

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

İSTATİSTİK VE BİLGİSAYAR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**KABLOSUZ YEREL ALAN AĞLARI
VE
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ'NDE BİR UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Volkan KAPUCU

MUĞLA 2005

Dizin Terimleri: (Dizin terimleri listelerinden seçiniz. İmleci dizin terimini girmek istediğiniz kutucuğa getiriniz. Kutucuğun yanındaki linke tıklayınız. Gelen alfabetik listeden uygun harfi seçiniz. Aradığınız terimi listede tarayıp bulduğunuzda tıklayınız. Terim uygun kutucuğa yerleşeceği
Uyarı: Dizin terimi seçmek için yapılan ilk tıklamada Tez Tarama sayfası açılabilmektedir. Kapatıp liste linkini ikinci kez tıkladığınızda sorun çözülecektir.)

Türkçe Dizin Terimleri

Kablosuz ağlar	Türkçe
Yerel alan ağları	Türkçe
	Türkçe
	Türkçe
	Türkçe

İngilizce Dizin Terimleri

Wireless networks	İngilizce
Local area networks	İngilizce
	İngilizce
	İngilizce
	İngilizce

Önerilen Dizin Terimleri: (YÖK Dizin terimleri listelerinde bulamayıp önerdiğiniz terimler)

Türkçe	İngilizce
Kablosuz Yerel Alan Ağları	Wireless Local Area Networks

Tezin Metin Formatı Dışındaki Ekleri : (Aynı türden 1'den çok dosyanız varsa ilgili kutuda dosya adlarını noktalı virgül (;) ile ayırınız)

Resim: Dosya adı: _____

Harita: Dosya adı: _____

Görüntü: Dosya adı: _____

Ses: Dosya adı: _____

Program: Dosya adı: _____

Diğer: Lütfen Belirtiniz: _____ Dosya adı: _____

Kısıtlama Yok : Kısıtlama Var: Kısıtlama Bitiş Tarihi: _____ (gg/aa/yyyy)

Proje desteği aldıysa
 Proje no : _____

Tarih:20.06.2005.....

İmza _____

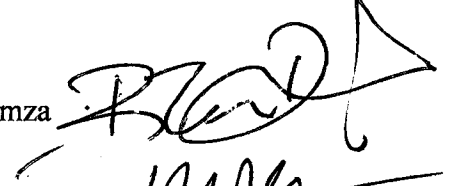
[Handwritten Signature]

Bu belgenin İnternet adresi : http://www.yok.gov.tr/tez/veri_giris5.htm

Prof.Dr. Mübariz EMİNOV danışmanlığında Volkan KAPUCU tarafından hazırlanan bu çalışma ~~2006-2005~~ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd.Doç.Dr. Taner DİNÇER

İmza :



ye : Prof.Dr. Mübariz EMİNOV

İmza :



ye : Yrd.Doç.Dr. Mahmut TENRUH

İmza :



ÖNSÖZ

Kablosuz iletişim teknolojileri, geniş perspektiften bakıldığında, kişilere sınırsız özgürlük tanıyacak, kurumların ise çok daha etkin çalışmalarını sağlayacak bir teknolojidir. Kablosuz iletişim sadece hareketli kullanıcıların erişimini arttırmakla kalmayıp aynı zamanda sabit ofis ve ev cihazlarının kablolama giderlerini de düşürmektedir.

Kablosuz Yerel Alan Ağlarının (Kablosuz LAN, Wireless LAN) Muğla Üniversitesi'ndeki uygulaması için, çeşitli standartlar ve teknolojilerin ışığı altında bir mimari geliştirilmiştir. Geliştirilen kablosuz LAN'da veri trafik analizini araştırmak için MRTG grafik oluşturma programı kullanılmıştır. Ftp protokolü ile hem kablolu hem de kablosuz yapılarda veri paketlerinin akış trafiğindeki performans göstergeleri elde edilmiştir. Bu yapılarda istemci sayısının artması durumunda veri hızının ne gibi değişikliğe uğradığı incelenmiştir.

Çalışmam boyunca, yönlendirici ve yol gösterici olan ve değerli görüş, öneri ve deneyimlerini benden esirgemeyen tez danışmanım Sn. Prof.Dr. Mübariz EMINOV'a, araştırma ve inceleme çalışmalarım için gerekli kolaylığı sağlayan ve olumlu görüşleri ile çalışmalarım katkıda bulunan öncelikle Daire Başkanım Sn. Osman KELEŞ'e, ve değerli arkadaşlarım Aydın KOÇAK'a, Selçuk KURT'a, Sernur YASSIKAYA'ya, Ceyhun KAPUCU'ya, değerli görüşleri ile tezin çerçevesinin belirlenmesine ve şekillenmesine yardımcı olan Sn. Yrd.Doç.Dr. Taner DİNÇER'e, maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili annem ve babama, moral desteği ile her zaman her konuda beni sınırsız destekleyen ve yanımda olan Nurhayat KOCATÜRK'e teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	II
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLULAR DİZİNİ	XIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR	XVI
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Kablolü LAN	3
2.1.1. Ağ Düğümleri	3
2.1.2. Bağlantı Ortamı	3
2.1.2.1.Ağ Topolojileri	4
2.1.3. Ağ Haberleşme Protokolleri	5
2.1.4. Ağ Cihazları	6
2.1.5. Kablolüden Kablosuza Geçiş	7
2.2. Kablosuz LAN	7
2.2.1. Kablosuz LAN'ın Tarihi	7
2.2.2. Radyo Frekansın Temelleri	9
2.2.2.1.Elektromanyatik Spektrum	9
2.2.2.2.Kablosuz LAN'da Bant Genişliği	10
2.2.2.3.Kablosuz LAN Frekans Bandları	11
2.2.3. Kablosuz Veri İletim Sistemleri	14
2.2.3.1.İşaret Tipleri ve Modülasyon	16
2.2.3.2.Çoklu Erişim ve Çoğullama Yöntemleri	17
2.3. Kablosuz LAN Teknolojileri	19
2.3.1. Mikrodalga Teknolojisi	19
2.3.2. Kızılötesi Teknolojisi	20
2.3.3. Radyo Frekans Teknolojileri	21
2.3.3.1.Dar Bant Tekniği	21
2.3.3.2.Dağınık Spektrum Tekniği	22
2.3.3.3.Dikey Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) Tekniği ...	28
2.4. Kablosuz İletişim Ağ Yapıları	29

2.4.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar	29
2.4.1.1.Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN)	30
2.4.1.2.Kablosuz Metropol Alan Ağları (WMAN)	31
2.4.1.3.Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN)	31
2.4.1.4.Kablosuz Kişisel Alan Ağları (WPAN)	33
2.5. Kablosuz LAN Sistemlerinin Mimari Yapısı	36
2.5.1. Bir Kablosuz LAN'ın Mantıksal Mimarisi ve Bileşenleri...	36
2.5.2. Bir Kablosuz LAN'ın Fiziksel Mimarisi ve Bileşenleri ...	37
2.5.2.1.Cihazdan – Cihaza Çalışma Modeli (Peer-to-peer) ...	38
2.5.2.2.Alt yapı Çalışma Modeli (Infrastructure)	39
2.5.2.3.Genişletilmiş Alt yapı Çalışma Modeli	40
2.6. Kablosuz LAN Standartları ve Düzenlemeleri	41
2.6.1. Standardizasyon Kuruluşları ve Çalışmaları	42
2.6.1.1.ETSI -Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü	43
2.6.1.2.IEEE- Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü ...	43
2.7. Kablosuz LAN'ın Avantajları ve Dezavantajları	48
2.7.1. Kablosuz LAN Sistemlerinin Avantajları	48
2.7.2. Kablosuz LAN Sistemlerinin Dezavantajları	50
3. MATERYAL ve YÖNTEM	54
3.1. Çoğul Yönlendiricili Trafik Çizici (MRTG) ve Kurulumu	56
3.1.1. MRTG'nin Özellikleri	57
3.1.2. Windows Üzerine MRTG Kurulumu	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	63
4.1. Muğla Üniversitesi'nde Bir Kablosuz LAN Uygulaması	63
4.1.1. Trafik Analizleri	69
4.1.1.1.Kablolu LAN Trafik Analizleri	71
4.1.1.2.Kablosuz LAN Trafik Analizleri	97
4.1.1.3.Kablolu ve Kablosuz LAN Trafiklerinin Ortak Analizleri	121
4.1.1.4.Kablolu ve Kablosuz LAN Trafiklerinin İstatistiksel	
Olarak İncelenmesi	125
SONUÇLAR ve TARTIŞMA	131
KAYNAKLAR	134
EKLER	137
EK-1 Günlük, haftalık, aylık ve yıllık MRTG görüntüleri	137

EK-2	2 Adet Kablolü İstemcinin Bulunduğu Kablolü LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	138
EK-3	3 Adet Kablolü İstemcinin Bulunduğu Kablolü LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	139
EK-4	4 Adet Kablolü İstemcinin Bulunduğu Kablolü LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	140
EK-5	5 Adet Kablolü İstemcinin Bulunduğu Kablolü LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	141
EK-6	6 Adet Kablolü İstemcinin Bulunduğu Kablolü LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	142
EK-7	1 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	143
EK-8	2 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	144
EK-9	3 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	146
EK-10	4 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	148
EK-11	5 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	150
EK-12	6 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları	152
	ÖZGEÇMİŞ	154

KABLOSUZ YEREL ALAN AĞLARI VE MUĞLA ÜNİVERSİTESİ'NDE BİR UYGULAMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Volkan KAPUCU

MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2005

ÖZET

Bu çalışmada, geniş bantlı veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak radyo frekansı veya kızılötesi ışınları kullanan ve bina içi, binalar arası veya kampus gibi sınırlı bir alanda çalışan Kablosuz Yerel Alan Ağlarında (Kablosuz LAN) kullanılan teknolojiler, mimariler, büyüklüklerine göre çeşitleri, standartlar, avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Muğla Üniversitesi'ndeki uygulamasına yönelik, seçilen standart ve teknolojilere dayanarak kablosuz LAN mimarisi geliştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen bu kablosuz LAN uygun ortam ve teknik donanımlarla belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu gerçekleştirilen kablosuz LAN'da veri trafik analizini araştırmak için MRTG grafik oluşturma arayüz programı kullanılmıştır. Ftp protokolüne ait veri paketlerinin akış trafiğindeki performans göstergeleri elde edilmiştir. Bu göstergeler değerlendirilerek kablosuz LAN mimarisinin iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Kablosuz Yerel Alan Ağı, Erişim Noktası, Radyo Frekans, Spektrum, Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi Frekans Bantları (ISM), IEEE 802.11, Kızılötesi, Bluetooth Sistemi, Çok Yönlendirici Trafik Çizici (MRTG)

Sayfa adedi : 154

Tez Yöneticisi : Prof.Dr.Mübariz EMİNOV

**WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS AND AN APPLICATION IN THE
UNIVERSITY OF MUĞLA**

(M.Sc. Thesis)

Volkan KAPUCU

**MUĞLA UNIVERSITY
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

2005

ABSTRACT

In this thesis, Wireless Local Area Network technologies, architectures, their sorts according to their lengths, standarts, their pros and cons have been analyzed. These Technologies provide broad band communication, as a medium for communication, they use radio frequency, infrared rays and they oparate indoor and outdoor, in restricted areas like a campus site. In regard with the application of the system in the University of Muğla, based on chosen standards and technologies, existing wireless LAN architecture has been improved. This eventually improved current wireless LAN has been realized by means of technical equipment and suitable medium specifications. For analyzing data traffic, we use MRTG graphic forming programme. Performance indicators in data package flow ftp traffic protocol have been obtained. By evaluating these indicators, advices have been offered for the improvement of wireless LAN architecture.

Key Words: Wireless Local Area Networks, Access Point, Radio Frequency, spectrum, Industrial, Scientific ve Medical (ISM) frequency bands, IEEE 802.11, infrared, bluetooth, Multi Router Traffic Grapher (MRTG).

Page number : 154

Adviser : Prof.Dr.Mübariz EMİNOV

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Yol topolojisi	4
Şekil 2.2. Halka topolojisi	5
Şekil 2.3. Yıldız topolojisi	5
Şekil 2.4. OSI modeli	6
Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrum	10
Şekil 2.6. ISM bant genişlikleri	11
Şekil 2.7. Lisanssız ISM frekans bantları	12
Şekil 2.8. 802.11b kanallarının yaklaşık olarak spektral yerleşimi	15
Şekil 2.9. Çakışmayan kanallar	15
Şekil 2.10. Çoklu erişim yöntemleri	18
Şekil 2.11. Dar bant ve dağınık spektrum işaretleri	23
Şekil 2.12. FHSS tekniğinde zaman- frekans ilişkisi	24
Şekil 2.13. FHSS tekniğinde frekans, güç ve zaman ilişkisi	24
Şekil 2.14. DSSS tekniğinde kodlanmış veri	26
Şekil 2.15. DSSS tekniğinde gerçek veri ve kodlanmış veri	26
Şekil 2.16. DSSS tekniğinde spektrum görünümü	27
Şekil 2.17. DSSS tekniğinde frekans, güç ve zaman ilişkisi	27
Şekil 2.18. DSSS kanalları	28
Şekil 2.19. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar	30
Şekil 2.20. Piconet ve Scatternet	35
Şekil 2.21. Kablosuz iletimin OSI modelindeki yeri	37
Şekil 2.22. Cihazdan-cihaza çalışma modeli	38
Şekil 2.23. Binalar arası cihazdan – cihaza çalışma modeli (köprü)	38
Şekil 2.24. Cihazdan – çok cihaza çalışma modeli	39
Şekil 2.25. Kablosuz LAN Altyapı Çalışma Modeli	40
Şekil 2.26. Genişletilmiş altyapı çalışma modeli	40
Şekil 2.27. Kablonun çekilmesinin zor olduğu bir yapı	49
Şekil 3.1. Erişim noktası (Access Point, AP)	54
Şekil 3.2. Erişim noktası ayarı	55
Şekil 3.3. Kablosuz Ağ Arayüz Kartları (Wireless NIC)	55
Şekil 3.4. Standart bir MRTG trafik izleme grafiği	56

Şekil 3.5. İşletim sisteminde SNMP protokolünün aktif hale getirilmesi ...	58
Şekil 3.6. MRTG'nin sürekli açık kalmasını sağlayan program: FireDaemon	61
Şekil 3.7. Sürekli açık kalması gereken MRTG için girilen bilgiler	62
Şekil 4.1. Kablosuz erişim cihazı ve PC'lerin bulunduğu yapı	63
Şekil 4.2. Tanımlama Ayarları	64
Şekil 4.3. Donanımı etkileyen ayarlar	65
Şekil 4.4. İlişki Tablosu: Kablosuz erişim cihazı ve bu cihaza bağlanan PC'ler	66
Şekil 4.5. Kablosuz ağ bağlantı durumu	66
Şekil 4.6. Kablosuz erişim noktasına bağlanan bir PC'ye ait bilgiler	67
Şekil 4.7. Kablosuz erişim noktasına çok uzak olan bir PC'ye ait bilgiler	68
Şekil 4.8. Kablosuz erişim noktasına uzak olan bir dizüstü bilgisayarına ait bilgiler	69
Şekil 4.9. 1 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	72
Şekil 4.10. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik	72
Şekil 4.11. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	73
Şekil 4.12. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik	74
Şekil 4.13. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	74
Şekil 4.14. 2 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	75
Şekil 4.15. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	76
Şekil 4.16. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali ..	76
Şekil 4.17. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	77
Şekil 4.18. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	78
Şekil 4.19. 3 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	78
Şekil 4.20. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	79
Şekil 4.21. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer	

etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	80
Şekil 4.22. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	80
Şekil 4.23. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	81
Şekil 4.24. 4 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	82
Şekil 4.25. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	82
Şekil 4.26. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	83
Şekil 4.27. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	84
Şekil 4.28. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	85
Şekil 4.29. 5 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	86
Şekil 4.30. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	86
Şekil 4.31. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	87
Şekil 4.32. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	88
Şekil 4.33. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	88
Şekil 4.34. 6 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı	89
Şekil 4.35. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	90
Şekil 4.36. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	91
Şekil 4.37. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	91
Şekil 4.38. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	92
Şekil 4.39. Tüm kablolu yapılarında 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci	

sayısına göre grafiği	93
Şekil 4.40. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği	94
Şekil 4.41. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği	95
Şekil 4.42. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği	96
Şekil 4.43. 1 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	97
Şekil 4.44. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen MRTG grafiği	97
Şekil 4.45. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	98
Şekil 4.46. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen MRTG grafiği	99
Şekil 4.47. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	100
Şekil 4.48. 2 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	100
Şekil 4.49. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	101
Şekil 4.50. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	102
Şekil 4.51. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	102
Şekil 4.52. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	103
Şekil 4.53. 3 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	104
Şekil 4.54. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	104
Şekil 4.55. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	105
Şekil 4.56. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu	

transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	106
Şekil 4.57. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	106
Şekil 4.58. 4 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	107
Şekil 4.59. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	108
Şekil 4.60. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	108
Şekil 4.61. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	109
Şekil 4.62. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	110
Şekil 4.63. 5 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	111
Şekil 4.64. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	111
Şekil 4.66. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	112
Şekil 4.67. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	113
Şekil 4.68. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	113
Şekil 4.69. 6 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı	114
Şekil 4.70. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	115
Şekil 4.71. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali .	115
Şekil 4.72. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği	116
Şekil 4.73. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali	117
Şekil 4.74. Tüm kablosuz yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği	118
Şekil 4.75. Tüm kablosuz yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer	

edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği	119
Şekil 4.76. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği	120
Şekil 4.77. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği	121
Şekil 4.78. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerlerinin istemci sayısına göre değişimi grafiği	123
Şekil 4.79. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerlerinin istemci sayısına göre değişimi grafiği	124

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Spektral bölgeler, frekans aralıkları ve dalga boyları	9
Tablo 2.2. Radyo frekansları, bant genişlikleri ve dalga boyları	13
Tablo 2.3. 802.11b radyo frekans bantları ve kullandığı coğrafi alanlar	13
Tablo 2.4. Tipik mikrodalga transmisyona mesafeleri	19
Tablo 2.5. Kızılötesi teknolojinin avantaj ve dezavantajları	21
Tablo 2.6. Kablosuz iletişim ağı teknolojileri	30
Tablo 2.7. IEEE 802.11x standartları ve genel özellikleri	32
Tablo 2.8. Diğer IEEE 802.11x standartları ve genel işlevleri	33
Tablo 2.9. Bluetooth'un genel özellikleri	35
Tablo 2.10. HomeRF'in genel teknik özellikleri	36
Tablo 2.11. Temel kablosuz LAN standartları	42
Tablo 4.1. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler	72
Tablo 4.2. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler	74
Tablo 4.3. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	76
Tablo 4.4. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	77
Tablo 4.5. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	79
Tablo 4.6. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	81
Tablo 4.7. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	83
Tablo 4.8. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	84
Tablo 4.9. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	87
Tablo 4.10. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	88

Tablo 4.11. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	90
Tablo 4.12. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	92
Tablo 4.13. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları	93
Tablo 4.14. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri	94
Tablo 4.15. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları	95
Tablo 4.16. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri	96
Tablo 4.17. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler	98
Tablo 4.18. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler	99
Tablo 4.19. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	101
Tablo 4.20. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	103
Tablo 4.21. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	105
Tablo 4.22. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	106
Tablo 4.23. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	108
Tablo 4.24. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	109
Tablo 4.25. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	112
Tablo 4.26. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	113
Tablo 4.27. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	115

Tablo 4.28. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler	116
Tablo 4.29. Tüm kablosuz yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları	118
Tablo 4.30. Tüm kablosuz yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri	119
Tablo 4.31. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları	120
Tablo 4.32. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri	121
Tablo 4.33. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun kablolu yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri..	122
Tablo 4.34. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun kablolu yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri..	124
Tablo 4.35. Ki-kare tablosu	125
Tablo 4.36. 5 adet 1 GB'lık dosya grubuna göre kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu	126
Tablo 4.37. 100 adet 50 MB'lık dosya grubuna göre kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu	127
Tablo 4.38. Kablolu yapıya göre dosya grupları için 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu	128
Tablo 4.39. Kablosuz yapıya göre dosya grupları için 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu	129

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltma	Açıklama
AM	Amplitude Modulation Genlik Modülasyonu
AP	Access Point, Erişim Noktası
BRAN	Broadband Radio Access Networks Geniş bant Radyo Erişim Şebekeleri
BSS	Basic Service Set Temel Servis Kümesi
CDMA	Code Division Multiple Access Kod Bölmeli Çoklu Erişim
CEPT	Conference of European Postal and Telecommunications Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
dB	Decibel Desibel
dBc	dB relative to the carrier power Taşıyıcı gücüne oranlı dB
dBm	dB referenced to one milliwatt 1 mW referansa göre dB
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DFS	Dynamic Frequency Selection Dinamik Frekans Seçimi
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum Düz Sıralı Dağınık Spektrum
ESS	Extended Service Set Genişletilmiş Servis Kümesi
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

	Avrupa Telekomünikasyon Standardları Enstitüsü
FCC	Federal Communications Commission
	ABD Telekomünikasyon Düzenleyici Otoritesi
FDMA	Frequency Division Multiple Access
	Frekans Bölümlemeli Çoklu Erişim
FDD	Frequency Division Duplexing
	Frekans Bölmeli Çiftleme
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
	Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum
FM	Frequency Modulation
	Frekans Modülasyonu
FTP	File Transfer Protocol
	Dosya Transfer Protokolü
GHz	Gigahertz
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile
	Cep telefonu sistemi
HiperLAN	High Performance Radio LAN
	Yüksek Performanslı Telsiz LAN
HomeRF	Home Radio Frequency
Hotspot	Erişim Alanı
http	Hyper Text Transfer Protocol
	Yüksek Metin Transfer Protokolü
IBSS	Independent Basic Service Set
	Bağımsız Temel Servis Kümesi
IEEE	The Institute of Electrical and Electronic Engineers
	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IIS	Internet Information Service
IP	Internet Protocol
	İnternet Protokolü
IrDA	Infrared
	Kızılötesi
ISM	Industrial, Scientific and Medical
	Endüstriyel, Bilimsel ve Sağlık

ISO	International Standarts Organization, ISO Uluslararası Standartlar Organizasyonu
ITU	International Telecommunication Union Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
Kbps	Kilo bits per second Saniyedeki kilo bit miktarı
kHz	Kilohertz (1000 Hertz)
LAN	Local Area Network, Yerel Alan Ağı,
MAC	Media Access Control Ortam Erişim Kontrolü
Mbps	Megabit per second
MHz	Megahertz
MMAC	Multimedia Mobile Access Communications Systems
MRTG	Multi Router Traffic Grapher Çok Yönlendirici Trafik Çizici
mW	Milliwatt
NIC	Network Interface Card Ağ Bağlantı Arabirimi
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Dikey Frekans Bölmeli Çoklama
OSI	Open System Interconnection Açık Sistem Bağlantıları
PAN	Personal Area Networks Kişisel Alan Ağları
PC	Personal Computer Kişisel Bilgisayar
PDA	Personal Digital Assistant, Cep Bilgisayarı veya Kişisel Sayısal Yardımcı
PDU	Protocol Data Unit Protokol Veri Birimi
Perl	Practical Extraction and Report Language
P-WLAN	Public WLAN Kamuya Açık WLAN

QoS	Quality of Service Hizmet Kalitesi
RF	Radio Frequency Telsiz Frekansı
SNMP	Simple Network Management Protocol Basit Network Yönetim Protokolü
SSID	Service Set Identifier Servis Belirleme Tanımlayıcısı
SST	Spread Spectrum Technology Dağınık Spektrum Teknolojisi
SWAP	Shared Wireless Application Protocol Paylaşımli Kablosuz Uygulama Protokolü
TCP	Transmission Control Protocol İletim Kontrol Protokolü
TDD	Time Division Duplexing Zaman Bölmeli Çiftleme
TDMA	Time Division Multiple Access Zaman Bölümlemeli Çoklu Erişim
TPC	Transmit Power Control İletim Güç Kontrolü
UHF	Ultra High Frequency Aşırı Yüksek Frekans
UNII	Unlicensed National Information Infrastructure Lisanssız Ulusal Bilgi Altyapısı
WEP	Wired Equivalent Privacy, Kablolü Eşdeğeri Güvenlik
WISP	Wireless Internet Service Provider Kablosuz İnternet Servis Sağlayıcı
Wi-Fi	Wireless Fidelity Kablosuz Bağlılık
WLAN	Wireless Local Area Network Kablosuz Yerel Alan ağı
WLIF	WLAN Interoperability Form WLAN Uyumluluk Formu

WPAN	Kablosuz Kişisel Alan Ağı, Wireless Personal Area Network
WRC	World Radiocommunication Conference Dünya İdari Radyo Konferansı
WWAN	Kablosuz Geniş Alan Ağı Wireless Wide Area Network
3G	3rd Generation Üçüncü Nesil



1. GİRİŞ

Yeni ve gelişen yaşam tarzımızın etkisiyle, çevremizdeki geleneksel ağ yöntemlerinin yetersiz olduğu kanıtlanmıştır. Eğer kullanıcılar fiziksel olarak, kablolar ile bir ağa bağlı olmak zorunda iseler, hareketlilikleri etkili bir şekilde azalacaktır. Kablosuz bağlanabilirlik ağ kullanıcılarına, belli bir alanda oldukça fazla serbest hareketlilik imkânı sağlar. Kablosuz teknoloji, sabit ya da kablolu ağların geleneksel dünyasına etkili bir şekilde giriş yapmıştır. Bu değişim, olağan bir ilkeyi açık bir şekilde ileriye götürmüştür.

Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks, Kablosuz LAN), bir bina ya da bir grup bina içinde yani daha küçük alanlar içinde sunucular, yazıcılar ve diğer uç nokta aygıtlara bağlanmak için radyo dalgalarını ve kızılötesi ışınlarını kullanır. Bununla birlikte kablosuz teknoloji cep telefonları ile konuşan, dizüstü bilgisayarlar ile donatılmış, zamanının çoğunu çalışma masasından uzakta geçiren, toplantılara katılan, çapraz organizasyonlu takımlarında çalışan hareketli kullanıcıları akla getirir. Kablosuz LAN, bu şekilde çalışan ve bilgilerine herhangi bir yerden ulaşmak isteyen çalışanlar için uygun bir ortam sağlar. Kablosuz LAN'lar kullanıcılara, uygulamalara ve cihazlara paylaşımlı erişiminin, kullanıcılar arasında dosya değişiminin, elektronik posta ile haberleşmenin üstünlüklerini sunar. Kablosuz LAN, kablolu LAN'ların yerine ya da kablolu LAN'ların sınırlarını genişletmek için kullanılabilir. Kablosuz LAN bağlantıları kablolu karşılıklarına göre biraz pahalı olsa dahi, performans ve LAN teknoloji standardizasyonu kriterleri kablosuz LAN'ı cazibeli bir seçenek yaparak, fiyatları düşürmekte ve kabul edilebilirliği artmaktadır. Kurumsal ve kişisel kullanımın dışında restoranlar, otobüs terminalleri, oteller, büyük alışveriş merkezleri, tren istasyonları, hava alanları, cadde ve sokaklar gibi kamuya açık alanlarda erişim alanları vasıtasıyla verilen kablosuz internet hizmetinin de hızla artmakta olduğu görülmektedir.

Kablosuz LAN sistemlerinde radyo frekansı haricinde çok az miktarda kızılötesi (Infrared, Irda) teknolojisi de kullanılmaktadır. Kızılötesi sistemler; görünür ışığın hemen altındaki kızılötesi ışınları kullanarak veri iletişimi gerçekleştiren teknolojiye sahiptir. 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 10m. olduğundan oldukça kısadır. Bu tür sorunları nedeniyle kızılötesi sistemler yaygın olarak

kullanılmamaktadır. Oysa radyo frekansı kullanan kablosuz LAN'larda görüş hattı ile ilgili bir sorun yaşanmamaktadır.

Kablosuz LAN teknolojisinin incelenmesi, bir kablosuz LAN'ın oluşturulması ve veri trafiğinin analizi konusunda yapılan bu çalışmanın giriş bölümünün ardından kablolu LAN, kablosuz LAN kısaca açıklanmış ve devamındada kablosuz veri iletim sistemleri hakkında kısa bilgiler verilerek kablosuz LAN teknolojileri başlığı altında mikrodalga, kızılötesi ve özellikle radyo frekans teknolojileri hakkında bilgiler verilmiştir. Radyo frekans teknolojilerinde dağınık spektrum (spread spectrum), Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum (FHSS), Düz Sıralı Dağınık Spektrum (DSSS) ve Dikey Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) modülasyon teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. Altıncı bölümde ise kablosuz ağlar büyüklüklerine göre değerlendirilerek, IEEE 802.11x, HiperLAN standartları ve Bluetooth ve HomeRF sistemleri hakkında ön bilgiler verilmiştir. Kablosuz LAN sistemlerinin mimari yapısı isimli yedinci bölümde ise mimari yapılar, yani topolojiler incelenmiştir. Daha sonra kablosuz LAN standartları ve düzenlemeleri hakkında bilgiler verilmiştir. Uygulama öncesinde de kablosuz LAN'ın avantajları ve dezavantajları belirtilmiştir.

Uygulama kısmında ise önce bir adet kablolu istemcinin olduğu kablolu yapı oluşturularak, sunucuda daha önceden oluşturulan iki adet dosya grubu sırasıyla ftp ile transfer edilmiş ve gerekli grafikler elde edilmiştir. Daha sonra yapıda istemci sayısı artırılarak her istemcinin aynı anda aynı dosyayı transfer etmesi ile yine aynı istemciden (1. istemci) elde edilen grafikler oluşturulmuştur. Bu işlem aynı şekilde kablosuz ortam oluşturularak aynı dosyaların aynı anda transfer edilmesiyle yine 1. istemciden ortalama veri hızları grafikleri elde edilmiştir. Bu grafiklerin incelenmesi sonucunda kablolu ve kablosuz yapıda istemcinin artması, ortalama veri hızına etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu araştırma bir kez de istatistiksel olarak incelenmiştir. Sonuç bölümünde ise analiz değerlendirmeleri yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kablolu LAN

Kablolu yerel alan ağı (LAN), küçük bir alanda çok değişik veri iletişim terminal donanımları arasında iki yönlü iletişimi sağlamak üzere tasarlanmış bir veri iletişim ağıdır. Her hangi bir kablolu LAN'ı oluşturan başlıca dört unsur vardır (Arslan, 2000):

- Ağ düğümleri
- Bağlantı ortamı
- Ağ haberleşme protokolleri
- Ağ cihazları

2.1.1. Ağ Düğümleri

Kablolu LAN üzerindeki bir düğüm, basitçe verilen bir noktada ağa bağlı bir cihazdır. Kablolu LAN'larda bağlantı ağ ve cihaz arasındaki fiziksel bağken, kablosuz LAN'da bağlantı radyo hattı veya kızılötesi hat anlamına gelir. Her iki durumda da cihaz, seçilen ortamla bir ara yüzey kartı üzerinden haberleşir. Bağlı cihaz normalde bir bilgisayardır fakat ağın farklı kısımları arasında veya farklı tipteki ağlar arasında geçiş olarak kullanılan bir dahili ağ cihazı da olabilir. Bilgisayar ve bağlantı ortamı arasında ağ ara yüzey kartı (Network Interface Card, NIC) bulunur. NIC, bilgisayarın dâhili unsurları ve ağın kendisi arasında geçiş kapısı olarak hizmet verir (Davis ve McGuffin, 1995).

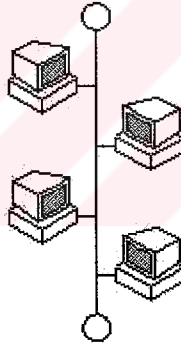
2.1.2. Bağlantı Ortamı

Bağlantı ortamı elektriksel tel, fiber optik kablo veya kablosuz olabilir ve ağ üzerindeki düğümler arasında veri taşır. Kablolu LAN'larda bağlantı ortamı olarak bakır kablo veya fiber optik kullanılmaktadır. Fiber kablolar bilgi aktarmada, bakır kablolardan daha fazla kapasiteye sahiptir. Bakır kabloların kullanıldığı LAN'larda toplam uzunluk yaklaşık 100m ile sınırlıdır. Fiber hatlar kullanıldığında bu mesafe çok büyük oranda artar.

2.1.2.1. Ağ Topolojileri

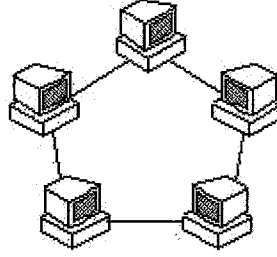
Ağ üzerindeki düğümler arasındaki bağlantı ortamının düzeni, ağ topolojisi olarak adlandırılır. Kablolu bir LAN'ın topolojisi ya da fiziksel mimarisi, istasyonların birbiri ile nasıl bağlanacağını belirler. Her düğüm, bağlantı ortamından veri alabilir ve veriyi bir başka düğüme gönderilmek üzere bağlantı ortamına yerleştirebilir. Düğümlerin bir ağ oluşturması için birleştirilebileceği pek çok yapı vardır. Bu yapılardan en çok kullanılanları; yol, halka ve yıldız topolojileridir.

- a) **Yol Topolojisi:** Bu topoloji eski bir teknoloji olup koaksiyel kabloların T konnektörle bilgisayarların birbirine bağlanmasıyla oluşur. 10Mbps'yi aşamayan verimsiz ve sorunlu bir network ortamına sahiptir. Kablo bir bütün halindedir ve uçlarında işaret yansıması ve bozulmasını engellemek için sonlandırıcıları (dirençler) vardır. Kablonun herhangi bir yerindeki bozulma, tüm ağın çalışmasını durdurur. Şekil 2.1 yol düzeninde birleştirilmiş düğümleri göstermektedir.



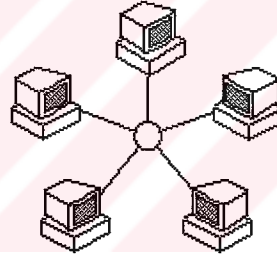
Şekil 2.1. Yol topolojisi

- b) **Halka Topolojisi:** Bir ağ halkası düğümler arasında bir daire formunda bağlantı sağlar. Ortama bağlanabilmek için her bir düğüm halkaya katılır. Veri her bir düğüm üzerinden geçer ve daha sonra da halkanın geri kalanına gönderilir. Bu nedenle halka üzerinde tam bir devir yaparken veri her istasyondan geçer. Maksimum düğüm sayısı sistem tasarımı ile sınırlıdır ve ilave her bir düğüm sistemde kesilmeye ve performans düşüşüne neden olur. Şekil 2.2 bir halka ile bağlanmış düğümleri göstermektedir.



Şekil 2.2. Halka topolojisi

- c) **Yıldız Topolojisi:** Yıldız topolojisi, anahtar, hub, veya toplayıcı olarak bilinen merkezi bir nokta üzerinden tüm düğümler bağlanarak oluşturulur. Düğümler arasında gönderilen tüm veri, merkezi nokta üzerinden gitmelidir. Her bir düğümden gelen hatlar merkez bir çekirdekte birleştiği için bir yıldız simgeler. Düğümlerin sayısı en fazla merkezi hub'ın izin verdiği sınıra kadar artırılabilir. Tek bir kabloda oluşan sorun yalnızca tek bir düğümü etkiler fakat merkezi anahtar, ağın tamamında başarısızlığa sebep olabilecek tek noktadır. Şekil 2.3 yıldız topolojisini göstermektedir.

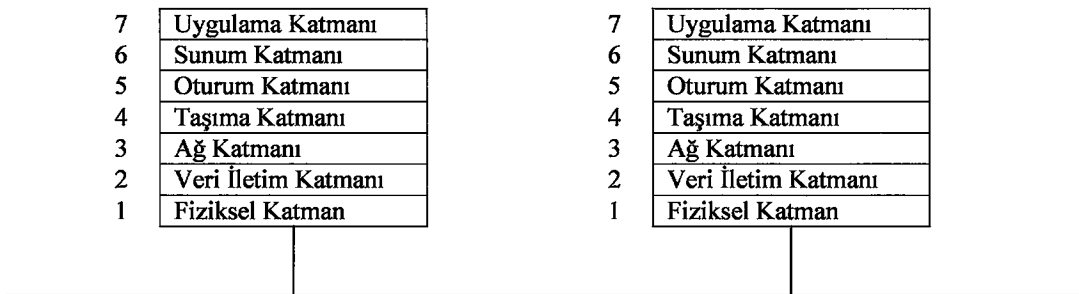


Şekil 2.3. Yıldız topolojisi

2.1.3. Ağ Haberleşme Protokolleri

1980'li yılların başında Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standards Organization, ISO), bilgisayar sistemlerinin birbirleri ile olan iletişimde ortak standart model ortaya çıkarmak için bu modeli önermiştir. 1984 yılında Açık Sistem Bağlantıları (Open System Interconnection, OSI) referans modeli ortaya çıkarılmıştır. Bu model sayesinde değişik bilgisayar firmalarının ürettikleri bilgisayarlar arasındaki iletişimi bir standarda oturtmak ve farklı standartlar arası uyumsuzluk sebebi ile ortaya çıkan iletişim sorununu ortadan kaldırmak hedeflenmiştir. OSI referans modeli, ağdaki bir uç sistemin (bilgisayar ya da diğer network cihazları) ağ üzerinden iletişim yapabilmesi için sahip olması gereken işlevleri tanımlayıp onları katmanlara

ayıran bir modeldir. 7 katmandan oluşur. Her katmanın kendine özgü işlevi, standartları ve protokolleri vardır.



Şekil 2.4. OSI modeli

2.1.4. Ağ Cihazları

Dahili bağlantı cihazları, mesajları bir kablolu LAN'dan diğerine geçirirler ve farklı fonksiyonellik seviyeleri sunarlar.

- **Köprüler (Bridge):** Köprüler, ağ üzerindeki iki ağı birbirine bağlayan düğümlerdir. Bir köprü, bağlı olduğu yerde her bir kablolu LAN parçası üzerindeki bilgi paketlerinde bulunan donanım düğümü adreslerini inceler. Bulunan adrese bağlı olarak sadece bir sonraki kısma gönderilmesi gereken paketleri iletir, yönlendirme ile ilgilenmez. Köprü OSI Modelinin veri iletim katmanını kullanır.
- **Yönlendiriciler (Router):** Yönlendiriciler ağ içerisinde bir düğüm olarak tanımlanırlar. Protokol dönüşümü yapmadan bir ara yüzünden gelen paketi ilgili ara yüze iletirler ve ağ katmanında çalışırlar. Birçok ağ bağlantı ara yüzü, belleği ve işlemcisi olan özel bir donanım olabileceği gibi, bir PC veya Unix bir sistem de olabilir. Yönlendiriciler, gelen paketin başlığından ve yönlendirme tablosu bilgilerinden yararlanarak yönlendirme kararlarını verme yeteneğine sahiptir.
- **Ağ Geçidi (Gateway):** Ağ geçidi, iki farklı protokol arasındaki dönüşümleri sağlar. Örneğin, Apple Local Talk ağı üzerindeki bir Macintosh, LAN üzerindeki bir dosya sistemi ile haberleşmesi sırasında protokol dönüşümü gereklidir. Bu dönüşümü ağ geçitleri yerine getirir.

2.1.5. Kabloludan Kablosuza Geçiş

Kablolu LAN'ın temel yapısı, yukarıda kısaca anlatıldığı gibidir. Bu temel yapıların bir kısmı kablosuz LAN'da farklılıklar gösterir (Arslan, 2000).

- **Ağ Düğümleri:** Kablosuz bir LAN için kullanılacak ağ ara yüzey kartı (NIC), kablolu LAN'larda kullanılanlara benzer gibi görünebilir, fakat kablosuz LAN'da ağ kartı, radyo dalgaları ve kızıl ötesi gibi kablosuz bir bağlantı ortamı üzerinden haberleşmek amacıyla tasarlandığı için çok farklı olacaktır.
- **Bağlantı Ortamı:** Kablosuz bir LAN için en çok göze batan veya görünmez olan fark, ağ düğümlerini bağlamak için bakır veya fiber optik kablo kullanılmamış olmasıdır.
- **Ağ Haberleşme Protokolleri:** Kablosuz LAN'lar için ağda en çok fiziksel unsurlara bağlı olan protokoller farklı olacaktır. Bununla beraber çoğu kısımda kablosuz LAN'lar üzerinde kullanılan yüksek seviyeli ağ protokolleri kablolu LAN'larda kullanılanla aynı veya benzerdir. Ancak farklı tipte bir fiziksel hattan kaynaklanan bazı değişiklikler olabilir.
- **Ağ Cihazları:** Kablosuz LAN'lar çoğu zaman kablolu LAN'lara bağlanır. Bu nedenle bağlantı köprü gibi bir dahili ağ cihazı üzerinden yapılır. Kablosuz teknoloji ayrıca iki kablolu LAN parçası arasında dahili bir ağ hattı oluşturmak için de kullanılabilir.

2.2. Kablosuz LAN

Kablosuz LAN, iki yönlü geniş bant veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak fiber optik veya bakır kablo yerine Radyo Frekansı (Radio Frequency, RF) veya kızılötesi ışınları kullanan ve salon, bina veya kampus gibi sınırlı bir alanda çalışan iletişim ağlarıdır.

2.2.1. Kablosuz LAN'ın Tarihi

İlk kablosuz LAN, Havai Üniversitesinde ALOHANET adlı bir araştırma projesinde network teknolojisi ile radyo iletişim sistemleri birleştirildiğinde, ortaya çıktı. Sistemin iki yönlü yıldız topolojisi, telefon hatlarını kullanmadan Oahu Adasındaki

merkezi bilgisayarlarla iletişim kuracak, 4 ada üzerine kurulmuş yedi bilgisayarı içermekteydi. Ve böylece kablosuz teknoloji dünya üzerindeki her ev, sınıf ve iş ortamındaki bildiğimiz yolculuğuna başlamış oldu. 1970'lerin sonlarına doğru taşınabilir bilgi toplama terminalleri, "dar band" veya UHF diye anılan teknoloji kanalıyla gerçek hayatla bağlantılanmış ve bilgisayar ekipmanlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu türden sistemler, tasarımcılar için toplu olarak işlenen bilgi toplama terminallerini basitleştirme yolunda önemli alternatifler sunmuştur; fakat bu yolda yavaş kalmışlar, sınırlı sayıda aygıtta ilerleme sağlanabilmiş ve üstelik birkaç saatlik bir işleme, güç sağlamak için büyük güç üniteleri gerektirmekteydi.

İkinci jenerasyonda bilgi iletimini 60 kbps'ye kadar taşıyan geniş spektrumlu sistemler ortaya çıktı. Bunlar yüksek kurulum, alt yapı, yüksek güç harcama maliyetine sahip özel sistemlerdi. Öyle ya da böyle kablosuz network kavramı ortaya çıkmıştı.

Daha sonra 1990'larda Federal Haberleşme Komisyonu (FCC) kablosuz networkler için 802.11'i IEEE standardı olarak önermiştir. Bu standardın amacı Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi (ISM) frekans bantlarında kablosuz network gelişimini standardize etmektir. Bu bantlar, 902 - 928 MHz, 2400 - 2483.5 MHz ve 5725 - 5850 MHz arasındaki frekans aralıklarını kapsamaktaydı. Bu frekanslar, işlem gören aygıtlar özel FCC kurallarını karşıladığı müddetçe bir lisansa ihtiyaç gerektirmiyordu. Sonuçta 26 Haziran 1997'de IEEE 802.11 uygulanarak, karşılıklı yürütülebilir kablosuz network çağının başlangıcını ilan etmiştir.

IEEE 802.11, 2Mbps'den 11Mbps'ye IEEE 802.11b DSSS standartlarına doğru bir ilerleme oldu, fakat standartların 802.11'in aslına uygun olmasına rağmen karşılıklı uygulanabilirlik nadirdi. Bugün olduğu gibi 802.11b aygıtlarıyla nadiren karşılıklı uygulanabilirlik ortaya çıkmaktaydı; fakat bu tartışmalı bir standarttı. 802.11b radyo spektrumu ABD'de lisansızdı ve ABD'de ve başka yerlerde de birçok aygıt tarafından istenmekteydi. En önemlisi, bluetooth aygıtları bu aralığa karışmaktaydı. 802.11a, 54 Mbps özellikli, hala ticari kullanıma adapte edilmeyi beklemektedir (Vaidyanathan, 2002). Yakın geçmişte ve bugünlerde kablosuz LAN'lar için teknoloji değişimi ve piyasadaki çeşitli sektörler incelenmekte ve önemli uluslararası standartlar gelişmektedir.

2.2.2. Radyo Frekansın Temelleri

Kablosuz iletişimlerdeki radyo frekansı, bir göndericiden, bir veya daha çok alıcıya, görüntü ve ses iletimi için kablosuz aygıtların kullandığı arayüzdür.

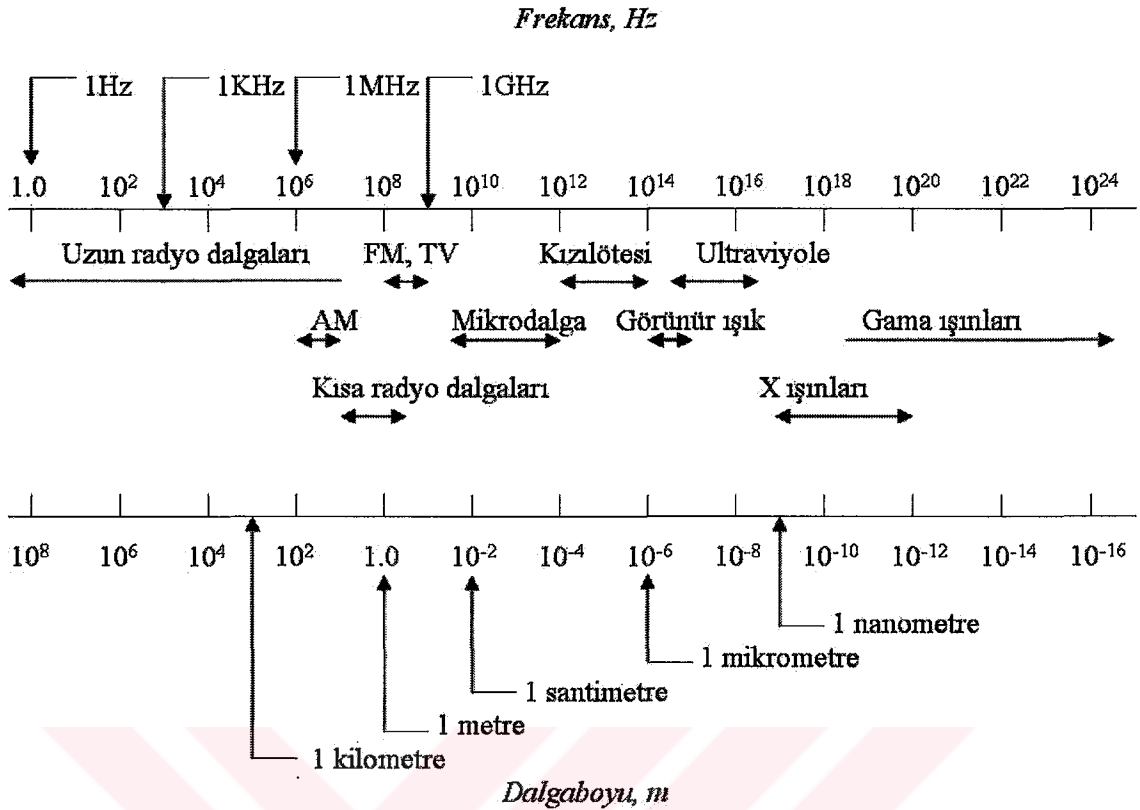
2.2.2.1. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik radyasyon foton adı verilen ayrık enerji paketlerinden oluşur. Bir foton titreşim halindeki bir elektrik alan (E) ve titreşim halindeki bir manyetik alan (M) bileşeninden oluşur. Bu bileşenler birbirlerine ve fotonun yayılma yönüne diktirler. Fotonun hareket yönü boyunca elektrik ve magnetik alan bileşenleri yer değiştirirler. Bir saniyede bu değişimler veya titreşimlerin sayısı frekans olarak adlandırılır ve Hertz (s^{-1}) ile ölçülür. Farklı enerjilerdeki fotonlar, farklı şekillerde etkileşirler. Fotonlar enerji seviyelerine göre elektromanyetik spektrumda farklı yerlerde yer alırlar. Aşağıdaki Tablo 2.1’de bu spektral bölgeler, frekans aralıkları ve dalga boyları ile belirtilmişlerdir (Kaplan, 2002):

Tablo 2.1. Spektral bölgeler, frekans aralıkları ve dalga boyları

Işınım Türü	Frekans Aralığı (Hz)	Dalga Boyu Aralığı
Gamma	$10^{20} - 10^{24}$	< 1 pm
X	$10^{17} - 10^{20}$	1 nm -1 pm
Morötesi	$10^{15} - 10^{17}$	400 nm -1 nm
Görünür	$4 - 7.5 \times 10^{14}$	750 nm – 400 nm
Kızılötesi yakını	$1 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}$	2.5 μ m – 750 nm
Kızılötesi	$10^{13} - 10^{14}$	25 μ m – 2.5 μ m
Mikrodalga	$3 \times 10^{11} - 10^{13}$	1 mm – 25 μ m
Radyo	$< 3 \times 10^{11}$	> 1 mm

Aşağıdaki Şekil 2.5, yukarıdaki Tablo 2.1’i daha açık bir şekilde anlatmaktadır.



Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrum

Elektromanyetik spektrumda toplam dağılım uzundalga radyodan, kısdalga radyo ve televizyona, mikrodalgadan, görünmez ve görülür ışığa ve X ve gama ışınları üzerine her şeyi içerir.

Bütün bu dalgalar elektromanyetik yayılmadır. Bununla beraber iletişim için farklı karakteristiklere ve özelliklere sahiptirler. Bu nedenle dalgalar ne kadar uzağa gidebilir, neyin üzerinden gidebilir ve ne kadar veri taşıyabilir sorularından yola çıkarak farklı kablosuz iletişim teknikleri için bu dalgaların ne kadar kullanışlı olacakları konusunda incelemeler yapılmaktadır (Arslan, 2000).

2.2.2.2. Kablosuz LAN'da Bant Genişliği

Geleneksel olarak bant genişliği, telefon hattıyla, kabloyla, uydula vb. gibi yollarla taşınabilen bilginin miktarını gösterir. Bant genişliğinin bilgisayar dünyasındaki tanımı ise, bir bağlantıya gönderdiğimiz verinin saniyedeki bit sayısı kadardır. Kablosuz ortamda ise, bant genişliği, biraz daha karmaşık biçimdedir. Bant genişliği, bir kablosuz aygıtın çalışabildiği frekans aralığıdır diyebiliriz. Mesela 2.4 GHz lisanssız frekans bandı için bandın başlangıcı 2.4 GHz ve bitimi 2.4835 GHz'dir. Bu başlangıç noktası ile

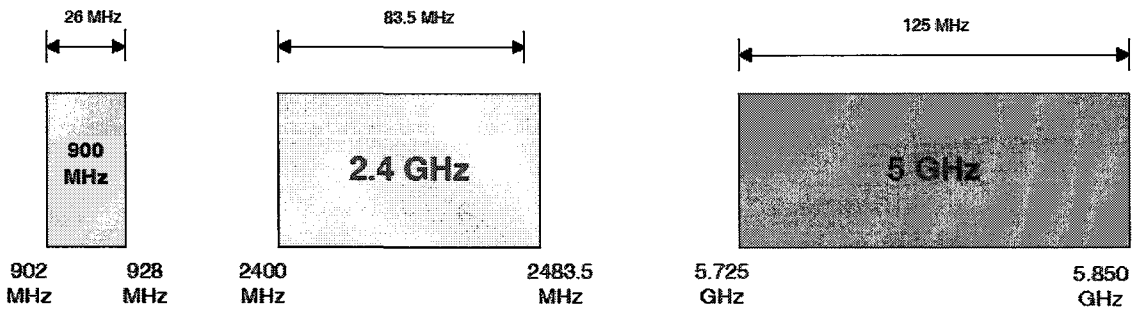
bitiş noktası arasındaki fark yani toplam 83.5 MHz'lik aralık bant genişliğidir (Ouellet ve diğerleri, 2002).

2.2.2.3. Kablosuz LAN Frekans Bandları

Bugüne kadar, radyo frekanslı LAN'larda çeşitli ilerlemeler gerçekleşmiştir. Aşırı Yüksek Frekans (UHF) ve mikrodalga alanlarındaki frekansların oluşturduğu karakteristik kombinasyonları menzil sınırlaması ve duvarların içinden gidebilme yeteneği gibi avantajlar sunmaktadır. Menzil sınırlaması ile bir kablosuz LAN'ın diğerleri ile girişimde bulunması engellenmiş olur. Duvarlardan geçebilme yeteneği de belli sayıdaki ofisleri birbirine bağlamak için çok idealdir (Arslan, 2000).

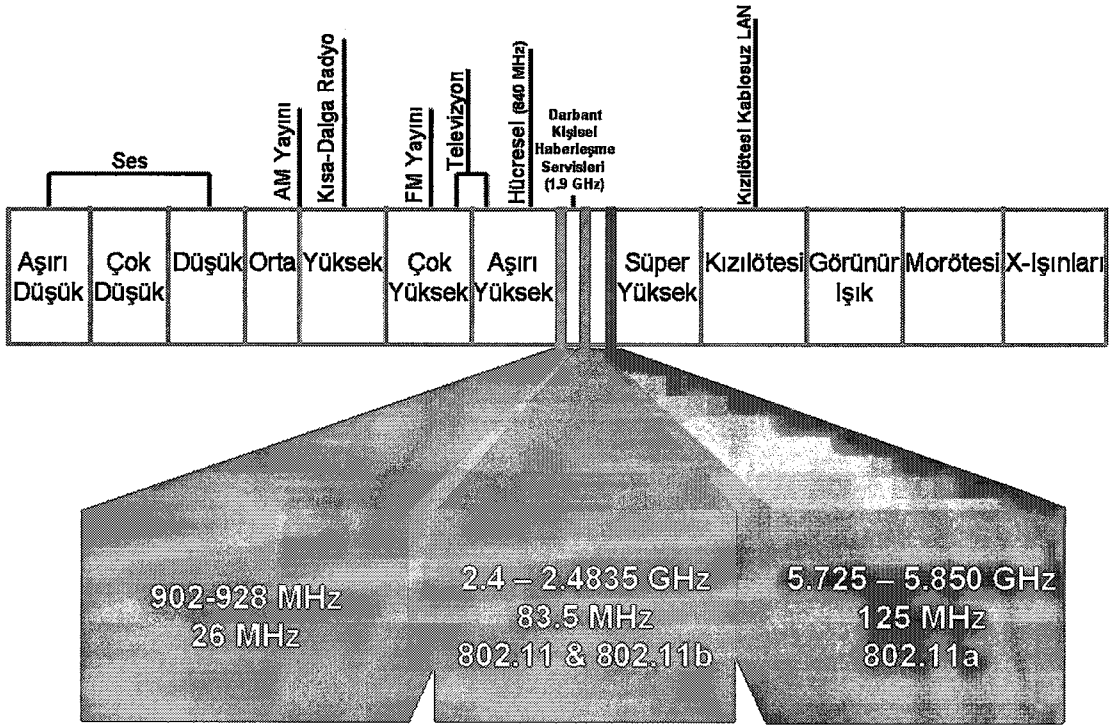
1985'te Birleşmiş Milletler Federal Haberleşme Komisyonu (FCC), radyo sinyallerinin karışmasını önlemek için, belirli kullanımlar için radyo frekans spektrumunun küçük bir kısmını onaylamış ve lisanslı frekanslar olarak tanımlamıştır. FCC, lisans gereksinimi duyan cihazların bazı amaçlara hizmet edebilmesi ve radyo spectrumun bir kısmını kullanabilmesi için, kurumsal bant olarak ve radyo frekansını ayırarak bu işler için tahsis etmiştir. Bu frekanslarda iletimi sağlayan donanımın kullanılması için lisansa gerek duyulmamaktadır. Bu banda da Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi (Industrial, Scientific ve Medical, ISM) bant denir. ISM frekans aralıklarını içeren 3 adet bant mevcuttur (Ouellet ve diğerleri, 2002).

- 900 MHz : (902 – 928 MHz aralığı)
- 2.4 GHz : (2.4000 – 2.4835 GHz aralığı)
- 5.8 GHz : (5.7250 – 5.8500 GHz aralığı)



Şekil 2.6. ISM bant genişlikleri

Bu frekansları, diğer frekanslar arasındaki yerini ve kullanım alanlarını aşağıdaki Şekil 2.7'de gösterelim.



Şekil 2.7. Lisanssız ISM frekans bantları

Bu sahayı kullanan yalnızca kablosuz LAN'lar değildir. 902 MHz aralığı küçük monitörler ve kablosuz telefonlar için de geçerlidir. Şekilden de anlaşılacağı gibi 2.4 GHz frekans aralığı, IEEE'nin (Institute of Electrical and Electronic Engineers) 802.11b standardında kullanılır. Son zamanlarda ise, FCC yüksek hızlı veri haberleşme cihazları tarafından kullanılan lisanssız band yani UNII (Unlicensed National Information Infrastructure – Lisanssız Ulusal Bilgi Altyapısı) olarak bilinen 5.2 GHz bandı ve üzerini uygulamaya açmıştır. 5.2 GHz, Avrupa için tanımlanan ETSI (European Telecommunications Standards Institute) HiperLAN için bir banttır.

LAN'ların spektrumun bu kısmını kullanabilmesi için sahayı mevcut kullanıcıları rahatsız etmeden ve mevcut kullanıcılardan gelen rahatsızlıklara açık olarak kullanmaları gerekmektedir. Sonuç olarak kablosuz LAN'lar SST (Dağınık Spektrum Teknolojisi) gibi teknikleri kullanmak zorundadır, bu yalnızca diğer LAN'larla girişimi önlemek için değil aynı zamanda veri hatalarının artışını da önlemek içindir. İşlem frekansını yükseltmek, boyutu ve güç sarfiyatını azaltır ve kapalı sahalarda sinyalin kapsama alanını sınırlar. Boyut ve güç sarfiyatı elektronik tasarım teknolojileri ilerledikçe zamanla azalacaktır. Kapsama üzerindeki sınırlamalar pek çok uygulamada önemsizdir ve hücre boyutu azaltılarak kolayca çözümlenebilir. Aslında bazı

uygulamalarda sinyalin küçük bir alana hapsedilmesi kablosuz LAN'lar için istenen bir özelliktir.

FCC ayrıca 1.890 ile 1.930 GHz'lerini lisanssız kişisel bilgisayar servisleri (PCS) için tesis etmiştir. PC'ler hem ses hem de veri kablosuz servislerini içerirler. Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI), CEPT ile 1.890 ve 1.930 GHz frekanslarını DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) standardının bir parçası olarak tesis etmiştir. Birleşmiş Milletler'de ISM için kullanılan 2.4 GHz bandı geçerli olmadığı için, CEPT ayrıca 2.445 ile 2.475 GHz'in düşük güçlü SST tabanlı kablosuz LAN'lar tarafından kullanılabilmesi önerisini getirmiştir (Davis ve McGuffin, 1995).

Ayrıca yukarıdaki Şekil 2.7'yi bir tablo olarak incelersek aşağıdaki Tablo 2.2'yi oluşturmuş oluruz.

Tablo 2.2. Radyo frekansları, bant genişlikleri ve dalga boyları

Bantlar	Frekanslar	Dalga Boyları
Çok Düşük Frekans (VLF)	9 KHz – 30 KHz	33 km – 10 km
Düşük Frekans (LF)	30 KHz – 300 KHz	10 km – 1 km
Orta Frekans (MF)	300 KHz – 3 MHz	1 km – 100 m
Yüksek Frekans (HF)	3 MHz – 30 MHz	100 m – 10 m
Çok Yüksek Frekans (VHF)	30 MHz – 300 MHz	10 m – 1 m
Ultra Yüksek Frekans (UHF)	300 MHz – 3 GHz	1 m – 100 mm
Süper Yüksek Frekans (SHF)	3 GHz – 30 GHz	100 mm – 10 mm
Aşırı Yüksek Frekans (EHF)	30 GHz – 300 GHz	10 mm – 1 mm

Tablo 2.3'de ise 802.11b'deki radyo frekans bantları ve kullanıldığı coğrafi alanlar listelenmiştir.

Tablo 2.3. 802.11b radyo frekans bantları ve kullandığı coğrafi alanlar

Kanal Numarası	Frekans (GHz)	Kuzey Amerika	Avrupa	İspanya	Fransa	Japonya
1	2.412	X	X			
2	2.417	X	X			
3	2.422	X	X			
4	2.427	X	X			
5	2.432	X	X			
6	2.437	X	X			
7	2.442	X	X			
8	2.447	X	X			
9	2.452	X	X			
10	2.457	X	X	X	X	
11	2.462	X	X	X	X	
12	2.467		X		X	
13	2.472		X		X	
14	2.483					X

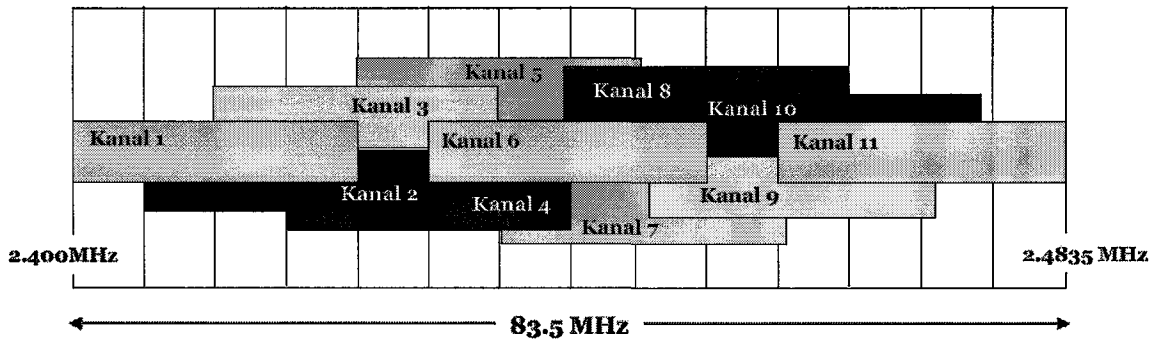
2.2.3. Kablosuz Veri İletim Sistemleri

Radyo veya yayılan elektromanyetik dalgaların kullanımı, kara, deniz veya havada hareket halinde insanlar veya araçlarla haberleşmenin yegâne pratik yoludur. Böylelikle kablo bağlantısının elverişli olmadığı durumlarda noktadan noktaya bilginin aktarımı mümkün olmaktadır. Mesafe bluetooth teknolojisinin kullanıldığı durumlarda birkaç metre, mikrodalga radyo alıcı vericilerinin kullanıldığı durumlarda birkaç kilometre veya daha fazla olabilir.

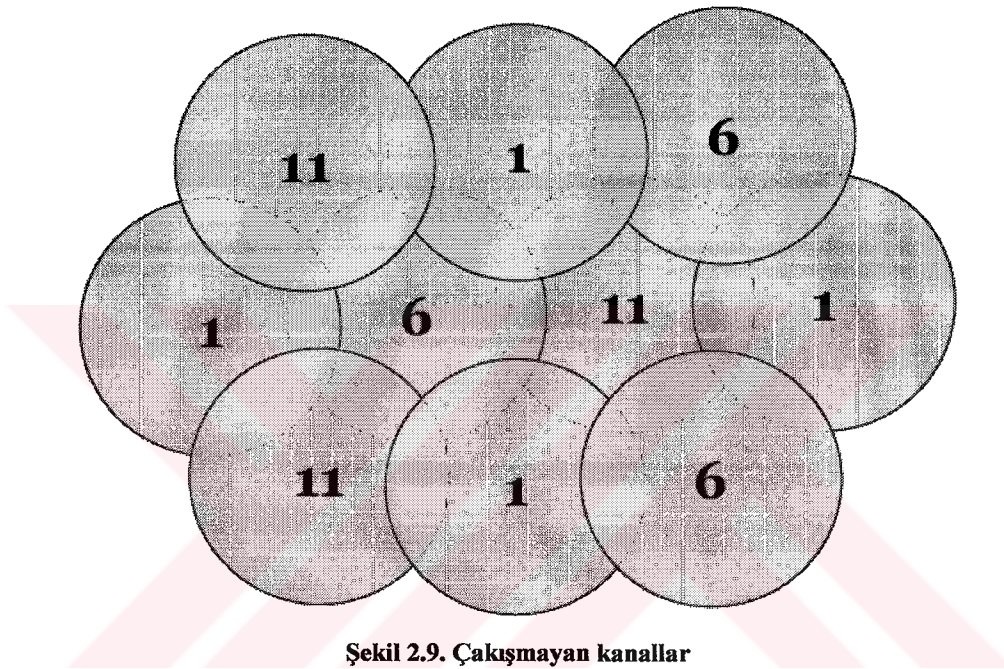
Radyo haberleşmesinin temelinde gönderilecek bilginin (örneğin bir ses işareti) taşıyıcı bir işaret üzerine bindirilmesi (Modülasyon), anten ile yayınlanması, alıcı anteni tarafından alınan işaret içinden taşınan bilginin ayıklanması bulunmaktadır. Temiz, modüle edilmemiş bir radyo taşıyıcı işareti spektrumda ölçülemeyecek kadar küçük bir yer işgal eder. Ancak modülasyon gerçekleştiğinde spektruma bir yayılma gerçekleşecektir; bu yayılım işgal edeceği radyo frekansı aralığı kanal olarak adlandırılır. Zaman biriminde taşınacak bilgi miktarı arttıkça ihtiyaç duyulacak kanal kapasitesi de artacaktır.

Antenden ayrılan radyo işareti mesafe ile ters orantılı olarak zayıflayacaktır. Alıcı uçta işaretin algılanabilmesi için işaretin belirli bir eşik değerinin üstünde bir güçte sahip olması gerekir. Radyo yayının gerçekleştirileceği alan üzerindeki doğal (Dağ, tepe veya ormanlar) veya insan yapısı engeller (Binalar), radyo işaretinin zayıflamasına sebep olurlar. Ancak uzay boşluğunda bu engeller bulunmadığından radyo işaretleri oldukça uzun mesafeler boyunca taşınabilirler.

Radyo işaretinin üzerindeki etkilerden en önemlisi katettiği yoldur. Bu etki radyo işareti alıcısına sadece doğrudan yayınımla değil, yer küresi üzerindeki nesnelere veya atmosferden (İyonosfer) yansımaları ile ulaşmasından kaynaklanır. Yer yer olumlu etkileri olsa da çoğunlukla faz farkı olan işaretlerin birbirlerini bastırarak asıl işareti söndürmeleri söz konusudur. Bu yüzden haberleşme mühendislerinin radyo işaretinin yayılacağı alanı çok iyi modellemeleri gerekir.



Şekil 2.8. 802.11b kanallarının yaklaşık olarak spektral yerleşimi



Şekil 2.9. Çakışmayan kanallar

FCC 2.4 GHz ISM bandında, 11 kanal tanımlanmıştır. Bunlardan yalnızca üçü (1,6,11) birbirinin üstüne taşmaz. Bu frekanslar kullanılarak yukarıdaki hücre yerleşimi ile frekans aralıkları coğrafi olarak birbirinden yeterince ayrı konumlarda yeniden kullanılabilir.

Radyo haberleşmesi ile ilgili başka bir konu da aynı kanalın birden fazla uçbirim tarafından kullanımıdır. Eğer frekans bakımından yeterli bir ayırım varsa ve kanallar çakışmıyorsa radyo spektrumunun aynı alanının birden fazla uçbirim tarafından kullanımı mümkündür. Ayrıca eğer vericilerin gücü uygun ayarlanırsa, radyo yayını hücreleri kullanılarak aynı frekansların coğrafi olarak birbirinden ayrı alanlarda tekrar tekrar kullanmak mümkündür (Frequency Reuse) (Kaplan, 2002).

2.2.3.1. İşaret Tipleri ve Modülasyon

Sayısal ve Analog olmak üzere iki temel tür işaret vardır. Analog bir işaret belirli azami ve asgari değerleri arasında sürekli olarak değişen bir işaret (İnsan sesi gibi) iken sayısal işaretler sembol olarak adlandırılan sonlu sayıda değerler kümesinden değerler alırlar. Bir elektrik devresinde akımın varlığı veya yokluğu, fiber optik kabloda bir ışık darbesi olması veya olmaması sayısal işaretlere örneklerdir. Bu fiziksel durumlar ikilik düzende sayılara karşılık getirilerek noktadan noktaya bilgi aktarımı sağlanabilir.

Bir radyo sisteminde taşıyıcı işaret frekansının (Hertz olarak) yanı sıra, radyo dalgası genliği ve fazı ile de karakterize edilir. Modülasyon bu üç temel karakteristik büyüklüğün biri veya birkaçının birden değiştirilmesi ile gerçekleştirilir. Bu değişimler alıcı uçta iletilen işaretin yeniden inşa edilmesi için kullanılır. Kullanılan modülasyon türüne göre ihtiyaç duyulan kanal kapasitesi de farklılık gösterir. Genlik modülasyonunda kanal genişliği, bilgi işaretindeki en yüksek frekansın iki katı kadar olmalıdır. Frekans modülasyonunda ise bilgi işaretindeki en yüksek frekansın birkaç katı olmalıdır. Her ne kadar frekans modülasyonu radyo spektrumunun verimsiz kullanımına sebep olsa da (ihtiyaç duyulan kanal kapasitesi genlik modülasyonuna göre çok geniştir) geniş kanallara yayılmış işaretler gürültü ve enterferansa çok daha dirençlidirler.

Sayısal işaretler de Analog işaretler gibi, radyo işaretlerinin karakteristik özellikleri değiştirilerek iletilebilirler. Sayısal iletimin ilk örneği Mors alfabesinin kullanıldığı telgraf haberleşmesidir. Ancak radyo haberleşmesinde özellikle iletilen sıfırların algılanması çözülmesi gereken bir sorundur; alıcının işaretin sıfır mı yoksa zayıflayan bir işaret mi olduğunu ayırabilmesi gerekir. Çözüm için en açık yollardan biri bir frekansa doğru yaklaşımın “bir” (1) değerine yaklaşımın ise “sıfır” (0) olarak modellenmesidir. Bu yöntem FSK (Frequency Shift Keying) olarak adlandırılır. Modern sayısal iletim sistemlerinde haberleşme kanalından daha fazla sayıda bit taşınabilmesi için frekans, faz ve genlik modülasyonlarının kombinasyonları kullanılır.

Günümüzde kablosuz iletim sistemlerinde (Kablolu olanlarda olduğu gibi...) sayısal iletim tekniklerinin kullanımı yaygındır. Sayısal işaretler gürültü ve enterferansa daha bağımsızdır; iletilen sayısal işaretlerde hata tespiti düzeltimi mümkündür ve ayrıca sayısal olarak örneklenmiş işaret teorik olarak evrenin bir köşesinden diğerine bozulmadan taşınabilir. Ayrıca sayısal bilgi kolaylıkla sıkıştırılıp taşınabildiği gibi şifreleme daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir. (Kaplan, 2002)

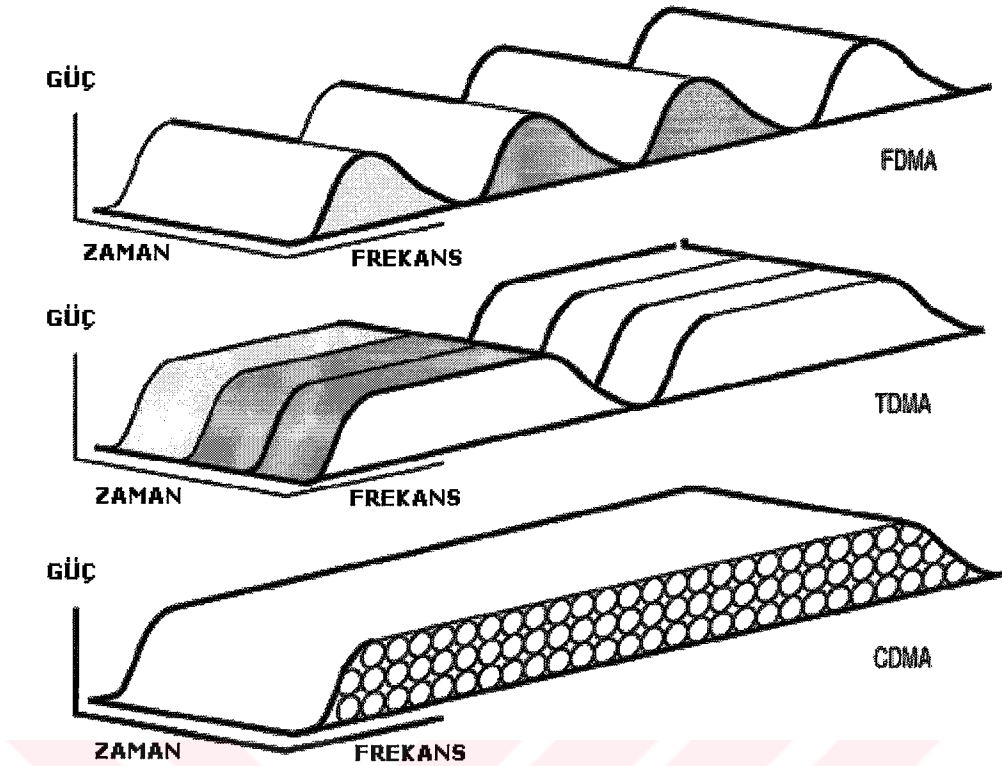
2.2.3.2. Çoklu Erişim ve Çoğullama Yöntemleri

Radyo frekansı spektrumu sonlu bir kaynaktır. Bu yüzden aynı anda iletimde bulunacak uçbirimlerin kaçınılmaz bir şekilde belirli frekans aralıklarını paylaşmaları söz konusudur. Frekans spektrumun bölünmesi ve birçok kullanıcı arasında paylaşımın birkaç yolu bulunmaktadır. En basit ve açık yol Frekans Bölümlemeli Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access, FDMA) yöntemidir. FDMA ile frekans spektrumu, frekans boyutunda birbiri üzerine taşmayan bölmelere ayrılır. Bu bölmeler uçbirimlerin belirli bir çağrısı için elle veya otomatik olarak, uçbirimlere atanırlar. Örneğin 150 MHz'lik bir spektrum bloğu, 25 MHz bölmelere ayrılarak aynı anda altı uçbirimin eş zamanlı haberleşmesi sağlanabilir. Her bir çağrı için frekansı ayrı bir taşıyıcı işaret bulunacaktır. FDMA geleneksel olarak Analog sistemlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Zaman Bölümlemeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) yönteminde ise, eldeki spektrum zaman boyutunda bölmelere ayrılmaktadır. Yukarıdaki örnekteki 150 MHz'lik blok bu sefer altı zaman bölmeli ve tekrar eden çerçevelere ayrılacak, çerçevenin her bir altı gözünde altı farklı çağrıya ait bitler yer alacaktır. Başka bir ifadeyle uçbirimler eldeki spektrumun, birim zamanda kendilerine ait 1/6'lık bölümüne sıra ile erişebileceklerdir. Eğer çerçeveler yeterince hızlı tekrar edilirse uçbirimler haberleşme sırasında bir kesilme ve gecikmeyi hissetmeyeceklerdir.

Teorik olarak, kullanıcı açısından FDMA ve TDMA arasında bir kanal kapasitesi farkı görünmemektedir. Günümüzde sayısal iletim sistemleri her ikisinin de kombinasyonları olan yöntemleri kullanmaktadırlar. Başka bir ifadeyle frekans aralığı hem frekans ve hemde zaman boyutunda bölünmekte, uçbirimler belirli bir taşıyıcı frekansı yakaladıktan sonra o frekanstaki zaman bölmesini kullanmaktadırlar.

Üçüncü bir erişim yöntemi ise Kod Bölümlemeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access, CDMA) olarak bilinir. Bu yöntem, Dağınık Spektrum kavramına dayanan, hem bir modülasyon ve hem de bir erişim yöntemidir. Bir dağılmış spektrum sisteminde bilgi işaretinin taşınması için, bilgi işaretinin sahip olduğu band genişliğinden çok daha geniş bir frekans aralığı kullanılır. Örneğin 3 KHz'lik bir ses haberleşmesi için 1 MHz ya da daha geniş bir frekans aralığı kullanılır.



Şekil 2.10. Çoklu erişim yöntemleri

Dağınık spektrum sistemlerinde eldeki spektrum hem zaman ve hem de frekans boyutunda, çağrılar arasında paylaşılır. Bu yüzden bir CDMA sisteminde spektrum FDMA ve TDMA'da olduğu gibi frekans ve zaman boyutunda kanallanmaz. Bunun yerine çağrılar kodlama ile birbirlerinden ayrılırlar. Bu yaklaşımda iletimde bulunan her uç, her bir ayrı çağrı için benzersiz bir dağıtma kodunu, bilgi işaretini eldeki frekans aralığına yaymak için kullanır. Alıcı aynı benzersiz kodu kullanarak bilgi işaretini ayıklar; alıcı için diğer işaretler arka plan gürültüsü olarak algılanacaktır. Bu yolla aynı spektrum bloğunda aynı anda birden fazla çağrı gerçekleştirilebilir.

Kablosuz haberleşme ile ilgili başka bir kavram ise çift yönlü haberleşmedir (Duplexing). Birçok haberleşme sisteminde iki yönlü kullanım, telefon haberleşmesinde olduğu gibi, istenen bir durumdur. En yaygın olarak kullanılan yöntem eldeki spektrumun alış ve veriş yönünde birbiri ile etkileşimde bulunmayacak şekilde ayrılmasıdır. Bu düzenleme Frequency Division Duplexing (FDD) olarak adlandırılır. Yaygın olmayan, başka bir yöntem ise sayısal dünyada iki yönlü iletimin gerçekleştirilebilmesi için kullanılan Time Division Duplexing (TDD) yöntemidir. Yöntem TDMA'ye dayanır ancak bu yöntemde zaman bölmeleri ileri ve geri yönlü iletim için gruplandırılırlar. (Kaplan, 2002)

2.3. Kablosuz LAN Teknolojileri

Kablosuz ağlarda veri iletimi için kullanılan bir kaç teknoloji bulunmaktadır. Bunların en önemlileri elektromanyetik dalgaları kullanılan radyo frekans ve çıplak gözle görülebilen ışığın altındaki frekansları kullanan kızılötesi teknolojisi (Baykal, 2003). Radyo frekansı ve kızılötesi teknolojileri kablosuz LAN sistemlerinde kullanılmakta olup, her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Kullanıcıların kendi ihtiyaçlarına göre doğru teknolojiyi seçmeleri sistem verimliliğini ve memnuniyeti arttırmaktadır. Günümüzde artan çoklu ortam uygulamaları sonucunda oluşan yüksek veri hızı talebi nedeniyle teknolojiler arasındaki rekabette veri hızı en önemli kriter olarak görülmektedir. Kapsama alanı veya erişim mesafesi ile enterferansa karşı duyarlılık da diğer önemli kriterler olarak sıralanabilir. Uygulamada yüksek veri hızları ve fiziksel engelleri geçebilme özellikleri nedeniyle radyo frekans teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Kablosuz LAN sistemlerinde kullanılan mikrodalga, kızılötesi ve radyo frekans teknolojileri aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Mikrodalga Teknolojisi

Kısa dalga boyları ve yüksek frekansı nedeni ile bu ismi alan mikrodalga, ağlar için bilgi taşıyabilir. Diğer elektromanyetik yayılımlar gibi mikrodalga da boşlukta yolculuk yapar ve yayılıma uğrar. Tablo 2.4, mikrodalga tekrarlayıcılarına gerek duyulmadan iletim yapılabilecek tipik mesafeleri göstermektedir. LAN uygulamalarında mikrodalgalar bir anten kullanılarak boşlukta yönlendirilir. Yüksek frekansa sahip olduğu için mikrodalgalar bir iletim anteninden bir alıcı antene dar bir ışın içinde kesin olarak yönlendirilebilir. Bu antenler pek çok anten tipiyle aynı fonksiyona sahiptir. Fakat yapısal olarak farklıdır. Verici antenine benzer bir alıcı anten de mikrodalga yayılımını almak için kullanılır daha sonra da ilerleyen işlemler için uygun bir cihaza yönlendirme yapılır.

Tablo 2.4. Tipik mikrodalga transmisyon mesafeleri

Frekans	Mesafe (yaklaşık olarak)
2-6 GHz	30 mil (48 kilometre)
10-12 GHz	20 mil (32 kilometre)
18 GHz	7 mil (11 kilometre)
23 GHz	5 mil (8 kilometre)

Doğrusal olmayan mikrodalga teknolojisi kızılötesi teknolojideki görüş hattı problemlerinin üstesinden gelmiştir. Mikrodalğanın sıradan radyo dalgalarına göre bir diğer avantajı da yüksek frekansa sahip olduğu için daha fazla bilgi taşıyabilmesidir. Çünkü bilgi taşıma kapasitesi frekansla doğru orantılıdır (Davis ve McGuffin, 1995).

2.3.2. Kızılötesi Teknolojisi

Kızılötesi teknolojisi, elektromanyetik spektrumda gözle görülebilen ışığın altındaki ve mikrodalğanın üzerindeki frekansları (3×10^{14} kHz / 850 – 950 nm) veri iletiminde kullanan bir teknolojidir. Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur. Kızılötesi teknolojisini iki tür kullanmak mümkündür. Birincisi görüş hattı (direct beam, line of sight), ikincisi ise yansıma (diffused beam) yöntemidir. Doğal olarak görüş hattı yöntemi diğerine oranla daha fazla veri iletişimi sağlamaktadır. Ancak uygulamada geniş alan kaplamak ya da çok kullanıcıya ulaşabilmek için yansıma yöntemi tercih edilmektedir. Kızılötesi teknolojisi büyük oranda uzaktan kumanda cihazlarında kullanılmaktadır. Profesyonel olarak kızılötesi teknolojisi geçici ağ kurma ihtiyacı duyulan toplantılarda veya gezici satış elamanları tarafından kullanılmaktadır. Bu tür kullanımda yerel kablolu ağ ile bağlantı kurarak bilgi alış verişinde bulunmak ve sunucuya bağlı faks ve yazıcı gibi cihazlardan faydalanmak mümkündür. Aynı ortamda çalışan bir gurubun yazıcı, faks ve benzeri donanımları ortaklaşa kullanabilmeleri için bir ağ oluşturmaları da mümkündür. Artık çoğu dizüstü bilgisayarlarda kızılötesi port mevcuttur ve bu port vasıtasıyla diğer dizüstü bilgisayarlar ile yada kızılötesi cihazlar ile iletişim kurularak veri transferi sağlanabiliyor (Ouellet ve diğerleri, 2002). Benzer şekilde kullanım örneklerini artırmak mümkündür. Kızılötesi teknolojisinin az avantajı olmasının yanında dezavantajları daha göze batacak oranda önemli ve dikkat edilecek noktalardır. Kızılötesi teknolojisinin en iyi avantajı yüksek bant genişliğinde veri taşıma özelliğine sahip olmasıdır. En büyük dezavantajı ise engellenebiliyor olmasıdır. Yani bir engel vasıtasıyla bloke edilebilmesidir (Ouellet ve diğerleri, 2002). Kısa mesafe iletişim için uygun olan kızılötesi teknolojisinin avantaj ve dezavantajları Tablo 2.5’de verilmiştir.

Tablo 2.5. Kızılötesi teknolojinin avantaj ve dezavantajları

Kızılötesi- Infrared- IrDA	
Avantajları	<ul style="list-style-type: none"> • Serbest kullanıma açıktır. Bir lisans veya ücret gerekmez. • Radyo frekans sinyallerinden etkilenmez. • Güç tüketimi düşüktür. • Kapalı ortamlarda yetkisiz dinlemeye ve bozucu etkilere karşı tam bir güvenlik sağlar
Dezavantajları	<ul style="list-style-type: none"> • İletişim mesafesi kısadır. İdeal şartlarda 10-15 m. • Sinyaller katı cisimleri geçemez. Bu nedenle kapalı alanlarda duvar, kapı ve büro malzemeleri tarafından kullanım alanı kısıtlanır. • Sinyaller kar, sis, toz ve ışık gibi hava şartlarından etkilenir. Bu nedenle açık alanlarda kullanım için uygun değildir. • Kirlilik sinyalleri etkiler

2.3.3. Radyo Frekans Teknolojileri

Radyo Frekans Teknolojisinde, kablo yerine elektromanyetik dalgalar kullanılarak kablosuz iletişim gerçekleştirilmekte ve kablosuz LAN 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 artmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda frekans spektrumunu daha verimli kullanan ve enterferanstan daha az etkilenen radyo frekans teknolojileri geliştirilmiştir. Ekonomik nedenlerden dolayı kablosuz LAN sistemleri için lisans ve kullanım ücreti gerektirmeyen ISM frekans bantları esas alınmıştır. Bu bantlar öncelikle diğer telsiz servislerinin kullanımı için tahsisli olduklarından kablosuz LAN sistemleri muhtemel enterferansı baştan kabul etmek zorundadırlar. Bu durum kablosuz LAN sistemleri için enterferansa dayanaklı (dirençli) teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanılmasını zorunlu hale gelmiştir. Radyo frekans teknolojisinde dar bant ve dağınık spektrum olmak üzere iki temel teknik kullanılmakta olup; bu teknikler aşağıda genel hatlarıyla anlatılmaktadır.

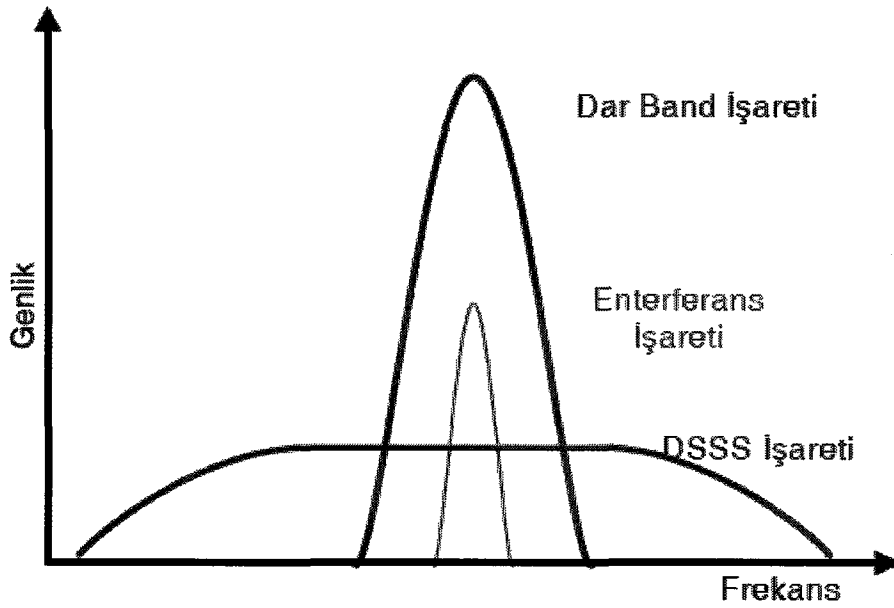
2.3.3.1. Dar Bant Tekniği

Televizyon ve AM/FM radyo gibi geleneksel radyo sistemleri dar bant modülasyonunu kullanırlar (Geier, 1996). Radyo frekansı sinyallerinin mümkün olan en dar frekans aralığında gönderilmesi ve alınması esasına dayanan teknik, dar bant (Narrow band) tekniğidir. Veri hızının düşük fakat iletişim mesafesinin uzun olduğu bu yöntemde, 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 kablosuz LAN sistemlerinde kullanılmamaktadır (Öztürk, 2004).

2.3.3.2. Dağınık Spektrum Tekniği

Dağınık spektrum (Spread Spectrum); dijital iletim için bir kodlama tekniğidir. İlk olarak, 1950'lerde Sylvania Electronics System Division'daki mühendisler tarafından, kritik, güvenli ve gizli askeri haberleşme sistemleri için geliştirilmiş bir geniş bant kablosuz radyo frekans iletişim tekniğidir. İyi geliştirilmiş ve başarılı bir modülasyon yöntemine sahip olan bu teknik birçok kablosuz iletişim sisteminde ve kablosuz LAN 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 atlatılarak gönderilir. Özel dizayn edilmiş alıcılar kaçak dinlemeyi 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 çevre gürültüsü olarak algılayacaktır. Bu yöntem gizlilik sağlamanın 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 yanılığa neden olarak kendisi kolayca etkilenebilir. Dar bant ve dağınık spektrum işaretlerinin frekans-genlik görünümü Şekil 2.11'de gösterilmiştir. (Öztürk, 2004)

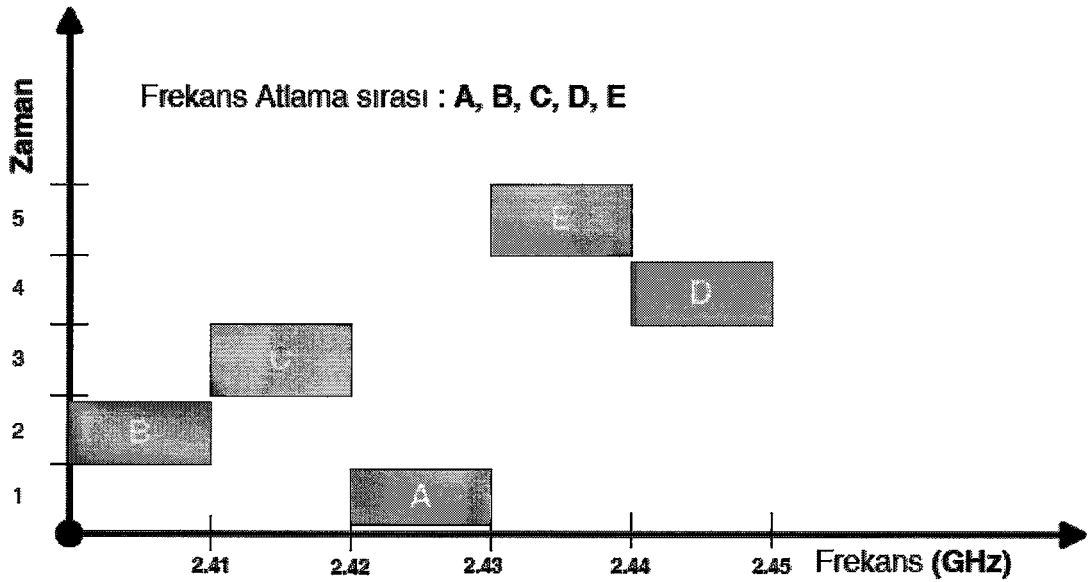


Şekil 2.11. Dar bant ve dağınık spektrum işaretleri

Kablosuz LAN 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. 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 kablosuz LAN sistemlerinde yüksek veri hızına sahip olan DSSS tekniği daha çok kullanılmaktadır. FHSS tekniği, DSSS tekniğine göre enterferanstan biraz daha az etkilenir, ancak daha düşük veri hızına sahiptir. DSSS ise kod hatasına karşı daha duyarlı ancak veri hızı daha yüksektir (Öztürk, 2004).

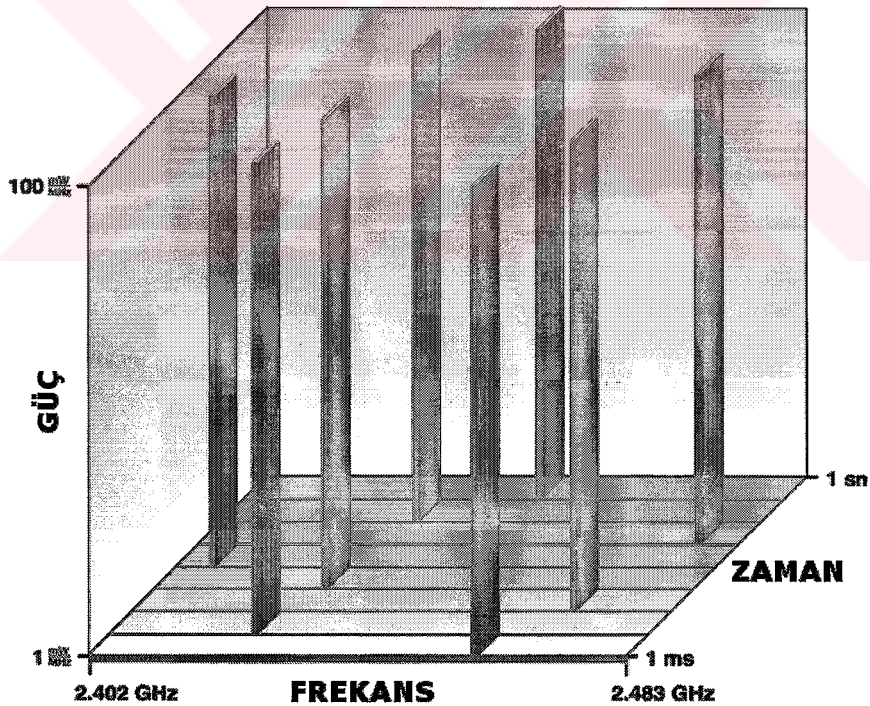
a) Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum (FHSS)

Geliştirilmiş olan dağınık spektrum tekniklerden ilki Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum (FHSS) tekniğidir. FHSS tekniği, dar bant taşıyıcı sinyalinin rasgele ancak bilinen bir düzende bir frekanstan diğer frekansa atlayarak veri iletilmesi yöntemidir. Aslında bu teknik klasik dar bant veri iletim tekniğinde taşıyıcı frekansın atlama kodu tarafından düzenli olarak değiştirilerek kullanılmasıdır. Doğru senkronizasyon sağlandığında sürekli bir kanal elde edilmektedir. FHSS tekniği Şekil 2.12'de verilmiştir.



Şekil 2.12. FHSS tekniğinde zaman- frekans ilişkisi

Zaman – frekans ilişkisi görülen grafikteki faktörlere ek olarak bir de güç faktörü de eklenirse Şekil 2.13’teki grafik elde edilmiş olur.



Şekil 2.13. FHSS tekniğinde frekans, güç ve zaman ilişkisi

FSSS tekniğinin çalışma şekli şöyledir: bu tekniği kullanan cihaz (verici) bir atlama kodu seçerek sinyal gönderir. Bu sinyali alan alıcı cihaz da aynı atlama koduna ayarlanır. Böylece alıcı cihaz doğru zamanda doğru frekanstan gelecek sinyalleri almaya

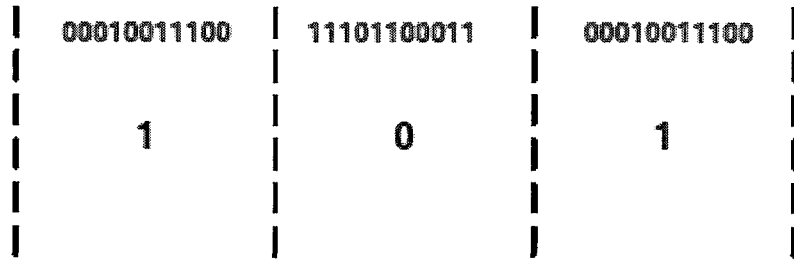
hazırdır. FHSS'de taşıyıcı frekansın değişimi atlama koduna göre ve sadece ağ içinde tanımlı alıcı-verici tarafından bilinen bir uyum (senkronizasyon) içinde yapılır. FHSS sinyalleri atlama kodu tanımlanmamış bir alıcı için tamamen rasgele üretilen radyo frekans sinyali olarak algılanır. FHSS tekniği için 2402-2480 MHz frekans aralığında 1 MHz bant genişliğine sahip 79 kanal bulunmaktadır (Bayılmış ve diğerleri, 2003). FHSS modülasyon tekniği IEEE 802.11 standardında kullanılmakta ve 2 Mbps'e kadar veri iletimi sağlamaktadır. FCC, FHSS teknolojileri için bazı kurallar tanımlamıştır. FCC, göndericilerin, 902 MHz bantta her 20 saniyede ve 2.4 GHz bantta her 30 saniyede, herhangi bir kanalda 0.4 saniyeden daha fazla zaman harcayamayacağını belirtmiştir. Aynı zamanda, göndericiler, 902 MHz bantta en az 50, 2.4 GHz bantta ise 75 kanala atlamak zorundadır. Bir frekansın genişliğindeki bir kanala bağlı oluş, FCC tarafından belirlenir (Ouillet ve diğerleri, 2002). Ayrıca FHSS cihazları, belirli bir zaman aralığında kullanılan kanalda, sıradaki bir sonraki kanala atlama gerçekleştirilmeden önce, verinin küçük bir miktarının iletilmesi ile sınırlandırılmışlardır (Kaplan, 2002). DSSS ile kıyaslandığında, FHSS; iletişimin izlenmesi veya bilginin çalınması açısından daha güvenlidir. Çünkü FHSS'de değişken frekans kullanılırken DSSS'de sabit frekans kullanılmaktadır. Bu nedenle yoğunlukla askeri sistemlerde kullanılmaktadır. Ayrıca 2.4 GHz bandında aynı kapsama alanı içinde FHSS modülasyon tekniği ile 15 erişim noktasının çalışması mümkün iken DSSS'de bu sayı 3 ile sınırlıdır (<http://ciscn.odtu.edu.tr/2002-6/ieee.php>, 2005).

b) Düz Sıralı Dağılık Spektrum (DSSS)

Dağılık spektrum iletimindeki diğer teknik ise Düz Sıralı Dağılık Spektrum (DSSS) tekniğidir. Bu teknik kablosuz LAN'larda kullanılan en yaygın ve geçerli metottur (Ouillet ve diğerleri, 2002). DSSS tekniğinde, gerekli olan bandın tamamına yayılmış ve kodlanmış bir veri akışı sağlanır. Ağ içinde tanımlanmamış bir alıcıya DSSS sinyali düşük güçlü geniş bantlı bir gürültü olarak görünür ve birçok dar bant alıcısı bu sinyali reddeder. DSSS tekniğinde gönderilecek her bit veri için çok miktarda bitlerden oluşan bir "şablon" üretilir. Bu bit şablonuna "şifre" ya da "şifreli kod" adı verilir. Uygulamaya bağlı olarak, genellikle şifre için 11 – 20 bit kullanılır (Ouillet ve diğerleri, 2002). Şifre ne kadar uzunsa orijinal verinin geri alınması da o kadar yüksek oranda olur. Fakat bu da daha fazla bant genişliği ihtiyacı oluşturur veya aynı bant genişliği kullanıldığında net veri miktarını azaltır. Veri iletimi esnasında zarar gören veriler

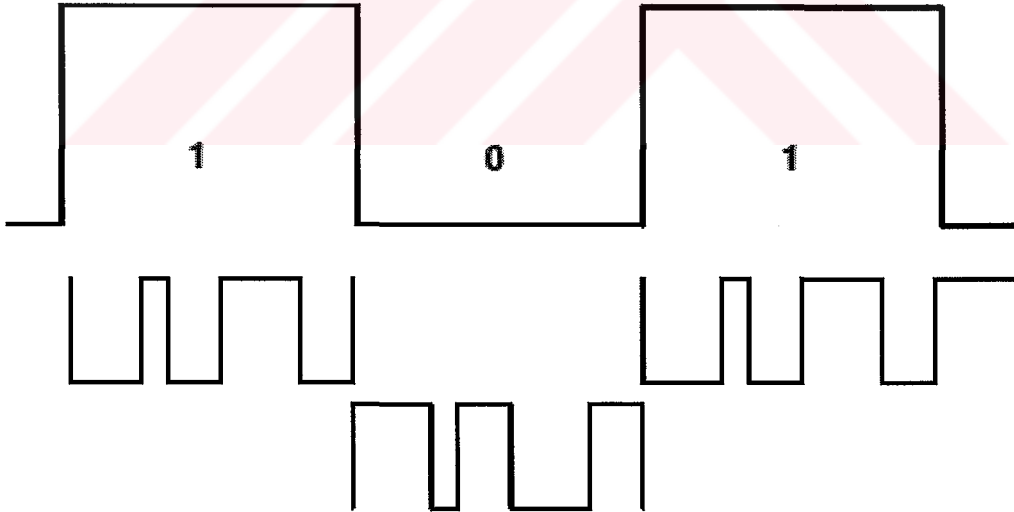
istatistiksel yöntemler kullanılarak orijinal veri yeniden gönderilmeden (iletişim tekrarlamadan) kurtarılabilir (Geier, 2002). Gerçek veri ve kodlanmış veri akışı Şekil 2.14'te görülmektedir.

Şifreli Kod : 0 = 11101100011, 1 = 00010011100
Veri Akışı : 101
Gönderilen Veri : 000100111001110110001100010011100



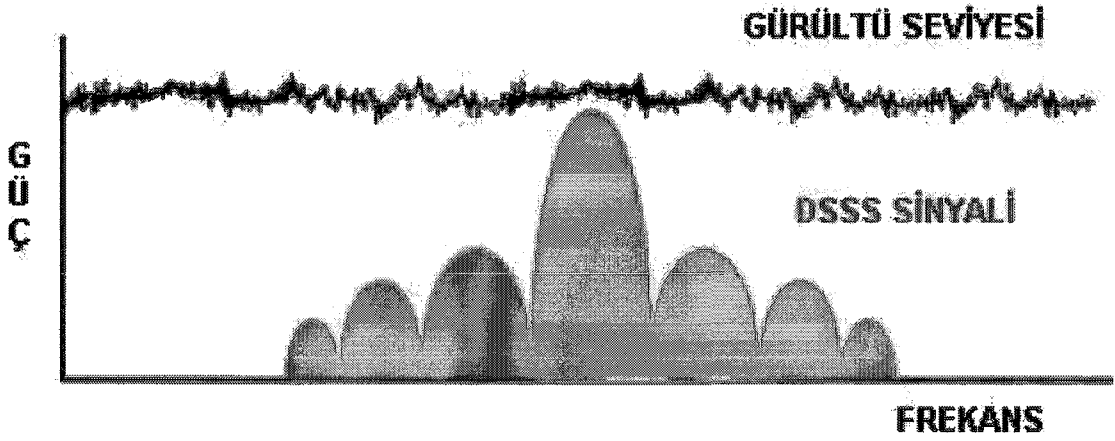
Şekil 2.14. DSSS tekniğinde kodlanmış veri

DSSS tekniği kullanıldığında 1,0,1 şeklindeki gerçek verinin kodlanmış durumu Şekil 2.15'de verilmiştir.



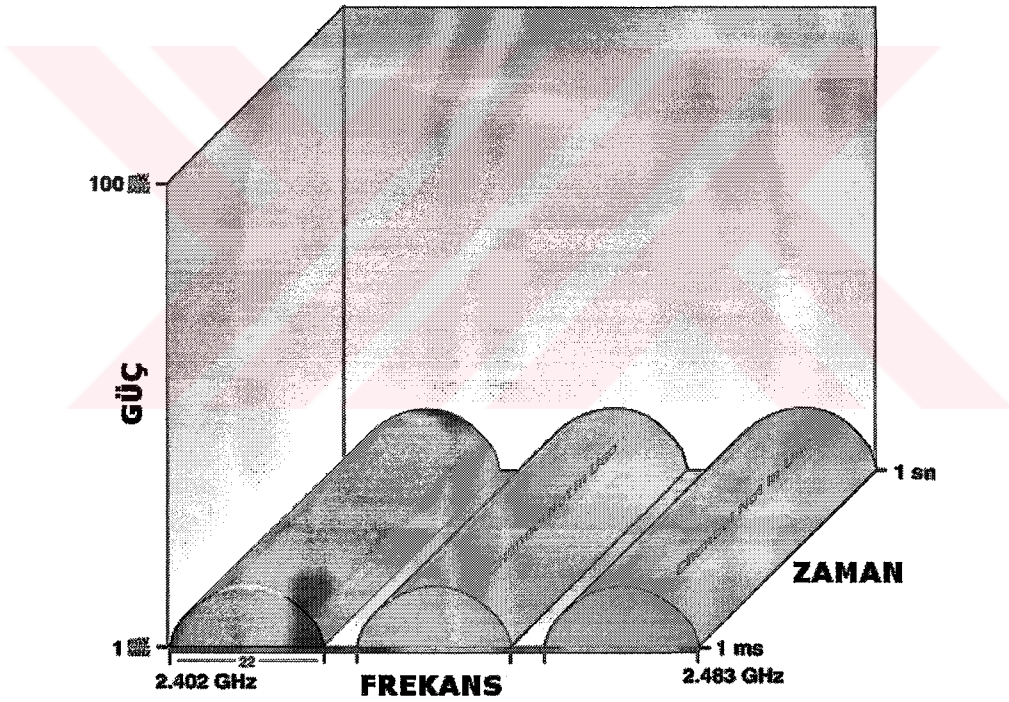
Şekil 2.15. DSSS tekniğinde gerçek veri ve kodlanmış veri

Spektrum olarak DSSS tekniğinde gönderilen sinyal, gürültü seviyesinin altında yer almaktadır. Bu durum Şekil 2.16'da görülmektedir.



Şekil 2.16. DSSS tekniğinde spektrum görünümü

Güç – frekans ilişkisi görülen grafikteki faktörlere ek olarak bir de zaman faktörü de eklenirse Şekil 2.17’deki grafik elde edilmiş olur.

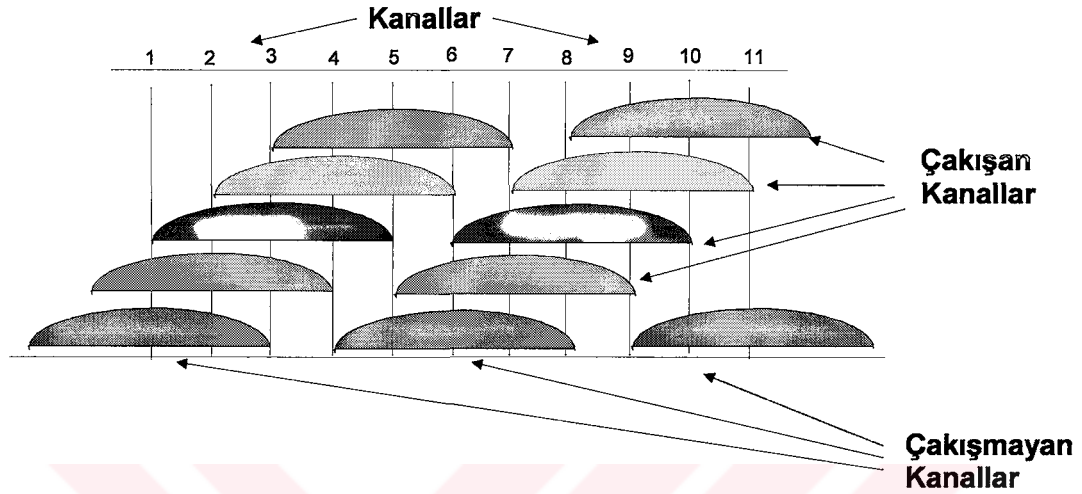


Şekil 2.17. DSSS tekniğinde frekans, güç ve zaman ilişkisi

DSSS tekniği, FSSS tekniği ile kıyaslandığında daha fazla bant genişliğine ve daha yüksek veri iletişim hızına sahiptir. Bu hız şimdilik 2 -11 Mbps değerindedir. Ayrıca diğer telsiz sistemleri tarafından yapılan enterferanstan FSSS’e göre daha az etkilenmektedir. Sonuçta kablosuz LAN ürünleri pazarına bakıldığında daha çok DSSS tekniği kullanıldığı görülmektedir. Ancak benzer sistemlerden oldukça fazla etkilendiği

için Bluetooth sistemleri ile birlikte iyi çalışmamaktadır. Özellikle 3m. mesafede birbirlerini etkilemektedir (Öztürk, 2004).

Düz sıralı kablosuz LAN'larda, radyo frekans iletimi için kullanılan toplam 11 adet kanal vardır.



Şekil 2.18. DSSS kanalları

Her bir kanal 22 MHz genişliğindedir ve bütün kanallar, 802.11 kablosuz LAN'lardaki ISM bantlarının 2.4 GHz aralığında kullanılabilir bütün spektrumlar için eşit olarak birleştirilmiştir. Kablosuz LAN'lar tasarlandığı zaman, çoklu kanallar, sadece çakışan kapsam alanı gereksiniminde kullanılır ve bu çoğu dizaynda gerçekleşir. İki erişim noktası çakışan kapsama alanına sahip iken, her bir erişim noktası farklı kanallar kullanmalı ki istemci her bir erişim noktası için iki radyo frekans arasındaki farkı ayırt edebilsin. Sadece 3 kanal aynı zamanda çalışırken çakışma olmaz: Kanal 1, 6 ve 11 (Ouellet ve diğerleri, 2002).

2.3.3.3. Dikey Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) Tekniği

Radyo frekans üzerinden büyük miktarda veri iletimine imkân veren tekniklerden biri de Dikey Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) modülasyon tekniğidir. OFDM, bir taşıyıcı yerine çok sayıda taşıyıcı kullanılan bir modülasyon tekniğidir. Bu teknikte radyo frekans sinyalleri daha küçük alt sinyallere bölünerek aynı anda farklı frekanslardan gönderilir (<http://www.webopedia.com/TERM/O/OFDM.html>, 2004). Kablosuz LAN sistemleri açısından bakıldığında ise en başarılı yöntem OFDM'dir. Çünkü bu modülasyon yöntemi ile kablosuz LAN sistemleri sahip oldukları en yüksek

veri iletişim hızına ulaşabilmektedirler. Ayrıca çoklu yol etkileri elimine edilmekte ve kanal gürültüsüne tolerans tanınmaktadır. Kablosuz LAN sistemlerinin en yüksek veri (54 Mbps) iletim hızına sahip olan 802.11a ve en son standardı olan 802.11g ile HiperLAN2 sistemlerinde OFDM tekniği kullanılmaktadır.

2.4. Kablosuz İletişim Ağ Yapıları

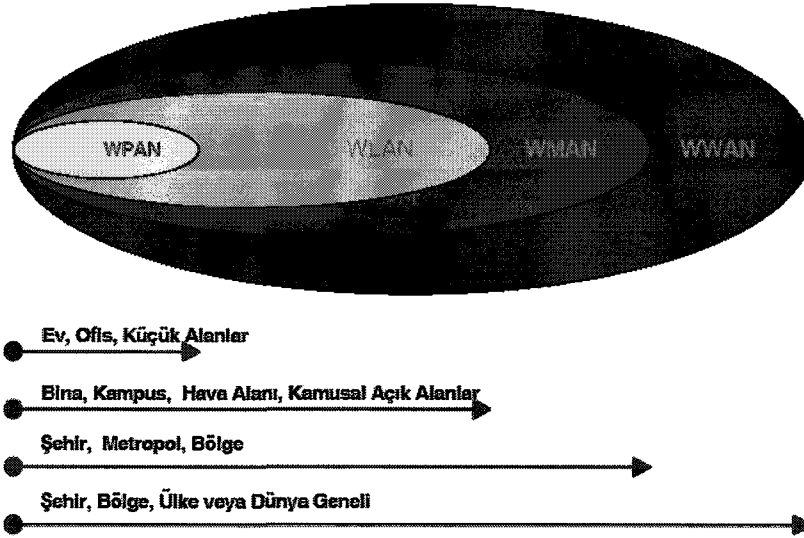
Veri iletişimde, yüksek veri hızlarına ulaşılması, kablosuz teknolojiyi yaygın kullanılır hale getirmiştir. Kablosuz iletişim ağları iki veya daha fazla bilgisayar veya sayısal cihazların birbirleriyle kablosuz veri iletişimi sağlamalarıyla oluşan yapıdır. Bu ağlar; özel amaçlı, eğitim amaçlı, ulusal veya halka açık olarak kurulabilirler. Kablosuz iletişim ağlarını hizmet yapısı, çalışma prensipleri, büyüklük veya mimarisine (topoloji) göre olmak üzere farklı şekillerde gruplandırmak mümkündür. Kablosuz iletişim ağ yapılarını en iyi büyüklüklerine göre sınıflandırmayla açıklayabiliriz (Öztürk, 2004).

2.4.1. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar

Kablosuz iletişim ağlarını, büyüklüklerine yani hizmet verdikleri fiziksel alanlara göre gruplandırmak mümkündür. 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)
- Kablosuz Kişisel Alan Ağları (Wireless Personal Area Networks, WPAN)

olarak sıralanabilir. Bu gruplandırma ve her bir grubun hizmet alanları Şekil 2.19'da verilmiştir.



Şekil 2.19. Büyüklüklerine Göre Kablosuz Ağlar

Bazı teknolojilerin özellikleri itibarıyla birden fazla grupta yer alması söz konusudur. Ancak yaygın kullanımları dikkate alınarak kablosuz iletişim teknolojilerini Tablo 2.6’da belirtildiği şekilde sınıflandırmak mümkündür (Öztürk, 2004).

Tablo 2.6. Kablosuz iletişim ağ teknolojileri

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Standart	Bluetooth HomeRF	IEEE 802.11 HiperLAN	IEEE 802.16 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

2.4.1.1. 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. 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. Kablosuz WAN uygulamalarına örnek olarak GSM, GPRS, CDMA ve 3G sistemleri sayılabilir (Özdemir, 2003). Kablosuz WAN’larda trafik yükünün büyük kısmı ses iletişimi ile ilgilidir.

2.4.1.2. 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 (Özdemir, 2003). MAN'larda da WAN'larda olduğu gibi genellikle kiralık hatlar veya telefon hatları kullanılmaktadır. Bu tür ağlarda kablo yerine uydu veya radyo frekans iletişimi teknolojileri kullanılması durumunda Kablosuz Metropol Alan Ağları (Wireless Metropolitan Area Networks, WMAN) olarak isimlendirilmektedir. Kablosuz WAN'lar çok sayıda şubesi bulunan kurum ve büyük şirketler ile dağınık yerleşime sahip üniversiteler gibi yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kablosuz WAN'lar kablolu ağlardan çok daha ucuz, esnek ve kolay kurulum özelliklerine sahiptir. Ancak, bu tür uygulamalar oldukça yenidir ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Öztürk, 2004).

2.4.1.3. 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 (<http://www.wlana.org/learn/educate1.htm>, 2005). 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 radyo frekans veya kızılötesi teknolojisi kullanılması durumunda, Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks, WLAN) olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle kablolu LAN'ların tüm özelliklerine sahiptir. Kablosuz LAN sistemleri; kullanıcılarına kablosuz geniş bant internet erişimi, sunucu üzerindeki uygulamalara (programlara) ulaşım, aynı ağa bağlı kullanıcılar arasında elektronik posta hizmeti ve dosya paylaşımı gibi çeşitli imkânlar sağlamaktadır. Ayrıca kablosuz bir sistem olması nedeniyle cadde, sokak, park, bahçe ve benzeri açık alanlarda kablosuz LAN sistemleri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak yerel (lokal) kullanım amacıyla geliştirilmiş olduklarından kablosuz LAN sistemlerinin mesafesi 25 – 100 metre civarındadır. Kablosuz LAN sistemleri standartlaşma ile birlikte yaygınlaşmıştır. Çünkü belirli standartların kabulü sonucunda ürün fiyatlarında önemli ölçüde düşmeler olmuştur ve günümüz fiyatlarını

incelediğimizde ise düşmeyede devam edeceği görülmektedir. Dünyada yaygın olarak kullanılan 2 tür kablosuz LAN teknolojisi mevcuttur. Bunlardan birisi Amerika tabanlı IEEE 802.11x ve diğeri ise Avrupa tabanlı HiperLAN sistemleridir (Öztürk, 2004). Bunların dışında Japonya’da geliştirilen MMAC (Multimedia Mobile Acces Communication System) sistemi de mevcuttur (<http://www.arib.or.jp/mmac/e/outline/index.htm>, 2005).

IEEE 802.11x standartları Kablosuz LAN uygulamalarında en çok kullanılan ve bugünkü popülerliğini kazandıran IEEE tarafından yayınlanan bir dizi standarttır. IEEE 802 LAN/MAN standart komitesi ilk olarak Haziran 1997’de IEEE 802.11 standardını yayımlamıştır. İlk standartta 1 ve 2 Mbps’lik çalışma hızları belirlenmişti. Bu temel standarda göre 2.4 GHz frekans bandında FHSS veya DSSS teknikleri kullanılarak 2 Mbps’e kadar veri iletişimi sağlanabilmektedir. 802.11 standardının 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 kablosuz LAN uygulamaları için 802.11x adı altında bir dizi standart daha yayımlanmıştır (<http://standards.ieee.org/resources/development/index.html>, 2005). 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 kablosuz LAN 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 2.7’de geliştirme çalışmaları tamamlanmış ve ürünleri piyasada bulunan IEEE 802.11x standartlarının genel özellikleri verilmiştir (Öztürk, 2004).

Tablo 2.7. 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 gelişmiş hali

IEEE tarafından kablosuz LAN uygulamalarını geliştirmek ve mevcut sorunları gidermek üzere 802.11x adı altında başka standartlar da yayımlanmıştır. Bu standartlar

henüz tamamlanmamış durumdadır ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Öztürk, 2004). Bu standartlar, diğer 802.11x standartları olarak Tablo 2.8’de verilmiştir.

Tablo 2.8. 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’i arttırmak ve yönetmek için çeşitli işlevler içermektedir
IEEE 802.11f	Erişim noktaları arası iletişim protokolünü (Inter Access Point Protocol, IAPP) tanımlamaktadır. Farklı üreticiler tarafından üretilen erişim noktaları birlikte çalışmalarını sağlamak için geliştirilmiştir.
WISPR	Kablosuz Ethernet Uyumluluğu Topluluğu tarafından geliştirilen, P-WLAN işletmeleri arasında dolaşım için tavsiyeler içermektedir.

İleriki kısımlarda, bu standartlar üzerinde daha ayrıntılı bir şekilde durulacaktır.

2.4.1.4. Kablosuz Kişisel Alan Ağları (WPAN)

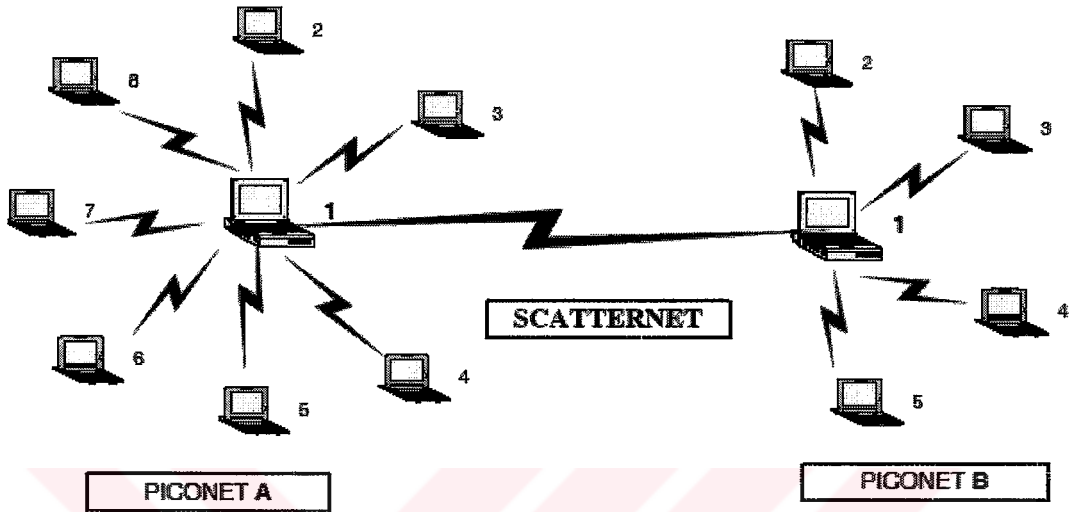
Ev ya da küçük iş yerlerinde birkaç bilgisayar ve çevre biriminden oluşan ağlara Kişisel Alan Ağları (Personal Area Networks, PAN) denmektedir. Kablo yerine kablosuz iletişim teknolojisi kullanılması durumunda ise Kablosuz Kişisel Alan Ağları (Wireless Personal Area Networks, WPAN) olarak adlandırılmaktadır. Bir başka ifadeyle kablosuz PAN’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. Kablosuz PAN’ların hızları 1 Mbps ve menzilleri 10 metre civarındadır. Kablosuz PAN’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. Kablosuz PAN uygulamalarında öncülüğü Bluetooth yürütmektedir (Öztürk, 2004).

a) Bluetooth Sistemi

Bluetooth; Harald (Bluetooth, Blatand) 10. yüzyılda Danimarka ve Norveç’i birleştiren Danimarka kralının adıdır. Bu isim telekom ve bilgisayar endüstrilerini

birleştirmek amacıyla ortak çalışma yapan ve bugün de Bluetooth Özel Çalışma Grubunda (Bluetooth Special Interest Group, SIG) etkili olan Ericsson ve Nokia firmalarının çalışması sonucu ortaya çıkmıştır. 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 (<http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp>, 2004). 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 hedeflenmiştir (Karygiannis ve Owens). Ericsson, IBM ve Toshiba gibi şirketlerin oluşturduğu Bluetooth Özel Çalışma Grubu 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 radyo frekans yoluyla gerçekleştirdikleri, ancak Bluetooth'un FHSS modülasyon tekniği ile 1 Mbps, 802.11b'nin ise DSSS modülasyon tekniği ile 11 Mbps veri iletişim hızına ulaştıkları görülmektedir. Her iki teknolojinin amacı da cihazlar arasında radyo frekans yoluyla veri iletimi olmasına rağmen, fonksiyonları açıkça birbirinden farklıdır. Bu nedenle bu iki teknolojiyi rakip olarak görmek veya kıyaslamak mümkün değildir. Kablosuz LAN teknolojileri orta güç ve orta iletişim mesafeleri için uygundur. Kablosuz PAN teknolojisi ise düşük güç, kısa iletişim mesafeleri için uygundur. Bu özelliği nedeniyle Bluetooth uygun mesafedeki herhangi bir cihazı kablosuz olarak bir başka cihaza bağlayabilir. Kablosuz LAN sistemleri 100 metre iletişim mesafesine sahip iken Bluetooth'un mesafesi yaklaşık 10 metredir (<http://www.bluetoothurkey.com/bluetooth%20nedir.htm>, 2005). Ayrıca Bluetooth, kullanıcılara kablosuz ağ bağlantısı veya internet erişimi sağlamak için tasarlanmamıştır. Bu sınırlamalar nedeniyle kablosuz LAN sistemleri ile kıyaslandığında Bluetooth'un ev ve işyerlerindeki kullanım imkanlarının oldukça sınırlandığı görülmektedir. Bluetooth ağları sekiz cihaza kadar birlikte "master - slave" durumunda bir ağ oluşturabilirler ki buna "pikonet" (piconet) denilmektedir. Bir pikonet'de bir cihaz master konumundadır ve diğer 7 cihaz ise slave konumunda ve sadece 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 alanını genişletmek amacıyla Piconet'ler birbirine bağlanarak "Scatternet"ler oluşturulabilir. Farklı cihaz (kullanıcı) miktarlarına sahip 2 adet Piconet ve 1 adet Scatternet yapısı Şekil 2.20'de verilmiştir. (Öztürk, 2004)



Şekil 2.20. Piconet ve Scatternet

Bluetooth'un genel özellikleri Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. 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 (ancak genişletilebilir)
Radyo Frekans atlama	1600 kez/s
Şifreleme	GSM gibi, cihaz ID ve 0/40/64 bitlik anahtar uzunlukları
TX Çıkış Gücü	Azami 20 dBm (0.1W)

b) HomeRF Sistemi

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 bilgisayar, kordonsuz telefon ve diğer cihazlar arasında ses ve veri iletişimini kablolu masrafına gerek kalmadan kablosuz olarak sağlamaktadır. HomeRF Çalışma Gurubunun kurulmasından sonra pek çok firmayla birlikte uzun çalışmalar sonuçlandırılarak SWAP

2.0 geliştirilmiştir. SWAP 2.0 ile başlangıçta 1.6 Mbps olan veri iletişim hızı 10 Mbps'e çıkarılmıştır (<http://www.palowireless.com/homerf/homerf1.asp>, 2004). HomeRF sistemi 2.4 GHz ISM bandında çalışmakta ve 50 metreye kadar mesafede veri iletişimi sağlamaktadır. HomeRF 2.0 sistemlerinde FHSS modülasyon tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikte veri kanalı bir frekanstan diğerine saniyede 50 defa atlamaktadır. HomeRF 2.0 sürümü'nün genel teknik özellikleri Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10. HomeRF'in genel teknik özellikleri

Frekans Aralığı	2402 - 2480 MHz
Veri Oranı	10 Mbps (v.2 için)
Kanal Bant genişliği	1 MHz
Mesafe	~50 metre
Radyo Frekans atlama	50 kez/s
Şifreleme	Blowfish
TX Çıkış Gücü	Azami 20 dBm (0.1W)

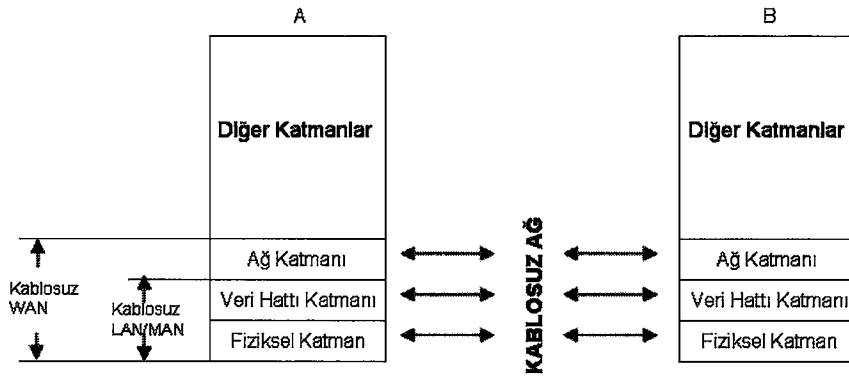
2.5. Kablosuz LAN Sistemlerinin Mimari Yapısı

Bir ağın fiziksel yada mantıksal yerleşim düzenine topoloji yada mimari yapı denir. Kablosuz LAN sistemlerinde cihazdan-cihaza (Peer-to-peer, Ad/Hoc, IBSS), altyapı (Infrastructure, Client/Server, BSS) ve genişletilmiş altyapı (ESS) olmak üzere 3 çeşit mimari yapı kullanılmaktadır. Bu mimari yapıları ve temel özelliklerini incelemeden önce kablosuz LAN'ın mantıksal ve fiziksel mimarisini ve bileşenlerini inceleyelim.

2.5.1. Bir Kablosuz LAN'ın Mantıksal Mimarisi ve Bileşenleri

Bir kablosuz ağ, OSI modelinin bütün fonksiyonlarını sunmaz. Şekil 2.21'de de görüldüğü gibi kablosuz LAN'lar, hat senkronizasyon ve hata kontrol mekanizması ve ortama erişim gibi işlemleri sağlayan fiziksel ve veri hattı katmanlarında iş görürler (Ouellet ve diğerleri, 2002).

Ortam erişim teknikleri ortak bir ortamın paylaşımını kolaylaştırır. Bu bileşen IEEE 802.11 standardında belirlenmiştir. Senkronizasyon ve hata kontrol mekanizmaları, her bir hat aktarımındaki veri sağlamlılığını sağlar. Mantıksal kablosuz sistemdeki bu işlem, OSI referans modelindeki veri hattı katmanında ele alınarak işlenir. Yönlendirme mekanizmaları ise veriyi, başladığı kaynaktan planlanan hedefe taşır. Bu mekanizmalar OSI referans modelinin ağ katmanında çalışırlar.



Şekil 2.21. Kablosuz iletimin OSI modelindeki yeri

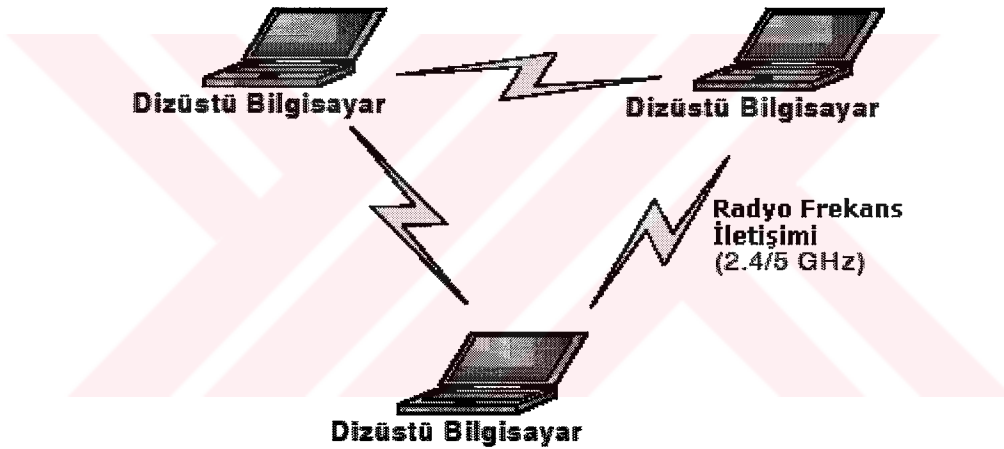
2.5.2. Bir Kablosuz LAN'ın Fiziksel Mimarisi ve Bileşenleri

Kablosuz ağın fiziksel bileşenleri OSI referans modelinin fiziksel, veri hattı ve ağ katmanlarının işlemlerini gerçekleştirir. Ağ arayüz kartları (Network Interface Card, NIC) veri sinyallerini havadan anten ile yayılması için hazırlar (Geier, 1996). Kablosuz mimariyi anlamak için çeşitli kablosuz uygulamalarda kullanılan fiziksel kablosuz sistem bileşenlerini tanımlamak gerekir (Ouillet ve diğerleri, 2002). Fiziksel kablosuz sistem bileşenleri şunlardır: ortam, erişim noktası, anten, kablosuz istasyon.

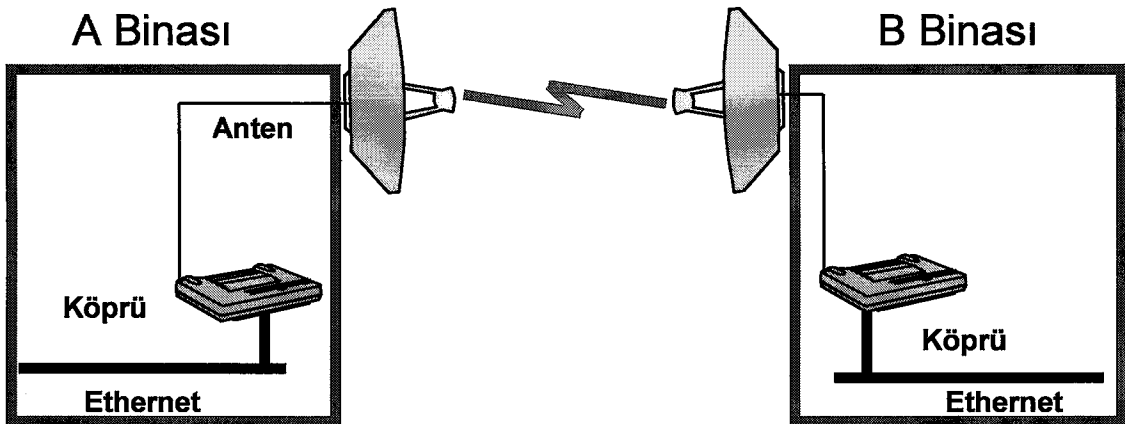
Ortam, kablolu LAN omurgasının fiziksel bileşenidir. Bu bileşen, kablosuz sistemin dağıtım sisteminin bir parçasıdır. Örneğin, bakır kablolama, koaksiyel kablolama, fiberoptik kablolama, mantıksal yapıların dağıtım sisteminde tanımlı bütün fiziksel bileşenleridir. Bir erişim noktası kablosuz bir düğümdür. Bir kablosuz ağda merkez noktadır ya da kablolu ve kablosuz bir ağ arasındaki bağlantı noktasıdır. Çoklu erişim noktalı sistemler, kablosuz LAN adaptörleri ile donatılmış kullanıcılara bütün ağ kaynaklarına kesintisiz erişimi koruyarak geniş bir alanda serbest şekilde hareket kabiliyeti sağlayan bir olanaktır. Anten, dağıtım sisteminden çıkışı ve girişi sağlayan, hava yolu boyunca, kablosuz ağ için bir ortam olarak düşünülebilir. Modüle edilmiş sinyalin hedefe ulaşabilmesi için yayma işlemi yapan fiziksel bileşendir. Anten çeşitleri, yayılma modelleri, kazançları ve iletim gücüne bağlı olarak değişir. Son kullanıcı aygıtı olarak işlem gören ve kablosuz ortamlı arayüzler gibi cihazlar, kablosuz istasyonlardır. Kablosuz istasyon, kablosuz sistem için kullanıcının arayüzüdür. Örnek olarak kablosuz ağ arayüz kartları (NIC) olan dizüstü bilgisayarları, masaüstü bilgisayarları, PDA'ları, kablosuz barkod okuyucularını verebiliriz.

2.5.2.1. Cihazdan – Cihaza Çalışma Modeli (Peer-to-peer)

Cihazdan – cihaza model için, bağımsız konfigürasyon (Independent Basic Service Set, IBSS) yada ad-hoc ağ olarak da bahsedilir. Cihazdan – cihaza çalışma modeli; en basit yapıdır ve iki ya da daha çok kablosuz iletişim özelliğine sahip bilgisayarın, kablolardan bağımsız ve bir sunucu ve erişim noktası olmadan birbirine bağlandığı ağ yapılarıdır. Bu tür ağlarda bulunan bilgisayarların sahip oldukları program, veri, dosya gibi tüm kaynakların ağdaki diğer bilgisayarlar tarafından kullanılabilir. Bu yapıda internet veya intranet bağlantısı söz konusu değildir. Bu mimari yapı çok yaygın kullanılmamakla birlikte geçici ve hızlı bir ağ ihtiyacı duyulan grup çalışmalarında ve toplantılarda kullanılmaktadır. Cihazdan – cihaza çalışma modeli Şekil 2.22’de görülmektedir.



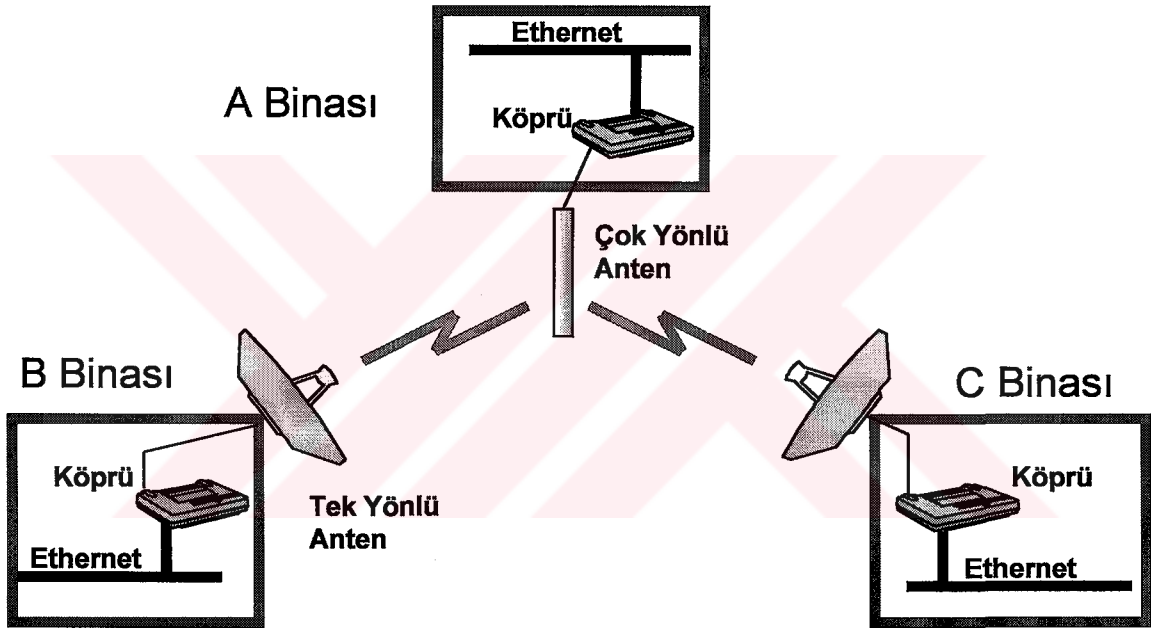
Şekil 2.22. Cihazdan-cihaza çalışma modeli



Şekil 2.23. Binalar arası cihazdan – cihaza çalışma modeli (köprü)

Cihazdan – cihaza çalışma modeli, iki LAN parçasını köprülemek için de kullanılabilir. Köprü dahili çalışan bir cihazdır. Şekil 2.23'te kablosuz bir köprü gösterilmektedir. Bu şekildeki cihazdan – cihaza çalışma modelinde, her bir LAN'a bağlı köprüleme cihazlarının kablosuz bir şekilde bağlanmasıdır. Bu yapı, bir cadde ile ayrılmış iki ofis binası gibi birbiri ile kablo yolu ile kolay bağlanamayan iki ayrı binadaki LAN'ları hatlandırmak için çok kullanışlıdır.

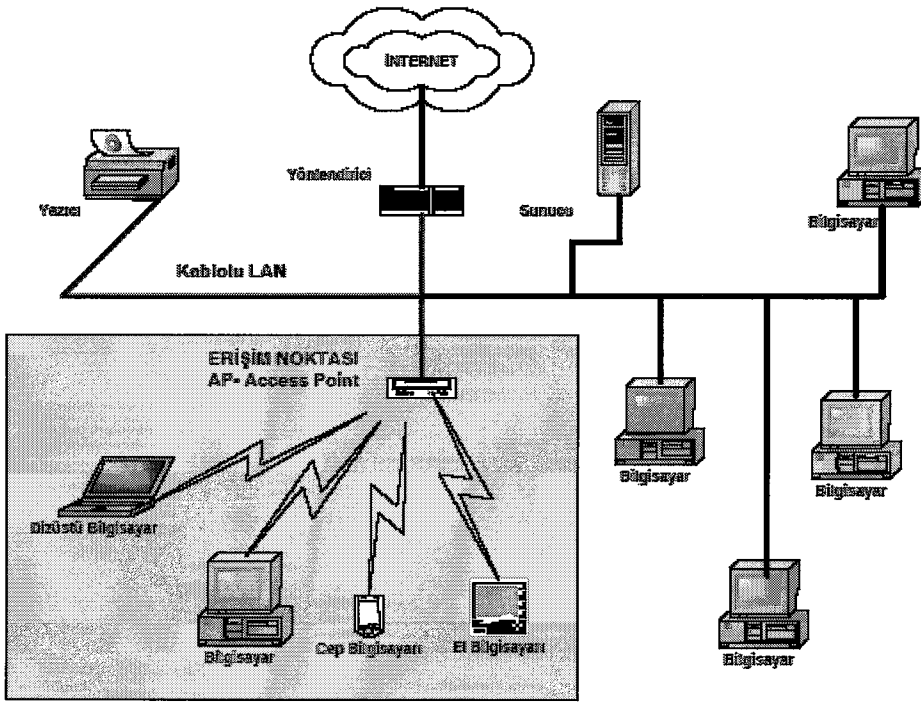
Cihazdan – cihaza çalışma modeline ek olarak cihazdan – çok cihaza çalışma modeli de ele alınmalıdır. Bu çalışma modelinde ise bir adet çok yönlü anten vasıtasıyla yukarıdaki iki LAN'lı yapının başka bir LAN ile bağlantısını kablosuz bir şekilde bağlanması ile olur. Bu model Şekil 2.24'te gösterilmiştir.



Şekil 2.24. Cihazdan – çok cihaza çalışma modeli

2.5.2.2. Altyapı Çalışma Modeli (Infrastructure)

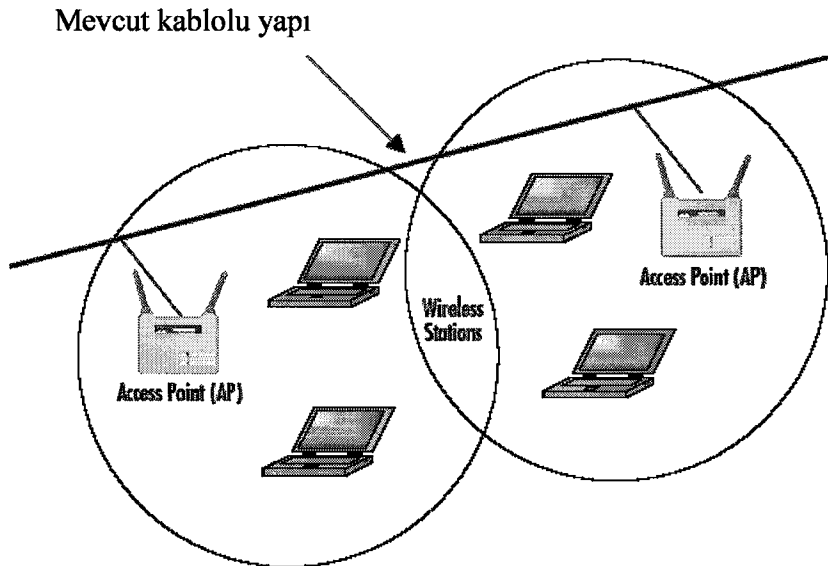
Kablosuz LAN sistemlerinin temel ve en yaygın kullanım şekli olan altyapı çalışma modeli; kablolu ağa bağlı bir erişim noktası ve istenilen sayıda kablosuz erişim özelliğine sahip cihazdan oluşur. Kablolu ağda ihtiyaca göre genellikle bir internet erişimi ve birçok sunucu bilgisayar bulunabilir. Bu durumda ağda bulunan tüm bilgisayarlar erişim noktası vasıtasıyla kablosuz olarak mevcut kablolu ağa ve internete bağlanabilirler. Bu tür çalışma modelinde paylaşılan bütün kaynaklar sunucuda yer alır ve işlemler sunucu aracılığıyla yürütülür. Temel altyapı çalışma modeli Şekil 2.25'te gösterilmiştir.



Şekil 2.25. Kablosuz LAN Altyapı Çalışma Modeli

2.5.2.3. Genişletilmiş Altyapı Çalışma Modeli

Kablosuz LAN altyapı çalışma modelinde kullanıcı sayısının veya iletişim mesafesinin artırılması gereken durumlarda sisteme yeni erişim noktaları ilave edilerek genişletilmiş altyapı oluşturulur. Bu modeli Şekil 2.26'da görebiliriz.



Şekil 2.26. Genişletilmiş altyapı çalışma modeli

Örneğin bir toplantı salonundaki yoğun kullanımı karşılamak üzere ikinci veya üçüncü erişim noktası sisteme ilave edilebilir. Kullanım alanını genişletilmesi ise hücre sistemine göre değişik noktalara erişim noktalarının kurulması ile gerçekleştirilir. Erişim noktaları sayısının ve montaj yerlerinin tespiti istenilen veri iletişim hızı, kullanıcı sayısı, iletişim alanının boyutu ve benzeri kriterlere bağlı olarak belirlenir.

2.6. Kablosuz LAN Standartları ve Düzenlemeleri

Kablosuz LAN sistemleri ilk olarak 1990'lı yılların başında işyerlerinde kullanılmaya başlamıştır. İlk yıllarda, düşük veri hızları, yüksek maliyetler, donanım uyumsuzluğu ve kullanıcıların birbirinden habersiz olması gibi sorunlar nedeniyle yavaş bir gelişme yaşanmıştır (Patil, 2003). Ancak 2000'li yıllardan itibaren standartlaşmayla birlikte kablosuz LAN sistemleri hızla yayılmıştır. Bugünlerde, başlangıçtaki bir çok problem çözülmüş olduğundan ciddi bir kablosuz LAN pazarı oluşmuştur ve bir çok gelişme olmuştur. Tüm bu gelişmelerdeki temel faktör standartlaşmadır. Çünkü standartlaşma ile birlikte parça üreticileri, cihaz üreticileri ve satıcılar ortak çalışma imkanı bulmuşlardır. Standartlaşma sonucunda çeşitli marka kablosuz LAN ekipmanı aynı kablosuz ağ içinde kullanılabilir. Standardizasyon aynı zamanda performans artışına, ürün yelpazesinin genişlemesine ve fiyatların düşmesine olanak sağlamıştır. Standardizasyondaki en önemli alan iletişim için kullanılan frekans bandının standartlaşmasıdır. Kablosuz LAN sistemleri ilk olarak 2.4 GHz (2400 – 2483.5 MHz) frekans bandında gelişmiştir. Çünkü bu bant dünya genelinde endüstriyel, bilimsel ve tıbbi (ISM) kullanım için tahsis edilmiştir. ISM bandının lisans ve frekans tahsisi gerektirmeden dünya genelinde serbestçe kullanılması kablosuz LAN sistemlerinin gelişmesini desteklemiştir. Ancak olumlu katkısının yanında diğer sistemlerden kaynaklanan enterferans problemleri nedeniyle kablosuz LAN sistemlerinin gelişmesine olumsuz etkiler de yapmaktadır. 2003 yılına kadar birçok sistem tarafından kullanılan ISM bandında gelişen kablosuz LAN sistemleri için Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union, ITU) tarafından WRC-03'de ilk defa frekans tahsisi yapılmıştır. Bu tahsis kablosuz LAN sistemlerinin teknolojik olarak gelişmesine büyük katkılar sağlayacaktır. Aynı zamanda kablosuz LAN sistemleri artık tüm dünya tarafından kabul edilmiş olmaktadır. Kablosuz LAN sistemlerinde frekans bandı olarak 2.4 GHz ve 5 GHz kullanılmaktadır. Bu iki ayrı frekans bandının tahsisli olması farklı ekipmanların kullanılmasına ve karışıklığa neden olmaktadır. Ayrıca bu

bantlar dünya genelinde tamamen aynı değildir. Çünkü ülkelerin kendilerine özgü koydukları kısıtlamalar vardır. Örneğin 2.4 GHz bandında Avrupa genelinde 2400 – 2483.5 MHz frekans aralığı kullanılırken Fransa kendine özgü bir uygulama yaparak sadece 2448 – 2482 MHz frekans aralığının kullanılmasına izin vermiştir. Ayrıca yeni teknolojilere olanak sağlamak amacıyla güç ve frekans gibi birkaç temel parametre dışında fazla bir kısıtlama yapılmamıştır. Tüm bu gelişmeler ürün yelpazesinin artması gibi olumlu etkilerinin yanı sıra standart ve ekipman karmaşasına da neden olmaktadır. Her bir kablosuz LAN standardı kendine özgü avantajlar ve dezavantajlar taşımaktadır. En iyi standardı seçmek gerçekten zordur. Ancak ihtiyacı karşılayan en iyi çözümden bahsetmek daha doğru olmaktadır. Tablo 2.11 temel kablosuz LAN standartlarını göstermektedir (Öztürk, 2004).

Tablo 2.11. Temel kablosuz LAN standartları

Standart Adı	Frekans Bandı	Veri Hızı	Modülasyon Tekniği	Açıklama
HIPERLAN1	5 GHz	20 Mbps	OFDM	Kablosuz LAN standardı olarak Avrupa ülkelerinde geliştirilmiştir
HIPERLAN2	5 GHz	54 Mbps	OFDM	Kablosuz LAN standardı olarak Avrupa ülkelerinde geliştirilmiştir. DFS ve TPC özelliğine sahiptir
IEEE 802.11	2.4 GHz	1-2 Mbps	FHDS/ DSSS	İlk ve temel standarddır
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbps	OFDM	DFS özelliği bulunmadığından Avrupa'da kısıtlı olarak kullanılmaktadır
IEEE 802.11b	2.4 GHz	11 Mbps	DSSS	En yaygın kullanıma sahiptir
IEEE 802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	OFDM	802.11b'nin yüksek hıza sahip şeklidir
IEEE 802.11h	5 GHz	54 Mbps	OFDM	802.11a'nin DFS ve TPC özelliği ilave edilmiş şeklidir
IrDA	3x10 ¹⁴ k Hz	< 1 Mbps	-	Yaygın kullanılmamaktadır

2.6.1. Standardizasyon Kuruluşları ve Çalışmaları

Kablosuz LAN standartları esas itibariyle ETSI, IEEE ve MMAC olmak üzere üç kuruluş tarafından yürütülmektedir. ETSI Avrupa, IEEE Amerika ve MMAC ise Uzak Doğu'daki kablosuz LAN standartlarının oluşturulması konusunda çalışmaktadır. Bunların dışında değişik amaçlarla kurulmuş çok sayıda organizasyon bulunmaktadır. Bu organizasyonlar kablosuz LAN sistemlerini tanıtımı, cihazların uyumluluk onayları, Erişim Alanları hakkında bilgi sağlanması ve benzeri konularda farklı hizmetler yürütmektedirler (Öztürk, 2004).

2.6.1.1. ETSI -Avrupa Telekomünikasyon Standardları Enstitüsü

Avrupa Telekomünikasyon Standardları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute, ETSI), 1988 yılında CEPT tarafından Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği bünyesindeki telekomünikasyonun standartlaştırılması ile ilgili görevleri yürütmek üzere kurulmuştur. Avrupa'da kullanılacak telekomünikasyon standartlarını belirleyen bir organizasyon olan ETSI'nin amacı; Avrupa'da, telekomünikasyon altyapılarını birleştirmek, geleceğe yönelik servisleri birlikte çalıştırmak, terminal donanımlarının uyumluluğunu sağlamak ve Avrupa telekomünikasyon ağını oluşturmaktır. ETSI'de gerekli olan standartların bir bütün halinde oluşturulmasını sağlamak amacıyla çeşitli projeler başlatılmaktadır. Bu projelerden bir tanesi olan BRAN (Geniş bant Radyo Erişim Şebekeleri, Broadband Radio Access Networks) projesinde HiperLAN1 ve HiperLAN2 adı altında 2 adet kablosuz LAN standardı hazırlanmıştır

(<http://portal.etsi.org/bran/kta/Hiperlan/hiperlan2.asp>, 2005).

1992 yılının başlarından itibaren 2.4 GHz'de çalışan kablosuz LAN ekipmanlarının üretilmeye ve kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ETSI bu bantta FHSS ve DSSS tekniği ile çalışacak sistemlerin temel parametrelerini belirleyen ETS 300 328 dokümanını Mayıs 1993, ikinci baskısını ise Kasım 1996 tarihinde yayımlamıştır. Yine ETSI tarafından 5 GHz yüksek performanslı kablosuz LAN ekipmanları için gerekli standartları tanımlayan son taslak ETSI EN 301 893 dokümanı hazırlanmıştır (Öztürk, 2004).

2.6.1.2. IEEE- Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü

New York merkezli Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE), elektrik mühendisliği, elektronik, biomedikal, telekomünikasyon ve bilgisayar alanlarında teori ve uygulama geliştirmek amacıyla 1884'de kurulmuştur. IEEE, yaklaşık 175 ülkede 360 binin üzerinde elektrik, elektronik mühendisi ve bilim adamı üyesi ile dünyanın en geniş teknik profesyonel topluluğudur. IEEE desteklediği projeleri bir arşivde toplamakta ve elektronik ortamda üyelerin erişimine sunmaktadır. IEEE, elektrik mühendisliği, bilgisayar ve kontrol teknolojileri alanında dünyadaki yayınların %30'unu hazırlamaktadır. Yaklaşık 900 standart geliştirilmiş olup 700 standart ise geliştirme aşamasındadır

(http://www.ieee.org/portal/index.jsp?pageID=corp_level1&path=about&file=index.xml&xsl=generic.xsl, 2005). IEEE 802 LAN/MAN standart komitesi 802.x adı altında bir seri standart yayınlamıştır. Orijinal 802.11 standardı Haziran 1997'de yayınlanmıştır (Ouellet ve diğerleri, 2002). Bu standart 2.4 GHz bandında FHSS veya DSSS tekniklerinde 2 Mbps'e kadar veri iletişimi sağlanmaktadır. Bu ilk standartın amacı var olan kablolu LAN'ların, kablosuz olarak genişlemesini gerçekleştirmektir. 1999 yılında IEEE 802.11b standardını duyurmuştur. Bu standart 2.4 GHz frekans bandında DSSS modülasyon tekniği kullanarak 11 Mbps'a kadar kablosuz iletişim imkanı sağlamaktadır. Yine aynı tarihte, 802.11a standardı da onaylanmıştır. Bu standart da 5 GHz frekans bandında OFDM modülasyon tekniği kullanarak 54 Mbps'e kadar veri iletişimi sağlamaktadır. DSSS teknolojisini uygulamak OFDM teknolojisinden daha kolay olduğu için DSSS teknolojisini kullanan 802.11b ürünleri daha önce üretilerek 1999 yılının sonlarında pazarda görülmeye başlamıştır. Daha sonraları, 802.11b ürünleri Wi-Fi adıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yaygın kullanım 802.11b standardının kablosuz LAN standardı olarak anılmasına neden olmuştur (Öztürk, 2004).

a) IEEE 802.11b Standardı

Kablosuz LAN standartları hazırlamak üzere IEEE 802 Executive Committee tarafından kurulan 802.11 Working Group 1-2 Mbps daha hızına sahip olan 802.11 standardının gelecekteki ihtiyaçları karşılamak üzere bir uzantısı olarak 802.11b standartlarını hazırlamıştır. 802.11a ile aynı tarihlerde açıklanmasına rağmen 802.11b standardı üreticiler ve kullanıcılar arasında büyük kabul görmüştür. 802.11b standardı Wi-Fi olarak adlandırılmış ve üzerinde Wi-Fi logosu bulunan ürünler marka bağımsız olarak birlikte uyumlu olarak çalışmaktadır. 802.11b standardında DSSS tekniği kullanılmaktadır. 2.4 GHz bandında 2400-2483.5 MHz frekans aralığı kullanılarak 11 Mbps'e kadar veri iletişim hızlarına ulaşılmaktadır. 802.11b standardı büyük bir başarı elde etmesine rağmen diğer sistemler tarafından yaratılan enterferansa maruz kalmaktadır. Çünkü aynı frekans bandı Bluetooth, HomeRF, mikrodalga fırınlar, kordonsuz telefonlar ve amatör telsizler tarafından da kullanılmaktadır. Enterferans veri iletişim hızının düşmesine ya da kesilmesine neden olmaktadır. Gelecekte sadece kablosuz LAN sistemlerine tahsis edilmiş frekans bantlarında çalışan, daha yüksek veri iletişim hızına, daha iyi servis kalitesine ve güvenliğine sahip sistemlerin 802.11b standardının yerini alması tahmin edilmektedir (Öztürk, 2004).

b) IEEE 802.11a Standardı

802.11a standardı, radyo frekans teknolojisi olarak daha yeni ve gelişmiş bir teknoloji olan OFDM modülasyon tekniği kullanarak 5 GHz frekans bandında 54 Mbps veri iletişim hızı sağlamaktadır. Bu teknoloji 802.11b ile kıyaslandığında bir çok üstünlüğe sahiptir. Her iki standardın karşılaştırması aşağıda verilmiştir (Öztürk, 2004).

- Daha yüksek veri iletişim hızı: 802.11b'de 11 Mbps olan veri iletişim hızı 802.11a'da 5 kat artırılarak 54 Mbps'e ulaşmaktadır.
- Enterferans riski daha azdır: Diğer dağınık spektrum teknikleri gibi OFDM modülasyon tekniği de benzer sistemlerden gelen enterferansa karşı duyarlıdır. Ancak 802.11a'nın çalıştığı 5 GHz frekans bandı diğer sistemler tarafından daha az kullanılmaktadır. Bu nedenle enterferans riski 2.4 GHz bandına oranla daha düşüktür.
- Yansımadan daha az etkilenir: Radyo frekans sinyalleri vericiden alıcıya doğru giderken yol boyunca çarptıkları duvar, mobilya ve kapı gibi iletim ortamında bulunan fiziksel engellerden yansır. Yansıma oluşması durumunda alıcı cihaza hem havadan direk gelen radyo frekans sinyali hem de yansarak gecikmiş olarak gelen radyo frekans sinyali ulaşır. Bu iki sinyal birlerini etkileyerek iletişim kalitesinin düşmesine neden olurlar. OFDM tekniği bu yansıyan işaretlerin elemine edilmesinde daha başarılıdır. Dolayısıyla 802.11a standardı yansımalarından daha az etkilenir.
- Kapasite büyüklüğü: 802.11a standardı daha büyük bir kapasiteye sahiptir. Çünkü 5 GHz bandında enterferans yapmayan 12 kanal (Avrupa da 19 kanal) kablosuz LAN sistemleri için tahsis edilmiştir. 2,4 GHz bandında ise yalnızca 3 kanal bulunmaktadır. Toplam bant genişliği açısından bakıldığında ise 5 GHz'de bulunan 200 MHz (Avrupa da 455 MHz) 2,4 GHz'deki 83,5 MHz'e göre oldukça yüksektir. Bu durum aynı yerel alana kurulacak sistem için 802.11a standardı ile aynı anda çok daha fazla bant genişliği kullanımının mümkün olduğunu göstermektedir. Bu nedenle 802.11a standardı yoğun nüfuslu alanlar için daha uygundur.

Ancak bütün bu avantajlarının yanında 802.11a standardının bazı dezavantajları da vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

- Yüksek maliyet: Yüksek frekanslarda çalışan cihazların pahalı olması nedeniyle 802.11a standardı ürünlerin maliyeti yüksektir.

- İletişim mesafesi kısıtlılığı: Radyo frekans teknolojisinde iletişim mesafesi çıkış gücü, frekans, anten kazancı ve benzeri birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir. Diğer parametreler sabit kalmak kaydıyla sadece frekansın yükseltilmesi iletişim mesafesini kısaltmaktadır. Bu nedenle daha yüksek frekans kullanılan 802.11a standardında iletişim mesafesi düşmektedir. 802.11b standardı için 100 m olarak belirtilen iletişim mesafesi 802.11a standardında 75 m olmaktadır.
- Sınırlı ürün desteği: 802.11a standardı ürünler henüz sınırlı miktarda bulunmaktadır ve yaygın değildir.
- Frekans farklılığı: İki sistemin farklı frekans bantlarında çalışması önemli sorunlar yaratmaktadır. Çünkü 802.11b standardı NIC kartı bulunan bir cihaz ile 802.11a standardında çalışan erişim noktası arasında erişim sağlamak teknik olarak imkansızdır. Aynı şekilde farklı standarda sahip cihazlar arasında cihazdan-cihaza yöntemiyle bir ağ oluşturmak imkansızdır.
- Otomatik Güç Kontrolü (TPC) özelliği: 802.11a standardı, enterferans yaratmamak için geliştirilen Otomatik Güç Kontrolü (Transmit Power Control-TPC) özelliğine sahip değildir. TPC tekniği, kablosuz olarak gerçekleştirilen bir bağlantının bunu sürdürmek için gerekli olan en düşük gücün kullanılmasıdır. TPC'nin mobil kullanıcıya faydası batarya gücünün korunması ve kullanım süresinin arttırılmasıdır. Spektrum açısından ise frekans kirliliğini önlediği için çok daha gerekli ve önemlidir.
- Dinamik Frekans Seçimi (DFS) özelliği: 802.11a standardı, enterferans yaratmamak için geliştirilen Dinamik Frekans Seçimi (Dynamic frequency Selection- DFS) özelliğine de sahip değildir. Aynı bandı kullanan radar ve diğer sistemler nedeniyle DFS özelliği bir cihazın frekans kanalında gönderme yapmadan önce başka sistem tarafından kullanıp kullanmadığının kontrol edilmesidir. Eğer kanalın kullanıldığı algılanırsa otomatik olarak başka bir kanala geçilir. Bu kontrol çalışılan frekans bandında uygun bir kanal bulununcaya kadar devam eder. Bu özellik aynı anda çalışan sistemler için uygun kanalların azami düzeyde kullanımını ve başta radarlar olmak üzere diğer sistemlerin korunmasını sağlar. Mevcut düzenlemelere göre Avrupa ülkelerinde TPC ve DFS özelliği bulunmayan cihazların kullanımına izin verilmemekte veya daha düşük çıkış güçleri (40-60 mW) ile izin verilmektedir. TPC ve DFS

özellikleri ITU tarafından geliştirilmiştir ve uluslararası önlem olarak tüm ülkeler tarafından kabul edilmesi beklenmektedir.

c) IEEE 802.11g Standardı

2000 yılında Arizona'da (USA) ilk resmi toplantısını yaparak 802.11g taslak çalışmaları başlatılmış ve Mayıs 2001 tarihinde yeni kablosuz LAN standardı olan taslak 802.11g'nin özellikleri tartışmaya açılmıştır. Daha sonra Temmuz 2003 tarihinde California'da (USA) 802.11g için çalışmanın tamamlandığı duyurulmuştur (http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgg_update.htm, 2005). Şu anda 802.11g ürünleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. 802.11g standardı, 2.4 GHz frekans bandında çalışmakta ve OFDM modülasyon tekniği kullanılarak 802.11b'den daha yüksek veri iletişim hızının (54 Mbps) sağlandığı bir standarttır. Bu standart 802.11a kadar hızlı olduğu gibi daha güvenli ve 802.11b ile uyumludur. Ayrıca 5 GHz frekans bandına göre daha düşük frekans bandı (2.4 GHz) kullanıldığı için cihaz üretimi daha kolay ve ucuz, radyo frekans sinyal zayıflaması ise daha azdır. Kullanılan OFDM modülasyon tekniği sayesinde daha yüksek veri iletişim hızlarına imkan sağlamaktadır. 802.11g standardının en büyük dezavantajı ise 2.4 GHz bandının yoğun kullanılıyor olmasıdır. Bu yoğunluk kullanılabilir boş kanal sayısının azalmasına dolayısıyla iletişim kapasitesin düşmesine neden olmaktadır. 5 GHz frekans bandında 19 kanal kullanma imkanına sahip olan 802.11a ile kıyaslandığında 802.11g standardının kullanabileceği kanal sayısı yalnızca 3 ile sınırlıdır (Öztürk, 2004).

d) IEEE 802.11h Standardı

Bu standart ile Avrupa'da geçerli 5 GHz kablosuz LAN düzenlemelerine uygunluk sağlamak için Ortam Erişim Kontrolü (media access control- MAC) katmanına ilaveler yapılmıştır. Avrupa Telsiz Düzenlemelerine göre 5 GHz frekans bandında kullanılacak kablosuz LAN ürünlerinde TPC ve DFS özelliği bulunması zorunludur. Almanya, İrlanda, Hollanda ve İngiltere gibi birçok Avrupa ülkesi TPC ve DFS özelliği bulunan cihazlar ile 5 GHz bandında kablosuz LAN sistemi kullanma izni vermektedir. Veri iletişim hızı ve çalışma frekansı 802.11a ile aynı olan ancak ilave olarak TPC ve DFS özelliğine sahip olan 802.11h standardının daha başarılı olması ve 802.11a standardının yerini alması beklenmektedir.

2.7. Kablosuz LAN'ın Avantajları ve Dezavantajları

2.7.1. Kablosuz LAN Sistemlerinin Avantajları

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

a) Mobil iletişim

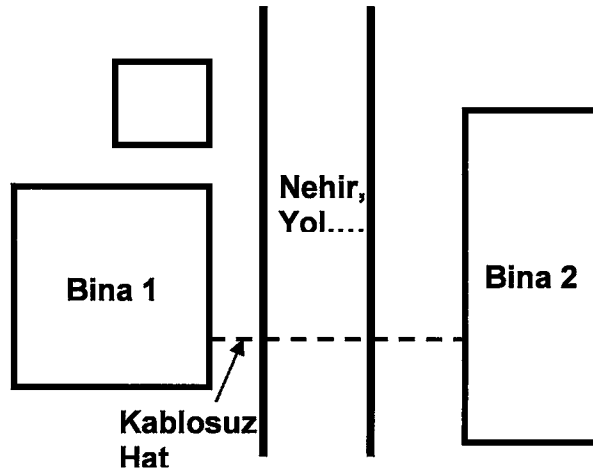
b) Hızlı ve kolay kurulum

c) İşletme esnekliği ve genişletilebilirlik

d) Maliyet kazancı

a) **Mobil iletişim:** Kablosuz LAN Sistemleri kullanıcılarına kapsama alanı dahilinde hangi noktasında olursa olsunlar, hareket halinde dahi gerçek zamanlı bilgi erişimi sağlar. Bu hareket serbestliği çalışanlar için işyerlerinde büyük kolaylıklar sağlar. Birçok 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. Yine üniversiteler, kurumlar, büyük şirketler ve konferans salonlarında mobil iletişim imkanının bulunması büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Evin her yerinden kablosuz olarak internet erişimi 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. Kablosuz LAN sistemleri bu tür yerlerde başarı ile kullanılmaktadır. Sağlanan bu hareket serbestliği işletme kolaylığı, hız ve verimlilik artışı olarak geri dönmektedir (Geier, 2002).

b) **Hızlı ve kolay kurulum:** Kablosuz LAN 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.



Şekil 2.27. Kablonun çekilmesinin zor olduğu bir yapı

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 kullanımına göre oldukça ekonomiktir (Arslan, 2000). Bina içi kullanımda ise kablosuz LAN sistemlerinin kurulumu oldukça hızlı ve kolaydır. Çünkü duvar ve tavanlardan kablo çekme zorunluluğu bulunmamaktadır. Sadece erişim noktasının monte edilmesi sistemi kurmak için yeterlidir. Yine kablo döşenmesine izin verilmeyen tarihi yapılarda kablosuz LAN sistemi uygun bir çözüm olmaktadır. Özellikle toplantı ve kongre amaçlı kullanılan tarihi binalarda iletişim hizmetini karşılamak üzere kablosuz LAN 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 kablosuz LAN sistemi hızlı, kolay ve düşük maliyetli bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Geier, 2002).

- c) **İşletme esnekliği ve genişletilebilirlik:** Kablosuz LAN 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 kablosuz LAN 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. Kablosuz LAN sistemleri, ağ yöneticileri açısından bakıldığında kablo döşemeden ağ kurabilme veya mevcut ağda ihtiyaca göre kolayca değişiklik yapabileme imkanları sunmaktadır. Bu imkanlar ağ yönetimini oldukça kolay ve düşük masraflı 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 kablosuz LAN sistemleri Erişim Alanları vasıtasıyla sunulan kablosuz internet 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 internet hizmeti alabilir ve şirketine ait intranete bağlanabilir. Bu hizmetin kablolu sistemlerle sağlanması oldukça zor hatta imkansızdır (Öztürk, 2004).

- d) **Maliyet kazancı:** Kablosuz ağlar kurulacak sisteme göre değişmekle birlikte genellikle kablolu ağlara göre daha düşük maliyetlidir. Çünkü kablo maliyeti ve kablolama işçiliği ücreti yoktur. Kablosuz LAN sistemlerinde kullanılan erişim noktası ve NIC kartlarının maliyeti ise her geçen gün biraz daha azalmaktadır. Genellikle spektrum kullanımı da ücretsizdir. Esnek ağ ihtiyacını karşılamada ve geçici ağ kurulumlarında kablosuz LAN 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 kablosuz LAN 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 masraflarını en az düzeye indirmektedir (Öztürk, 2004).

2.7.2. Kablosuz LAN Sistemlerinin Dezavantajları

Kablosuz LAN 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.

- a) Mobil cihaz kısıtları
- b) Dolaşım
- c) Mesafe
- d) Enterferans
- e) Güvenlik

a) **Mobil cihaz kısıtları:** Kablosuz LAN Sistemlerinde kullanıcıya büyük avantaj sağlayan mobil olma özelliği teknik açıdan önemli sorunlar yaratmaktadır. Sabit sistemlerde çok önemli olmayan güç tüketimi, ekran boyutu, tuş takımı ve diğer teknik özellikler mobil sistemlerde belirgin kısıtlamalara neden olmaktadır. Bilgisayarların kullanılmaya başlanmasından bu güne kadar hız ve kapasiteleri oldukça fazla artmış olmasına rağmen batarya kapasiteleri ve ömürleri aynı oranda artmamıştır. Bu nedenle taşınabilir bilgisayarların kullanım süreleri birkaç saat ile sınırlıdır. Batarya ömürlerinin artırılmasıyla birlikte önemli ölçüde kullanım kolaylığı sağlanacaktır. Ayrıca bağlantı sorunları da yaşanmaktadır. Çünkü kablosuz bağlantı için mobil cihazda uygun ayarların yapılması gerekmektedir. Bu da kullanım sırasında bazı bağlantı sorunlarına neden olmaktadır. Ancak daha kolay bağlantı imkânları sağlanmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Özellikle son sürüm yazılımlarda birçok işlem, cihaz tarafından yapılarak kolay ve hızlı bir bağlantı gerçekleştirmek mümkündür. Örneğin XP kullanılması durumunda bağlantı oldukça kolay gerçekleşmektedir (Öztürk, 2004).

b) **Dolaşım:** Kablosuz LAN Sistemlerinin çözüm bekleyen bir diğer sorunu ise ulusal ve uluslararası dolaşımdır (roaming). Dolaşım konusunda birçok uygulama halen mevcuttur. Örneğin bir Amerikan şirketi olan T-Mobile 7 Avrupa ülkesinde (İngiltere, Almanya, Hollanda, Çek Cum., Polonya, Rusya ve Avusturya) abonelerine bu hizmeti sunmaktadır (<https://selfcare.hotspot.t-mobile.com/locations/viewGlobalLocationsForLocationDomain.do>, 2005). Ancak uluslararası standart bir dolaşım anlaşması henüz geliştirilmemiştir. Dolaşımı sağlamak için frekans tahsisleri, işletme standartların uyumlaştırılması, faturalama ve servis kalitesi gibi konularda işletmecilerin aralarında anlaşmaları gerekmektedir. Dolaşım için şirketler tarafından çeşitli yazılımlar geliştirilmiş ve organizasyonlar kurulmuştur (Öztürk, 2004).

- c) **Mesafe:** Kablosuz LAN Sistemlerinin bir diğer dezavantajı ise kaplama alanı yani iletişim mesafesinin kısıtlı olmasıdır. Adından da anlaşılacağı gibi kablosuz LAN sistemleri yerel alan ağ çözümleridir. Kullanılan frekans bandı ve standartların müsaade ettiği kısıtlı çıkış gücü nedeniyle kablosuz LAN sistemlerinin mesafesi 100 m civarındadır. 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 kablosuz LAN sistemlerinden GSM sisteminde olduğu gibi geniş alan kaplaması beklemek teknik olarak mümkün değildir. Kablosuz LAN sistemleri için en başarılı uygulama yeterli sayıda ve uygun yerlere monte edilmiş erişim noktaları ile belirli bir alanda kesintisiz iletişim sağlamaktır. (Öztürk, 2004)
- d) **Enterferans:** 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. Kablosuz LAN sistemleri ise genellikle ISM (Industrial, Scientific and Medical / Endüstriyel, Bilimsel ve Sağlık) bandını kullandıklarından enterferansa açıktır. Kullanıcıların bu bandın kullanım şartları gereği enterferanstan şikâyet etme hakları da yoktur. Böylece kablosuz LAN sistemlerinin buldukları bölgeye bağlı olmakla birlikte diğer sistemler tarafından enterferansa maruz kalma olasılıkları yüksektir. Diğer telsiz sistemlerinden başka kablosuz LAN sistemlerinin birbirlerini enterfere etme olasılıkları da vardır. Çalışan sistemlerin artması, servis sağlayıcıların yakın noktalarda erişim noktası kurmaları enterferansa neden olabilmektedir. Bu durum özellikle radyo frekansın taşınmaz sınırları dışına taşıdığı durumlarda veya kamuya açık alanlarda olmaktadır (Öztürk, 2004).

Güvenlik: Kablosuz LAN 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 radyo frekansın doğası gereği dinlenmesini önlemek imkansızdır. Genel olarak kablolu teknoloji ile kıyaslandığında kablosuz sistemleri dinlemek çok daha kolaydır. Kablosuz LAN sistemleri için 802.11x standartlarında kablolu ağ düzeyinde fiziksel koruma sağlamak üzere Kablolu Eşdeğeri Gizlilik (Wired Equivalent Privacy, WEP) adlı

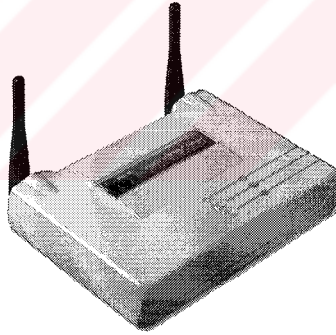
güvenlik mekanizması uygulanmaktadır. WEP güvenlik sisteminde kullanıcı ve erişim noktası tarafından statik 40 bit'lik veya 128 bit'lik kodlama yapılarak, iletilen verinin güvenliği sağlanmaktadır. Bu sistemde kullanıcının kim olduğuna bakılmaksızın kablosuz cihazdaki kart sisteme tanıtılmaktadır. Bu durumda yetkisiz kişiler çeşitli yöntemlerle kendi kartlarını sisteme tanıtarak giriş yapabilmektedirler. Bu güne kadar yapılan uygulamalar WEP güvenlik sisteminin istenilen başarıyı sağlamadığını göstermiştir. Kablosuz sistemlerdeki güvenlik açıklarını kapatmak ve daha güçlü bir güvenlik sistemi geliştirmek üzere IEEE 802.11i standardı geliştirilmektedir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, bir kablolu ve bir de bina içi kablosuz LAN oluşturulmuştur. Kablolu LAN'da yıldız topolojisi, kablosuz LAN'da ise topoloji olarak altyapı çalışma modeli (Infrastructure) kullanılmıştır. Kablolu LAN için bir adet anahtar cihazı, Ethernet kartları bulunan altı adet istemci ve bir adet sunucu kullanılmıştır. Kablosuz LAN modeli olan altyapı çalışma modelinin kurulmasında ise; bir adet erişim noktası, kablosuz ağ arayüz kartları bulunan altı adet istemci, bir adet anahtar cihazı ve kablolu yapıdaki aynı sunucu kullanılmıştır.

Kablolu ve kablosuz LAN'lar önce 1 adet, sonra 2, sonra 3, sonra 4, daha sonra 5 ve en sonunda ise 6 istemcinin bulunduğu ayrı ayrı yapılardan mevcuttur. Bu her bir yapı için ftp protokolü ile sunucuda oluşturulan iki tip dosya transfer edilerek 24 adet trafik ortamı oluşturulmuştur. Bu oluşturulan iletim ortamlarında, kablolu yapıda, her seferinde 1. istemcinin ethernetine ve kablosuz yapıda da yine her seferinde 1. istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen verinin Çoğul Yönlendiricili Trafik Çizicisi (Multi Router Traffic Grapher, MRTG) vasıtasıyla veri hızının zamana bağlı olan grafikleri elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Erişim noktası (Access Point, AP)

Kablosuz LAN'da kullanılan erişim noktası Cisco markasının BR350 modeli olan kablosuz köprü cihazıdır. Bu cihazda gerekli ayarlar yapılarak, Şekil 3.2'de de görüldüğü gibi erişim noktası olarak çalışabilmektedir.

BR350-5c0a46 Express Setup



Cisco 350 Series Bridge 12.04

[Home](#) [Map](#) [Help](#)

Uptime: 43 days, 17:26:58

System Name:

MAC Address: 00:40:96:5c:0a:46

Configuration Server Protocol:

Default IP Address:

Default IP Subnet Mask:

Default Gateway:

Root Radio:

Service Set ID (SSID): [more...](#)

Role in Radio Network:

Optimize Radio Network For: [Custom](#)

Ensure Compatibility With:

[Security Setup](#)

[SNMP Admin. Community](#)

ap [more...](#)

Root Bridge

Root Bridge

Non-Root Bridge w/Clients

Non-Root Bridge w/o Clients

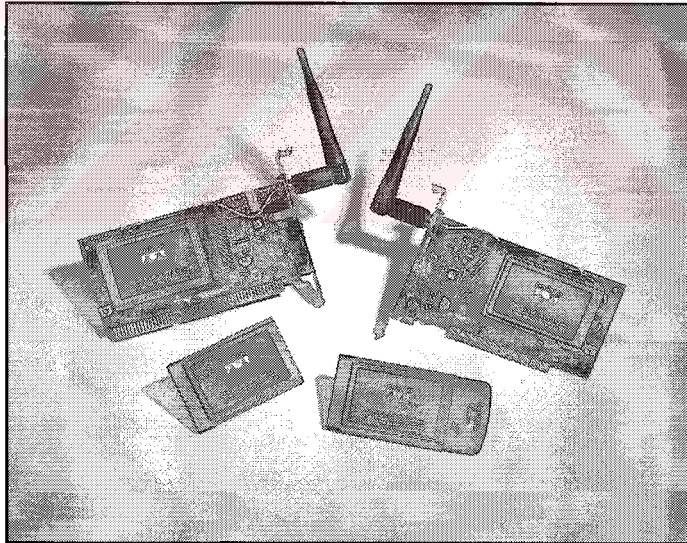
Root Access Point

Repeater Access Point

Site Survey Client

public

Şekil 3.2. Erişim noktası ayarı



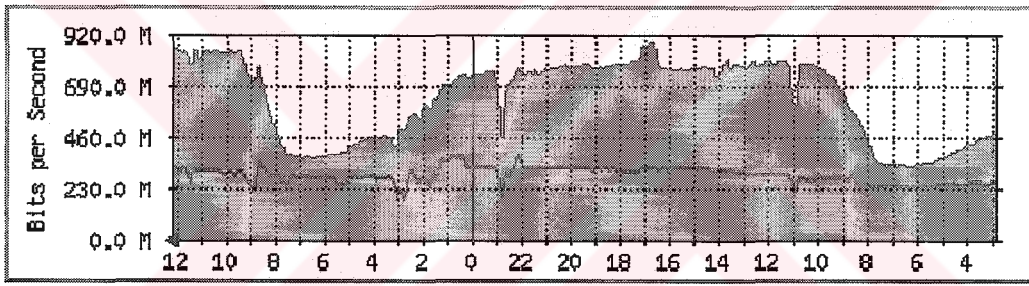
Şekil 3.3. Kablosuz Ağ Arayüz Kartları (Wireless NIC)

Erişim noktası ve istemcilerdeki kablosuz ağ arayüz kartları 802.11b standardında çalışan donanımlardır. 802.11b standardında çalışan bu cihazlar DSSS dağınık spektrum tekniğini kullanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca kullanılan bu cihazlar ile 2.4 GHz bandında, 2400 – 2483.5 MHz frekans aralığı kullanılarak 11 Mbps'e kadar veri iletişim hızlarına ulaşılmaktadır.

Oluşturulan kablolu ve kablosuz yapılarda bulunan sunucu bilgisayarı, analizlerinin yapılacağı trafikler için FTP sunuculuğu yapar.

3.1. Çoğul Yönlendiricili Trafik Çizici (MRTG) ve Kurulumu

MRTG (Multi Router Traffic Grapher), ağ bağlantılarındaki trafik yükünü izlemeye yarayan bir araçtır. MRTG, ağ bağlantılarındaki trafiğin anlık (canlı olarak) izlenmesine olanak veren grafiksel içerikli HTML sayfaları oluşturur. Örnek bir grafik, Şekil 3.4'de görülmektedir. Linux, UNIX ve Windows işletim sistemleri altında çalışabilen MRTG, internet üzerinde birçok sitede kullanılmaktadır. MRTG, SNMP yoluyla ağ cihazlarının trafik istatistiklerini toplayan bir Perl dili ile istatistikleri kaydederek bunlara dayalı anlaşılır grafikler çizen bir C programından oluşmaktadır. Web sayfalarına iliştirilen bu grafikler, her türlü güncel web tarayıcısı tarafından görülebilmektedir.



Max In: 890.5 Mb/s (74.2%) Average In: 645.3 Mb/s (53.8%) Current In: 859.4 Mb/s (71.6%)
Max Out: 381.8 Mb/s (31.8%) Average Out: 293.9 Mb/s (24.5%) Current Out: 323.4 Mb/s (26.9%)

Şekil 3.4. Standart bir MRTG trafik izleme grafiği

Otomatik olarak hazırlanan web sayfalarında, ayrıntılı günlük görünümün yanında, geçmiş 7 günün, geçmiş 5 haftanın ve son 12 ayın istatistikleri de görsel olarak izlenebilmektedir (EK-1). MRTG, bu izlemeler için geçmişe dönük kayıt tutmaktadır. Bu kayıtları tutmak için kullanılan özel algoritma sayesinde, birçok kayıt sisteminin aksine, MRTG kayıt dosyası boyutları zamanla artmamaktadır. Bunun yanında geçmiş iki yıla yönelik kayıtlar sorunsuzca saklanabilmektedir.

MRTG sisteminin etkin yapısı sayesinde, sıradan bir UNIX veya Windows NT kullanarak 200'ün üzerinde ağ bağlantısı izlenebilir. MRTG kullanımını yalnızca ağ trafiği izlemekle sınırlı değildir. İzlemek istediğimiz herhangi bir SNMP değerini tanımlayabiliriz. Cihazlardan bilgi toplamak için ayrı bir program da kullanmak mümkündür. MRTG sayesinde, ağ istatistiklerinin yanında, işletim sistemi yükü, oturum

işlemleri (login/session/logout), modem havuzları ve yazıcı kullanımlarını da takip edilebilmektedir. MRTG ile iki farklı veri grubunu tek bir grafikte görüntülemek de önemli kullanım alanlarından biridir. Ayrıca MRTG, GNU (General Public License) kuralları kapsamında ücretsiz olarak temin edilebilir (<http://www.belgeler.org/howto/mrtg-nedir.html>, 2004).

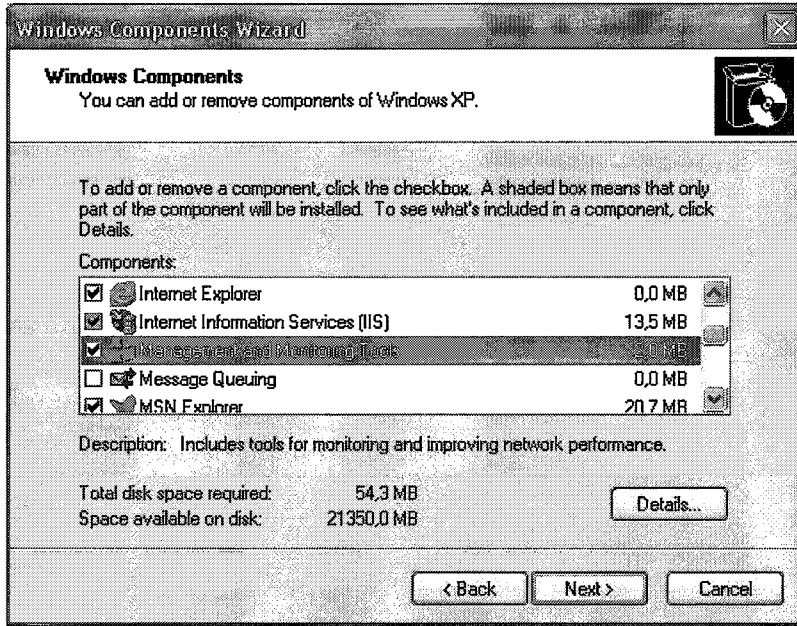
3.1.1. MRTG'nin Özellikleri

MRTG, birçok UNIX ve Windows işletim sisteminde çalışmaktadır. Böylece ihtiyaç durumunda sistemler arasında aktarılması çok kolay olmaktadır. Perl (Practical Extraction and Report Language) ile yazılmıştır ve tüm koduyla beraber gelmektedir. Kendi taşınabilir SNMP sistemiyle birlikte gelir. Ayrıca bir SNMP paketi kurmaya gerek yoktur. Yeni SNMPv2c sayaçlarını okuyabilir. Sayaç sıkıştırmasına gerek kalmaz. Cihaz arayüz tanımlamaları, IP adresine göre, özel tanımlara göre veya ağ adreslerine (MAC) göre yapılabilir. Karışıklıklar bu şekilde kolayca önlenir. MRTG günlük dosyalarının, özel bir algoritma sayesinde, boyutları artmaz. MRTG, kurulum ve ayarlamayı kolaylaştıran birçok aracı da yanında getirir. İzleme grafikleri, doğrudan PNG biçiminde yaratılmaktadır. Ticari bir dosya tipi kullanılmamaktadır. MRTG tarafından yaratılan web sayfalarının görünümü, istenildiği gibi düzenlenebilmektedir (<http://www.belgeler.org/howto/mrtg-nedir.html>, 2004).

3.1.2. Windows Üzerine MRTG Kurulumu

MRTG kurulumunda ihtiyacımız olan gereçler, MRTG Windows sürümü, SNMP Protokolü, Perl (Windows için) ve bir WEB sunucusu (IIS, Apache vs.).

Öncelikle MRTG programı bilgisayarda herhangi bir dizine yerleştirilir (C:\mrtg). Sistemde SNMP (Simple Network Message Protocol) protokolü, yönetim ve izleme araçları Windows Components kısmından aktif hale getirilir. Bu işlem Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5. İşletim sisteminde SNMP protokolünün aktif hale getirilmesi

Ayrıca trafik analizi grafiğini alacağımız cihaz için de SNMP ayarlarının yapılması gerekiyor. Burada bu analiz, 1. istemci için yapılacağından bu cihaza ait SNMP protokolü sunucuda yapıldığı gibi aktif edilir.

MRTG programı aslında Unix tabanlı makinelerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve kodları perl diliyle yazılmıştır. NT tabanlı bir makinede MRTG çalıştırmak için işletim sistemine perl dilini tanıyabilecek bir program kurmak gerekir. Bu program Active Perl'dür. Gerekli olan Active Perl programı kurulur ve kurulum tamamlandıktan sonra Web sunucusunun ana dizini altında "mrtg" diye bir dizin oluşturulur (C:\inetpub\wwwroot\mrtg).

Bir sonraki adım ise MRTG'nin yapılandırılmasıdır. Bir komut satırı açarak MRTG'nin açıldığı dizinin içindeki "bin" dizinine gidilir (C:\mrtg\bin) ve aşağıdaki komut uygulanır.

```
perl cfgmaker public@localhost -global "WorkDir: c:\inetpub\wwwroot\mrtg" -output mrtg.cfg
```

Bu komuttaki "localhost" bilgisayarın veya trafik analizinin grafiğini alacağımız LAN'daki bir cihazın IP adresi de olabilir. Burada 1. istemciye ait trafik analizi yapılacağı ve bu cihaza ait grafikler elde edileceği için bu komuttaki localhost yerine 1. istemci için verilen ip adresi (172.16.16.17) yazılır. Burada "WorkDir" web sunucusunun altında oluşturulan mrtg dizininin yoludur.

Yukarıda uygulanan komut vasıtasıyla MRTG için bir yapılandırma dosyası oluşturulur. Bu yapılandırma dosyası daha önce MRTG için oluşturulan dizinin içinde yer alır (C:\mrtg\bin). Bu dizinin içindeki "mrtg.cfg" dosyası wordpad ile açıp herhangi bir boş satıra

RunAsDaemon: Yes

satırı eklenir. Eğer bu satır yazılmasaydı MRTG programı 5 dakikada bir manüel olarak çalıştırılması gerekirdi. Bu çok işe yarar komut satırı mrtg.cfg dosyası içinde kullanılarak MRTG scripti çalıştırıldıktan sonra kapatılmaması ve her 5 dakikada bir bu işlemi yinelemesi sağlanır (<http://www.olympus.org/article/articleview/1383/1/10/>, 2005).

```
# Created by
# cfgmaker public@172.16.16.17 -global 'WorkDir:
c:\inetpub\wwwroot\mrtg' -output mrtg.cfg

### Global Config Options

# for UNIX
# WorkDir: /home/http/mrtg

# or for NT
# WorkDir: c:\mrtgdata

### Global Defaults

# to get bits instead of bytes and graphs growing to the right
Options[_]: growright, bits

RunAsDaemon: Yes

EnableIPv6: no

#####
# System: PC1
# Description: 3Com
# Contact: Volkan KAPUCU
# Location: BIM
#####

### Interface 1 >> Descr: 'fec0' | Name: '' | Ip: '172.16.16.17' | Eth:
'' ###

Target[172.16.16.17_1]: 1:public@172.16.16.17:
SetEnv[172.16.16.17_1]: MRTG_INT_IP="172.16.16.17"
MRTG_INT_DESCR="fec0"
MaxBytes[172.16.16.17_1]: 12500000
Title[172.16.16.17_1]: Traffic Analysis for 1 -- PC1
PageTop[172.16.16.17_1]: <H1>Traffic Analysis for 1 -- PC1</H1>
```

```
<TABLE>
  <TR><TD>System:</TD>      <TD>PC1 in BIM</TD></TR>
  <TR><TD>Maintainer:</TD>  <TD>Volkan KAPUCU</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD><TD>fec0 </TD></TR>
  <TR><TD>ifType:</TD>      <TD>ethernetCsmacd (6)</TD></TR>
  <TR><TD>ifName:</TD>      <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD>   <TD>12.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Ip:</TD>          <TD>172.16.16.17 ()</TD></TR>
</TABLE>
```

```
### Interface 2 >> Descr: 'awc0' | Name: '' | Ip: '' | Eth: '' ###
```

```
Target[172.16.16.17_2]: 2:public@172.16.16.17:
SetEnv[172.16.16.17_2]: MRTG_INT_IP="" MRTG_INT_DESCR="awc0"
MaxBytes[172.16.16.17_2]: 1375000
Title[172.16.16.17_2]: Traffic Analysis for 2 -- PC1
PageTop[172.16.16.17_2]: <H1>Traffic Analysis for 2 -- PC1</H1>
<TABLE>
  <TR><TD>System:</TD>      <TD>PC1 in BIM</TD></TR>
  <TR><TD>Maintainer:</TD>  <TD>Volkan KAPUCU</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD><TD>awc0 </TD></TR>
  <TR><TD>ifType:</TD>      <TD>Other (1)</TD></TR>
  <TR><TD>ifName:</TD>      <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD>   <TD>1375.0 kBytes/s</TD></TR>
</TABLE>
```

Mrtg.cfg konfigürasyon dosyasında; # işareti ile başlayan satırlar açıklama yazılan satırları gösterir. Target diye geçen kısımdaki IP adresi hedef cihazın yani incelemenin yapıldığı 1. istemcinin IP adresidir. Bu IP adresinden sonra gelen rakam ise arayüz (interface) numarasını gösterir (Target[172.16.16.17_1]). public ise SNMP community string değeridir ve bu, cihaz için verilen Read-Only SNMP adıdır. Standart olarak “public” gelir. IP adresi kısmı ise monitor edilecek cihazın IP adresidir. Bu mrtg.cfg dosyasında görüldüğü gibi 2 adet arayüz dikkate alınmıştır, diğerleri göz önünde bulundurulmamıştır. Dikkate alınan arayüzlerden biri (Interface 1 >> Descr: 'fec0') 1. istemcinin ethernet'i, diğeri ise (Interface 2 >> Descr: 'awc0') 1. istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına aittir. Bu yapılandırma dosyası html kodları ile düzenlendiği için gerekli olan yerlerde istenilen değişiklikler yapılabilir. Yapılandırma dosyasında gerekli işlemler yapıldıktan sonra dosya kaydedilip kapatılır..

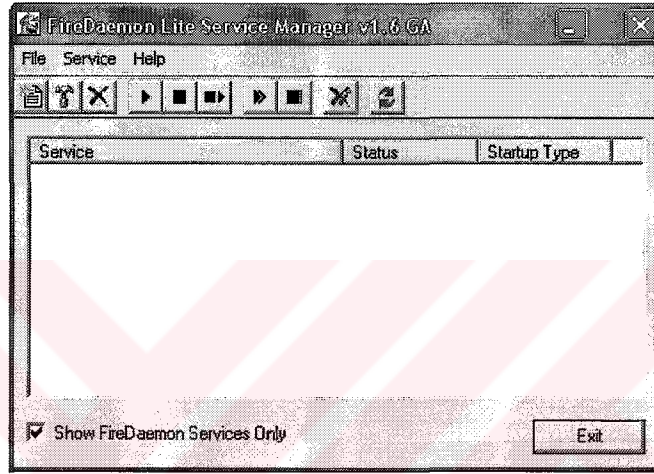
Daha sonra komut satırında yapılandırma dosyası olan mrtg.cfg'nin olduğu dizine (C:\mrtg\bin) gidilerek

```
perl mrtg mrtg.cfg
```

komutu çalıştırılır.

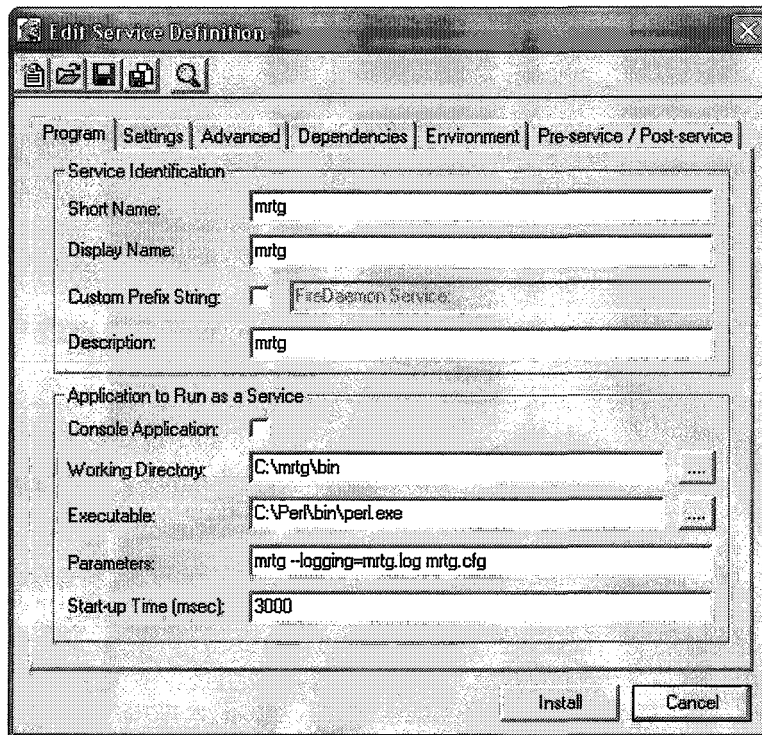
Bu komut çalıştırılınca Web sunucusunun altında oluşturulan mrtg dizininde birkaç dosya oluşmuştur. Bunlardan .html dosyası olan açıldığında istenilen grafik elde edilmiş olur. MRTG yeni çalıştırdığı için grafik ilk anda boş bir grafikdir. 5 dakika bekledikten sonra ilk veri, grafiğe yansımış olur.

Komut satırında MRTG çalıştırıldığında komut ekranının görev çubuğunda sürekli açık durması gerekir. Komut satırı kapatıldığında MRTG'de durmuş olur. Bu servisin sürekli açık kalması gerekir ve bu işlem için FireDaemon diye bir yazılıma ihtiyaç vardır.



Şekil 3.6. MRTG'nin sürekli açık kalmasını sağlayan program: FireDaemon

Bu yazılım kurulduktan sonra çalıştırdığı vakit "Create a new service definition" düğmesi vasıtasıyla sürekli çalışması gereken servis için gerekli bilgilerin doldurulması gereken bir pencere açılır ve çıkan pencereye gerekli bilgiler Şekil 3.7'deki gibi doldurulur.



Şekil 3.7. Sürekli açık kalması gereken MRTG için girilen bilgiler

Working directory: MRTG'nin açıldığı dizin içindeki \bin dizinidir.

Executable: perl'in kurulduğu dizinin altındaki \bin dizinin içindeki perl.exe 'dir.

Parameters: mrtg --logging=mrtg.log mrtg.cfg

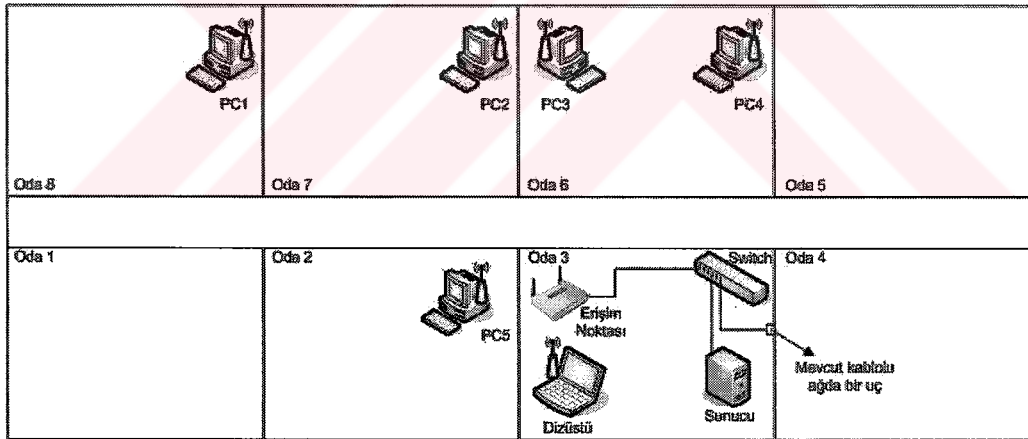
Start-up time: 3000

Bu işlemler bittikten sonra "Install" düğmesine basılarak servis kurulmuş olur. Böylece MRTG programı sisteme kurulmuş ve servis olarak çalışması sağlanmış oldu. Artık bilgisayar her açıldığında MRTG otomatik olarak çalışacak ve yapılandırma dosyasında belirtilen aygıtların kullanım grafiklerini tutacaktır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Muğla Üniversitesi'nde Bir Kablosuz LAN Uygulaması

Muğla Üniversitesi'nin Bilgi İşlem Dairesinin bir katında Kablosuz LAN yapısının oluşturulmasına karar verilmiştir. Kablosuz LAN'ın oluşturulacağı katta mevcut bir kablolu LAN bulunmaktadır. Fakat belli bir süre sonra odalardaki kullanıcı sayısı arttığından, tekrar kablolama yapılmasından kaçınıldığından ve her odaya ayrı anahtar cihazı veya hub gibi ürünleri almaktansa bir kablosuz ağın kurulması planlanmıştır. Yapılan plan sonucunda uygulamaya yönelik 802.11b standardı seçilmiş, bu standartlara ve bu standartların getirdiği teknolojilere uygun kablosuz ürünler temin edilmiştir. Bu ürünlere gerekli ayarlar yapılarak en uygun topoloji olan “altyapı çalışma modeli” seçilmiş ve kablosuz ağ mimarisi kurulmuştur. Bu yapıda erişim noktası yapının ortasında bir yere yerleştirilmiştir ve kablosuz ağ arayüz kartları bulunan istemciler, anahtar cihazı ve sunucu kullanılmıştır. Kablosuz erişim noktası ve kablosuz erişim adaptörlerinin bulunduğu istemcileri gösteren yapı Şekil 4.1'deki gibidir.



Şekil 4.1. Kablosuz erişim cihazı ve PC'lerin bulunduğu yapı

Öncelikle erişim noktasında yapılan ayarlar, erişim noktasının web erişimindeki görüntülerinden görülebilir.

AP Express Setup

Cisco 350 Series Bridge 11.23T

[Home](#) [Map](#) [Help](#)



Uptime: 4 days, 10:28:35

System Name:	AP
MAC Address:	00:40:96:58:bd:41
Configuration Server Protocol:	None
Default IP Address:	172.16.16.200
Default IP Subnet Mask:	255.255.255.0
Default Gateway:	172.16.16.1
Radio Service Set ID (SSID):	ap
Role in Radio Network:	Root Access Point
Optimize Radio Network For:	<input checked="" type="radio"/> Throughput <input type="radio"/> Range <input type="radio"/> Custom
Ensure Compatibility With:	<input type="checkbox"/> 2Mb/sec Clients <input type="checkbox"/> non-Aironet 802.11
SNMP Admin. Community:	

Şekil 4.2. Tanımlama Ayarları

Şekil 4.2’de erişim noktası için gerekli ayarlar görülmektedir. Sistem ismi istenilen bir isim verilebilir, konfigürasyon sunucusu None olarak seçilir, eğer DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) olarak seçilmiş olsaydı, cihaz DHCP sunucusunun dağıttığı bir IP adresi almış olacaktı ve bu durumda cihaza web arayüzü ile erişilmesi kolay olmayacaktı. IP adresi, Alt Ağ Mask (Subnet Mask)’ı ve Ağ Geçidi (Gateway) belirlendikten sonra istemcilerin, erişim noktasına erişebilmeleri için gerekli olan SSID (Service Set Identifier) değeri girilir. İstemcilerin bu SSID değerini otomatik olarak bulma özellikleri vardır, aksi bir durum olduğu vakit istemcinin kablosuz erişim adaptörünün ayarlarından bu SSID değerinin ayarlanması yeterli olacaktır. Erişim noktasının ağdaki durumunu belirlemek için “Role in Radio Network” kısmından “Root Access Point” olarak seçildiğinde, sistemde bir erişim noktası olduğunu ve birincil verici olduğunu gösterir. Diğer seçeneklerden bir tanesi de “Repeater Access Point”dir ve bu seçim uygulandığında cihaz ikincil durumda olur ve tekrarlayıcı olarak çalışır ve radyo hattını birincil yani Root olan erişim noktasından alır. Diğer seçenekler ise köprü (Bridge) durumunda yani bina dışı (outdoor) yapıda kullanılan seçimlerdir. Bu ayarların dışında donanımına ait ayarlar vardır ki bunlar varsayılan olarak gelir, fakat bunların da değiştirilebilme özellikleri vardır. Bu değerler Şekil 4.3’teki gibidir.

AP Root Radio Hardware

Cisco 350 Series Bridge 11.23T

[Map](#) [Help](#)



Uptime: 4 days, 10:29:14

Service Set ID (SSID):

Allow "Broadcast" SSID to Associate?: yes no

Enable "World Mode" multi-domain operation?:

Data Rates (Mb/sec):

1.0 2.0 5.5 11.0

Transmit Power:

Frag. Threshold (256-2338):

RTS Threshold (0-2339):

Max. RTS Retries (1-255):

Max. Data Retries (1-255):

Beacon Period (Kusec):

Data Beacon Rate (DTIM):

Default Radio Channel:

In Use: 7

Search for less-congested Radio Channel?:

[Restrict Searched Channels](#)

Receive Antenna:

Transmit Antenna:

[Radio Data Encryption \(WEP\)](#)

Şekil 4.3. Donanımı etkileyen ayarlar

Şekil 4.3'te görülen ayarlardan önemli olanları veri aktarma hızları ve frekans ile ilgili olan kısımlardır. Veri aktarım hızlarının hepsi temel (basic) olarak ayarlandığında istemci, erişim noktasına olan uzaklığa bağlı olarak veri aktarım hızı da değişir, yani mesafe yakın ise yüksek veri aktarım hızında, eğer uzak ise daha düşük veri aktarım hızlarından biri ile transfer seçeneğinde çalışacaktır. Bu seçenekler isteğe bağlı olarak tamamen açılıp, tamamen de kapatılabilir. Radyo kanallarından herhangi biri seçilebilir, tabii ki ortamda başka bir kablosuz erişim noktası veya seçilen frekansı kullanabilecek başka bir aygıt yoksa.

Öncelikle, erişim noktasına bağlanabilen cihazlar, erişim noktasının web arayüzüne erişilerek görülebilir (Şekil 4.4).

AP Association Table

CISCO SYSTEMS



Network Diagnostics

Home Map Network Associations Setup Logs Help

Uptime: 2 days, 07:04:09

Client Repeater Bridge AP Infra. Host Multicast Entire Network

Press to Change Settings:

Apply

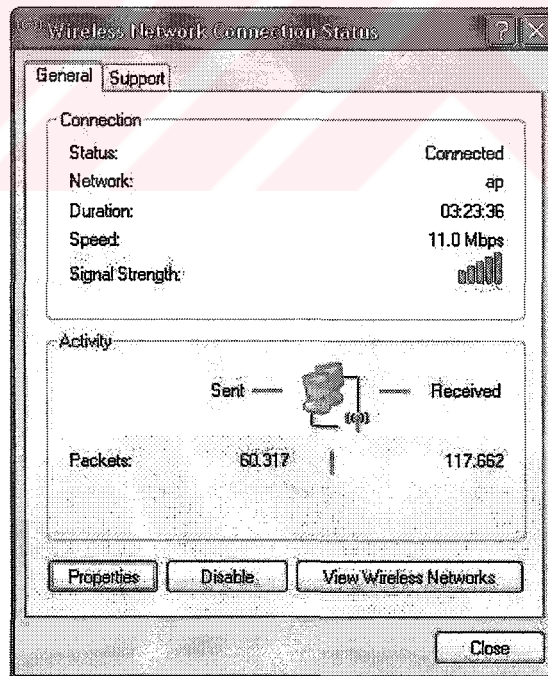
Save as Default

Restore Current Defaults

Association Table		<i>additional display filters</i>			
Device	Name	IP Addr./Name	MAC Addr.	State	Parent
350 Series AP	AP	172.16.16.200	00409658bd41		
Generic 802.11		172.16.16.80	00032f24c643	Assoc	[self]
Generic 802.11		172.16.16.86	00032f21e06c	Assoc	[self]
Generic 802.11		172.16.16.83	00032f2485d0	Assoc	[self]
Generic 802.11		172.16.16.82	00032f24c5ff	Assoc	[self]
Generic 802.11		172.16.16.17	00032f2485ba	Assoc	[self]
Generic 802.11		172.16.16.77	0001034d5f22	Assoc	[self]

Şekil 4.4. İlişki Tablosu: Kablosuz erişim cihazı ve bu cihaza bağlanan PC'ler

Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi İlişki Tablosunda erişim noktası ve kendisine bağlantı sağlayan kullanıcıların IP ve MAC adresleriyle birlikte durumları mevcuttur. Erişim noktasına kablosuz bağlantı sağlayan kullanıcılardan birisine ait bilgiler aşağıdaki Şekil 4.5 ve 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.5. Kablosuz ağ bağlantı durumu

AP Station 172.16.16.80



Home	Map	Network	Associations	Setup	Logs	Help	Uptime: 2 days, 07:03:30
System Name						Device	Generic 802.11
MAC Address	00:03:2F24:c6:43						
IP Address	172.16.16.80						
State	Assoc. AID=34				Class	Client	
Status	OK, Short Preambles, BOOTP/DHCP Client						

Deauthenticate	Disassociate	Clear Stats	Refresh
Number of Pkts.	5	Pkt. Size	64
Number of Pkts.	100	Pkt. Size	500
		Ping	Link Test

To Station		Alert <input type="checkbox"/>	From Station		Alert <input type="checkbox"/>
Packets OK	147130		Packets OK	79887	
Total Bytes OK	194070585		Total Bytes OK	5399879	
Total Errors	0		Total Errors	0	
Max. Retry Pkts.	0				
Short Retries	21		WEP Errors	0	
Long Retries	7247				

« * Parent	[self]	Next Hop	[self]
Current Rate	11.0 Mb/s	Operational Rates	1.0B, 2.0B, 5.5B, 11.0B Mb/s
Latest Retries	0 short, 0 long	Latest Signal Str.	61%

Hops to Infra.	1	Echo Packets	0
Activity Timeout	00:30:00	Latest Activity	00:00:00
Communication Over Interface: 350 Series awc0			

Şekil 4.6. Kablosuz erişim noktasına bağlanan bir PC'ye ait bilgiler

Şekil 4.6'da kablosuz bağlantı sağlayan kullanıcıların IP adresi, MAC adresi, bağlantı durumu, gelen ve giden paket sayısı, anlık veri aktarım hızı, kullanılabilir veri aktarım hızları, en son sinyal gücü vb. bilgiler görülmektedir. Şekil 4.6'da bağlantı bilgileri verilen istemcinin, kullanılabilir veri aktarım hızlarından (1.0, 2.0, 5.5, 11.0 Mb/s), 11.0 Mb/s anlık veri hızını seçmiş olduğu ve en son sinyal gücünün de %61 olduğu görülmektedir. Bu değerler istemcinin bulunduğu yere göre değişir. Yani, kablosuz erişim adaptörü olan istemcinin, erişim noktasına olan mesafesi ve bu iki cihaz arasında kalan duvarlar, pencereler, mobilyalar ve diğer eşyalar erişim noktasından çıkan radyo frekansını etkiler. Dolayısıyla bu değerlerden de anlaşılacağı gibi bu istemcinin, erişim noktasına daha yakın bir yerde olduğu anlaşılmaktadır.

Erişim noktasına daha uzakta ve arada duvarların ve başka eşyaların bulunduğu bir istemci için oluşan değerleri Şekil 4.7'de görülebilir.

AP Station 172.16.16.77



Home	Map	Network	Associations	Setup	Logs	Help	Uptime: 2 days, 07:33:50
System Name				Device	Generic 802.11		
MAC Address	00:01:03:4d:5f22						
IP Address	172.16.16.77						
State	Assoc, AID=32			Class	Client		
Status	OK, Short Preambles, BOOTP/DHCP Client						

Deauthenticate	Disassociate	Clear Stats	Refresh
Number of Pkts.	5	Pkt. Size	64
Number of Pkts.	100	Pkt. Size	500
		Ping	Link Test

To Station	Alert <input type="checkbox"/>	From Station	Alert <input type="checkbox"/>
Packets OK	135087	Packets OK	72924
Total Bytes OK	179988399	Total Bytes OK	5033339
Total Errors	24	Total Errors	0
Max. Retry Pkts.	24		
Short Retries	2565	WEP Errors	0
Long Retries	12877		

« » Parent	[self]	Next Hop	[self]
Current Rate	1.0 Mb/s	Operational Rates	1.0B, 2.0B, 5.5B, 11.0B Mb/s
Latest Retries	0 short, 0 long	Latest Signal Str.	1%

Hops to Infra.	1	Echo Packets	0
Activity Timeout	00:30:00	Latest Activity	00:00:38
Communication Over Interface: 350 Series awc0			

Şekil 4.7. Kablosuz erişim noktasına çok uzak olan bir PC'ye ait bilgiler

Bir dizüstü bilgisayarına kablosuz erişim adaptörü takılarak kablosuz bağlantısı sağlanmış ve erişim noktasından uzaklaştırılarak bağlantı kalitesi incelenmiştir. Yukarıdaki şekildeki değerlerden de anlaşılacağı gibi dizüstü bilgisayarın kullanılabilir veri aktarım hızlarından, 1.0 Mb/s hızını seçmiş olduğu ve en son sinyal gücünün ise %1 olduğu görülmektedir. Dizüstü bilgisayar, erişim noktasına daha yakın bir yere getirildiğinde ise Şekil 4.8'deki veriler elde edilmiş olur.

AP Station 172.16.16.77



Home	Map	Network	Associations	Setup	Logs	Help	Uptime: 2 days, 07:34:34
System Name		Device	Generic 802.11				
MAC Address	00:01:03:4d:5f:22						
IP Address	172.16.16.77						
State	Assoc, AID=32	Class	Client				
Status	OK, Short Preambles, BOOTP/DHCP Client						
<input type="button" value="Deauthenticate"/>		<input type="button" value="Disassociate"/>		<input type="button" value="Clear State"/>		<input type="button" value="Refresh"/>	
Number of Pkts. <input type="text" value="5"/>		Pkt. Size <input type="text" value="64"/>		<input type="button" value="Ping"/>			
Number of Pkts. <input type="text" value="100"/>		Pkt. Size <input type="text" value="500"/>		<input type="button" value="Link Test"/>			
To Station				From Station			
Alert <input type="checkbox"/>				Alert <input type="checkbox"/>			
Packets OK	135092	Packets OK	72930				
Total Bytes OK	179988711	Total Bytes OK	5040824				
Total Errors	24	Total Errors	0				
Max. Retry Pkts.	24						
Short Retries	2586	WEP Errors	0				
Long Retries	12888						
Parent	[self]	Next Hop	[self]				
Current Rate	2.0 Mb/s	Operational Rates	1.0B, 2.0B, 5.5B, 11.0B				
Latest Retries	10 short, 3 long	Latest Signal Str.	12%				
Hops to Infra.	1	Echo Packets	0				
Activity Timeout	00:30:00	Latest Activity	00:00:10				
Communication Over Interface: 350 Series awc0							

Şekil 4.8. Kablosuz erişim noktasına uzak olan bir dizüstü bilgisayarına ait bilgiler

Yukarıdaki şekilde, dizüstü bilgisayarı erişim noktasına biraz daha yaklaştırıldığında anlık veri aktarım hızı, kullanılabilir veri aktarım hızlarından 2.0 Mb/s değerini seçtiği, bu hızda veri aktarımına uygun duruma geldiği ve en son sinyal gücünün ise %12 olduğu görülmektedir..

4.1.1. Trafik Analizleri

Sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 istemcinin bulunduğu ayrı ayrı 6 adet kablolu ve 6 adet kablosuz olmak üzere 12 adet yapı oluşturulmuştur. Her bir kablolu ve kablosuz yapıda bulunan bütün istemciler aynı sunucudan, aynı dosyayı, aynı anda ftp protokolü ile transfer etmeye başlayarak iletim ortamları oluşturmuştur. İletim esnasında her bir kablolu ve kablosuz yapıda her zaman 1. istemcinin ethernetine veya kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin analizleri yapılmıştır. Örneğin 2 istemcinin bulunduğu kablolu

yapıda 1. istemcinin, 6 istemcinin bulunduğu ortamda da yine aynı istemci olan 1. istemcinin ağ arayüz kartına gelen paketlerin analizleri yapılmıştır.

Dosya boyutunun ve sayısının veri iletim hızına etkisinin olup olmadığını incelemek için sunucuda, toplamda 5 GB olan 2 adet dosya grubu oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi, 5 adet 1 GB'lık dosyalardan oluşan grup, ikincisi ise 100 adet 50 MB'lık dosyalardan oluşan gruptur. Bu dosya gruplarının, oluşturulan 6 adet kablolu ve 6 adet kablosuz yapıda transfer edilmeleriyle 1. istemcinin trafik analizleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak 2 adet dosya grubu, 2 farklı yapı ve her bir yapı için istemci sayısının artırılmasıyla oluşan 6'şar grup mevcuttur. Yani toplam 24 adet deney ortamı oluşturulmuştur.

Kablolu ve kablosuz olacak şekilde yukarıda bahsedilen 24 adet yapı kurularak önce 5 adet 1 GB sonrada 100 adet 50 MB'lık dosya grupları istemciler tarafından ftp yapılarak dosya iletimleri oluşturulmuştur.

Önce 1 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur ve bu yapı için her iki dosya grubu, ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile bu kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Sonra 2 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu yine sırasıyla, iki istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Sonra 3 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu yine sırasıyla, üç istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Daha sonra 4 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, dört istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. En sonunda da 6 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, beş istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. En sonunda da 6 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, altı istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablolu istemcinin ethernetine gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır.

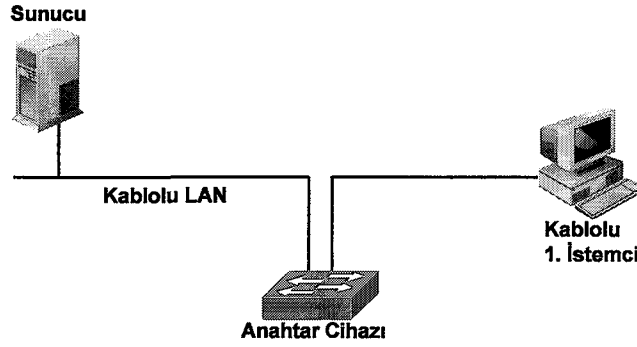
Bu sefer yukarıda bahsedilen işlemler kablosuz ortamlar için tekrarlanır.

Önce 1 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur ve bu yapı için her iki dosya grubu, ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile bu kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Sonra 2 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu yine sırasıyla, iki istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Sonra 3 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu yine sırasıyla, üç istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Sonra 4 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, dört istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. Daha sonra 5 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, beş istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır. En sonunda da 6 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı kurulur. Bu yapı için her iki dosya grubu sırasıyla, altı istemci tarafından aynı anda ftp vasıtasıyla transfer edilir. MRTG ile 1. kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin oluşturduğu grafik elde edilir. Bu grafikteki değerler tabloya aktarılır.

4.1.1.1. Kablolu LAN Trafik Analizleri

a) 1 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

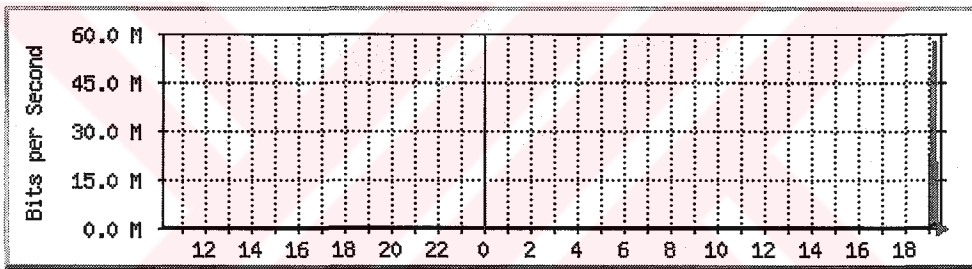
1 adet kablolu istemcinin bulunduğu yapı aşağıdaki Şekil 4.9'daki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.9. 1 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

1. istemcinin, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu ftp vasıtasıyla transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik Şekil 4.10'daki gibidir.



Max In: 57.3 Mb/s (57.3%) Average In: 24.8 Mb/s (24.8%) Current In: 16.0 b/s (0.0%)

Max Out: 935.4 kb/s (0.9%) Average Out: 406.0 kb/s (0.4%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

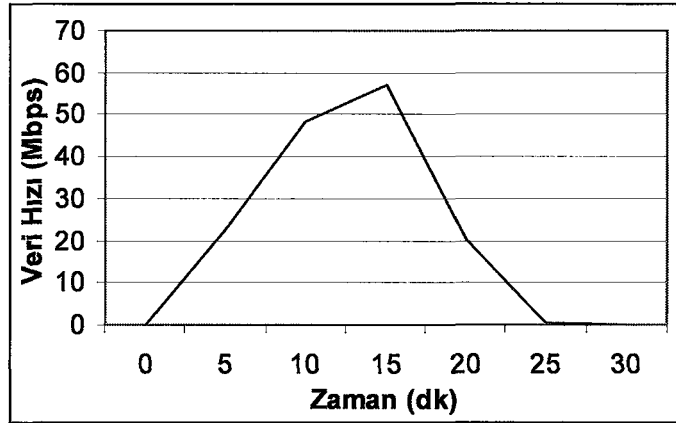
Şekil 4.10. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik

MRTG ile elde edilen Şekil 4.10'daki değerler Tablo 4.1'de görülebilir.

Tablo 4.1. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
22,5	22,5	5
48,5	35,5	10
57,3	42,8	15
20,3	37,1	20
0,3	29,8	25
0,000016	24,8	30

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.10'daki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.11).

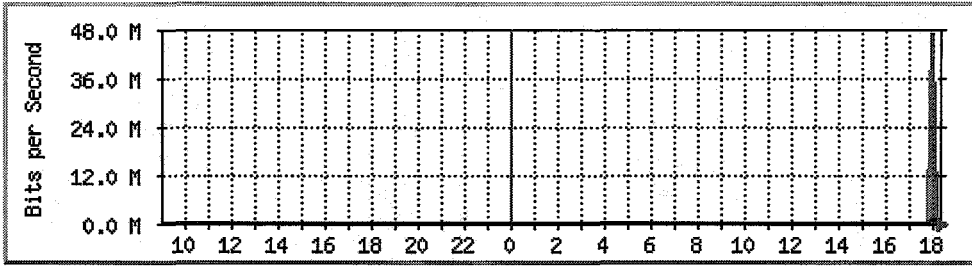


Şekil 4.11. 1 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 1 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 15. dakikada maksimum değer olan 57,3 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.1'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 24,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

1. istemcinin, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu ftp vasıtasıyla transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik Şekil 4.12'deki gibidir.



Max In: 46.7 Mb/s (46.7%) Average In: 24.2 Mb/s (24.2%) Current In: 88.0 b/s (0.0%)

Max Out: 794.1 kb/s (0.8%) Average Out: 411.2 kb/s (0.4%) Current Out: 64.0 b/s (0.0%)

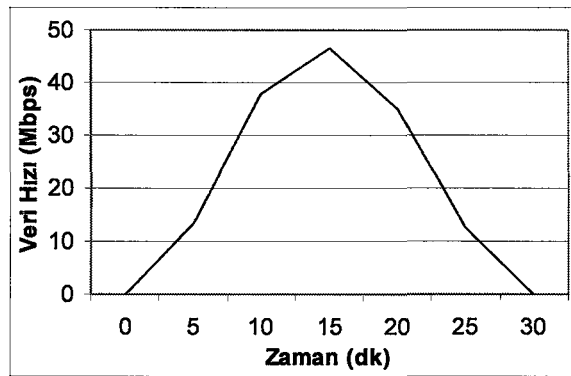
Şekil 4.12. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle MRTG'den elde edilen grafik

MRTG ile elde edilen Şekil 4.12'deki değerler aşağıdaki Tablo 4.2'de görülebilir.

Tablo 4.2. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
13,4	13,4	5
37,8	25,6	10
46,7	32,6	15
34,9	33,2	20
12,6	29,1	25
0,000088	24,2	30

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.12'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.13).

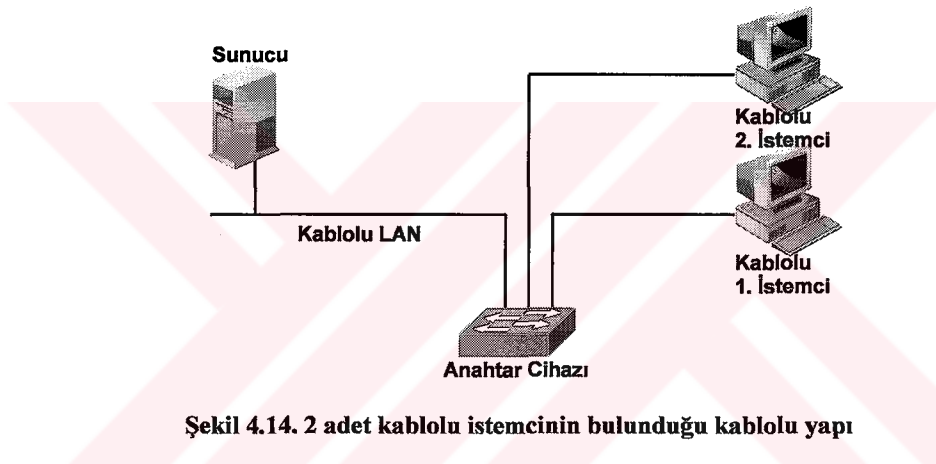


Şekil 4.13. 1 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 1 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 15. dakikada maksimum değer olan 46,7 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.2'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 24,2 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

b) 2 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

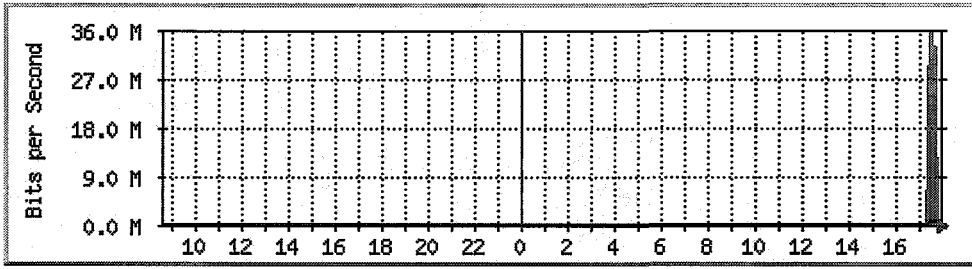
2 kablolu istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.14'deki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.14. 2 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

2 adet kablolu istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.15'deki gibidir.



Max In: 35.4 Mb/s (35.4%) Average In: 18.6 Mb/s (18.6%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 569.4 kb/s (0.6%) Average Out: 298.0 kb/s (0.3%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

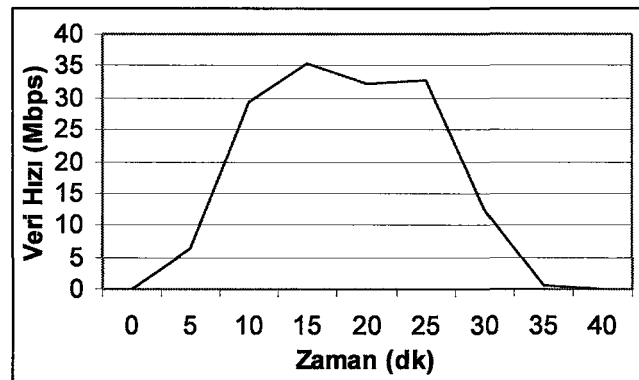
Şekil 4.15. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.15'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.3'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-2'de görülebilir.

Tablo 4.3. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
6,3	6,3	5
29,3	17,8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	18,6	40

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.15'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.16).

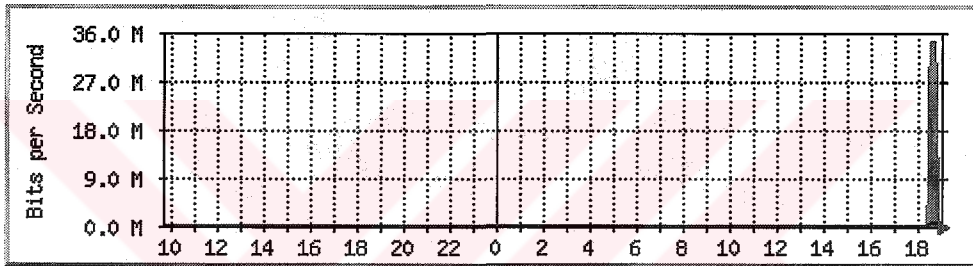


Şekil 4.16. 2 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 2 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 15. dakikada maksimum değer olan 35,4 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.3'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 18,6 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

2 adet kablolu istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MGB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.17'deki gibidir.



Max In: 34.3 Mb/s (34.3%) Average In: 20.8 Mb/s (20.8%) Current In: 120.0 b/s (0.0%)
Max Out: 543.4 kb/s (0.5%) Average Out: 328.8 kb/s (0.3%) Current Out: 96.0 b/s (0.0%)

Şekil 4.17. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

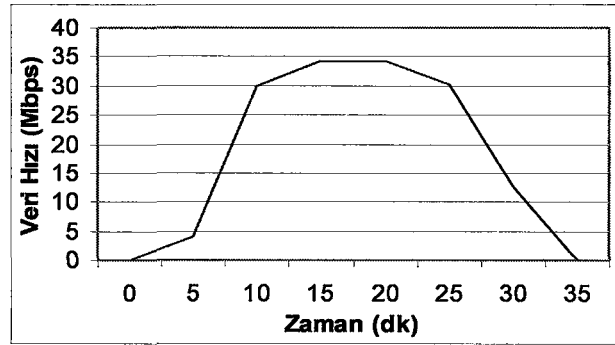
MRTG ile elde edilen Şekil 4.17'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.4'te görülmektedir. Tablonun tamamı EK-2'de görülebilir.

Tablo 4.4. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
3,9	3,9	5
29,8	16,8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00012	20,8	35

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.17'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler

Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.18).

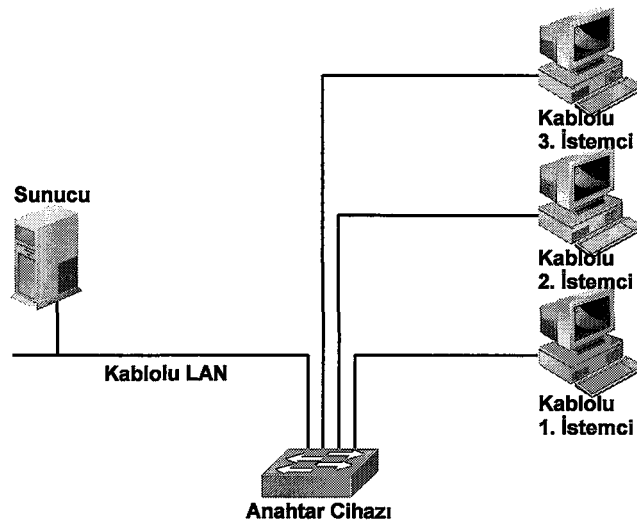


Şekil 4.18. 2 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 2 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 15. dakikada maksimum değer olan 34,3 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Yukarıdaki Tablo 4.4'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 20,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

c) 3 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

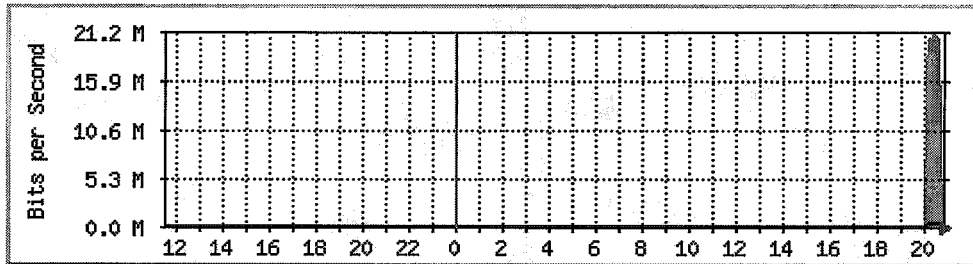
3 kablolu istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.19'daki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.19. 3 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

3 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.20'deki gibidir.



Max In: 21.2 Mb/s (21.2%) Average In: 14.9 Mb/s (14.9%) Current In: 40.0 b/s (0.0%)

Max Out: 333.7 kb/s (0.3%) Average Out: 235.7 kb/s (0.2%) Current Out: 16.0 b/s (0.0%)

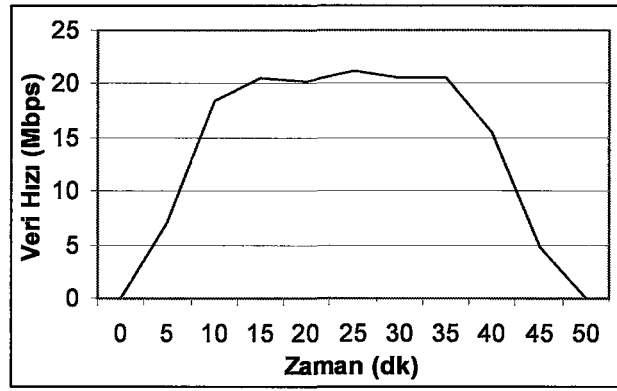
Şekil 4.20. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.20'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.5'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-3'de görülebilir.

Tablo 4.5. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
7,12	7,12	5
18,5	12,8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00004	14,9	50

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.20'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.21).

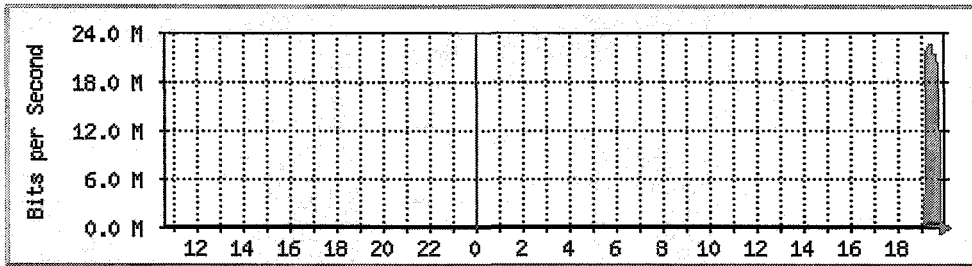


Şekil 4.21. 3 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 3 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 25. dakikada maksimum değer olan 21,2 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 20 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.5'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 14,9 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

3 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.22'deki gibidir.



Max In: 22.5 Mb/s (22.5%) Average In: 14.5 Mb/s (14.5%) Current In: 72.0 b/s (0.0%)

Max Out: 355.3 kb/s (0.4%) Average Out: 229.6 kb/s (0.2%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

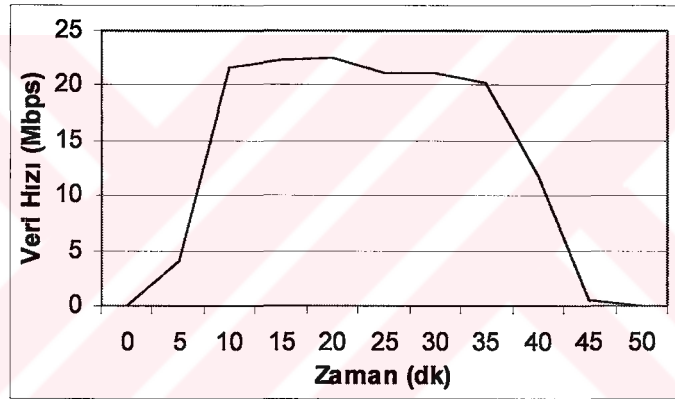
Şekil 4.22. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.22'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.6'da görülmektedir. Tablonun tamamı EK-3'de görülebilir.

Tablo 4.6. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
4	4	5
21,6	12,8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00007	14,5	50

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.22'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.23).

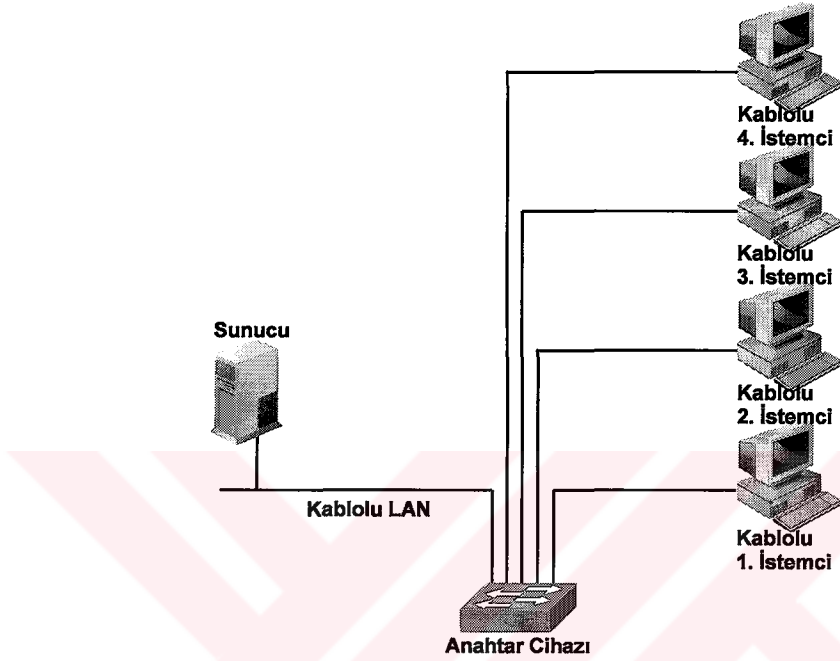


Şekil 4.23. 3 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 3 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 20. dakikada maksimum değer olan 22,5 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 22 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.6'dan da görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 14,5 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

d) 4 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

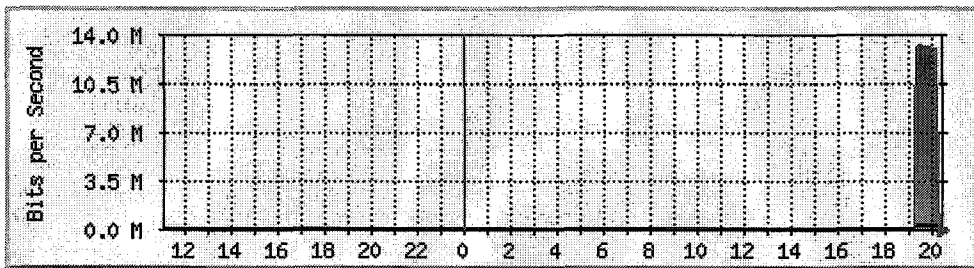
4 kablolu istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.24'teki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.24. 4 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

4 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.25'teki gibidir.



Max In: 13.8 Mb/s (13.8%) Average In: 10.6 Mb/s (10.6%) Current In: 304.0 b/s (0.0%)

Max Out: 221.2 kb/s (0.2%) Average Out: 171.0 kb/s (0.2%) Current Out: 112.0 b/s (0.0%)

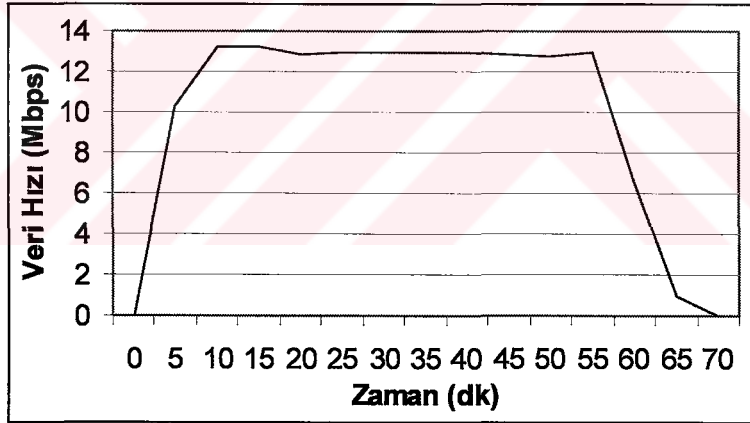
Şekil 4.25. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.25'teki değerlerin bir kısmı aşağıdaki Tablo 4.7'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-4'te görülebilir.

Tablo 4.7. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
10,3	10,3	5
13,2	11,7	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0003	10,6	70

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.25'teki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.26).

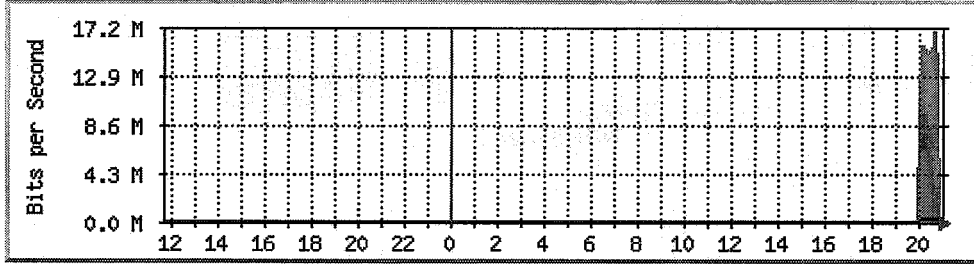


Şekil 4.26. 4 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 4 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 10. dakikada maksimum değer olan 13,2 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 13 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.7'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 10,6 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

4 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.27'deki gibidir.



Max In: 16.8 Mb/s (16.8%) Average In: 12.1 Mb/s (12.1%) Current In: 272.0 b/s (0.0%)

Max Out: 268.5 kb/s (0.3%) Average Out: 194.2 kb/s (0.2%) Current Out: 112.0 b/s (0.0%)

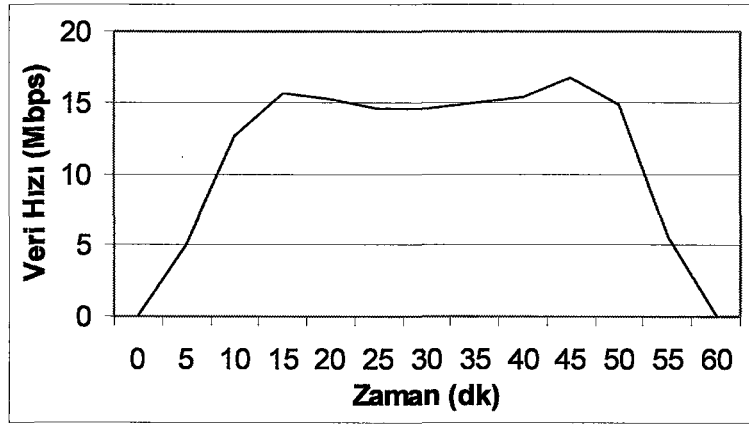
Şekil 4.27. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.27'deki değerlerin bir kısmı aşağıdaki Tablo 4.8'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-4'te görülebilir.

Tablo 4.8. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
5	5	5
12,7	8,8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0003	12,1	60

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.27'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.28).

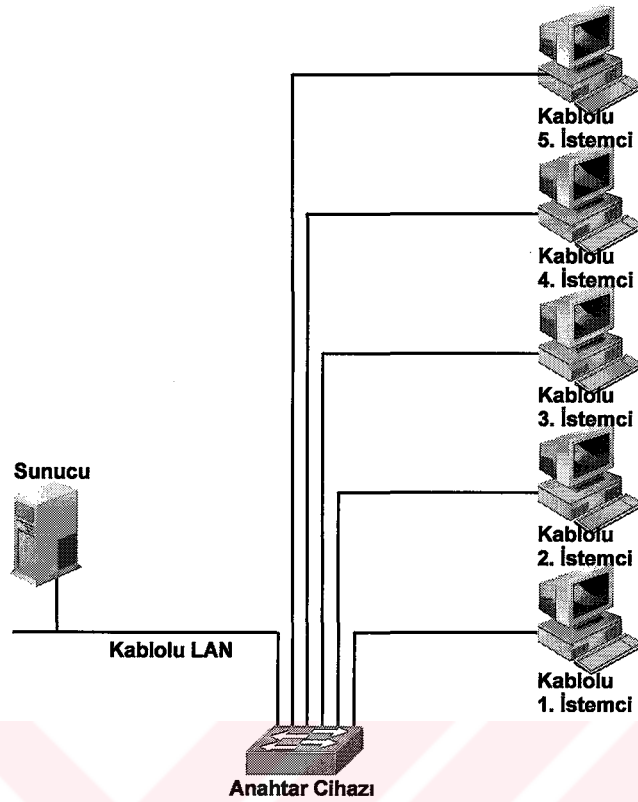


Şekil 4.28. 4 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 4 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 45. dakikada maksimum değer olan 16,8 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 15 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.8'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 12,1 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

e) 5 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

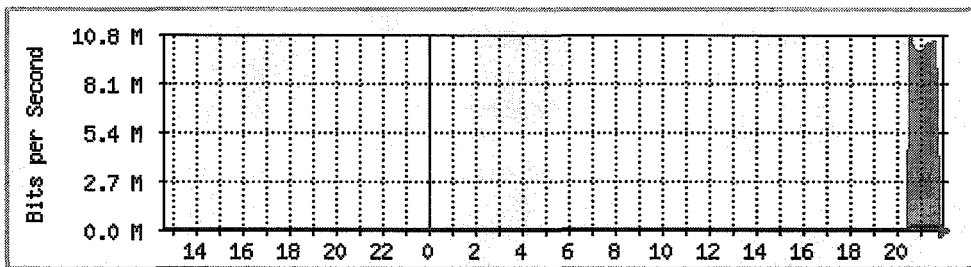
5 kablolu istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.29'daki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.29. 5 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

5 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.30'daki gibidir.



Max In: 10.8 Mb/s (10.8%) Average In: 8758.5 kb/s (8.8%) Current In: 168.0 b/s (0.0%)

Max Out: 172.8 kb/s (0.2%) Average Out: 140.4 kb/s (0.1%) Current Out: 88.0 b/s (0.0%)

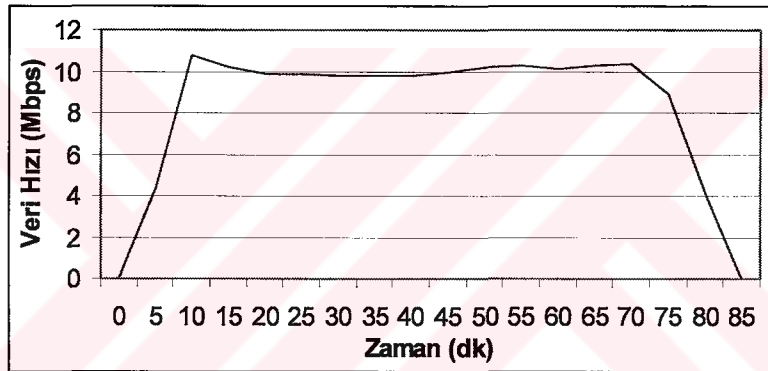
Şekil 4.30. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.30'daki değerlerin bir kısmı aşağıdaki Tablo 4.9'da görülmektedir. Tablonun tamamı EK-5'te görülebilir.

Tablo 4.9. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
4,4	4,4	5
10,8	7,6	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0002	8,8	85

Yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.30'daki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir Şekilde incelenebilir (Şekil 4.31).

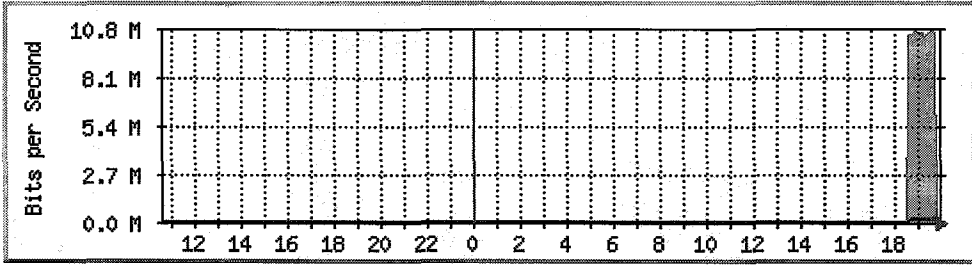


Şekil 4.31. 5 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 5 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 10. dakikada maksimum değer olan 10,8 Mbps'a ulaŐmıŐtur. Veri hızı normal bir Şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 10 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir Şekilde dıŐme olmuştur. Tablo 4.9'dan da görüldüğü gibi ortalama veri hızının 8,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

5 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.32'deki gibidir.



Max In: 10.8 Mb/s (10.8%) Average In: 9084.9 kb/s (9.1%) Current In: 488.0 b/s (0.0%)

Max Out: 172.9 kb/s (0.2%) Average Out: 145.7 kb/s (0.1%) Current Out: 128.0 b/s (0.0%)

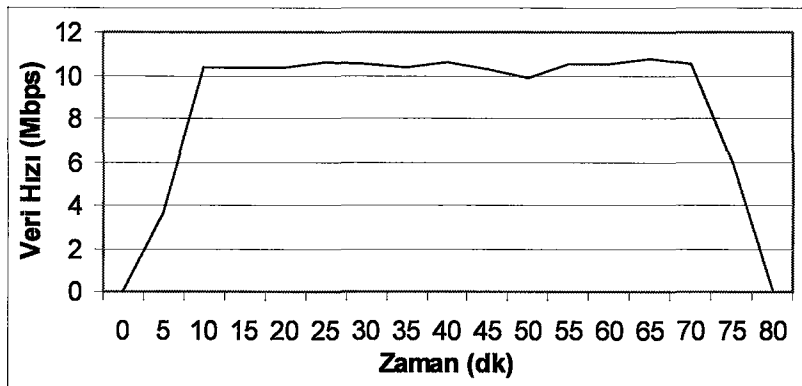
Şekil 4.32. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.32'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.10'da görülmektedir. Tablonun tamamı EK-5'te görülebilir.

Tablo 4.10. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
3,65	3,65	5
10,4	7	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0005	9,1	80

Yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.32'deki koyu alan "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.33).

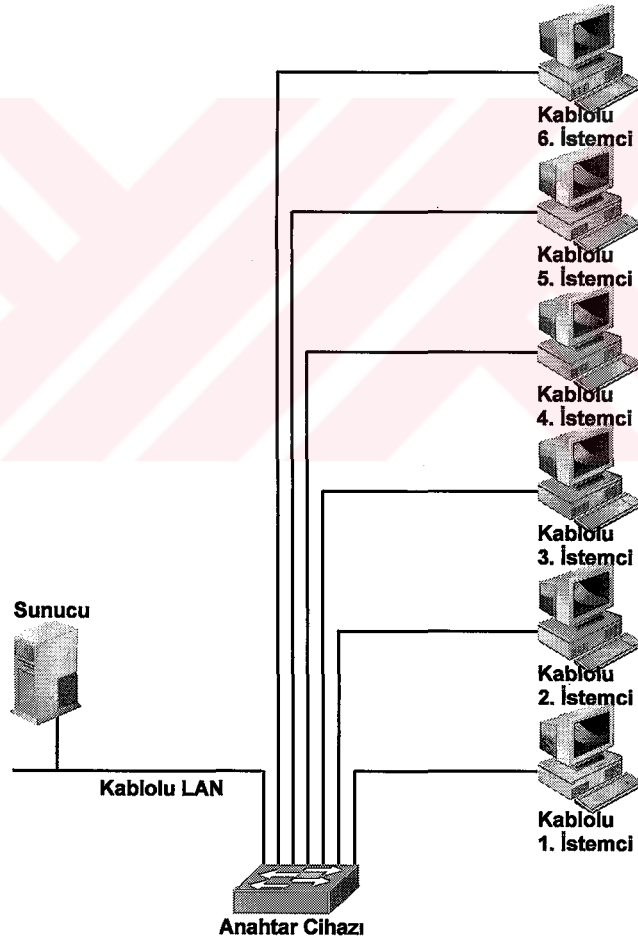


Şekil 4.33. 5 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 5 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 65. dakikada maksimum değer olan 10,8 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 10,5 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.10'daki tablodan da görüldüğü gibi ortalama veri hızının 9,1 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

f) 6 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN

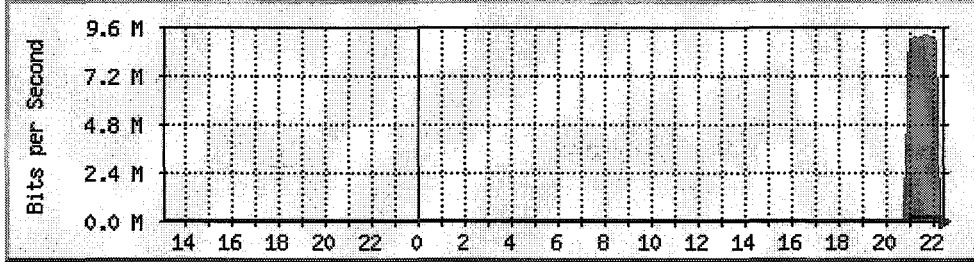
6 kablolu istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.34'deki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.34. 6 adet kablolu istemcinin bulunduğu kablolu yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

6 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.35'teki gibidir.



Max In: 9.0 Mb/s (10.5%) Average In: 7175.4 kb/s (7.2%) Current In: 50.2 b/s (0.0%)

Max Out: 169.7 kb/s (0.2%) Average Out: 129.8 kb/s (0.1%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

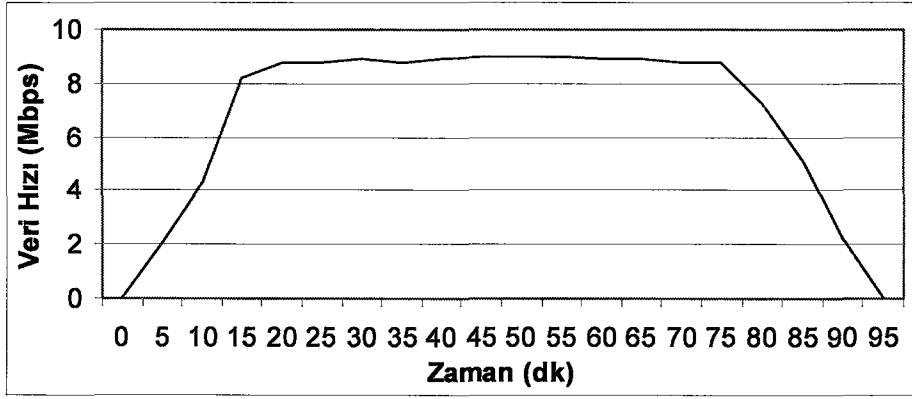
Şekil 4.35. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.35'deki değerlerin bir kısmı aşağıdaki Tablo 4.11'de de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-6'da görülebilir.

Tablo 4.11. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
2,1	2,1	5
4,3	3,2	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00005	7,2	95

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.35'teki koyu "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.36).

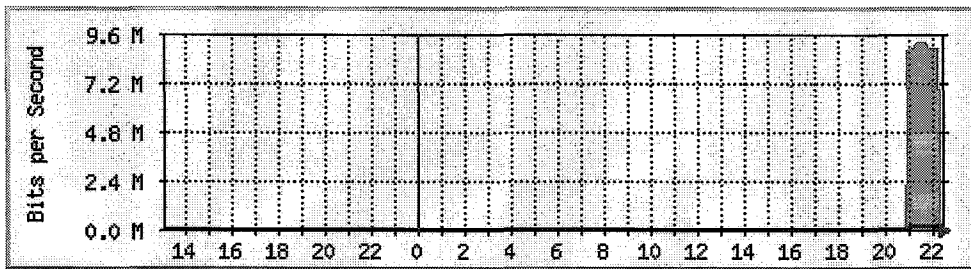


Şekil 4.36. 6 adet kablolu istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 6 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 45. dakikada maksimum değer olan 9 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 9 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.11'de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 7,2 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

6 kablolu istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.37'deki gibidir.



Max In: 10.5 Mb/s (10.5%) Average In: 8075.4 kb/s (8.1%) Current In: 208.0 b/s (0.0%)

Max Out:169.7 kb/s (0.2%) Average Out:129.8 kb/s (0.1%) Current Out:0.0 b/s (0.0%)

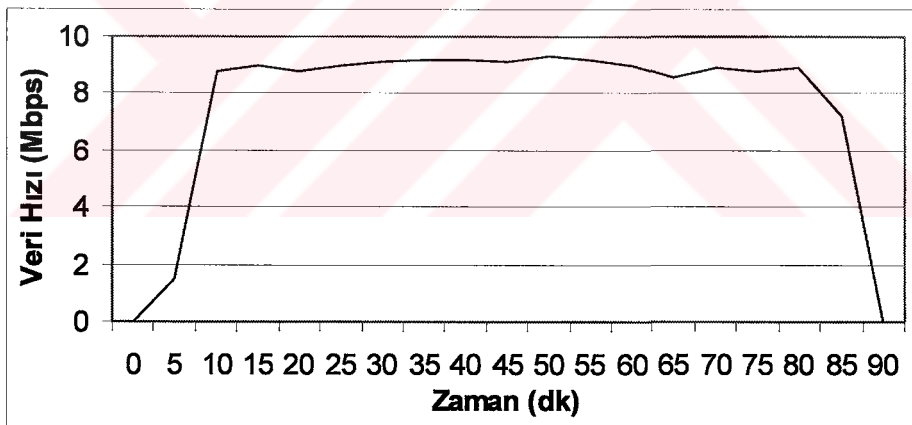
Şekil 4.37. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.37'deki değerlerin bir kısmı aşağıdaki Tablo 4.12'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-6'da görülebilir.

Tablo 4.12. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
1,5	1,5	5
8,8	5,2	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0002	8	90

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.37'deki koyu "In", yani kablolu istemcinin Ethernet arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. 6 adet kablolu istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablolu 6 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin Ethernet arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 50. dakikada maksimum değer olan 9,3 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 9 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.12'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

**g) Oluşturulan Her Bir Kablolu LAN'da, İstemci Sayısının Artması Durumunda
1. İstemcinin Ortalama Veri Hızının Değişimi**

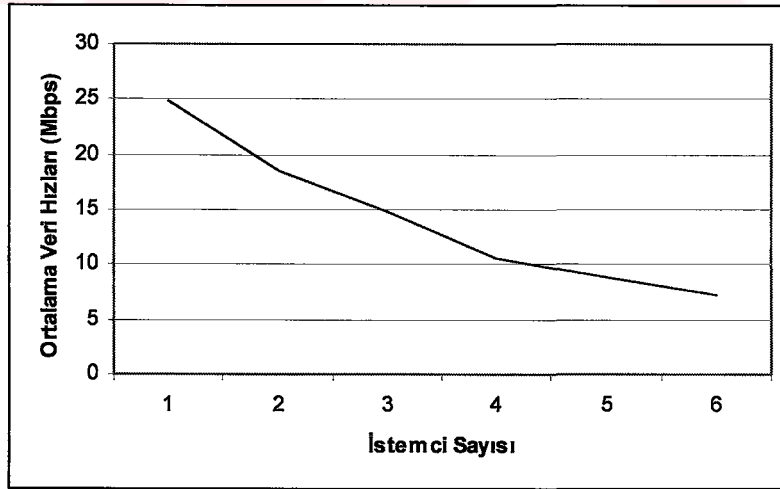
Kablolu yapıların incelenmesi sonucunda elde edilen veri hızları ortalamalarının birer tablosu çıkarılıp istemci artışının veri hızına etkisi görülebilir. 6 adet kablolu yapıda bulunan istemcilerin 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını transfer etmeleri sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızları elde edilmiştir.

Öncelikle 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1.istemcinin ortalama veri hızlarının, istemci sayısına göre değişimlerinin grafiği oluşturulabilir.

Tablo 4.13. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları

Kullanıcı Sayısı	Ortalama Veri Hızı (Mbps)
1	24,8
2	18,6
3	14,9
4	10,6
5	8,8
6	7,2

Tablo 4.13'teki ortalama veri hızlarının grafiği oluşturulduğunda aşağıdaki Şekil 4.39 elde edilir.



Şekil 4.39. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği

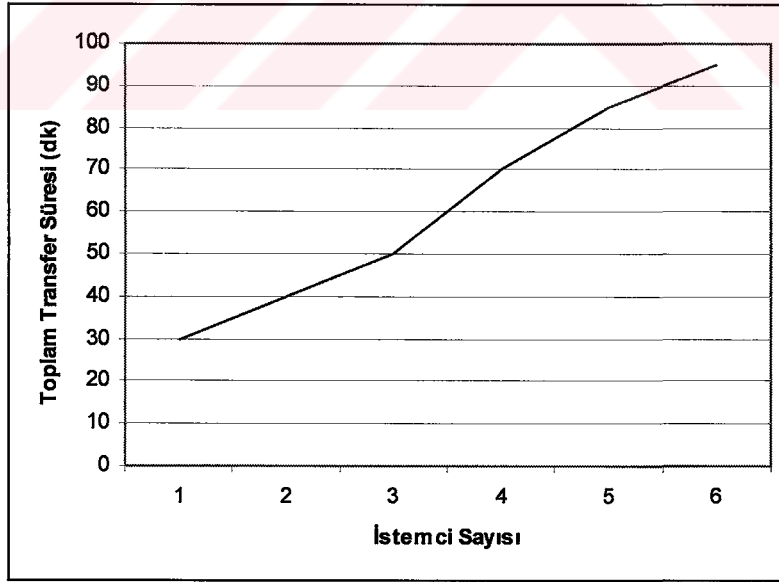
Tablo 4.13 ve Şekil 4.39'dan da görüldüğü gibi kablolu istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki ortalama veri hızlarının, 5 adet 1 GB'lık

dosya grubunun transfer edilmesi ile düşüşe uğramıştır. Kablolü yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim sonunda elde edilen ortalama veri hızı 24,8 Mbps olarak tespit edilmiştir. Son kablolu deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızı 7,2 Mbps olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızının düşmesine sebep olmuştur.

Buradaki kablolu yapıda 1. istemcinin ortalama veri hızlarının, kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafiğin yanında, 1. istemcinin transfer süresinin kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafik de elde edilebilir. Zaman-kullanıcı sayısı tablosu Tablo 4.14'te ve grafiği Şekil 4.40'daki gibidir.

Tablo 4.14. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri

Kullanıcı Sayısı	Toplam Transfer Süresi (dk)
1	30
2	40
3	50
4	70
5	85
6	95



Şekil 4.40. Tüm kablolu yapılarda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği

Tablo 4.14 ve Şekil 4.40'dan da görüldüğü gibi kablolu istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki toplam transfer süresi, 5 adet 1 GB'lık dosya

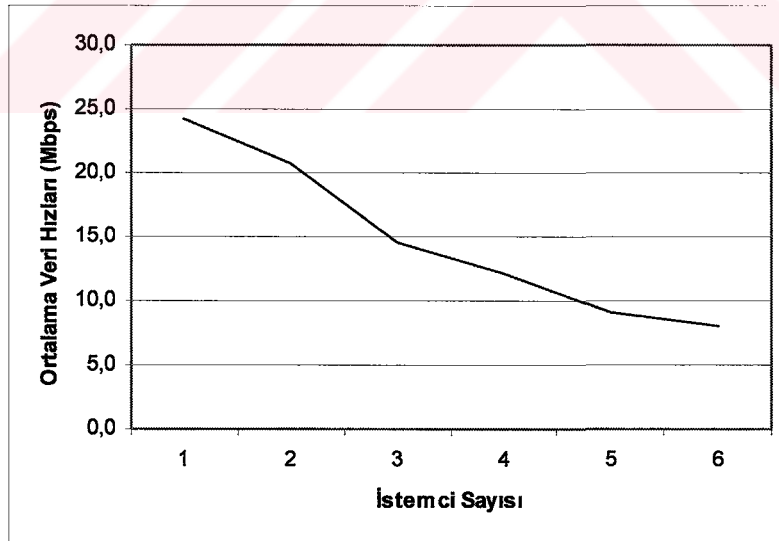
grubunun transfer edilmesi ile artışa uğramıştır. Kablolu yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim toplam 30 dk.'da tamamlanmıştır. Son kablolu deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin toplam transfer süresi 95 dk. olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin toplam transfer süresinin artmasına sebep olmuştur.

100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1.istemcinin ortalama veri hızlarının, istemci sayısına göre değişimlerinin grafiği de oluşturulabilir.

Tablo 4.15. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları

Kullanıcı Sayısı	Ortalama Veri Hızı (Mbps)
1	24,2
2	20,8
3	14,5
4	12,1
5	9,1
6	8,0

Tablo 4.15'deki ortalama veri hızlarının grafiği oluşturulduğunda aşağıdaki Şekil 4.41 elde edilir.



Şekil 4.41. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği

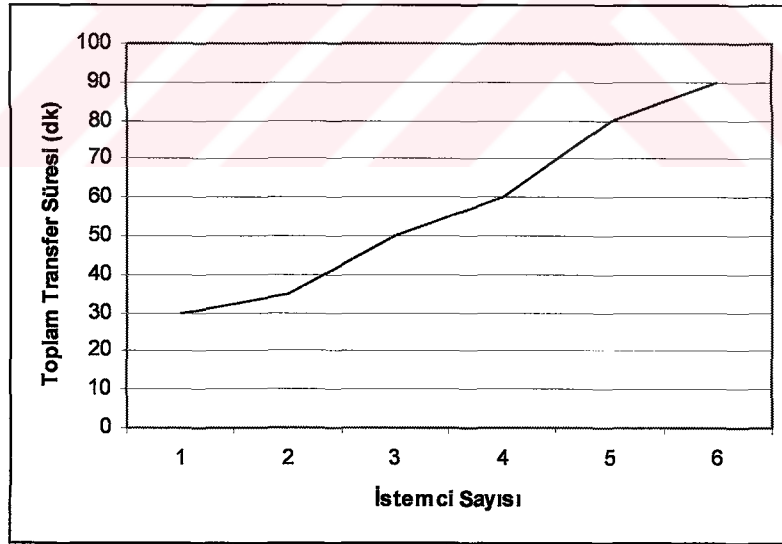
Tablo 4.15 ve Şekil 4.41'den de görüldüğü gibi kablolu istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki ortalama veri hızlarının, 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile düşüşe uğramıştır. Kablolu yapıda, 1 adet istemci

varken oluşturulan iletim sonunda elde edilen ortalama veri hızı 24,2 Mbps olarak tespit edilmiştir. Son kablolu deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızı 8 Mbps olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızının düşmesine sebep olmuştur.

Buradaki kablolu yapıda 1. istemcinin ortalama veri hızlarının, kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafiğin yanında, 1. istemcinin transfer süresinin kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafik de elde edilebilir. Zaman-kullanıcı sayısı tablosu Tablo 4.16 ve grafiği Şekil 4.42'deki gibidir.

Tablo 4.16. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri

Kullanıcı Sayısı	Toplam Transfer Süresi (dk)
1	30
2	35
3	50
4	60
5	80
6	90



Şekil 4.42. Tüm kablolu yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği

Tablo 4.16 ve Şekil 4.42'den de görüldüğü gibi kablolu istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki toplam transfer süresi, 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile artışa uğramıştır. Kablolu yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim toplam 30 dk.'da tamamlanmıştır. Son kablolu deney

ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin toplam transfer süresi 90 dk. olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin toplam transfer süresinin artmasına sebep olmuştur.

4.1.1.2. Kablosuz LAN Trafik Analizleri

a) 1 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

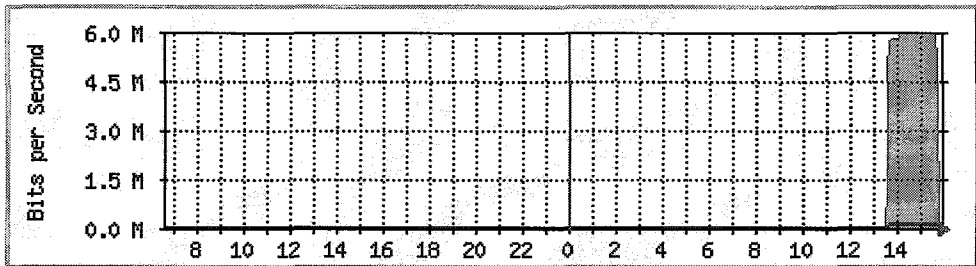
1 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.43'deki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.43. 1 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

1. istemcinin, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu ftp vasıtasıyla transfer etmesiyle MRTG'den elde ettiğimiz grafik Şekil 4.44'deki gibidir.



Max In: 5953.5 kb/s (54.1%) Average In: 5134.2 kb/s (46.7%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 113.3 kb/s (1.0%) Average Out: 97.7 kb/s (0.9%) Current Out: 8.0 b/s (0.0%)

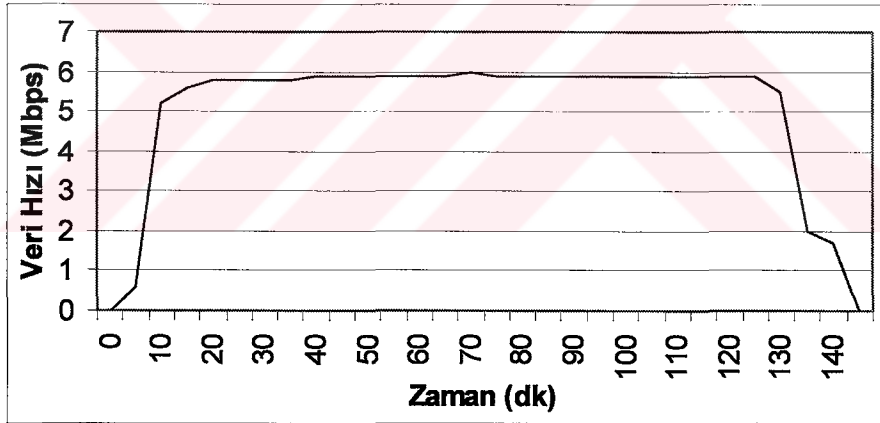
Şekil 4.44. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.44'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.17'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-7'de görülebilir.

Tablo 4.17. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
5,2	3	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	5,1	145

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.44'teki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.45).

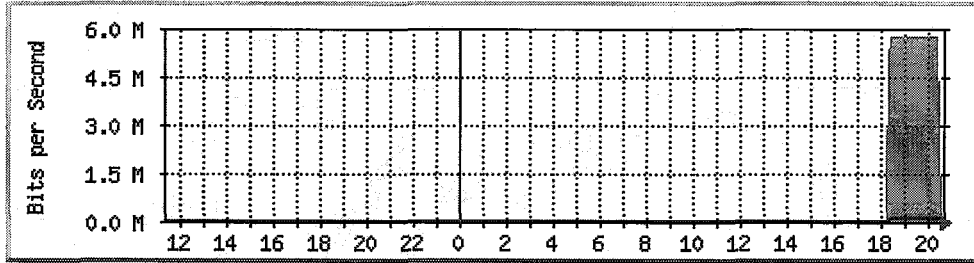


Şekil 4.45. 1 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 1 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 70. dakikada maksimum değer olan 6 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 6 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.17'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 5,1 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

1. istemcinin, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu ftp vasıtasıyla transfer etmesiyle MRTG'den elde ettiğimiz grafik Şekil 4.46'daki gibidir.



Max In: 5740.7 kb/s (52.2%) Average In: 5191.3 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out:109.3 kb/s (1.0%) Average Out:98.9 kb/s (0.9%) Current Out:8.0 b/s (0.0%)

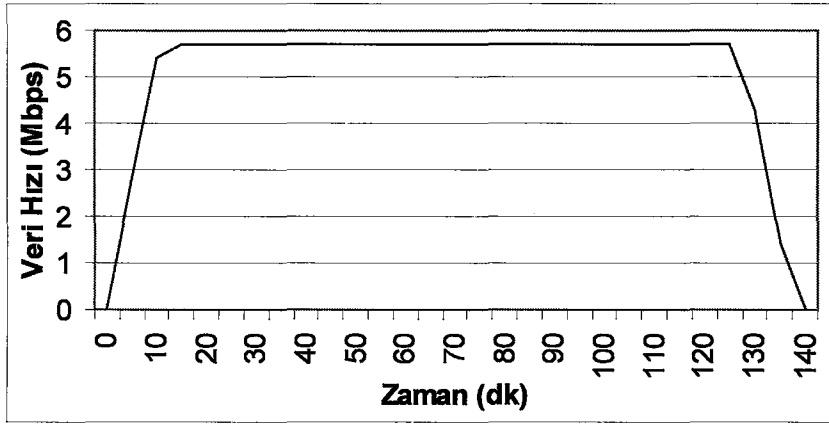
Şekil 4.46. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.46'daki değerlerin bir kısmı Tablo 4.18'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-7'de görülebilir.

Tablo 4.18. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
2,8	2,8	5
5,4	4,1	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	5,2	140

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.46'daki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.47).

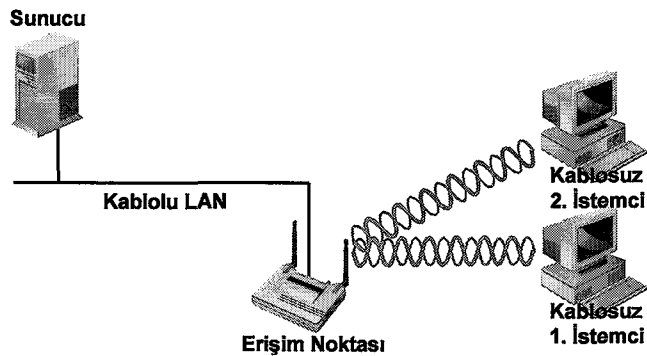


Şekil 4.47. 1 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 1 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 15. dakikada maksimum değer olan 5,7 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 5,5 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.18'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 5,2 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

b) 2 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

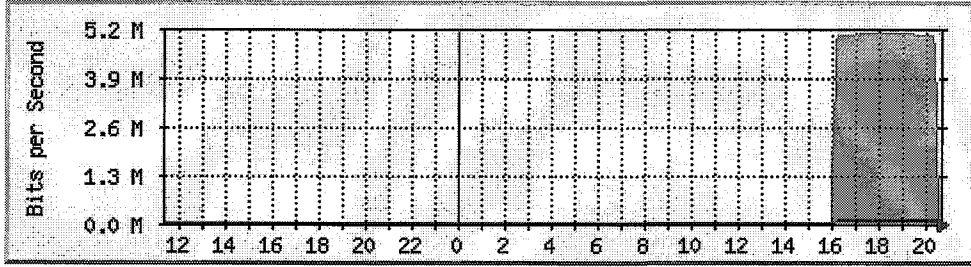
2 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.48'deki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.48. 2 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

2 adet kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.49'daki gibidir.



Max In: 5109.9 kb/s (52.2%) Average In: 4785.7 kb/s (47.2%) Current In: 60.0 b/s (0.0%)

Max Out:88.7 kb/s (1.0%) Average Out:78.9 kb/s (0.9%) Current Out:0.0 b/s (0.0%)

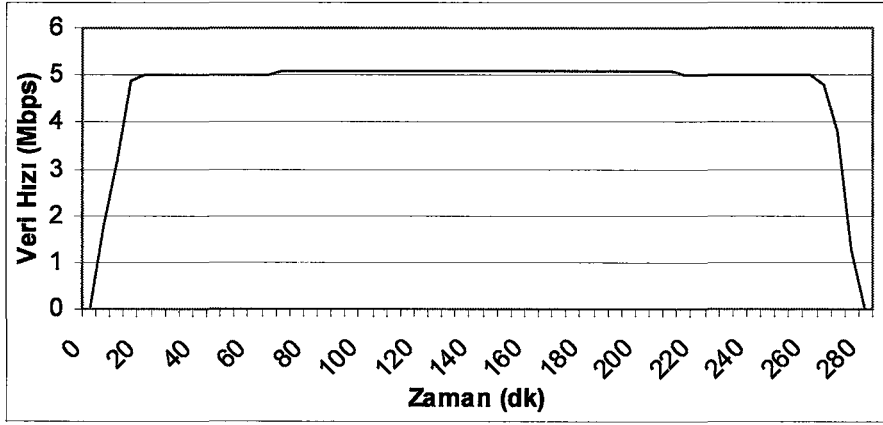
Şekil 4.49. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.49'daki değerlerin bir kısmı Tablo 4.19'da görülmektedir. Tablonun tamamı EK-8'de görülebilir.

Tablo 4.19. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
1,8	1,8	5
3,2	2,5	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00006	4,8	280

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.49'daki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.50).

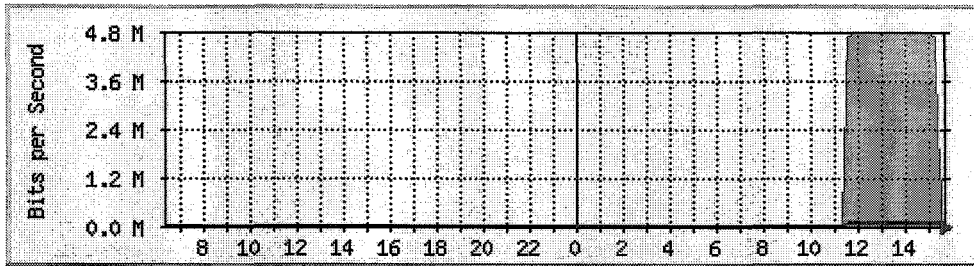


Şekil 4.50. 2 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 2 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 70. dakikada maksimum değer olan 5,1 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 5 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.19'dan da görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 4,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

2 adet kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MGB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.51'deki gibidir.



Max In: 4838.6 kb/s (52.2%) Average In: 4333.7 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 85.7 kb/s (1.0%) Average Out: 73.2 kb/s (0.9%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

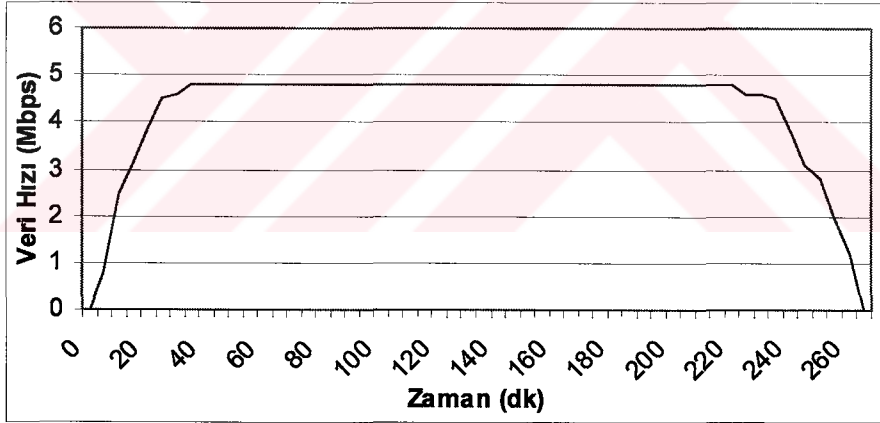
Şekil 4.51. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.51'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.20'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-8'de görülebilir.

Tablo 4.20. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,8	0,8	5
2,5	1,7	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	4,3	265

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.51'deki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.52).

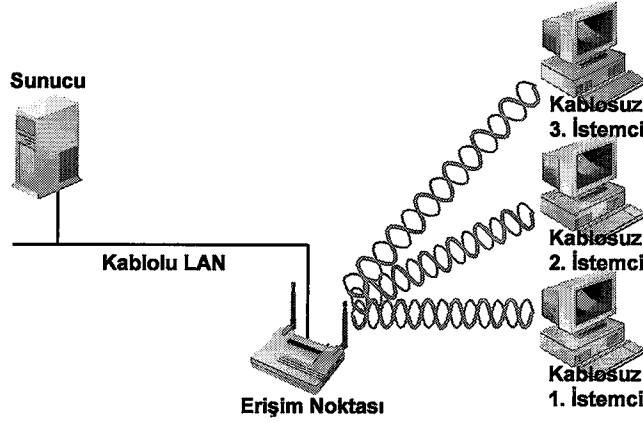


Şekil 4.52. 2 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 2 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 35. dakikada maksimum değer olan 4,8 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 4,8 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.20'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 4,3 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

c) 3 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

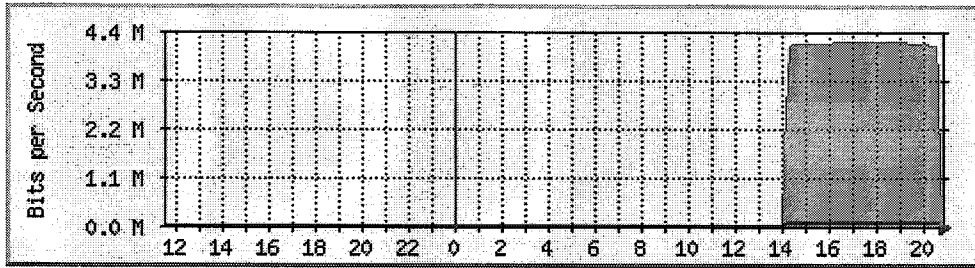
3 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.53'teki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.53. 3 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

3 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.54'teki gibidir.



Max In: 4043.8 kb/s (52.2%) Average In: 3695.1 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 56.7 kb/s (1.0%) Average Out: 48.6 kb/s (0.9%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

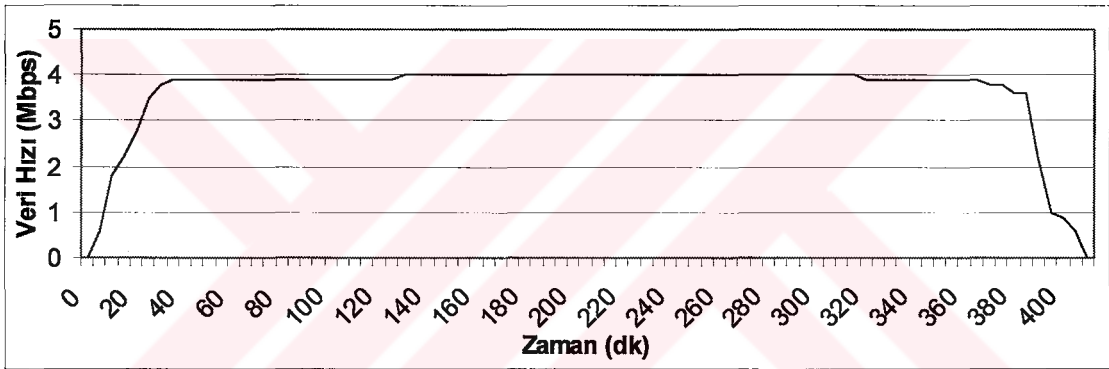
Şekil 4.54. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.54'teki değerlerin bir kısmı Tablo 4.21'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-9'da görülebilir.

Tablo 4.21. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
1,8	1,2	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	3,7	410

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.54'teki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.55).

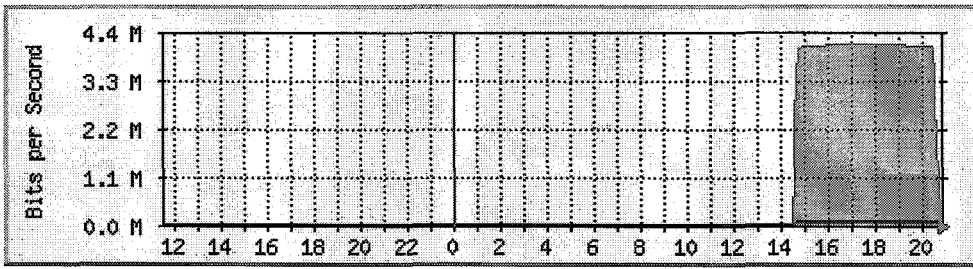


Şekil 4.55. 3 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 3 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 130. dakikada maksimum değer olan 4 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 4 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.21'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 3,7 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

3 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.56'daki gibidir.



Max In: 4135.2 kb/s (52.2%) Average In: 3695.1 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out:55.7 kb/s (1.0%) Average Out:44.9 kb/s (0.9%) Current Out:0.0 b/s (0.0%)

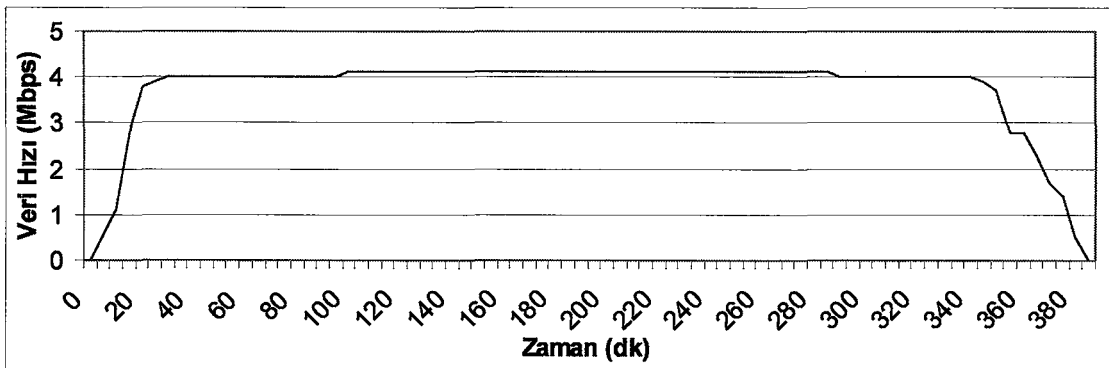
Şekil 4.56. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.56'daki değerlerin bir kısmı Tablo 4.22'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-9'da görülebilir.

Tablo 4.22. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
1,1	0,9	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	3,7	385

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.56'daki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.57).

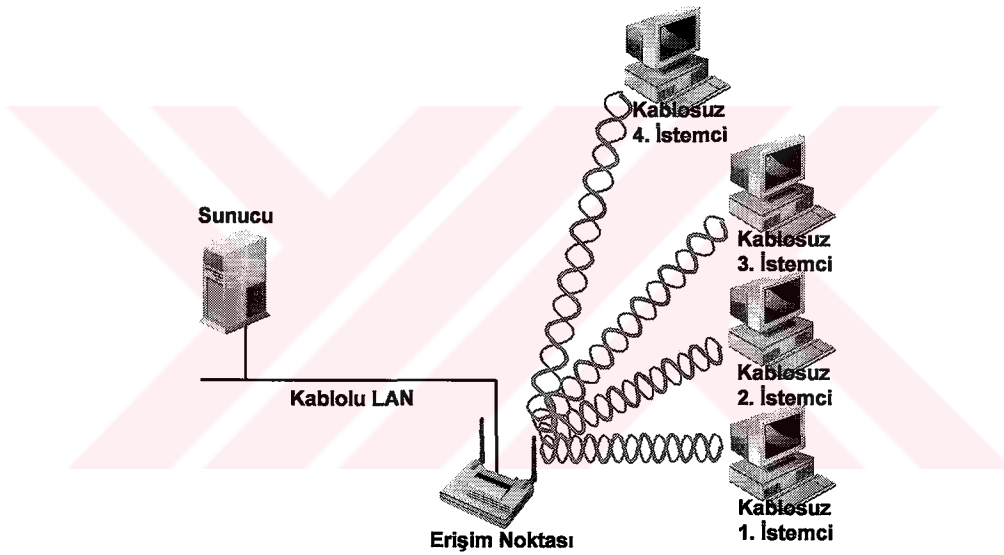


Şekil 4.57. 3 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 3 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 100. dakikada maksimum değer olan 4,1 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 4 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.22'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 3,7 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

d) 4 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

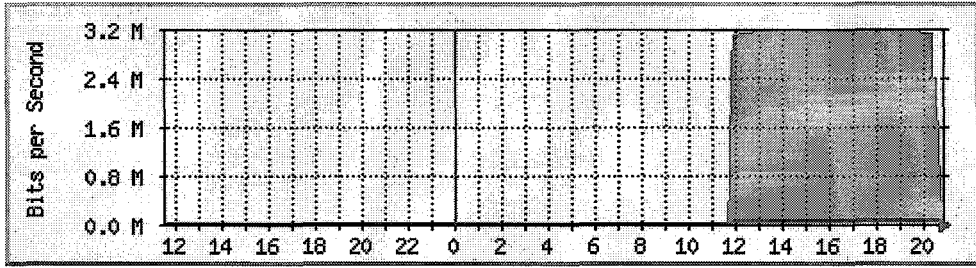
4 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.58'deki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.58. 4 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

4 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.59'daki gibidir.



Max In: 3213.6 kb/s (52.2%) Average In: 2945.3 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 35.5 kb/s (1.0%) Average Out: 28.9 kb/s (0.9%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

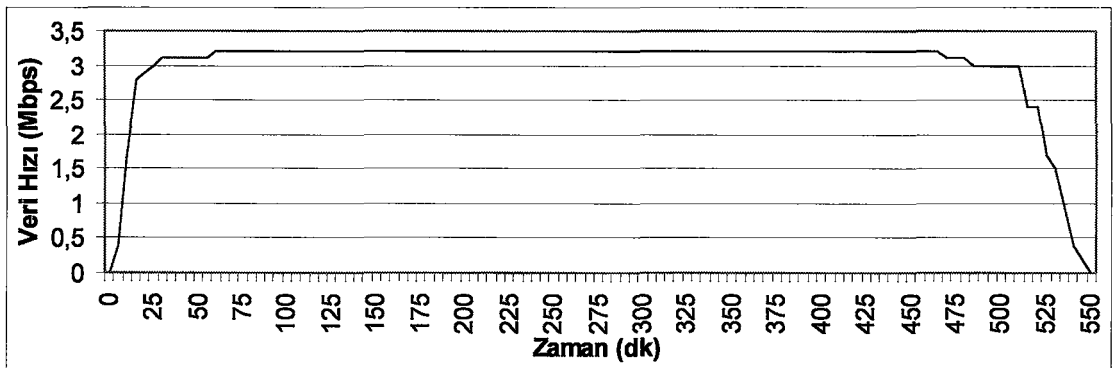
Şekil 4. 59. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.59'daki değerlerin bir kısmı Tablo 4.26'te görülmektedir. Tablonun tamamı EK-10'da görülebilir.

Tablo 4.23. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,4	0,4	5
1,7	1	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	2,9	550

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.59'daki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.60).

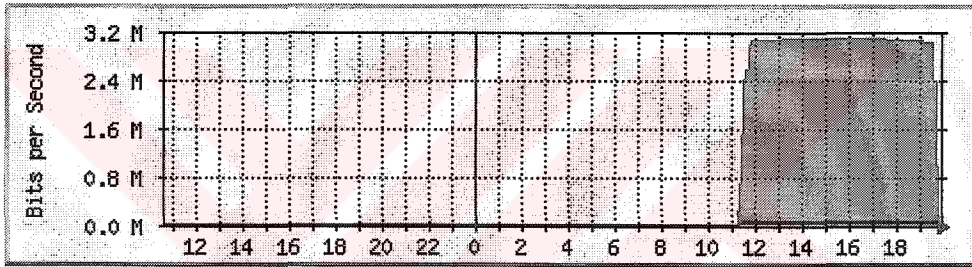


Şekil 4.60. 4 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 4 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 60. dakikada maksimum değer olan 3,2 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 3,2 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.23'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 2,9 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

4 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.61'deki gibidir.



Max In: 3123.2 kb/s (52.2%) Average In: 2645.3 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out:38.5 kb/s (1.0%) Average Out:25.2 kb/s (0.9%) Current Out:0.0 b/s (0.0%)

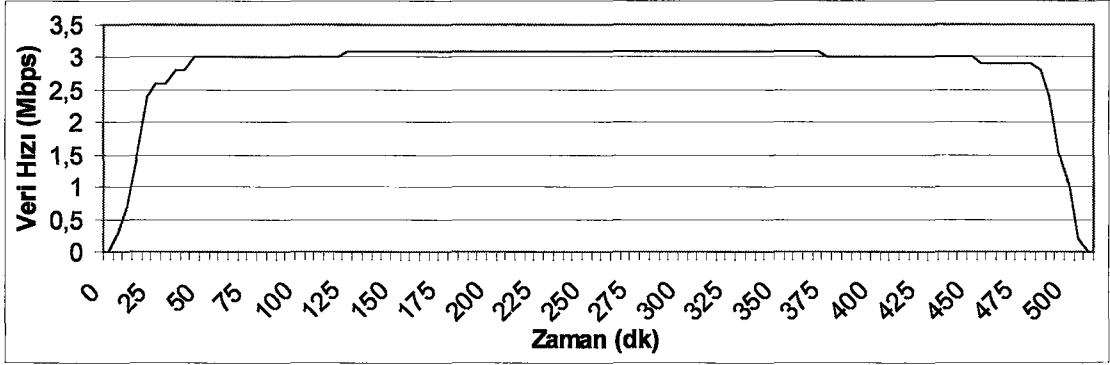
Şekil 4.61. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.61'deki değerlerin bir kısmı aşağıdaki tabloda görülmektedir. Tablonun tamamı EK-10'da görülebilir.

Tablo 4.24. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,3	0,3	5
0,7	0,5	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	2,8	510

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.61'deki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.62).

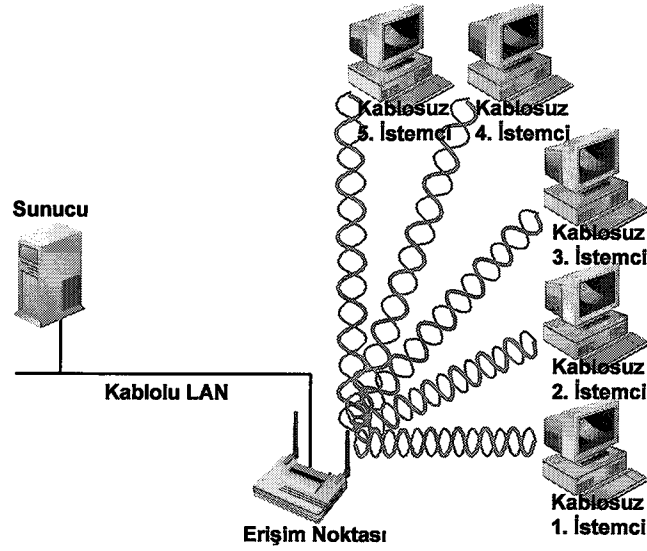


Şekil 4.62. 4 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 4 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 125. dakikada maksimum değer olan 3,1 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 3 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.24'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 2,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

e) 5 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

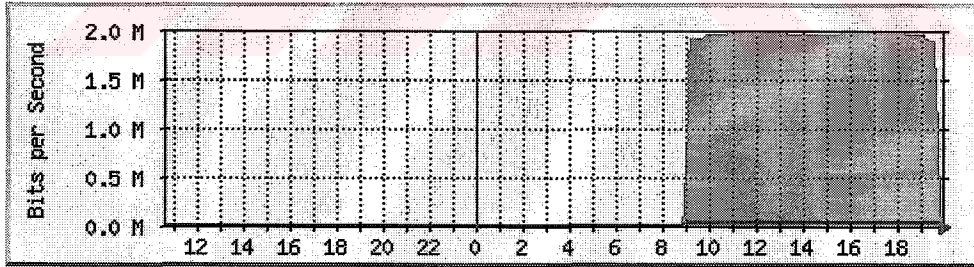
5 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.63'teki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.63. 5 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

5 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.64'teki gibidir.



Max In: 2013.4 kb/s (52.2%) Average In: 1847.3 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out:24.8 kb/s (1.0%) Average Out:19.5 kb/s (0.9%) Current Out:0.0 b/s (0.0%)

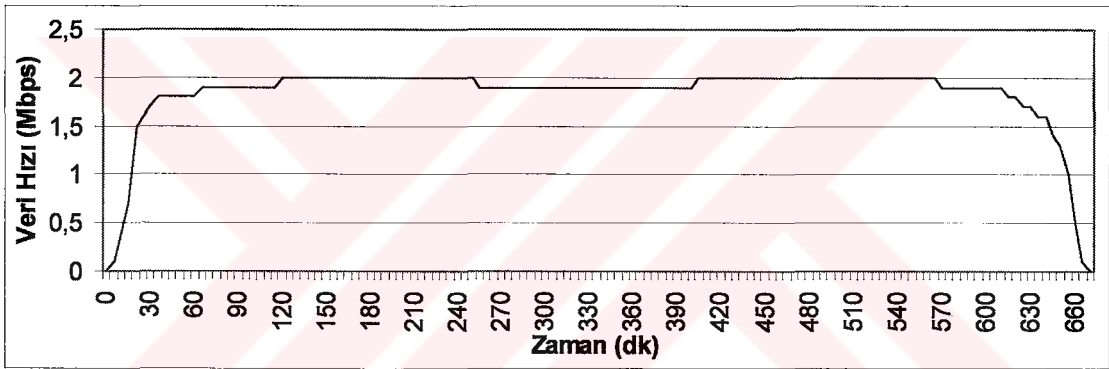
Şekil 4.64. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.64'teki değerlerin bir kısmı Tablo 4.25'te görülmektedir. Tablonun tamamı EK-11'de görülebilir.

Tablo 4.25. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,1	0,1	5
0,4	0,3	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000008	1,8	670

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.64'teki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.65).

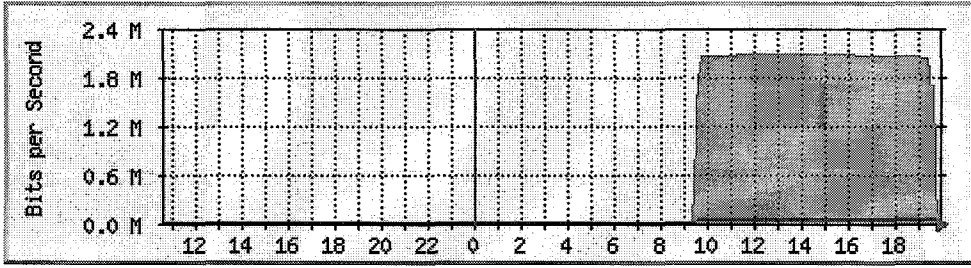


Şekil 4.66. 5 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 5 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 120. dakikada maksimum değer olan 2 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 2 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.25'ten de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 1,8 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

5 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.67'deki gibidir.



Max In: 2132.5 kb/s (52.2%) Average In: 1623.3 kb/s (47.2%) Current In: 8.0 b/s (0.0%)

Max Out: 23.1 kb/s (1.0%) Average Out: 17.1 kb/s (0.9%) Current Out: 0.0 b/s (0.0%)

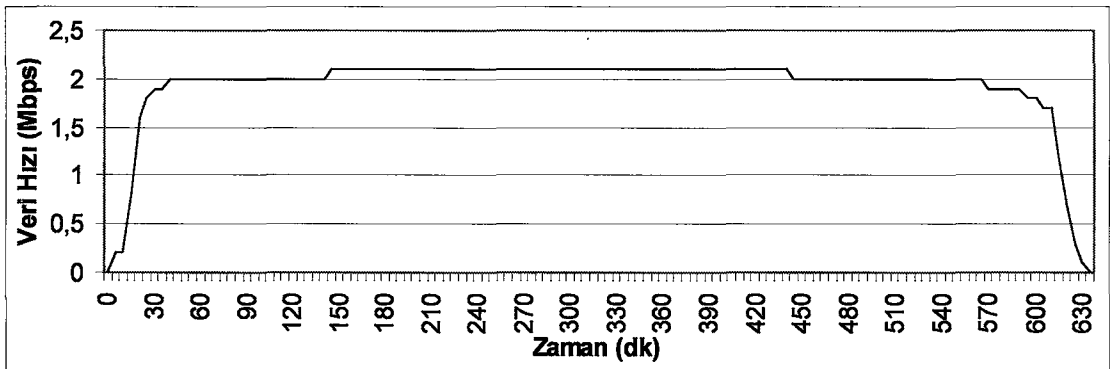
Şekil 4.67. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.67'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.26'da görülmektedir. Tablonun tamamı EK-11'de görülebilir.

Tablo 4.26. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,2	0,2	5
0,2	0,2	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,000006	1,9	635

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.67'deki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.68).

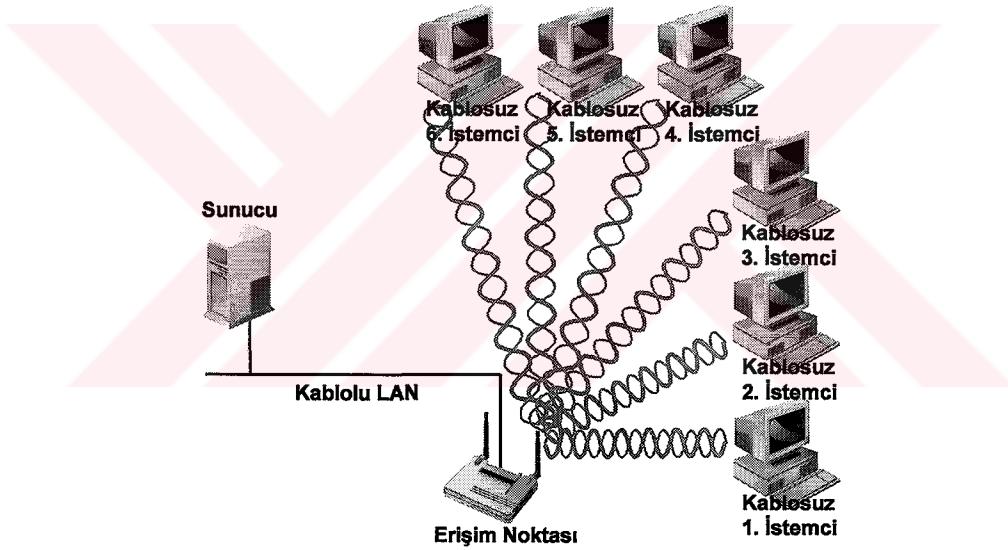


Şekil 4.68. 5 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 5 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 145. dakikada maksimum değer olan 2,1 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 2 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.26'dan da görüldüğü gibi ortalama veri hızınının 1,9 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

f) 6 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN

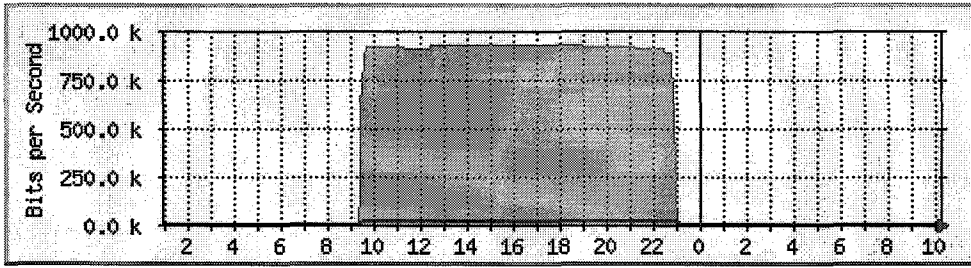
6 kablosuz istemcinin bulunduğu yapı Şekil 4.69'daki gibi oluşturulmuştur ve 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını sırasıyla ftp protokolü kullanılarak iletim başlatılmıştır.



Şekil 4.69. 6 adet kablosuz istemcinin bulunduğu kablosuz yapı

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

6 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.70'teki gibidir.



Max In: 960.1 kb/s (8.8%) Average In: 930.4 kb/s (4.5%) Current In: 400.0 b/s (0.0%)

Max Out: 18.5 kb/s (0.2%) Average Out: 9520.0 b/s (0.1%) Current Out: 16.0 b/s (0.0%)

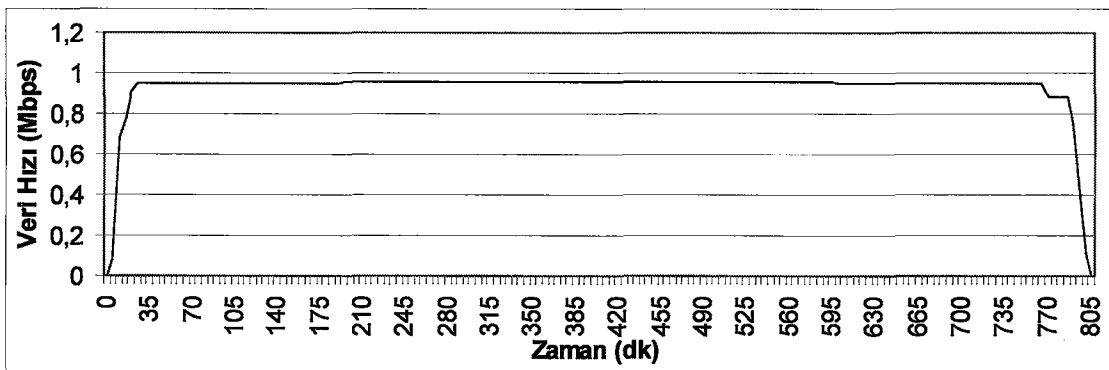
Şekil 4.70. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.70'teki değerlerin bir kısmı Tablo 4.27'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-12'de görülebilir.

Tablo 4.27. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,082	0,082	5
0,687	0,385	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,0004	0,930	805

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.70'teki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.71).

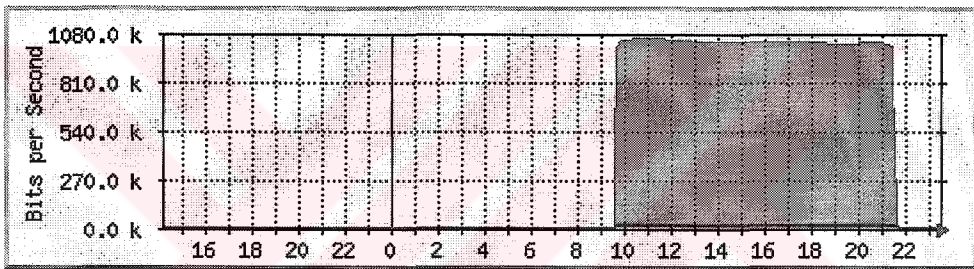


Şekil 4.71. 6 adet kablosuz istemcinin 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 6 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 195. dakikada maksimum değer olan 0,96 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 0,9 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.27'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 0,93 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

6 kablosuz istemci de, sunucuda bulunan 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu aynı anda ftp vasıtasıyla transfer etmektedir. Bu yapıda transfer sonucunda yine aynı istemci olan 1. istemciden MRTG ile elde ettiğimiz grafik Şekil 4.72'deki gibidir.



Max In: 1068.4 kb/s (9.9%) Average In: 1027,1 kb/s (3.3%) Current In: 382.0 b/s (0.0%)

Max Out:20.7 kb/s (0.2%) Average Out:6920.0 b/s (0.1%) Current Out:8.0 b/s (0.0%)

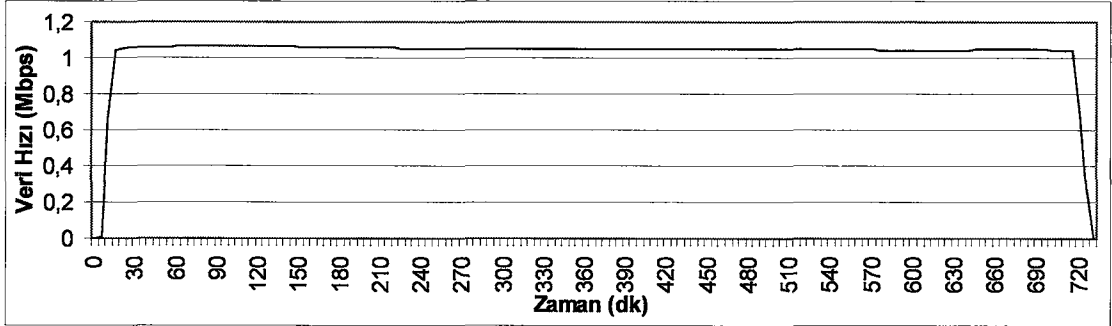
Şekil 4.72. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen MRTG grafiği

MRTG ile elde edilen Şekil 4.72'deki değerlerin bir kısmı Tablo 4.28'de görülmektedir. Tablonun tamamı EK-12'de görülebilir.

Tablo 4.28. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen değerler

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,008	0,008	5
0,675	0,342	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0,00038	1,027	730

Grafikteki yatay eksen, gerçek zamandaki saat dilimlerini, dikey eksen ise veri aktarım hızını göstermektedir. Şekil 4.72'deki koyu alan "In", yani kablosuz istemcinin kablosuz ağ arayüzüne gelen paketler için elde edilen değerlerdir. Bu grafikteki değerler Excel programına aktarılarak grafik genişletilip daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. 6 adet kablosuz istemcinin 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesiyle 1. istemciden elde edilen grafiğin genişletilmiş hali

Kablosuz 6 istemcinin ftp sunucusuna bağlanarak dosya transferini başlatmasıyla 1. istemcinin kablosuz ağ arayüzüne doğru paket akışı oluşmuştur. Yapılan ftp testinde 60. dakikada maksimum değer olan 1,068 Mbps'a ulaşmıştır. Veri hızı normal bir şekilde artmış ve sonra iletim uzun bir süre 1 Mbps değerlerinde devam etmiş ve sonra iletimin bitmesi sebebiyle normal bir şekilde düşme olmuştur. Tablo 4.28'den de görüldüğü gibi ortalama veri hızının 1,027 Mbps olduğu tespit edilmiştir.

g) Oluşturulan Her Bir Kablosuz LAN'da, İstemci Sayısının Artması Durumunda 1. İstemcinin Ortalama Veri Hızının Değişimi

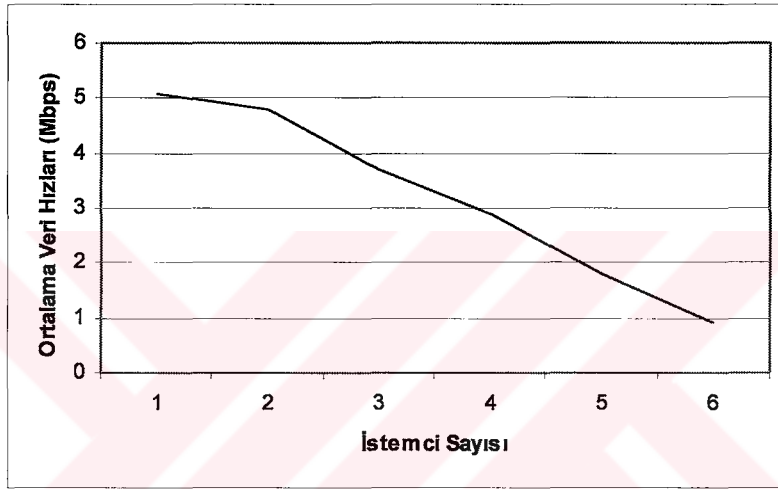
Kablosuz yapıların incelenmesi sonucunda elde edilen veri hızları ortalamalarının birer tablosu çıkarılıp istemci artışının veri hızına etkisi görülebilir. 6 adet kablosuz yapıda bulunan istemcilerin 5 adet 1 GB'lık ve 100 adet 50 MB'lık dosya gruplarını transfer etmeleri sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızları elde edilmiştir.

Öncelikle 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1.istemcinin ortalama veri hızlarının, istemci sayısına göre değişimlerinin grafiği oluşturulabilir.

Tablo 4.29. Tüm kablosuz yapılar da 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları

Kullanıcı Sayısı	Ortalama Veri Hızı (Mbps)
1	5,1
2	4,8
3	3,7
4	2,9
5	1,8
6	0,93

Tablo 4.29'daki ortalama veri hızlarının grafiğı oluşturulduğunda aşağıdaki Şekil 4.74 elde edilir.



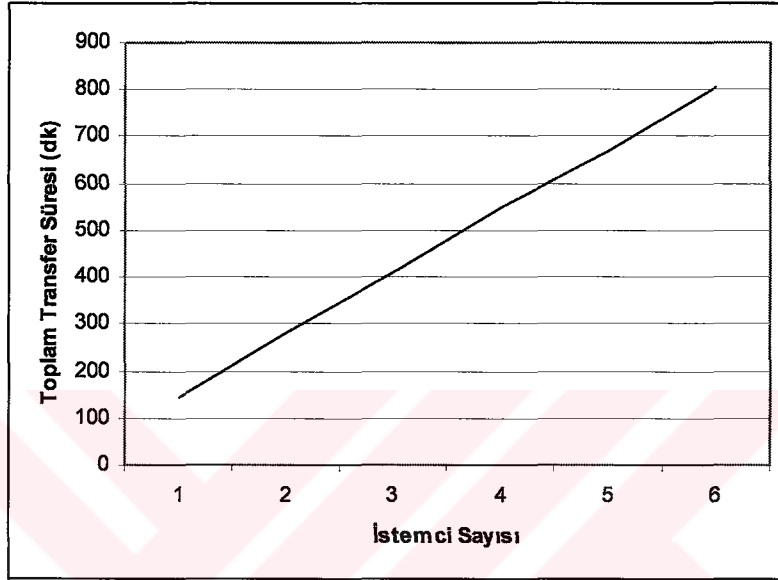
Şekil 4.74. Tüm kablosuz yapılar da 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiğı

Tablo 4.29 ve Şekil 4.74'ten de görüldüğü gibi kablosuz istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki ortalama veri hızlarının, 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile düşüşe uğramıştır. Kablosuz yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim sonunda elde edilen ortalama veri hızı 5,1 Mbps olarak tespit edilmiştir. Son kablosuz deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızı 0,93 Mbps olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızının düşmesine sebep olmuştur.

Buradaki kablosuz yapıda 1. istemcinin ortalama veri hızlarının, kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafiğın yanında, 1. istemcinin transfer süresinin kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafik de elde edilebilir. Zaman-kullanıcı sayısı tablosu Tablo 4.30 ve grafiğı Şekil 4.75'teki gibidir.

Tablo 4.30. Tüm kablosuz yapılar da 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri

Kullanıcı Sayısı	Toplam Transfer Süresi (dk)
1	145
2	280
3	410
4	550
5	670
6	805



Şekil 4.75. Tüm kablosuz yapılar da 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği

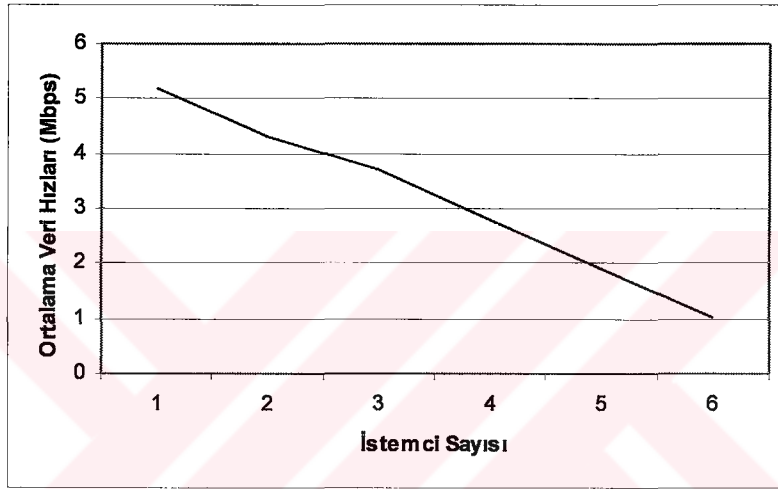
Tablo 4.30 ve Şekil 4.75'ten de görüldüğü gibi kablosuz istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki toplam transfer süresi, 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile artışa uğramıştır. Kablosuz yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim toplam 145 dk.'da tamamlanmıştır. Son kablosuz deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 5 adet 1 GB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin toplam transfer süresi 805 dk. olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin toplam transfer süresinin artmasına sebep olmuştur.

100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1.istemcinin ortalama veri hızlarının, istemci sayısına göre değişimlerinin grafiği de oluşturulabilir.

Tablo 4.31. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları

Kullanıcı Sayısı	Ortalama Veri Hızı (Mbps)
1	5,2
2	4,3
3	3,7
4	2,8
5	1,9
6	1,027

Tablo 4.31'deki ortalama veri hızlarının grafiği oluşturulduğunda aşağıdaki Şekil 4.76 elde edilir.



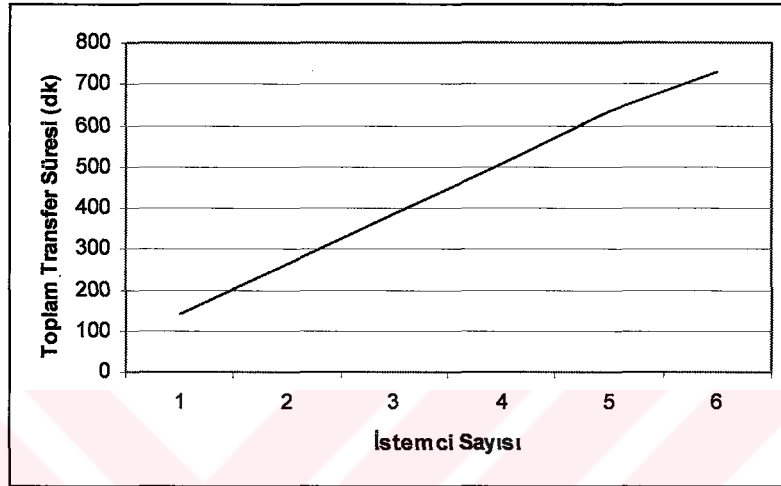
Şekil 4.76. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısına göre grafiği

Tablo 4.31 ve Şekil 4.76'dan da görüldüğü gibi kablosuz istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki ortalama veri hızlarının, 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile düşüşe uğramıştır. Kablosuz yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim sonunda elde edilen ortalama veri hızı 5,2 Mbps olarak tespit edilmiştir. Son kablosuz deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızı 1,027 Mbps olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin ortalama veri hızının düşmesine sebep olmuştur.

Buradaki kablosuz yapıda 1. istemcinin ortalama veri hızlarının, kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafiğin yanında, 1. istemcinin transfer süresinin kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafik de elde edilebilir. Zaman-kullanıcı sayısı tablosu Tablo 4.32 ve grafiği Şekil 4.77'deki gibidir.

Tablo 4.32. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süreleri

Kullanıcı Sayısı	Toplam Transfer Süresi (dk)
1	140
2	265
3	385
4	510
5	635
6	730



Şekil 4.77. Tüm kablosuz yapılarda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle 1. istemcinin toplam transfer süresinin istemci sayısına göre grafiği

Tablo 4.32 ve Şekil 4.77'ten de görüldüğü gibi kablosuz istemci sayısının artması ile 1. istemcinin her bir deney ortamındaki toplam transfer süresi, 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile artışa uğramıştır. Kablosuz yapıda, 1 adet istemci varken oluşturulan iletim toplam 140 dk.'da tamamlanmıştır. Son kablosuz deney ortamında ise 6 istemcinin aynı anda 100 adet 50 MB'lık dosya grubunu transfer etmesi ile 1. istemcinin toplam transfer süresi 730 dk. olarak elde edilmiştir. Her bir istemci eklendiğinde ve aynı dosyanın her istemci tarafından aynı anda transfer edilmesi sonucunda 1. istemcinin toplam transfer süresinin artmasına sebep olmuştur.

4.1.1.3. Kablolu ve Kablosuz LAN Trafiklerinin Ortak Analizleri

Her iki yapı için de 6'şar adet deney ortamı yaratılıp, iki dosya grubu ile iletim ortamları oluşturulmuştur. Kablolu ve kablosuz yapılar ve dosya grupları için 1. istemciye ait ortalama veri hızlarının kullanıcı sayısına bağlı olduğu grafikler oluşturulmuştur.

Burada ise dosya gruplarının sabit tutulduğu durumda kablolu yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızları ile kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızlarının birlikte olduğu grafikler elde edilecektir. Elde edilecek bu ortak grafikler normalizasyon işlemi yapılarak aynı ölçeklendirme içerisinde görülebilir ve daha rahat bir inceleme yapılabilir. (Şekil 4.78, 4.79).

Normalizasyon işlemi için aşağıdaki formül kullanılır;

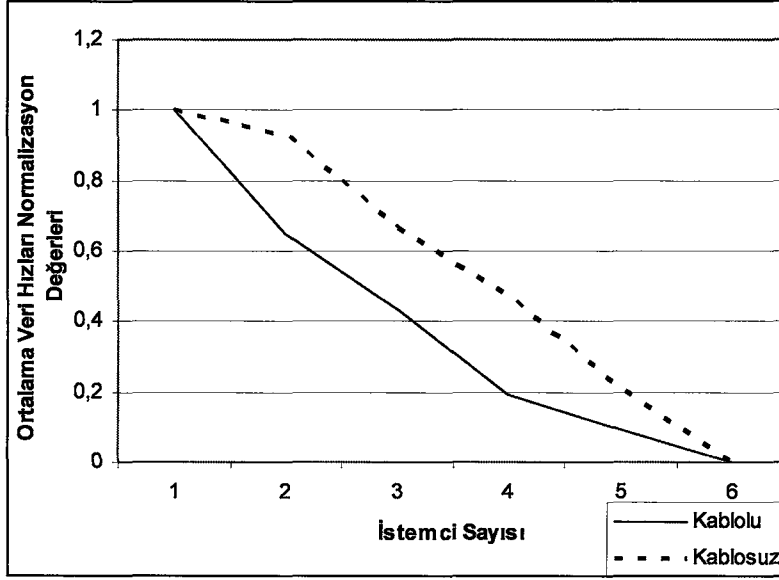
$$x = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

5 adet 1 GB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapılarda transfer edilmesiyle elde edilen, 1. istemciye ait ortalama veri hızları değerlerine normalizasyon formülü uygulandığında elde edilen tablo Tablo 4.33'teki gibi ve grafik ise Şekil 4.78'deki gibi olur.

Tablo 4.33. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun kablolu yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri

Kullanıcı Sayısı	Kablolu Ortalama Veri Hızı Normalizasyon Değeri	Kablosuz Ortalama Veri Hızı Normalizasyon Değeri
1	1	1
2	0,648	0,928
3	0,438	0,664
4	0,193	0,472
5	0,091	0,209
6	0	0

Tablo 4.33'deki değerler kullanılarak 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun kablolu ve kablosuz yapı için elde edilen ortak normalizasyon grafiği Şekil 4.78'deki gibidir.



Şekil 4.78. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerlerinin istemci sayısına göre değişimi grafiği

Öncelikle kablolu ve kablosuz yapılarıdaki 6'şar adet deney grubunun 1. dosya grubu olan 5 adet 1 GB'lık dosyanın transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri elde edilmesiyle oluşturulan grafik Şekil 4.78'deki gibidir. Grafikten de görüldüğü gibi hem kablolu hem de kablosuz yapı için 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları, her istemcinin eklenmesiyle, düşüşe uğramıştır. Kablolu yapıda her eklenen istemci sonucunda elde edilen hız düşüşü kablosuz yapıda elde edilen hız düşüşlerinden daha fazladır. Yani istemci sayısının artması, kablolu yapıda elde edilen ortalama veri hızına etkisi, kablosuz yapıdakine göre daha fazla göze çarpmaktadır.

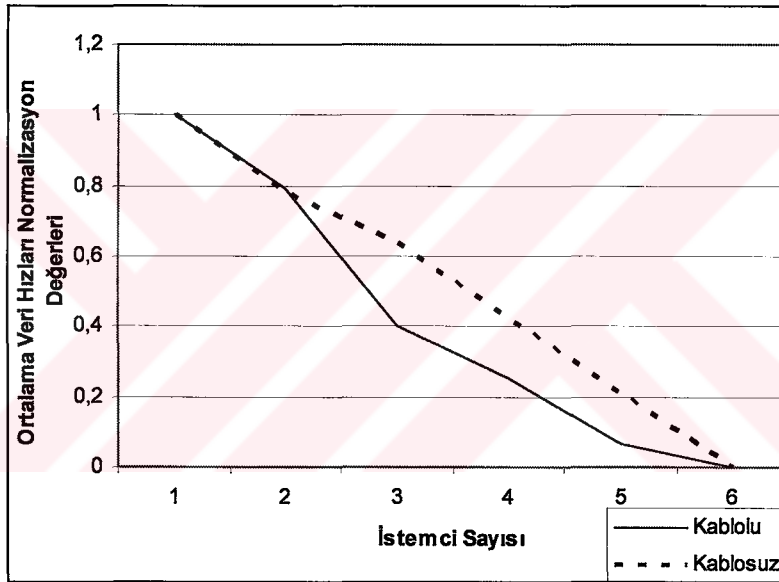
Bu durum bir de 2. dosya grubu olan 100 adet 50 MB'lık grup için incelenebilir.

100 adet 50 MB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapıda transfer edilmesiyle elde edilen, 1. istemciye ait ortalama veri hızları değerlerine normalizasyon formülü uygulandığında elde edilen tablo Tablo 4.34'teki gibi ve grafik ise Şekil 4.79'daki gibi olur.

Tablo 4.34. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun kablolu yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri

Kullanıcı Sayısı	Kablolu Ortalama Veri Hızı Normalizasyon Değeri	Kablosuz Ortalama Veri Hızı Normalizasyon Değeri
1	1	1
2	0,79	0,784
3	0,401	0,641
4	0,253	0,425
5	0,068	0,209
6	0	0

Tablo 4.34'teki değerler kullanılarak 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun kablolu ve kablosuz yapı için elde edilen ortak normalizasyon grafiği Şekil 4.79'daki gibidir.



Şekil 4.79. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun hem kablolu hem de kablosuz yapıda transfer edilmesiyle 1. istemcinin ortalama veri hızlarının normalizasyon değerlerinin istemci sayısına göre değişimi grafiği

Kablolu ve kablosuz yapıdaki 6'şar adet deney grubunun 1. dosya grubu olan 100 adet 50 MB'lık dosyanın transfer edilmesiyle 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının normalizasyon değerleri elde edilmesiyle oluşturulan grafik Şekil 4.79'daki gibidir. Grafikten de görüldüğü gibi hem kablolu hem de kablosuz yapı için 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi durumunda 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızları, her istemcinin eklenmesiyle, düşüşe uğramıştır. Her iki yapı için de 2. istemcinin eklenmesi durumundaki hız düşüşü birbirlerine çok yakındır. Fakat bundan sonraki eklenen her istemci için kablolu yapıda elde edilen hız düşüşü kablosuz yapıda

elde edilen hız düşüşlerinden daha fazladır. Yani istemci sayısının artması, kablolu yapıda elde edilen ortalama veri hızına etkisi, kablosuz yapıdakine göre daha fazla göze çarpmaktadır.

4.1.1.4. Kablolu ve Kablosuz LAN Trafiklerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Yukarıda elde edilen sonuçlar bir de istatistik ortamında anlamlılık testleri yapılarak incelenebilir. Burada yapılacak testler bağımsızlık testi olan Ki-Kare (Chi-Square, χ^2) testidir. Önce dosya grupları sabit tutulup kablolu ve kablosuz yapılardaki 1. istemciden elde edilen ortalama veri hızlarının istemci artımı durumundaki değişimi incelenecektir. Daha sonra yapıların sabit tutulması durumunda dosya gruplarının transferleri sonucunda elde edilen 1. istemci ortalama veri hızlarının istemci artımındaki değişimi incelenecektir.

Ki-kare için gerekli tablo ve formüller aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.35. Ki-kare tablosu

Ki-Kare	1	2	...	i	Toplam
Grup 1	a11	a12	...	a1i	A1
Grup 2	a21	a22	...	a2i	A2
.
.
.
Grup j	aj1	aj2	...	aji	Aj
Toplam	B1	B2	...	Bi	G

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(E_i - O_i)}{E_i}$$

χ^2 : Hesaplanan ki-kare değeri

E : Beklenen değer

O : Gözlenen değer

Beklenen değerler için gerekli formül ise;

$$E_{a_{ij}} = \frac{A_{ij} \cdot B_{ij}}{G}$$

a) Dosya grubu sabit tutularak kablolu ve kablosuz yapıda elde edilen 1. istemciye ait ortalama veri hızlarının incelenmesi

1. dosya grubu olan 5 adet 1 GB'lık dosya grubu için kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızlarının istemci sayısı artımında elde edilen değerlerinin tablosu Tablo 4.36'daki gibidir. Bu tablo ki-kare değerinin hesaplanmasında kullanılan tablodur.

Tablo 4.36. 5 adet 1 GB'lık dosya grubuna göre kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu

5 adet 1 GB'lık dosya grubu	1. İstemcinin Ortalama Veri Hızları	1 istemci	2 istemci	3 istemci	4 istemci	5 istemci	6 istemci	Toplam
	Kablolu	24,8	18,6	14,9	10,6	8,8	7,2	84,9
Kablosuz	5,1	4,8	3,7	2,9	1,8	0,93	19,23	
Toplam	29,9	23,4	18,6	13,5	10,6	8,13	104,13	

Tablo 4.36'akki değerler kullanılarak ki-kare formülü uygulandığında elde edilen ki-kare değeri

$$\chi^2_{hesaplanan} = 0,493 \text{ tür.}$$

$$\text{Serbestlik derecesi (df)} = (\text{satır sayısı} - 1)(\text{sütun sayısı} - 1) = (2-1)(6-1) = 5$$

Karşılaştırmanın yapılabilmesi için gerekli olan Ki-kare tablo değeri;

$$\chi^2_{tablo} = 11,07 \text{ dir.}$$

Elde edilen ki-kare değeri ile tablo değeri karşılaştırıldığında tablo değerinin hesaplanan değerden büyük çıktığı görülmektedir.

$$\chi^2_{hesaplanan} < \chi^2_{tablo}$$

$$0,493 < 11,07$$

Yapılan ki-kare testi ile iki grup, yani kablolu ve kablosuz yerel alan ağlarda istemci sayısının artması ile gözlenen 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transferinde elde edilen hızlardaki oransal değişimlerin %5 anlamlılık düzeyindeki farklı oluşlarına dair

iddiyayı destekleyecek delil olmadığı görülmüştür. Yani, kablolu ve kablosuz yerel alan ağlarda istemci sayısı arttıkça, 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle elde edilen hızlarda düşüş gözlenmektedir, ancak bu düşüşler ağların kendi içinde oransal olarak değerlendirildiğinde birbirinden farksız oldukları söylenebilir.

2. dosya grubu olan 100 adet 50 MB'lık dosya grubu için kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızlarının istemci sayısı artımında elde edilen değerlerinin tablosu Tablo 4.37'deki gibidir. Bu tablo ki-kare değerinin hesaplanmasında kullanılan tablodur.

Tablo 4.37. 100 adet 50 MB'lık dosya grubuna göre kablolu ve kablosuz yapıdaki 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu

100 adet 50 MB'lık dosya grubu	1. İstemcinin Ortalama Veri Hızları	1 istemci	2 istemci	3 istemci	4 istemci	5 istemci	6 istemci	Toplam
	Kablolu	24,2	20,8	14,5	12,1	9,1	8	88,7
Kablosuz	5,2	4,3	3,7	2,8	1,9	1,027	18,927	
Toplam	29,4	25,1	18,2	14,9	11	9,027	107,627	

Tablo 4.37'deki değerler kullanılarak ki-kare formülü uygulandığında elde edilen ki-kare değeri

$$\chi_{hesaplanan}^2 = 0,354 \text{ tür.}$$

$$\text{Serbestlik derecesi (df)} = (\text{satır sayısı} - 1)(\text{sütun sayısı} - 1) = (2-1)(6-1) = 5$$

Karşılaştırmanın yapılabilmesi için gerekli olan Ki-kare tablo değeri;

$$\chi_{tablo}^2 = 11,07 \text{ dir.}$$

Elde edilen ki-kare değeri ile tablo değeri karşılaştırıldığında tablo değerinin hesaplanan değerden büyük çıktığı görülmektedir.

$$\chi_{hesaplanan}^2 < \chi_{tablo}^2$$

$$0,354 < 11,07$$

Yapılan ki-kare testi ile iki grup, yani kablolu ve kablosuz yerel alan ağlarda istemci sayısının artması ile gözlenen 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transferinde

elde edilen hızlardaki oransal değişimlerin %5 anlamlılık düzeyindeki farklı oluşlarına dair iddiayı destekleyecek delil olmadığı görülmüştür. Yani, kablolu ve kablosuz yerel alan ağlarda istemci sayısı arttıkça, 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesiyle elde edilen hızlarda düşüş gözlenmektedir, ancak bu düşüşler ağların kendi içinde oransal olarak değerlendirildiğinde birbirinden farksız oldukları söylenebilir.

b) Yapı sabit tutularak 1. dosya grubu ve 2. dosya grubunun transfer edilmesi ile elde edilen 1. istemciye ait ortalama veri hızlarının incelenmesi

Kablolu yapı için 5 adet 1 GB'lık dosya grubu ve 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızlarının istemci sayısı artımında elde edilen değerlerinin tablosu Tablo 4.38'deki gibidir. Bu tablo ki-kare değerinin hesaplanmasında kullanılan tablodur.

Tablo 4.38. Kablolu yapıya göre dosya grupları için 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu

Kablolu	1. İstemcinin Ortalama Veri Hızları	1 istemci	2 istemci	3 istemci	4 istemci	5 istemci	6 istemci	Toplam
		5 adet 1 GB	24,8	18,6	14,9	10,6	8,8	7,2
	100 adet 50 MB	24,2	20,8	14,5	12,1	9,1	8	88,7
	Toplam	49	39,4	29,4	22,7	17,9	15,2	173,6

Tablo 4.38'deki değerler kullanılarak ki-kare formülü uygulandığında elde edilen ki-kare değeri

$$\chi^2_{hesaplanan} = 0,199 \text{ dur.}$$

$$\text{Serbestlik derecesi (df)} = (\text{satır sayısı} - 1)(\text{sütun sayısı} - 1) = (2-1)(6-1) = 5$$

Karşılaştırmanın yapılabilmesi için gerekli olan Ki-kare tablo değeri;

$$\chi^2_{tablo} = 11,07 \text{ dir.}$$

Elde edilen ki-kare değeri ile tablo değeri karşılaştırıldığında tablo değerinin hesaplanan değerden büyük çıktığı görülmektedir.

$$\chi^2_{hesaplanan} < \chi^2_{tablo}$$

$$0,199 < 11,07$$

Yapılan ki-kare testi ile iki grup, yani 5 adet 1 GB'lık 1. dosya grubu ve 100 adet 50 MB'lık 2. dosya grubu için istemci sayısının artması ile gözlenen kablolu yerel alan ağlarında transfer edilmeleriyle elde edilen hızlardaki oransal değişimlerin %5 anlamlılık düzeyindeki farklı oluşlarına dair iddiayı destekleyecek delil olmadığı görülmüştür. Yani, dosya gruplarının, istemci sayısı arttıkça, kablolu yerel alan ağında transfer edilmeleriyle elde edilen hızlarda düşüş gözlenmektedir, ancak bu düşüşler dosya gruplarının kendi içinde oransal olarak değerlendirildiğinde birbirinden farksız oldukları söylenebilir.

Kablosuz yapı için 5 adet 1 GB'lık dosya grubu ve 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi ile 1. istemcinin ortalama veri hızlarının istemci sayısı artımında elde edilen değerlerinin tablosu Tablo 4.39'daki gibidir. Bu tablo ki-kare değerinin hesaplanmasında kullanılan tablodur.

Tablo 4.39. Kablosuz yapıya göre dosya grupları için 1. istemcinin ortalama veri hızları ile ilgili Ki-kare tablosu

Kablosuz	1. İstemcinin Ortalama Veri Hızları	1 istemci	2 istemci	3 istemci	4 istemci	5 istemci	6 istemci	Toplam
	5 adet 1 GB		5,1	4,8	3,7	2,9	1,8	0,93
100 adet 50 MB		5,2	4,3	3,7	2,8	1,9	1,027	18,927
Toplam		10,3	9,1	7,4	5,7	3,7	1,957	38,157

Tablo 4.39'daki değerler kullanılarak ki-kare formülü uygulandığında elde edilen ki-kare değeri

$$\chi^2_{hesaplanan} = 0,035 \text{ tir.}$$

$$\text{Serbestlik derecesi (df)} = (\text{satır sayısı} - 1)(\text{sütun sayısı} - 1) = (2-1)(6-1) = 5$$

Karşılaştırmanın yapılabilmesi için gerekli olan Ki-kare tablo değeri;

$$\chi^2_{tablo} = 11,07 \text{ dir.}$$

Elde edilen ki-kare değeri ile tablo değeri karşılaştırıldığında tablo değerinin hesaplanan değerden büyük çıktığı görülmektedir.

$$\chi^2_{hesaplanan} < \chi^2_{tablo}$$

$$0,035 < 11,07$$

Yapılan ki-kare testi ile iki grup, yani 5 adet 1 GB'lık 1. dosya grubu ve 100 adet 50 MB'lık 2. dosya grubu için istemci sayısının artması ile gözlenen kablosu yerel alan ağlarında transfer edilmeleriyle elde edilen hızlardaki oransal değişimlerin %5 anlamlılık düzeyindeki farklı oluşlarına dair iddiayı destekleyecek delil olmadığı görülmüştür. Yani, dosya gruplarının, istemci sayısı arttıkça, kablosuz yerel alan ağında transfer edilmeleriyle elde edilen hızlarda düşüş gözlenmektedir, ancak bu düşüşler dosya gruplarının kendi içinde oransal olarak değerlendirildiğinde birbirinden farksız oldukları söylenebilir.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Kablosuz LAN'lar geniş bant veri iletişimi sağlarlar ve radyo frekans veya kızılötesi ışınlarını kullanarak bina içi, binalar arası veya kampus gibi alanlarda çalışan iletişim ağlarıdır. Kablosuz ağlar, fiziksel alanlara göre gruplandırılırsa; kişisel alanda WPAN (Bluetooth), yerel (lokal) alanda WLAN (Wi-Fi, IEEE 802.11x, HiperLAN), metropol alanda WMAN (IEEE 802.16x, HiperMAN) ve geniş alanda WWAN (GSM, GPRS ve 3G) sistemleri yer almaktadır.

Kablosuz LAN sistemleri ilk olarak 1990'lı yıllarda kullanılmaya başlamıştır. Ancak 2000'li yıllardan itibaren IEEE 802.11 standardıyla birlikte düşük veri hızları, yüksek maliyetler, donanım uyumsuzluğu gibi sorunlar aşılmış ve tüm dünyada kablosuz LAN sistemleri hızla yaygınlaşmıştır. Kablosuz LAN sistemleri, kablolu alt yapı ihtiyacını ortadan kaldırmış veya mevcut kablolu ağdaki genişleme ihtiyacını karşılamıştır. Bu özellik kullanıcılara hareketlilik ve kolay bir ağ kurulumu ve kullanımı sağlamaktadır. Ayrıca Erişim Alanları ile halka açık yerlerde verilen kablosuz internet hizmeti ise her yerden ve her zaman bilgiye erişim imkanı sağlamaktadır.

Kablosuz LAN sistemlerinde dağınık spektrum tekniği kullanılmaktadır. Kablosuz LAN sistemlerinde mimari yapı olarak cihazdan – cihaza, altyapı ve genişletilmiş altyapı olmak üzere 3 çeşit çalışma modeli kullanılmaktadır. Cihazdan – cihaza modeli sınırlı özelliklere sahiptir ve küçük gruplarda yada iki LAN'ı birleştirmede kullanılmaktadır. Altyapı çalışma modeli ise, kablosuz LAN sistemlerinin tüm özelliklerini taşıyarak kablosuz ağ ihtiyacı duyulan her yerde kullanılmaktadır.

Kablosuz LAN sistemlerinin gelişmesinde standartlaşma büyük önem taşımaktadır. IEEE standart komitesi tarafından 1997'de IEEE 802.11 standardının yayımlanması standartlaşma başlamış, sonra ise IEEE 802.11a, IEEE 802.11b ve IEEE 802.11g standartları yayımlanmıştır. Başka bir komite olan ETSI'de çalışmalar yapılarak HiperLAN1 ve HiperLAN2 adı altında 2 adet kablosuz LAN standardı hazırlanmıştır.

Kullanıcılara mobil iletişim, hızlı ve kolay kurulum, işletme esnekliği, genişletilebilirlik ve düşük işletme gideri gibi birçok avantaj sağlayan kablosuz LAN sistemlerinin güvenlik, enterferans, mesafe, dolaşım ve mobil cihaz kısıtları gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle güvenlik en önemli sorun olarak görülmekte ve çözülmesi için sektörde faaliyet gösteren firmalar ve uluslararası kuruluşlar tarafından yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Kablosuz LAN sistemlerinin, iletişim

ihtiyaçlarını kablosuz olarak karşılanması amacıyla kullanım durumuna bakıldığında sağlık, eğitim, üretim ve perakendecilik alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca kablosuz LAN'lar avantajlarına karşın yavaşlar ve genellikle kablolu LAN'lardan daha düşük transmisyon hızlarında çalışırlar.

Bina içi ve alt yapı çalışma modelinde bir kablosuz LAN oluşturulmuştur. Bu yapıda, öncelikle kablosuz adaptörü olan bir bilgisayarın erişim noktasına olan uzaklığına bağlı olarak veri iletiminde ne gibi değişikliklerin olduğu incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda performans bağlamında ise istemcilerin erişim noktasına olan uzaklıklarının ve erişim noktası ile aralarında bulunan duvarların veya diğer cisimlerin bağlantı kalitesine etkisi olduğu çok açık bir şekilde görülmüştür. Kablosuz erişim adaptörü olan bir bilgisayar ile erişim noktası arasında iletim için kullanılan radyo hattındaki frekansı etkileyen duvarların yapısı da önemli bir noktadır. Frekansın zayıflaması duvarda kullanılan malzemenin cinsine ve kalitesine göre değişim gösterecektir. Aynı zamanda pencereler, mobilyalar ve diğer eşyalar erişim noktasından çıkan radyo frekansının yansımaya da sebep olur ve bunlarda frekansın zayıflama nedenidir.

Sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 istemcinin bulunduğu ayrı ayrı 6 adet kablolu ve 6 adet kablosuz olmak üzere 12 adet yapı oluşturulmuştur. Her bir kablolu ve kablosuz yapıda bulunan bütün istemciler aynı sunucudan, aynı dosyayı, aynı anda ftp protokolü ile transfer etmeye başlayarak iletim ortamları oluşturmuştur. İletim esnasında her bir kablolu ve kablosuz yapıda her zaman 1. istemcinin ethernetine veya kablosuz ağ arayüz kartına gelen paketlerin analizleri yapılmıştır.

Dosya boyutunun ve sayısının veri iletim hızına etkisinin olup olmadığını incelemek için sunucuda, toplamda 5 GB olan 2 adet dosya grubu oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi, 5 adet 1 GB'lık dosyalardan oluşan grup, ikincisi ise 100 adet 50 MB'lık dosyalardan oluşan gruptur. Bu dosya gruplarının, oluşturulan 6 adet kablolu ve 6 adet kablosuz yapıda transfer edilmeleriyle 1. istemcinin trafik analizleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak 2 adet dosya grubu, 2 farklı yapı ve her bir yapı için istemci sayısının artırılmasıyla oluşan 6'şar grup mevcuttur. Yani toplam 24 adet deney ortamı oluşturulmuştur.

Kablolu ve kablosuz olacak şekilde yukarıda bahsedilen 24 adet yapı kurularak önce 5 adet 1 GB sonrada 100 adet 50 MB'lık dosya grupları istemciler tarafından ftp yapılarak dosya iletimleri oluşturulmuştur. Bu oluşturulan transferlerin sonucunda 1.

istemciye gelen paketlerin ortalama hızları MRTG ile elde edilerek gerekli grafikler oluşturulmuştur.

Yapı bazında ve dosya grubu bazında ayrı ayrı incelemeler yapılarak, yapılarda ve dosya gruplarında, istemci sayısının artmasıyla ortalama veri hızının düştüğü görülmüştür. Ayrıca kablolu ve kablosuz yapılar birlikte incelendiğinde kablolu yapıda istemcinin artması durumunda yani, her istemci eklendiğinde elde edilen ortalama veri hızlarındaki düşüş, kablosuz yapıda elde edilen ortalama veri hızlarındaki düşüşten daha fazla olduğu normalizasyon işlemleri yapılarak tespit edilmiştir.

Bu inceleme bir de istatistiksel olarak incelenmiştir. Burada ise bağımsızlık testi olan ki-kare testi uygulanmıştır. Önce dosya grupları sabit tutularak, elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısının artmasıyla düşüşe uğramasının iki yapıda da söz konusu olduğu için yapılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra yapılar sabit tutularak, elde edilen ortalama veri hızlarının istemci sayısının artmasıyla düşüşe uğramasının iki dosya grubunda da söz konusu olduğu için dosya grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak kablolu veya kablosuz herhangi bir yapıda istemci sayısının artması demek her bir istemcinin veri hızlarına etkisinin olacağı demektir. İstemci sayısının artması veri hızının düşmesine sebep olacaktır. Ayrıca kablolu ve kablosuz iki ayrı istemcinin de oluşturduğu trafikler incelendiğinde elde edilen sonuç kablosuz teknolojinin kabloludan daha yavaş olduğudur.

Kablosuz bir ağ oluşturulurken dikkat edilecek nokta kablosuz kullanıcının artması durumunda tek bir erişim noktasına bağımlı kalınmamasıdır. Yani coğrafik alan elverdiği sürece, enterferans oluşturulmayacak bir şekilde ve frekans çakışmasının olmadığı, kontrollü birden fazla kablosuz LAN kurulabilir.

KAYNAKLAR

ARSLAN, E., 2000, Kablosuz Yerel Alan Ağ Yapısı ve Uygulamaları, Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

BAYILMIŞ, C., ERTÜRK, C., ÇEKEN, C., 2003, Kablosuz Yerel Alan Ağ Uygulaması, Kocaeli Üniversitesi, International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks

BAYKAL, N., 2003, Bilgisayar Ağlarının Temelleri, EMO Yayın No: EG/2003/3, Ankara, s.21, 27,

DAVIS, P.T., C.R.MCGUFFIN, 1995, Wireless Local Area Networks, McGraw Hill International Editions, Singapore,

GEIER, J., 1996, Wireless Networking Handbook, Macmillan (New Riders) Publishing

GEIER, J., 2002, Wireless LANs, Wireless System Entegration, Second edition, Chapter 6, Indiana, ABD, s.1, 5, 7-10, 13

KAPLAN, Y., 2002, Kablosuz LAN Teknolojileri

KARYGIANNIS T., OWENS L., DRAFT Wireless Network Security 802.11, Bluetooth™ and Handheld Devices, NIST Special Publication 800 - 48, Wireless Network Security, Gaithersburg, USA,

OUELLET, E., PADJEN, R., PFUND, A., FULLER, R., BLANKENSHIP, T., 2002, Building a Cisco Wireless LAN, Syngress

ÖZDEMİR, M., April 2003, Wireless LAN Technology & Security Update, Cisco Systems Inc., s.3

ÖZTÜRK, E., 2004, WLAN Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks) Teknolojisinin İncelenmesi, Mevcut Düzenlemelerin Değerlendirilmesi ve Ülkemize Yönelik Düzenleme Önerisi, Telekomünikasyon Kurumu, Uzmanlık Tezi

PATIL B., January 31, 2003, IP in Wireless Networks, Chapter Eleven, IP in 802.11 Networks, Pearson Education Ltd., London

VAIDYANATHAN, K., Student Tim, 2002, Wireless Radio LANs, Polytechnic University NewYork

T-Mobile Hotspot, 02.04.2005, Worldwide Locations, <https://selfcare.hotspot.t-mobile.com/locations/viewGlobalLocationsForLocationDomain.do>

WLANA Org, Education, What is a Wireless LAN?, 14.01.2005
<http://www.wlana.org/learn/educate1.htm>

MMAC, Multimedia Mobile Access Communication Systems, What is MMAC ?, System outline of MMAC, Target specification of MMAC, MMAC image, 19.04.2005
<http://www.arib.or.jp/mmac/e/outline/index.htm>

IEEE Standards Association, Welcome to IEEE Standarts Development Online, 25.02.2005 <http://standards.ieee.org/resources/development/index.html>

ETSI, 20.05.2005, ETSI portal, BRAN, ETSI HIPERLAN/2 Standard, Overview
<http://portal.etsi.org/bran/kta/Hiperlan/hiperlan2.asp>

Palowireless, palowireless com, Bluetooth Resource Center, Bluetooth Tutorial – Specifications, What is Bluetooth ?, 23.12.2004
<http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp>

Bluetoothturkey, bluetoothturkey com, Ö Z E L, Bluetooth, 11.02.2005
<http://www.bluetoothturkey.com/bluetooth%20nedir.htm>

Palowireless HomeRF Resource Center, palowireless com, HomeRF Overview and Market Positioning, Introduction, HomeRF Working Group, 06.12..2004
<http://www.palowireless.com/homerf/homerf1.asp>

YILMAZ, M., S., Temmuz 2002, CISN (Computing & Information Services Newsletter), METU Computer Center, Kablosuz Bilgisayar Ağları Üzerine / IEEE 802.11a Protokolü, 27.01.2005 <http://cisen.odtu.edu.tr/2002-6/ieee.php>

Wepopedia com, OFDM, 04.11.2004
<http://www.webopedia.com/TERM/O/OFDM.html>

IEEE, About the IEEE, What is the IEEE?, 07.03.2005
http://www.ieee.org/portal/index.jsp?pageID=corp_level1&path=about&file=index.xml&xsl=generic.xsl

IEEE P802.11 - TASK GROUP G - MEETING UPDATE, Status of Project IEEE 802.11g, Standard for Higher Rate (20+ Mbps) Extensions in the 2.4GHz Band, 05.05.2005
http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgg_update.htm

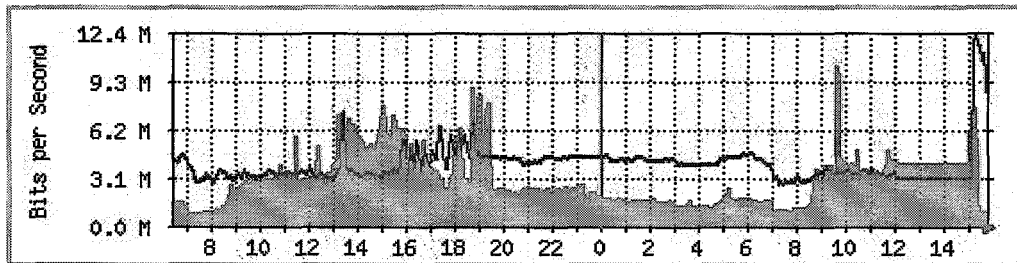
Olympos Security, Bilgi Güvenliği Rehberiniz, MRTG Kurulumu ve Konfigürasyonu, 03.02.2005
<http://www.olympos.org/article/articleview/1383/1/10/>

Multi Router Traffic Grapher (MRTG) Nedir?, 12.06.2004
<http://www.belgeler.org/howto/mrtg-nedir.html>

EKLER

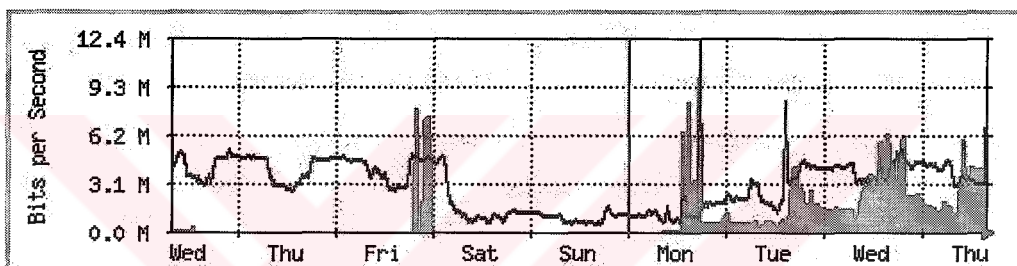
EK-1 Günlük, haftalık, aylık ve yıllık MRTG görüntüleri

'Daily' Graph (5 Minute Average)



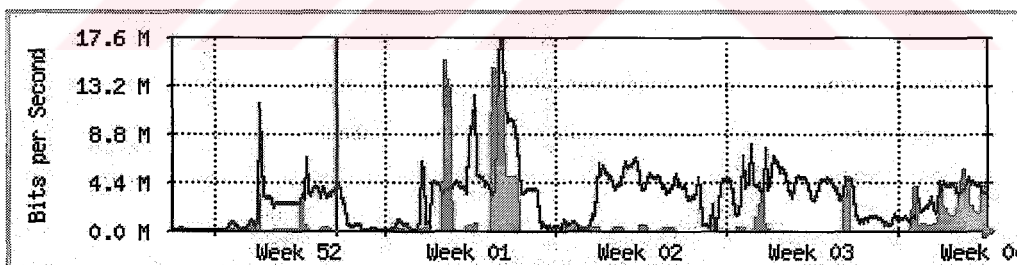
Max In:10.4 Mb/s (1.0%) Average In:3095.2 kb/s (0.3%) Current In:989.6 kb/s (0.1%)
 Max Out:12.2 Mb/s (1.2%) Average Out:4045.7 kb/s (0.4%) Current Out:7666.0 kb/s (0.8%)

'Weekly' Graph (30 Minute Average)



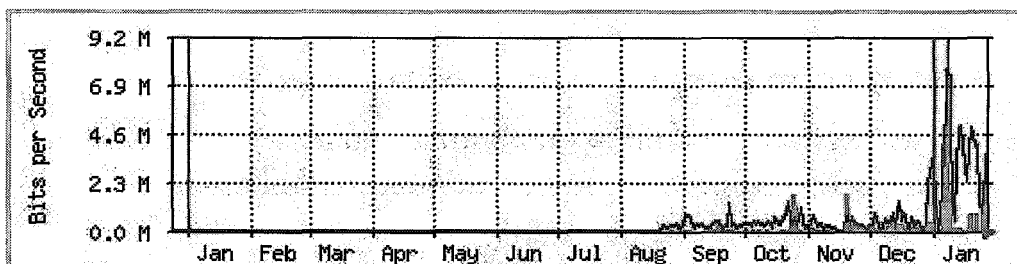
Max In:9937.2 kb/s (1.0%) Average In:963.3 kb/s (0.1%) Current In:4801.9 kb/s (0.5%)
 Max Out:12.2 Mb/s (1.2%) Average Out:2984.6 kb/s (0.3%) Current Out:10.2 Mb/s (1.0%)

'Monthly' Graph (2 Hour Average)



Max In:15.5 Mb/s (1.6%) Average In:758.9 kb/s (0.1%) Current In:4126.4 kb/s (0.4%)
 Max Out:17.5 Mb/s (1.8%) Average Out:3013.6 kb/s (0.3%) Current Out:3202.0 kb/s (0.3%)

'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max In:7299.5 kb/s (0.7%) Average In:273.9 kb/s (0.0%) Current In:2960.4 kb/s (0.3%)
 Max Out:9167.8 kb/s (0.9%) Average Out:959.6 kb/s (0.1%) Current Out:4111.0 kb/s (0.4%)

EK-2 2 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
6,3	6,3	5
29,3	17,8	10
35,4	23,7	15
32,2	25,8	20
32,9	27,2	25
12,4	24,7	30
0,5	21,3	35
0,000008	18,6	40

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
3,9	3,9	5
29,8	16,8	10
34,3	22,6	15
34,3	25,5	20
30,3	26,5	25
12,8	24,2	30
0,00012	20,8	35

**EK-3 3 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN'da Dosya Gruplarına
Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları**

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
7,12	7,12	5
18,5	12,8	10
20,6	15,4	15
20,3	16,6	20
21,2	17,5	25
20,6	18	30
20,5	18,4	35
15,4	18	40
4,8	16,5	45
0,00004	14,9	50

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
4	4	5
21,6	12,8	10
22,3	15,9	15
22,5	17,6	20
21,1	18,3	25
21,1	18,8	30
20,3	19	35
11,8	18,1	40
0,6	16,2	45
0,00007	14,5	50

**EK-4 4 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN'da Dosya Gruplarına
Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları**

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
10,3	10,3	5
13,2	11,7	10
13,2	12,2	15
12,9	12,4	20
13	12,5	25
13	12,6	30
13	12,7	35
13	12,7	40
12,9	12,7	45
12,8	12,7	50
13	12,8	55
6,7	12,3	60
1	11,5	65
0,0003	10,6	70

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
5	5	5
12,7	8,8	10
15,6	11,1	15
15,2	12,1	20
14,6	12,6	25
14,6	12,9	30
15	13,2	35
15,4	13,5	40
16,8	13,9	45
14,8	14	50
5,6	13,2	55
0,0003	12,1	60

EK-5 5 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
4,4	4,4	5
10,8	7,6	10
10,2	8,5	15
9,9	8,8	20
9,9	9	25
9,8	9,2	30
9,8	9,3	35
9,8	9,3	40
10	9,4	45
10,2	9,5	50
10,3	9,6	55
10,1	9,6	60
10,3	9,7	65
10,4	9,7	70
8,9	9,7	75
4,1	9,3	80
0,0002	8,8	85

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
3,65	3,65	5
10,4	7	10
10,4	8,2	15
10,4	8,7	20
10,6	9	25
10,5	9,3	30
10,4	9,5	35
10,6	9,6	40
10,3	9,7	45
9,9	9,7	50
10,5	9,8	55
10,5	9,8	60
10,8	9,9	65
10,5	10	70
6	9,7	75
0,0005	9,1	80

EK-6 6 Adet Kablolu İstemcinin Bulunduğu Kablolu LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
2,1	2,1	5
4,3	3,2	10
8,2	4,9	15
8,8	5,9	20
8,8	6,4	25
8,9	6,9	30
8,8	7,1	35
8,9	7,4	40
9	7,5	45
9	7,7	50
9	7,8	55
8,9	7,9	60
8,9	8	65
8,8	8	70
8,8	8,2	75
7,3	8,1	80
5,1	7,9	85
2,2	7,6	90
0,00005	7,2	95

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
1,5	1,5	5
8,8	5,2	10
9	6,4	15
8,8	7	20
9	7,4	25
9,1	7,7	30
9,2	7,9	35
9,2	8,1	40
9,1	8,2	45
9,3	8,3	50
9,2	8,4	55
9	8,4	60
8,6	8,4	65
8,9	8,5	70
8,8	8,5	75
8,9	8,5	80
7,2	8,4	85
0,0002	8	90

EK-7 1 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
5,2	3	10
5,6	3,9	15
5,8	4,4	20
5,8	4,6	25
5,8	4,8	30
5,8	5	35
5,9	5,1	40
5,9	5,2	45
5,9	5,2	50
5,9	5,3	55
5,9	5,4	60
5,9	5,4	65
6	5,4	70
5,9	5,5	75
5,9	5,5	80
5,9	5,5	85
5,9	5,5	90
5,9	5,6	95
5,9	5,6	100
5,9	5,6	105
5,9	5,6	110
5,9	5,6	115
5,9	5,6	120
5,9	5,7	125
5,5	5,6	130
2	5,5	135
1,7	5,2	140
0,000008	5,1	145

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
2,8	2,8	5
5,4	4,1	10
5,7	4,6	15
5,7	4,9	20
5,7	5,1	25
5,7	5,2	30
5,7	5,3	35
5,7	5,3	40
5,7	5,4	45
5,7	5,4	50
5,7	5,4	55
5,7	5,4	60
5,7	5,5	65
5,7	5,5	70
5,7	5,5	75
5,7	5,5	80
5,7	5,5	85
5,7	5,5	90
5,7	5,5	95
5,7	5,6	100
5,7	5,6	105
5,7	5,6	110
5,7	5,6	115
5,7	5,6	120
5,7	5,6	125
4,3	5,5	130
1,4	5,4	135
0,000008	5,2	140

EK-8 2 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
1,8	1,8	5
3,2	2,5	10
4,9	3,3	15
5	3,7	20
5	4	25
5	4,2	30
5	4,3	35
5	4,4	40
5	4,4	45
5	4,5	50
5	4,5	55
5	4,6	60
5	4,6	65
5,1	4,6	70
5,1	4,7	75
5,1	4,7	80
5,1	4,7	85
5,1	4,7	90
5,1	4,8	95
5,1	4,8	100
5,1	4,8	105
5,1	4,8	110
5,1	4,8	115
5,1	4,8	120
5,1	4,8	125
5,1	4,9	130
5,1	4,9	135
5,1	4,9	140

Tablonun Devamı		
5,1	4,9	145
5,1	4,9	150
5,1	4,9	155
5,1	4,9	160
5,1	4,9	165
5,1	4,9	170
5,1	4,9	175
5,1	4,9	180
5,1	4,9	185
5,1	4,9	190
5,1	4,9	195
5,1	4,9	200
5,1	4,9	205
5,1	4,9	210
5	4,9	215
5	5	220
5	5	225
5	5	230
5	5	235
5	5	240
5	5	245
5	5	250
5	5	255
5	5	260
4,8	5	265
3,8	5	270
1,3	4,9	275
0,00006	4,8	280

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,8	0,8	5
2,5	1,7	10
3,1	2,1	15
3,9	2,6	20
4,5	3	25
4,6	3,2	30
4,8	3,5	35
4,8	3,6	40
4,8	3,8	45
4,8	3,9	50
4,8	3,9	55
4,8	4	60
4,8	4,1	65
4,8	4,1	70
4,8	4,2	75
4,8	4,2	80
4,8	4,2	85
4,8	4,3	90
4,8	4,3	95
4,8	4,3	100
4,8	4,4	105
4,8	4,4	110
4,8	4,4	115
4,8	4,4	120
4,8	4,4	125
4,8	4,4	130

Tablonun Devamı		
4,8	4,4	135
4,8	4,5	140
4,8	4,5	145
4,8	4,5	150
4,8	4,5	155
4,8	4,5	160
4,8	4,5	165
4,8	4,5	170
4,8	4,5	175
4,8	4,5	180
4,8	4,5	185
4,8	4,6	190
4,8	4,6	195
4,8	4,6	200
4,8	4,6	205
4,8	4,6	210
4,8	4,6	215
4,8	4,6	220
4,6	4,6	225
4,6	4,6	230
4,5	4,6	235
3,8	4,6	240
3,1	4,6	245
2,8	4,5	250
2	4,5	255
1,2	4,4	260
0,000008	4,3	265

EK-9 3 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
1,8	1,2	10
2,2	1,5	15
2,8	1,9	20
3,5	2,2	25
3,8	2,5	30
3,9	2,7	35
3,9	2,8	40
3,9	2,9	45
3,9	3,0	50
3,9	3,1	55
3,9	3,2	60
3,9	3,2	65
3,9	3,3	70
3,9	3,3	75
3,9	3,4	80
3,9	3,4	85
3,9	3,4	90
3,9	3,4	95
3,9	3,5	100
3,9	3,5	105
3,9	3,5	110
3,9	3,5	115
3,9	3,5	120
3,9	3,6	125
4	3,6	130
4	3,6	135
4	3,6	140
4	3,6	145
4	3,6	150
4	3,6	155
4	3,7	160
4	3,7	165
4	3,7	170
4	3,7	175
4	3,7	180
4	3,7	185
4	3,7	190
4	3,7	195
4	3,7	200
4	3,7	205

Tablonun Devamı		
4	3,7	210
4	3,7	215
4	3,7	220
4	3,8	225
4	3,8	230
4	3,8	235
4	3,8	240
4	3,8	245
4	3,8	250
4	3,8	255
4	3,8	260
4	3,8	265
4	3,8	270
4	3,8	275
4	3,8	280
4	3,8	285
4	3,8	290
4	3,8	295
4	3,8	300
4	3,8	305
4	3,8	310
4	3,8	315
3,9	3,8	320
3,9	3,8	325
3,9	3,8	330
3,9	3,8	335
3,9	3,8	340
3,9	3,8	345
3,9	3,8	350
3,9	3,8	355
3,9	3,8	360
3,9	3,8	365
3,8	3,8	370
3,8	3,8	375
3,6	3,8	380
3,6	3,8	385
2,2	3,8	390
1	3,8	395
0,9	3,7	400
0,6	3,7	405
0,000008	3,7	410

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,6	0,6	5
1,1	0,9	10
2,8	1,5	15
3,8	2,1	20
3,9	2,4	25
4	2,7	30
4	2,9	35
4	3,0	40
4	3,1	45
4	3,2	50
4	3,3	55
4	3,4	60
4	3,4	65
4	3,4	70
4	3,5	75
4	3,5	80
4	3,5	85
4	3,6	90
4	3,6	95
4,1	3,6	100
4,1	3,6	105
4,1	3,7	110
4,1	3,7	115
4,1	3,7	120
4,1	3,7	125
4,1	3,7	130
4,1	3,7	135
4,1	3,8	140
4,1	3,8	145
4,1	3,8	150
4,1	3,8	155
4,1	3,8	160
4,1	3,8	165
4,1	3,8	170
4,1	3,8	175
4,1	3,8	180
4,1	3,8	185
4,1	3,8	190

Tablonun Devamı		
4,1	3,9	195
4,1	3,9	200
4,1	3,9	205
4,1	3,9	210
4,1	3,9	215
4,1	3,9	220
4,1	3,9	225
4,1	3,9	230
4,1	3,9	235
4,1	3,9	240
4,1	3,9	245
4,1	3,9	250
4,1	3,9	255
4,1	3,9	260
4,1	3,9	265
4,1	3,9	270
4,1	3,9	275
4,1	3,9	280
4,1	3,9	285
4	3,9	290
4	3,9	295
4	3,9	300
4	3,9	305
4	3,9	310
4	3,9	315
4	3,9	320
4	3,9	325
4	3,9	330
4	3,9	335
4	3,9	340
3,9	3,9	345
3,7	3,9	350
2,8	3,9	355
2,8	3,9	360
2,3	3,9	365
1,7	3,9	370
1,4	3,8	375
0,5	3,8	380
0,000008	3,7	385

EK-10 4 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

i. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,4	0,4	5
1,7	1	10
2,8	1,6	15
2,9	2	20
3	2,1	25
3,1	2,3	30
3,1	2,4	35
3,1	2,5	40
3,1	2,6	45
3,1	2,6	50
3,1	2,7	55
3,2	2,7	60
3,2	2,8	65
3,2	2,8	70
3,2	2,8	75
3,2	2,8	80
3,2	2,9	85
3,2	2,9	90
3,2	2,9	95
3,2	2,9	100
3,2	2,9	105
3,2	2,9	110
3,2	2,9	115
3,2	3	120
3,2	3	125
3,2	3	130
3,2	3	135
3,2	3	140
3,2	3	145
3,2	3	150
3,2	3	155
3,2	3	160
3,2	3	165
3,2	3	170
3,2	3	175

Tablonun Devamı		
3,2	3	180
3,2	3	185
3,2	3	190
3,2	3,1	195
3,2	3,1	200
3,2	3,1	205
3,2	3,1	210
3,2	3,1	215
3,2	3,1	220
3,2	3,1	225
3,2	3,1	230
3,2	3,1	235
3,2	3,1	240
3,2	3,1	245
3,2	3,1	250
3,2	3,1	255
3,2	3,1	260
3,2	3,1	265
3,2	3,1	270
3,2	3,1	275
3,2	3,1	280
3,2	3,1	285
3,2	3,1	290
3,2	3,1	295
3,2	3,1	300
3,2	3,1	305
3,2	3,1	310
3,2	3,1	315
3,2	3,1	320
3,2	3,1	325
3,2	3,1	330
3,2	3,1	335
3,2	3,1	340
3,2	3,1	345
3,2	3,1	350
3,2	3,1	355
3,2	3,1	360
3,2	3,1	365

Tablonun Devamı		
3,2	3,1	370
3,2	3,1	375
3,2	3,1	380
3,2	3,1	385
3,2	3,1	390
3,2	3,1	395
3,2	3,1	400
3,2	3,1	405
3,2	3,1	410
3,2	3,1	415
3,2	3,1	420
3,2	3,1	425
3,2	3,1	430
3,2	3,1	435
3,2	3,1	440
3,2	3,1	445
3,2	3,1	450
3,2	3,1	455
3,2	3,1	460
3,2	3,1	465
3,1	3,1	470
3,1	3,1	475
3,1	3,1	480
3	3,1	485
3	3,1	490
3	3,1	495
3	3,1	500
3	3,1	505
3	3,1	510
2,4	3,1	515
2,4	3,1	520
1,7	3,1	525
1,5	3,1	530
1	3,1	535
0,4	3	540
0,2	3	545
0,000008	2,9	550

ii. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,3	0,3	5
0,7	0,5	10
1,5	0,8	15
2,4	1,2	20
2,6	1,5	25
2,6	1,7	30
2,8	1,8	35
2,8	2	40
3	2,1	45
3	2,2	50
3	2,2	55
3	2,3	60
3	2,4	65
3	2,4	70
3	2,4	75
3	2,5	80
3	2,5	85
3	2,5	90
3	2,6	95
3	2,6	100
3	2,6	105
3	2,6	110
3	2,6	115
3	2,7	120
3,1	2,7	125
3,1	2,7	130
3,1	2,7	135
3,1	2,7	140
3,1	2,7	145
3,1	2,7	150
3,1	2,8	155
3,1	2,8	160
3,1	2,8	165
3,1	2,8	170
3,1	2,8	175
3,1	2,8	180
3,1	2,8	185
3,1	2,8	190
3,1	2,8	195
3,1	2,8	200
3,1	2,8	205
3,1	2,8	210
3,1	2,9	215
3,1	2,9	220
3,1	2,9	225
3,1	2,9	230
3,1	2,9	235
3,1	2,9	240
3,1	2,9	245
3,1	2,9	250
3,1	2,9	255

Tablonun Devamı		
3,1	2,9	260
3,1	2,9	265
3,1	2,9	270
3,1	2,9	275
3,1	2,9	280
3,1	2,9	285
3,1	2,9	290
3,1	2,9	295
3,1	2,9	300
3,1	2,9	305
3,1	2,9	310
3,1	2,9	315
3,1	2,9	320
3,1	2,9	325
3,1	2,9	330
3,1	2,9	335
3,1	2,9	340
3,1	2,9	345
3,1	2,9	350
3,1	2,9	355
3,1	3	360
3,1	3	365
3,1	3	370
3	3	375
3	3	380
3	3	385
3	3	390
3	3	395
3	3	400
3	3	405
3	3	410
3	3	415
3	3	420
3	3	425
3	3	430
3	3	435
3	3	440
3	3	445
3	3	450
2,9	3	455
2,9	3	460
2,9	3	465
2,9	3	470
2,9	3	475
2,9	3	480
2,8	3	485
2,4	3	490
1,5	2,9	495
1	2,9	500
0,2	2,9	505
0,000008	2,8	510

EK-11 5 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

iii. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,1	0,1	5
0,4	0,3	10
0,7	0,4	15
1,5	0,7	20
1,6	0,9	25
1,7	1	30
1,8	1,1	35
1,8	1,2	40
1,8	1,3	45
1,8	1,3	50
1,8	1,4	55
1,8	1,4	60
1,9	1,4	65
1,9	1,5	70
1,9	1,5	75
1,9	1,5	80
1,9	1,5	85
1,9	1,6	90
1,9	1,6	95
1,9	1,6	100
1,9	1,6	105
1,9	1,6	110
1,9	1,6	115
2	1,7	120
2	1,7	125
2	1,7	130
2	1,7	135
2	1,7	140
2	1,7	145
2	1,7	150
2	1,7	155
2	1,7	160
2	1,7	165
2	1,8	170
2	1,8	175
2	1,8	180
2	1,8	185
2	1,8	190
2	1,8	195
2	1,8	200
2	1,8	205
2	1,8	210
2	1,8	215
2	1,8	220
2	1,8	225
2	1,8	230
2	1,8	235
2	1,8	240
2	1,8	245
2	1,8	250
1,9	1,8	255
1,9	1,8	260
1,9	1,8	265
1,9	1,8	270
1,9	1,8	275
1,9	1,8	280
1,9	1,8	285

Tablonun Devamı		
1,9	1,8	290
1,9	1,8	295
1,9	1,8	300
1,9	1,8	305
1,9	1,8	310
1,9	1,8	315
1,9	1,8	320
1,9	1,8	325
1,9	1,8	330
1,9	1,9	335
1,9	1,9	340
1,9	1,9	345
1,9	1,9	350
1,9	1,9	355
1,9	1,9	360
1,9	1,9	365
1,9	1,9	370
1,9	1,9	375
1,9	1,9	380
1,9	1,9	385
1,9	1,9	390
1,9	1,9	395
1,9	1,9	400
2	1,9	405
2	1,9	410
2	1,9	415
2	1,9	420
2	1,9	425
2	1,9	430
2	1,9	435
2	1,9	440
2	1,9	445
2	1,9	450
2	1,9	455
2	1,9	460
2	1,9	465
2	1,9	470
2	1,9	475
2	1,9	480
2	1,9	485
2	1,9	490
2	1,9	495
2	1,9	500
2	1,9	505
2	1,9	510
2	1,9	515
2	1,9	520
2	1,9	525
2	1,9	530
2	1,9	535
2	1,9	540
2	1,9	545
2	1,9	550
2	1,9	555
2	1,9	560
2	1,9	565
1,9	1,9	570
1,9	1,9	575
1,9	1,9	580
1,9	1,9	585

Tablonun Devamı		
1,9	1,9	590
1,9	1,9	595
1,9	1,9	600
1,9	1,9	605
1,9	1,9	610
1,8	1,9	615
1,8	1,9	620
1,7	1,9	625
1,7	1,9	630
1,6	1,9	635
1,6	1,9	640
1,4	1,9	645
1,3	1,9	650
1	1,9	655
0,5	1,9	660
0,1	1,8	665
0,000008	1,8	670

iv. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,2	0,2	5
0,2	0,2	10
0,8	0,4	15
1,6	0,7	20
1,8	0,9	25
1,9	1,1	30
1,9	1,2	35
2	1,3	40
2	1,4	45
2	1,4	50
2	1,5	55
2	1,5	60
2	1,6	65
2	1,6	70
2	1,6	75
2	1,7	80
2	1,7	85
2	1,7	90
2	1,7	95
2	1,7	100
2	1,7	105
2	1,7	110
2	1,7	115
2	1,8	120
2	1,8	125
2	1,8	130
2	1,8	135
2	1,8	140
2,1	1,8	145
2,1	1,8	150
2,1	1,8	155
2,1	1,8	160
2,1	1,8	165
2,1	1,8	170
2,1	1,9	175
2,1	1,9	180
2,1	1,9	185
2,1	1,9	190
2,1	1,9	195
2,1	1,9	200
2,1	1,9	205

Tablonun Devamı		
2,1	1,9	210
2,1	1,9	215
2,1	1,9	220
2,1	1,9	225
2,1	1,9	230
2,1	1,9	235
2,1	1,9	240
2,1	1,9	245
2,1	1,9	250
2,1	1,9	255
2,1	1,9	260
2,1	1,9	265
2,1	1,9	270
2,1	1,9	275
2,1	1,9	280
2,1	1,9	285
2,1	2	290
2,1	2	295
2,1	2	300
2,1	2	305
2,1	2	310
2,1	2	315
2,1	2	320
2,1	2	325
2,1	2	330
2,1	2	335
2,1	2	340
2,1	2	345
2,1	2	350
2,1	2	355
2,1	2	360
2,1	2	365
2,1	2	370
2,1	2	375
2,1	2	380
2,1	2	385
2,1	2	390
2,1	2	395
2,1	2	400
2,1	2	405
2,1	2	410
2,1	2	415
2,1	2	420
2,1	2	425

Tablonun Devamı		
2,1	2	430
2,1	2	435
2,1	2	440
2	2	445
2	2	450
2	2	455
2	2	460
2	2	465
2	2	470
2	2	475
2	2	480
2	2	485
2	2	490
2	2	495
2	2	500
2	2	505
2	2	510
2	2	515
2	2	520
2	2	525
2	2	530
2	2	535
2	2	540
2	2	545
2	2	550
2	2	555
2	2	560
2	2	565
1,9	2	570
1,9	2	575
1,9	2	580
1,9	2	585
1,9	2	590
1,8	2	595
1,8	2	600
1,7	2	605
1,7	2	610
1,2	2	615
0,7	2	620
0,3	1,9	625
0,1	1,9	630
0,000006	1,9	635

EK-12 6 Adet Kablosuz İstemcinin Bulunduğu Kablosuz LAN'da Dosya Gruplarına Göre 1. İstemciden Elde Edilen Veri Hızları Tabloları

iii. 5 adet 1 GB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,082	0,082	5
0,687	0,385	10
0,787	0,519	15
0,912	0,617	20
0,954	0,684	25
0,954	0,729	30
0,954	0,761	35
0,954	0,786	40
0,954	0,804	45
0,954	0,819	50
0,954	0,831	55
0,954	0,842	60
0,954	0,850	65
0,954	0,858	70
0,954	0,864	75
0,954	0,870	80
0,954	0,875	85
0,954	0,879	90
0,954	0,883	95
0,954	0,887	100
0,954	0,890	105
0,954	0,893	110
0,954	0,895	115
0,954	0,898	120
0,948	0,900	125
0,948	0,902	130
0,948	0,903	135
0,948	0,905	140
0,948	0,906	145
0,948	0,908	150
0,948	0,909	155
0,948	0,910	160
0,948	0,912	165
0,948	0,913	170
0,948	0,914	175
0,948	0,915	180
0,948	0,915	185
0,948	0,916	190
0,96	0,917	195
0,96	0,919	200
0,96	0,920	205
0,96	0,920	210
0,96	0,921	215
0,96	0,922	220
0,96	0,923	225
0,96	0,924	230
0,96	0,925	235
0,96	0,925	240
0,96	0,926	245
0,96	0,927	250
0,96	0,927	255
0,96	0,928	260
0,96	0,929	265
0,96	0,929	270
0,96	0,930	275
0,96	0,930	280
0,96	0,931	285

Tablonun Devamı		
0,96	0,931	290
0,96	0,932	295
0,96	0,932	300
0,96	0,933	305
0,96	0,933	310
0,96	0,934	315
0,96	0,934	320
0,96	0,935	325
0,96	0,935	330
0,96	0,935	335
0,96	0,936	340
0,96	0,936	345
0,96	0,936	350
0,96	0,937	355
0,96	0,937	360
0,96	0,937	365
0,96	0,938	370
0,96	0,938	375
0,96	0,938	380
0,96	0,938	385
0,96	0,939	390
0,96	0,939	395
0,96	0,939	400
0,96	0,939	405
0,96	0,940	410
0,96	0,940	415
0,96	0,940	420
0,96	0,940	425
0,96	0,941	430
0,96	0,941	435
0,96	0,941	440
0,96	0,941	445
0,96	0,942	450
0,96	0,942	455
0,96	0,942	460
0,96	0,942	465
0,96	0,942	470
0,96	0,943	475
0,96	0,943	480
0,96	0,943	485
0,96	0,943	490
0,96	0,943	495
0,96	0,943	500
0,96	0,944	505
0,96	0,944	510
0,96	0,944	515
0,96	0,944	520
0,96	0,944	525
0,96	0,944	530
0,96	0,944	535
0,96	0,945	540
0,96	0,945	545
0,96	0,945	550
0,96	0,945	555
0,96	0,945	560
0,96	0,945	565
0,96	0,945	570
0,96	0,945	575
0,96	0,946	580
0,96	0,946	585

Tablonun Devamı		
0,96	0,946	590
0,96	0,946	595
0,954	0,946	600
0,954	0,946	605
0,954	0,946	610
0,954	0,946	615
0,954	0,946	620
0,954	0,946	625
0,954	0,946	630
0,954	0,947	635
0,954	0,947	640
0,954	0,947	645
0,954	0,947	650
0,954	0,947	655
0,954	0,947	660
0,954	0,947	665
0,954	0,947	670
0,954	0,947	675
0,954	0,947	680
0,954	0,947	685
0,954	0,947	690
0,954	0,947	695
0,954	0,947	700
0,954	0,947	705
0,954	0,947	710
0,954	0,947	715
0,948	0,947	720
0,948	0,947	725
0,948	0,947	730
0,948	0,947	735
0,948	0,947	740
0,948	0,947	745
0,948	0,947	750
0,948	0,947	755
0,948	0,947	760
0,948	0,947	765
0,885	0,947	770
0,885	0,947	775
0,885	0,946	780
0,885	0,946	785
0,755	0,945	790
0,425	0,941	795
0,11	0,936	800
0,0004	0,930	805

iv. 100 adet 50 MB'lık dosya grubunun transfer edilmesi

Anlık Hız (Mbps)	Ortalama Hız (Mbps)	Zaman (dk)
0	0	0
0,008	0,008	5
0,675	0,342	10
1,045	0,576	15
1,05	0,695	20
1,055	0,767	25
1,055	0,815	30
1,055	0,849	35
1,055	0,875	40
1,055	0,895	45
1,055	0,911	50
1,055	0,922	55
1,068	0,936	60
1,068	0,946	65
1,068	0,955	70
1,068	0,962	75
1,068	0,969	80
1,068	0,975	85
1,068	0,98	90
1,068	0,985	95
1,068	0,989	100
1,068	0,993	105
1,068	0,996	110
1,068	0,999	115
1,068	1,002	120
1,068	1,005	125
1,068	1,007	130
1,068	1,009	135
1,068	1,011	140
1,068	1,013	145
1,055	1,015	150
1,055	1,016	155
1,055	1,017	160
1,055	1,018	165
1,055	1,019	170
1,055	1,020	175
1,055	1,021	180
1,055	1,022	185
1,055	1,023	190
1,055	1,024	195
1,055	1,025	200
1,055	1,026	205
1,055	1,026	210
1,055	1,027	215
1,055	1,028	220
1,05	1,028	225
1,05	1,029	230
1,05	1,029	235
1,05	1,029	240
1,05	1,03	245
1,05	1,03	250
1,05	1,031	255

Tablonun Devamı		
1,05	1,031	260
1,05	1,031	265
1,05	1,032	270
1,05	1,032	275
1,05	1,032	280
1,05	1,033	285
1,05	1,033	290
1,05	1,033	295
1,05	1,034	300
1,05	1,034	305
1,05	1,034	310
1,05	1,034	315
1,05	1,035	320
1,05	1,035	325
1,05	1,035	330
1,05	1,035	335
1,05	1,035	340
1,05	1,036	345
1,05	1,036	350
1,05	1,036	355
1,05	1,036	360
1,05	1,036	365
1,05	1,037	370
1,05	1,037	375
1,05	1,037	380
1,05	1,037	385
1,05	1,037	390
1,05	1,037	395
1,05	1,038	400
1,05	1,038	405
1,05	1,038	410
1,05	1,038	415
1,05	1,038	420
1,05	1,038	425
1,05	1,038	430
1,05	1,039	435
1,05	1,039	440
1,05	1,039	445
1,05	1,039	450
1,05	1,039	455
1,05	1,039	460
1,05	1,039	465
1,05	1,039	470
1,05	1,039	475
1,05	1,04	480
1,05	1,04	485
1,05	1,04	490
1,05	1,04	495
1,05	1,04	500
1,05	1,04	505
1,05	1,04	510
1,05	1,04	515
1,05	1,041	520
1,05	1,041	525

Tablonun Devamı		
1,05	1,041	530
1,05	1,041	535
1,05	1,041	540
1,05	1,041	545
1,05	1,041	550
1,05	1,041	555
1,05	1,041	560
1,05	1,041	565
1,05	1,041	570
1,045	1,041	575
1,045	1,041	580
1,045	1,041	585
1,045	1,041	590
1,045	1,041	595
1,045	1,041	600
1,045	1,041	605
1,045	1,041	610
1,045	1,042	615
1,045	1,042	620
1,045	1,042	625
1,045	1,042	630
1,045	1,042	635
1,045	1,042	640
1,05	1,042	645
1,05	1,042	650
1,05	1,042	655
1,05	1,042	660
1,05	1,042	665
1,05	1,042	670
1,05	1,042	675
1,05	1,042	680
1,05	1,042	685
1,05	1,042	690
1,05	1,042	695
1,045	1,042	700
1,045	1,042	705
1,045	1,042	710
1,038	1,042	715
0,675	1,04	720
0,28	1,035	725
0,00038	1,027	730

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Osmaniye’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladı. 1996 yılında Muğla Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümünde lisans öğrenimine başladı ve 2001 yılında mezun oldu. Aynı yıl, Muğla Üniversitesi Rektörlüğü Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı’nda Uzman olarak göreve başladı. 2002 yılında ise Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Halen, Muğla Üniversitesi Rektörlüğü Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı’nda Uzman olarak görevini sürdürmektedir.

