuz olarak ise FWA teknolojisi ile geniş bant İnternet erişimi gerçekleştirmek mümkündür. Birden fazla Erişim Alanı olması durumunda, Erişim Alanlarının tek bir merkezden kontrollerinin yapılması mümkündür. Bu durumda kullanıcının giriş izni ve yetkilendirilmesi WLAN yönetim merkezinden gerçekleştirilmektedir. Kullanıcı işletmeciye (kablosuz İnternet servis sağlayıcı, WISP) ait herhangi bir Erişim Alanından bağlanmak istediğinde karşısına gelen sayfayı gönderen ana bilgisayar yönetim merkezinde bulunmaktadır. Bu yöntemle işletmeciler kendisine ait tüm Erişim Alanları bir merkezden kontrol edebilmektedir. Merkezi yönetim sistemi Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Çok sayıda AP kullanılan Wi-Fi uygulaması

Son zamanlarda restoranlar, oteller, büyük alışveriş merkezleri, şehir merkezleri, tren istasyonları ve hava alanları gibi yerlere Erişim Alanları kurulmakta ve kablosuz erişim özelliğine sahip bilgisayarlar veya benzeri cihazlar ile İnternet hizmeti verilmektedir. Özellikle PDA'lar gibi yeni taşınabilir cihazların yaygınlaşması ve dizüstü bilgisayarlarda NIC kartlarının standart olarak yer almasıyla birlikte bu tür uygulamalara ilgi artmaktadır.

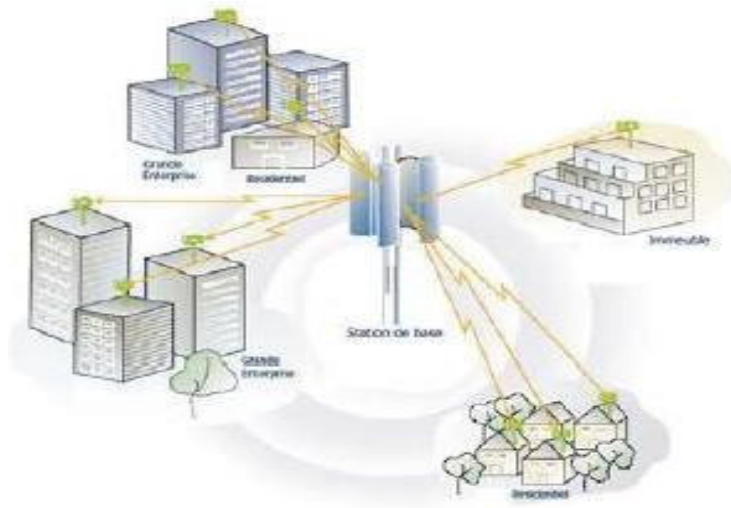
3.3. WiMAX İnternet Erişim Teknolojisi

Dar alanda kablosuz internet ağı oluşturan Wi-Fi teknolojisinden sonra henüz test aşamasında olan WiMAX, kablosuz interneti geniş alanlara yaymayı planlamaktadır. Bugün sayılı ofislerde ve kapalı alanlarda kullanılan hotspotlar 30-40 metrelik mesafede yaklaşık 10 Mb/sn hızında bağlantı sağlarken 802.16 olarak da adlandırılan WiMAX 50 km' lik bir alanda 70 Mb/sn hızında internet bağlantısı vaat etmektedir. WiMAX kısaca DSL ve kablo internetin yerini almaya aday bir teknolojidir.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), IEEE' nin 802.16 kablosuz iletişim standardı şartnamesine dayanan yeni bir standarttır. Wi-Fi olarak da adlandırılan 802.11 grubu standardına göre çok daha hızlı ve çok daha geniş alana hizmet vermektedir. Özellikle kablo ve DSL hizmetinin ulaşmadığı alanlara geniş bant interneti ulaştırması beklenmektedir.

WiMAX, kablosuz interneti taşınabilir bilgisayarların yanı sıra sabit bilgisayarlarda da kullanılabilir hale getirmektedir. Şehirlerin belirli bölgelerine kurulacak WiMAX baz istasyonlarına karşılık, çatıya ya da pencereye kurulacak uydu anteni benzeri bir antenle kablosuz geniş bant internet keyfini evlerimizdeki yada ofislerimizdeki sabit bilgisayarlarımızda yaşayabileceğiz.

WiMAX standardının gözden geçirilmiş hali olan 802.16-2004, sabit bilgisayarlarda kablosuz internet kullanımını dışarıdaki kadar güçlü kılacak düzenlemeleri de içermektedir.



Şekil 3.10. WiMAX baz istasyonu

3.3.1. WiMAX standartları

WiMAX, farklı alanlarda kullanım için farklı standartlar içermektedir. Bunlardan ilki büyük antenler vasıtasıyla sabit bilgisayarlarda kablosuz internet imkânı sağlayacak 802.16a standardıdır. Özellikle Kablo Net ve DSL' in ulaşmadığı noktalar için ideal

bir standarttır. IEEE'nin (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) yeniden inceleyerek 802.16-2004 adını verdiği bu standart kapalı alanlarda 300 Mb/sn hızına çıkmayı hedeflemektedir.

Standart üzerinde bir başka planlanan gelişme ise 802.16e olarak adlandırılmaktadır. Bu standardın vaat ettiği hizmet, otobüste ya da trende seyahat ederken, ya da benzeri koşullar altında PDA veya dizüstü bilgisayarlar aracılığıyla kesintisiz, yüksek hızda internet erişimidir. Ayrıca 802.16e revizyonu 3G teknolojisine rakip olarak görülmektedir. GSM şebekeleri tarafından desteklenen 3G teknolojisinin en büyük avantajı ucuz olması. Fakat uygulanması halinde WiMAX' in hızına yetişmesi mümkün gözükmemektedir.

Standardın ilk versiyonu olan 802.16, 10-66 GHz frekansında çalışırken baz istasyonlarının kurulduğu kulelerin görüş açısında bulunması gerekmekteydi. Fakat geliştirilmiş 802.16a standardı ise 2-11 GHz frekans aralığını kullanırken baz istasyonunu görme ihtiyacı duymamaktadır. Bu aralık içinde şimdilik 2.5, 3.5 ve 5.8 GHz' in frekansların kullanılması planlanırken 50 km uzaklıkta dahi 70 Mb/sn hızlarına varan internet erişimi sağlanabilmektedir.

WiMAX, esas olarak OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – Düz Açılı Frekans Bölümlenmeli Çoğullama) ve MIMO (Multiple Input Multiple-Output – Çoklu Giriş Çoklu Çıkış) teknolojilerine dayanmaktadır. Bu iki gelişmekte olan teknoloji sayesinde servis sağlayıcılar tek bir baz istasyonundan daha fazla müşteriye hizmet sunma olanağına kavuşurken bunu daha az spektrum kullanarak gerçekleştirebileceklerdir. OFDM, Wi-Fi (Wireless Fidelity/802.11 standardı) ve WiMAX/802.16 tarafından kullanılan taban radyo teknolojisidir. MIMO ise WiMAX' in etkinliğini 4 katına kadar çıkartan gelişmiş bir anten teknolojisidir. Üçüncü nesil ve ötesi iletişim teknolojileri büyük çapta OFDM ve MIMO teknolojilerine dayalı olacaktır.

3.3.2. WiMAX'in diğer kablosuz teknolojilere göre avantajları

802.16-2004 standardı birkaç önemli özelliği sayesinde problemsiz bir şekilde erişimi sağlamaktadır. Bunlar;

- . Çoklu yol etkileşimi
- . Gecikme dağılımı
- . Sağlamlık

Çoklu yol etkileşimi ve gecikme dağılımı özelliği, kullanıcı baz istasyonunun görüş açısı dışındayken de iyi bir performans gerçekleşmesini sağlamaktadır. Oluşturulan 802.16-2004 MAC (Media Access Control) uzun zamanlı sinyal gecikmelerine uyumlu şekilde tasarlanmıştır. 802.11' de olduğu gibi 802.16-2004' ün fiziksel katmanı da gecikme dağılımına toleranslı şekilde oluşturulmuştur. 802.11 standardı 100 metrelik bir alanda işlediği için sadece 900 nano saniyelik gecikmeleri yok sayarken, WiMAX bunun yaklaşık 1000 katı olan 10 mikro saniyelik gecikmelere karşın bağlantı hızını koruyabilmektedir.

WiMAX standardı 802.11'in bağlantı tabanlı erişim protokolü yerine erişim talepli erişim protokolü kullanmaktadır. Böylece daha az veri çarpışması yaşanmakta ve mevcut ağ genişliği en verimli şekilde kullanılabilir. Çarpışma olmaması veri transferi sırasında band genişliği kaybının olmaması anlamına gelmektedir. Tüm iletişim baz istasyonu tarafından kontrol edilmektedir.

802.16-2004 standardı sahip oldukları elverişli kanal genişliği ve adaptif modülasyon değerine göre daha çok kullanıcının bir arada internetten faydalanmasına imkân tanımaktadır. WiMAX, 802.11' in kullandığı 20 MHz' lik kanal genişliğinden çok daha dar bir kanalda hizmet vererek bant genişliğini boşa harcamamaktadır. Kullanılan kanalın yoğun olması durumunda ise adaptif modülasyon sayesinde kullanıcılar bağlantı halinde tutulabilmektedir.

WiMAX ayrıca kablosuz internet servis sağlayıcılarının (WISP) müşterilerine yüksek kalitede hizmet sunmalarını sağlamaktadır. 802.16-2004 standardı işletmelere

yüksek bant genişliğini garanti ederken bireysel kullanıcılara düşük maliyetli ve yüksek hızda internet olanağı sağlar.

802.16-2004 standardı bir WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) ağ olmasına karşılık neredeyse bir şehrin iki ucu olabilecek bir mesafede, 50 km' lik bir alanda geniş bant internet olanağı sunar.

3.3.3. WiMAX forum

IEEE' nin 802.16 standardını destekleyen firmalar 2003 yılında bir araya gelerek WiMAX Forum' u kurdular. Kâr amacı gütmeyen forumun temel hedefi 802.16 standardına dayalı geniş bant kablosuz interneti geliştirmek ve bu teknolojiyi içeren tüm ekipmanların birbirleriyle uyumlarını ve çalışabilmelerini sağlamaktır. Ürünlerini birbirleriyle ortak kullanıma açan ve standardı kabullenen endüstri liderlerinden oluşan forumun temel ilkelerini IEEE 802.16 standardını desteklemek; standardın kullanımını teşvik etmek ve desteklemek; teknolojinin kullanıldığı ekipmanların sertifikasyonu; küresel anlamda kabul görmek ve kablosuz geniş bandın dünya çapında kullanımını desteklemek olarak sıralanabilir.

WiMAX Forum, özellikle firmaların ürettikleri ekipmanların birbirleriyle uyumlu ve ortak çalışmasına yönelik sertifikasyon uygulaması açısından oldukça önemlidir. Firmalar farklı özelliklere sahip kablosuz çözümler üretmektedirler. Fakat bunlar birbirleriyle uyumlu olarak çalışmadıkları için bir işe yaramamaktadır. 2005 yılında geçerli olan WiMAX Forum sertifikasyonu, sektörün gelişmesine ivme kazandırırken ülkemizde de 2006' nın sonunda firmalara WiMAX lisansı verme hazırlığı başlamıştır.

3.3.3.1. WiMAX için firmaların yaptığı hazırlıklar ve maliyetler

WiMAX Forum 140' tan fazla küresel şirketi bünyesinde barındırır. Bunlar 802.16 standardına ciddi yatırımlar yapmaktadırlar. Örneğin dünyanın önde gelen işlemci üreticisi Intel, Wi-Fi için ürettiği Centrino işlemcisiyle kablosuz internet' te pazar payını büyütüştür. Şimdi ise sabit bilgisayarlarda kablosuz internet kullanımının

öncüsü olmayı hedeflemektedir. Intel, sabit bilgisayarlarda kullanılmak üzere ürettiği WiMAX' a uyumlu "Rosedale" kod ismi duyurduğu PRO/Wireless 5116 çipinin ilk örneklerini müşterilerinin denemelerine sunmuş olup 802.16-2004 standardına uyumlu olan çipin WiMAX Forum' un sertifikasyonundan sonra 2006' da piyasaya sürülmesi beklenmektedir. Intel PRO/Wireless 5116 çipini 2006 ve 2007 yıllarında 802.16e standardıyla uyumlu hale getirerek mobil bilgisayarlar ve PDA' lerde Wi-Fi ve WiMAX özelliklerini bir arada bulundurmayı hedeflemektedir. PRO/Wireless 5116 çipi, bulunduğu ortamda Wi-Fi ve WiMAX standartlarından hangisi elverişliyse onu kullanabilecektir. Intel® PRO/Wireless 5116 genişbant arabirimi, uygun maliyetli WiMAX modemler ve bina içi geçitleri için yonga üzerinde ilk 802.16-2004 sistemidir.

Intel® PRO/Wireless 5116 genişbant arabirimi, ekipman üreticilerinin düşük maliyetle WIMAX ürünleri geliştirebilmeleri imkan sağlamakta ve ekipman üreticilerinin standart tabanlı Intel çözümünün üzerine yeni ve özel uygulamalar eklemelerini kolaylaştıran programlanabilir bir mimariye sahiptir [36].

Aynı şekilde Wavesat firması da, tamamen 802.16-2004 standardına uyumlu DM256 çipini 2006' da piyasaya sürecektir. WiMAX sisteminin kurulmasının maliyetinin bu yılın ikinci yarısında 250- 300 dolar olması beklenirken, bu fiyatın 2007'nin başlarında 100 dolara inmesi beklenmektedir. Aynı zamanda baz istasyonun kurulum maliyeti de kapsama alanına göre 5000\$ ile 100,000\$ arasında değişmektedir. WiMAX teknolojisinin bir başka önemli destekçisi de WiMAX Forum'un kurucularından Nokia' dır. Wi-Fi ve 3G teknolojisine yoğunlaşmak için WiMAX Forum' dan ayrılan dev şirket, WiMAX' i göz ardı edemeyeceğini anlayınca bu kararından bir ay sonra tekrar Foruma dönmüştür

802.16-2004 standardının ilk denemeleri dünyanın farklı bölgelerinde değişik firmalar tarafından yapılmaktadır. Bunlardan en önemlisi Intel' in Çin'de yaptığı denemeler. Haziran 2004' te Intel Dalian ve Chengdu belediye yönetimleriyle yaptığı anlaşmalarla bu bölgelerde WiMAX geliştirme çalışmaları düzenlemeyi başarmıştır.

Öte yandan British Telecom (BT) şirketi de standardın ilk örneklerini Alvarion ekipmanı kullanarak İngiltere’de test etmektedir

Türkiye’ de ise Superonline, İstanbul’ un belirli bölgelerine kurduğu WiMAX baz istasyonları ile test yayınlarına 2005 yılında başlamıştır [35].

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnternet, artık hayatın her alanında karşımıza çıkan sadece bilgisayar ile profesyonel anlamda uğraşan insanların değil, hemen hemen herkesin gerek eğlence, gerek haberleşme, gerekse bilimsel olarak pek çok ihtiyacını karşıladığı bir teknoloji haline gelmiştir.

Fakat bilgisayar ile profesyonel anlamda uğraşan insanların bile bir çoğu internet hakkında teknik bilgilerden yoksun kalmışlardır. Bunun başlıca sebebi de bu alanda bulunan Türkçe kaynakların çok büyük bir kısmının İnternet’i teknik olarak anlatmak yerine, tiraj kaygısıyla hazırlanıp, Son kullanıcıya hitaben yazılmış olmasıdır.

Bu çalışmada kısaca internet’in ne olduğu ve tarihi üzerinde durulduktan sonra internet üzerinde kullanılan iletişim protokolleri, ağ teknolojileri ve internete erişim teknolojileri üzerinde durulmuştur. İnternetin hemen hemen her eve girmesini sağlayan DSL teknolojileri detaylı bir şekilde anlatıldıktan sonra kablosuz internet erişim teknolojileri anlatılmıştır. Kablosuz internet erişim teknolojilerinden Wi-Fi anlatıldıktan sonra geleceğin internet erişim teknolojisi olarak gösterilen 802.16 (WiMAX) teknolojisi üzerinde durulmuştur.

50 km’lik bir alanda 70 Mbt/sn veri transferi vadeden teknoloji, kablo ve DSL’in ulaşmadığı noktalara geniş bant interneti götürmeyi hedeflemektedir. 802.16e standardı sayesinde tüm şehirde ya da otobüs veya trende seyahat ederken PDA ve dizüstü bilgisayarlarda hatta WiMAX uyumlu cep telefonlarında DSL hızında İnternet 3-4 yıl içinde ulaşılabilir olacaktır. Genişbant internette yaşanan gelişmelerin ve yeniliklerin hızını dikkate alırsak, teknolojinin ilerlemesi kadar fiyatların da ucuzlaması sağlanabilirse önümüzdeki on yıllar içinde televizyona benzer şekilde her eve gireceğini tahmin etmek çok da abartılı olmayacaktır.

İletişim denince akla ses iletişiminin geldiği yıllarda internete, dial-up erişim sayesinde sesin taşındığı sistemler (Telekom Santralleri) üzerinden erişebiliyorduk. Bu da interneti teorik olarak 64 kb/sn pratik olarak ta 56 kb/sn bant genişliği ile sınırlıyordu. Günümüzde ise bant genişliği ses ve internet ayrı sistemler üzerinden taşınarak ileri internet erişim teknolojileri sayesinde 70 Mb/sn' lere ulaşmıştır. Hatta VoIP (Voice over IP) uygulamaları ile ses de yavaş yavaş internet üzerinden taşınmaya başlamıştır. İlerleyen teknolojilere, insanların gereksinimlerine ve önceliklerinin değişimine bakıldığında gelecekte artık ses sistemlerinin yerini internet erişim sistemlerine bırakacağını söyleyebiliriz. Yani iletişimin tamamen internet yani IP üzerinden yapılacağı görülmektedir. İletişimin bir zaruret olduğunu düşünüldüğünde ileriki yıllarda iletişime ihtiyacı olan herkesin her yerden internete ulaşabileceği sistemlerin geliştirileceğini öngörebiliriz.

Bu sistemler, daha geniş bant genişliği sunacak kablolu sistemler olabileceği gibi ağırlıklı olarak serbest dolaşım imkanı veren kablosuz sistemler olacaktır. Yakın gelecekte WiMAX (802.16) teknolojisinin, GSM telefonlarının kablolu telefonların önüne geçtiği gibi kablolu internet erişim teknolojilerinin önüne geçeceği düşünülebilir. Bu yüzden internet erişim teknolojileri konusundaki çalışmaların kablosuz sistemler üzerine yoğunlaştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ÇÖLKESEN, R., Network Tcp/Ip Unix El Kitabı, Papatya Yayıncılık, 1999
- [2] GÜVENİR, H., Dergi Bilkent Sayı: 4 ISSN 1305-5178 Aralık 2005
- [3] STALLINGS, W., Data And Computer Communications, Prentice-Hall, 1997
- [4] TANENBAUM, A., Computer Networks (3. Edition), Prentice-Hall, 1996
- [5] DERFLER, F.J., Network Sistemleri Ve Bilgisayar Bağlantı Klavuzu, Sistem Yayıncılık, 1998
- [6] BARKIN, Y., Meteksan Sistem Network Eğitim Kitabı, 2003
- [7] UTKU, S., İnternetworking & TCP/IP, Armada Yayıncılık, 2000
- [8] ÇÖLKESEN, R., Doç. Dr Örencik B., Bilgisayar Haberleşmesi Ve Ağ Teknolojileri, Papatya Yayıncılık, 1999
- [9] <http://sunsite.bilkent.edu.tr/pub/linux/linux-tr/lis/lis-8.htm>
- [10] <http://www.po.metu.edu.tr/links/inf/css25/bolum1.html#2>
- [11] KAPLAN, Y., Veri Haberleşmesi Temelleri, Papatya Yayıncılık, 2000
- [12] Telekomünikasyon Kurumu Sektörel Araştırmalar ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı; Rapor No:3, Eylül 2001

- [13] Erişim şebekeleri Planlama ve Proje Hazırlama Esasları, Türk Telekom A.ř. Etüt Proje ve Yatırım D.Başkanlığı İç şebeke Müd., 2001
- [14] http://www.turktelekom.com.tr/webtech/default.asp?sayfa_id=57
- [15] GEİER, J., Wireless LANs, Wireless System Entegration, Second edition, Chapter 6, İndiana, ABD 2002
- [16] <http://www.wifinder.com/>
- [17] Wi-Fi Alliance, 2 February 2004, Enablig the future of Wi-Fi Public Access
- [18] ÖZDEMİR, M., April 2003, Wireless LAN Technology & Security Update, Cisco Systems Inc.
- [19] MINOLI, D., Telecommunications Technology Handbook, Chapter 8, Wireless Technologies: WPAN, WLAN, and WWAN, Second Edition, Artech House, Boston London, 2003
- [20] JOSE S., 21 January 2004, Intel Press Relaase, Intel Outlines Broadband Wireless Vision
- [21] RAMADIN, D., K., Overview of Wireless Broadband Technologies, Intel Corporation
- [22] <http://www.wlana.org/learn/educate1.htm>
- [23] <http://standards.ieee.org/resources/development/index.html>
- [24] http://www.webopedia.com/quick_ref/WLANStandards.asp
- [25] <http://en.wikipedia.org/wiki/HIPERLAN>

- [26] <http://portal.etsi.org/bran/kta/Hiperlan/hiperlan2tech.asp>
- [27] JOHNSON, M., 1999, HiperLAN/2 Global Forum, HiperLAN2 – The Broadband Radio Transmission Technology Operating in the 5 GHz Frequency Band
- [28] <http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp>
- [29] <http://www.bluetoothurkey.com/bluetooth%20nedir.htm>
- [30] <http://www.homenethelp.com/web/explain/about-homerf-2b.asp>
- [31] <http://www.netsis.com.tr/goksel/Wireless/wt.htm>
- [32] <http://www.cwt.vt.edu/faq/default.htm>
- [33] <http://www.intel.com/business/bss/infrastructure/wireless/solutions/benefits.htm>
- [34] http://www.weca.net/OpenSection/why_Wi-Fi.asp?TID=2#Wi-Fi_is_Freedom
- [35] [http://www.wimaxturkiye.com/index.php?option=com_content&task=view
&id=5&Itemid=6](http://www.wimaxturkiye.com/index.php?option=com_content&task=view&id=5&Itemid=6)
- [36] <http://www.teknobilgi.com/main.asp?InNewsTypeId=7>

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Elazığ' da doğdu. İlk ve orta okulu Elazığ, Ankara ve Mersin' in çeşitli okullarını okuduktan sonra liseyi Mersin Atatürk Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Bölümü' nden 1993 yılında mezun oldu. Lisans eğitimini ise Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik ve Elektronik Bölümü' nde 1998 yılında tamamladı. Aynı yılda göreve başladığı Türk Telekom Sakarya İl Müdürlüğü' nde halen Bilişim Ağları Müdürlüğü ADSL Servisi' nde Sistem Mühendisi olarak görev yapmaktadır.