

Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Performanslarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

O. Ayhan ERDEM¹, Neslihan TUĞRAL²

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara

²MEB, Mimar Sinan Endüstri Meslek Lisesi, Bursa
ayerdem@gazi.edu.tr, ntugral@gmail.com

Özet— Bu çalışmada, IEEE ve ETSI çalışma gruplarının geliştirdiği IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, HiperLAN/2 kablosuz ağ standartlarının OPNET modelleme programı kullanılarak performansları incelenmiştir. Düğüm modelleri oluşturularak kritik veri, kritik olmayan veri ve gerçek zamanlı çoklu ortam trafikleri tanımlanmıştır. Farklı kablosuz ağ standartlarının kullanım alanlarına göre sınıflandırmaları ve performanslarının karşılaştırması, veri iletim oranı, gecikme, ortam erişim gecikmesi kriterlerine göre yapılmıştır.

Anahtar kelimeler— Kablosuz Bilgisayar Ağları, IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, HiperLAN/2, KATM, ZigBee, Bluetooth, LMDS

Investigation of Performance Comparison the Wireless Computer Networks

Abstract— In this study, performances of IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, HiperLAN/2 wireless computer network standards evaluated by using OPNET modeler. Node models and critical data, non critical data, real time multimedia traffics have been designed. Different wireless computer networks has been compared according to using area and performance evaluation according to throughput, delay and medium access delay criteria.

Keywords— Wireless Computer Networks, IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, HiperLAN/2, WATM, ZigBee, Bluetooth, LMDS

1. GİRİŞ

Bilgisayar ağları, kullanıcılara bilgisayarlar arası bilgi paylaşımı yapabilecekleri bir ortam sunmaktadır. Ağda bulunan ve paylaşımına açılmış bir çevre birimi (yazıcı, tarayıcı, CD-ROM, modemler gibi) ağdaki tüm bilgisayarlar tarafından kullanılabilir.

Dinamik iş hayatının getirdiği yoğun tempo, insanların bir ofise bağlı kalmadan kaynak paylaşımı, internet erişimi gibi servislerden yararlanma ihtiyacını doğurmuştur. Ethernet'in geniş uygulama alanlarında kullanılmasına rağmen, WLAN(Wireless Local Area Network-Kablosuz Yerel Bilgisayar Ağ) teknolojisi ofis, havaalanı ve diğer sahalarda yaygın bir hale gelmeye başlamıştır.

1.1. Kablosuz Ağ Sistemlerinin Kullanıldığı Kurumsal Uygulamalar

Sağlık alanında; hastanelerde doktorların ve hemşirelerin hasta bilgilerine her zaman ve her yerden ulaşmalarını sağlamakta kullanılmaktadır. Bazı hastanelerde kablosuz

denetimli robot doktor uygulamaları bulunmaktadır. Bu şekilde doktor hastaya uzaktan konsültasyon yapabilmektedir.

Eğitim alanında; öğretmen ve öğrencilerin okul dahilinde her ortamda internete erişimlerini sağlamak amacıyla yerleşke alanı içerisinde yayın yapılmaktadır.

Üretim tesisleri; beyaz eşya, otomobil ve benzeri üretim tesislerinde kablosuz bilgisayar ağları kullanılmaktadır. Ayrıca denetim sistemlerinde de kablosuz denetim cihazları yaygınlaşmaktadır.

Hizmet sektörü; günlük hayatta özellikle restoranlarda siparişlerin hızlı takibi, büyük depo ve mağazalarda mal giriş çıkışlarının takibinde büyük kolaylık sağlamaktadır.

Özellikle kablolanmanın zor olduğu fiziksel yerleşimlerde, tarihi binalarda kablosuz bilgisayar ağlarının kullanımı tercih edilmektedir.

Tren istasyonları, oteller, hava alanları gibi yerlere kablosuz erişim alanları kurulmakta ve kablosuz erişim özelliğine sahip bilgisayar ve cihazlara hizmet verilmektedir.

Kablosuz LAN sistemleri için pek çok farklı standart bulunmaktadır. Farklı frekans bantlarında farklı protokol ve fiziksel alt yapının kullanılması gerekmektedir. Kullanım amaçlarına, ihtiyaca ve verinin taşınacağı mesafeye göre farklı frekansların ve standartların kullanılması daha iyi sonuçlar vermektedir. Gelişen yeni teknolojiler birbirinin yerini almak yerine birlikte gelişmekte ve birbirini tamamlayıcı hale gelmektedir.

Dünya çapında standartların oluşturulması amacıyla çeşitli kuruluşlar çalışmalar yürütmektedir. Bu kuruluşlar sistemlerin tanıtımı, cihazların uyumluluk onayları, erişim alanları, sağlanması gereken servisler, güvenlik ilkeleri gibi pek çok konuda bilgi sağlamak ve teknolojileri sınıflandırmaktadır.

WLAN standardizasyon çalışmaları, IEEE, ETSI, MMAC olmak üzere üç temel kuruluş tarafından yürütülmektedir. ZigBee teknolojilerini geliştirmek ve tanıtmak amacıyla ZigBee Alliance adı altında bir birlik kurulmuştur. Bluetooth kablosuz haberleşme standardı üzerinde çalışmalar yapan Bluetooth SIG, farklı şirketlerin bir araya gelmesiyle oluşturulmuştur. IEEE 802.15 çalışma grubu PAN alanında çalışan kablosuz haberleşme teknolojilerini standartlaştırmak amacıyla kurulmuştur.

Uygulamalardaki ve geliştirilen standartlardaki çeşitlilik uygulamada bazı sorunlar ortaya çıkarmaktadır. İhtiyaca en uygun standart ve uygulamayı belirlemek güçleşmekte ve farklı standartların bir arada kullanılmasından kaynaklanan uyum sorunları görülmektedir. Bir ağ uygulamasının düzenlenmesi sırasında göz önünde bulundurulması gereken bazı kriterler vardır. Bu kriterler uygulamada taşınacak veri türü, servis sağlanacak kullanıcı sayısı, fiziksel alanın boyutları olarak örneklenebilir.

Bu çalışmada kablosuz ağ standartlarının farklı uygulamalarda gösterdikleri performanslar incelenerek ihtiyaca uygun standart seçiminin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Uygulamalarda taşınacak 4 farklı veri türü belirlenmiştir. Bunlar; kritik veri, kritik olmayan veri, ses ve gerçek zamanlı video şeklindedir. Örnek ağ yapısı oluşturularak 802.11a, 802.11b, 802.11g ve HiperLAN/2 standartlarının bu uygulamalardaki performansları karşılaştırılmıştır.

2. KABLOSUZ AĞ STANDARTLARI VE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Kablosuz ağ standartları dünya çapında farklı kuruluşlar tarafından geliştirilmekte, her biri çeşitli organizasyonlar tarafından tanıtılmakta ve desteklenmektedir. Bunlardan bir tanesi de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü), IEEE 802 LAN/MAN standart komitesi 802.x

adı altında bir seri standart yayınlamıştır. 802.11 standardı Haziran 1997'de yayınlanmıştır. Bu ilk standardın amacı var olan kablolu LAN'ların, kablosuz olarak genişlemesini gerçekleştirmektir [1].

ETSI (European Telecommunications Institute – Avrupa Telekomünikasyon Enstitüsü) kablosuz ağ standartları üzerine çalışan bir başka kuruluştur. Bu kuruluş Avrupa'daki standartlaşmadan sorumludur. HiperLAN adı altında 4 farklı tipte kablosuz ağ standardı geliştirilmiştir [2].

Farshad Eshggi ve Ahmed K. Elhakeem “Kablosuz Ad-hoc LAN'ların gerçek zamanlı trafikte performans analizi” adlı çalışmalarında farklı uygulamaların gereksinim duyduğu parametreleri belirleyerek matematiksel bir modelle baz istasyonu ya da erişim noktası bulunmayan Ad-hoc yapıdaki kablosuz ağların performanslarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada giriş parametreleri olarak paket bölünmesi, ön bellek kapasitesi ve sistemdeki maksimum kullanıcı sayısı seçilmiştir. Performans kriterleri ise; gönderilen veri miktarı, gecikme ve dağıtımın başarısız olma olasılığıdır [3].

F. Cali, M. Conti ve E. Gregori “IEEE 802.11 WLAN: Kapasite analizi ve protokol genişlemesi” adlı çalışmalarında IEEE 802.11 WLAN standardının verimliliğini araştırmışlardır. Protokol kapasitesi için analitik bir formül geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak IEEE 802.11 standardının en üst seviyedeki teorik kapasitesini bularak, bu kapasitenin ağ konfigürasyonuna bağlı olarak teorik sınırlardan çok farklı sınır değerlerde çalışabildiğini, uygun geri dönüş algoritması ile performansın teorik sınır değerlere yaklaştırılabileceğini ortaya koymuşlardır [4].

Angela Doufexi, Simon Armour, Michael Butler, Andrew Nix, David Bull, Joseph McGeehan ve Peter Karlsson, “HiperLAN/2 ve IEEE 802.11 kablosuz LAN standartlarının karşılaştırılması” adlı çalışmalarında HiperLAN/2 ve IEEE 802.11 standartlarının genel anlatımıyla birlikte bu iki standardın fiziksel katman seviyesinde benzetimlerini (simülasyonlarını) gerçekleştirerek veri aktarım oranlarını analiz etmişlerdir [5].

Romain Rollet ve Christohe Mangin tarafından yapılan “Gerçek fiziksel ortamda IEEE 802.11a, 802.11e ve HiperLAN/2 performans karşılaştırması” adlı çalışmada IEEE 802.11a, 802.11e ve HiperLAN/2 standartlarının performansları OFDM modem yardımıyla MAC katmanı seviyesinde karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarında hangi şartlarda hangi hata düzeltme mekanizmalarının yararlı olacağı tartışılmıştır [6].

Angela Doufexi, Simon Armour, Beng-Sin Lee, Andrew Nix ve David Bull tarafından gerçekleştirilen “Ortak ofis ortamında IEEE 802.11a ve 802.11g WLAN standartlarının performans değerlendirilmesi” adlı çalışmada farklı frekans bantlarında çalışan 802.11a ve 802.11g standartlarının aynı ofis ortamında sağladığı faydalar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak 802.11g, geniş

kapsama alanı sağlamakta ancak 802.11a daha yüksek veri oranlarını transfer edebilmektedir [7].

Cüneyt BAYILMIŞ ve arkadaşları “Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Karşılaştırılması” adlı çalışmalarında farklı ihtiyaçlara cevap vermek üzere mevcut ve geliştirilmekte olan kablosuz bilgisayar ağ türleri, yapıları ve genel özelliklerine göre inceleyerek, destekledikleri uygulama çeşitlerine, veri iletim hızlarına, kapsama alanlarının büyüklüğüne, coğrafik ağ yapılarına ve maliyetlerine göre detaylı bir değerlendirme sunmuştur [8].

Emre Çelebi, “Telsiz çok sekmeli plansız ağlar için yönlendirme protokollerinin başarımlarını değerlendirme” adlı yüksek lisans tezinde plansız kablosuz bilgisayar ağlarının performanslarını yönlendirme protokollerine göre karşılaştırmıştır [9].

David R. Wisely ve Philip L. Eardley, “OPNET yardımıyla HIPERLAN standardının modellenmesi” adlı çalışmalarında OPNET modelleme yazılımını kullanarak farklı senaryolarda, HiperLAN standardı ile dağıtılan çoklu ortam servislerinin performans değerlendirmesini gerçekleştirmişler [10].

Rusty O. Baldwin, Nathaniel J. Davis IV, Scott F. Midkiff “OPNET kullanılarak IEEE 802.11 WLAN Modelinin uygulanması” adlı çalışmalarında IEEE 802.11 modeli oluşturularak modelin geçerliliği tanımlanmıştır [11].

S. Khurana, A. Kahol, S.K.S. Gupta, P.K. Srimani, tarafından yapılan “Mobil ve gizli terminaler için IEEE 802.11 WLAN protokolünde DCF performansının değerlendirilmesi” adlı çalışmada gizli terminalerin ve kullanıcı hareketliliğinin 802.11 standardı üzerindeki ortak etkisini görebilmek için gizli terminal sayısı ve mobilite oranı olmak üzere iki parametreye sahip basit bir model oluşturmuşlardır [12].

3. KABLOSUZ BİLGİSAYAR AĞLARI

Bir bilgisayar ağı çeşitli özelliklerdeki bilgisayarlardan, bu bilgisayarları bağlayan fiziksel bir iletim ortamından, iletişimi ve ortam kullanımını düzenleyen ağ cihazlarından ve kural kümelerinden (protokoller) meydana gelmektedir. Fiziksel iletim, geleneksel olarak kablo bağlantıları ile sağlanmaktadır. Kablo bağlantısının mümkün olmadığı ya da dezavantajlarının bulunduğu durumlarda ise kablosuz ağlar ön plana çıkmaktadır.

Günümüzde kablosuz bilgisayar ağları kabloların istenmediği ya da kabloların zor ve maliyetli olduğu her alanda karşımıza çıkmaktadır. Bilgisayarlara ya da cep telefonlarına çevre birimlerinin bağlanmasında, mobil bilgisayarların veya cihazların bir yerel ağa dahil edilmesinde, kablosuz uygulamalar etkin olarak kullanılmaktadır.

4. KABLOSUZ BİLGİSAYAR AĞLARININ PERFORMANSLARININ BENZETİM YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMASI

Çalışmada kablosuz yerel alan ağlarının farklı standartlardaki uygulamaları benzetim programı yardımıyla modellenerek çeşitli bağlantı biçimlerinde ve farklı servis hizmetlerinde performansları karşılaştırılmıştır. Ağ sistemlerinin modellenmesi genelde analitik matematiksel modelinin çıkartılmasıyla yapılmaktadır. Ancak matematiksel modelin çıkartılması güç olan karmaşık sistemlerde simülasyon yöntemi kullanılmaktadır.

4.1. Kullanılan Benzetim Programı

Kablosuz ağların modellenmesinde gelişmiş nesne tabanlı özellikleri ve uygulama destekleri nedeniyle OPNET programı tercih edilmiştir. OPNET programı ile sistemin davranışı ve ayrıntı benzetimi gerçekleştirilerek analiz yapılabilir. Her biri değiştirilebilir özelliklere sahip nesnelere oluşur. Düğüm modeli ve süreç modeli oluşturma amaçlı editörler yardımıyla kullanıcı tanımlı düğümler ve protokoller oluşturulabilmektedir. Profil tanımlamaları ve uygulama tanımlamaları editörler yardımı ile değiştirilebilmektedir [13].

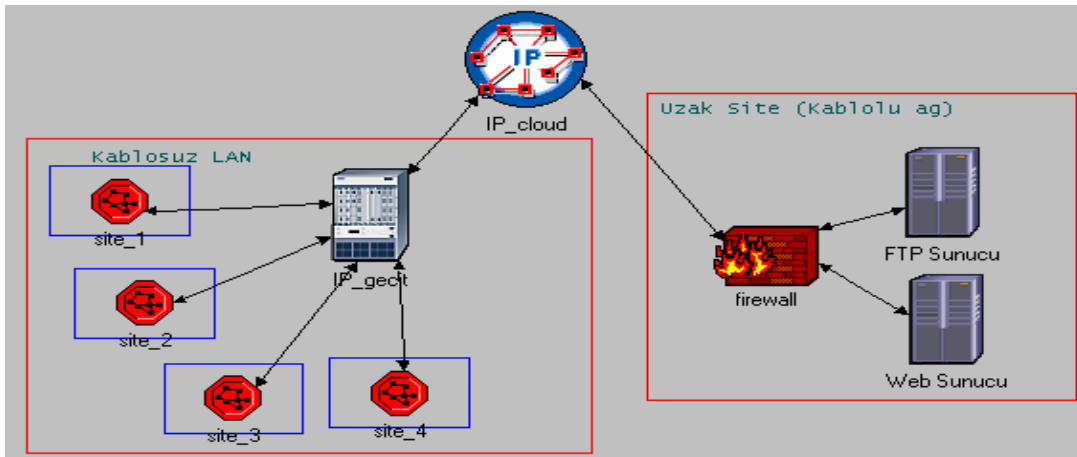
OPNET simülasyon programında üç seviye bulunmaktadır. Bunlar; ağ, düğüm ve süreç şeklindedir. Bu seviyeler görsel düzenleyiciler kullanılarak geliştirilebilmektedir. Her bir seviye için düzenleyici editörler bulunmaktadır. Program aynı zamanda benzetim parametrelerini düzenlemek ve veri analizi yaparak grafik oluşturmak için de araçlar içermektedir [10,11].

Ağ yapısı, düğüm ve süreç modelleri bir proje dosyasına dahil olan senaryolar halinde oluşturulmaktadır. Tasarım tamamlandığında simülasyon aracı yardımıyla toplanacak istatistikler belirlenerek çalıştırılır. Program dahilindeki analiz aracı sayesinde elde edilen veriler, istenen grafik türünde görüntülenebilmektedir. Birden fazla senaryoya ait verilerin aynı grafik üzerinde gösterilerek karşılaştırılması da mümkündür [13].

4.2. Sistemin Modellenmesi

Ağ modelleri OPNET benzetim programı kullanılarak oluşturulmuştur. Benzetimler iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada uzaktaki bir kablolu ağa FTP ve HTTP hizmetleri almak için bağlanan Site-1, Site-2, Site-3 ve Site-4 adıyla 4 adet alt ağ modeli oluşturulmuştur (Şekil 4.1). Her bir sitede birer adet erişim noktası ve 20 adet kablosuz istemci bulunmaktadır. İstemciler IP geçit üzerinden uzaktaki kablolu ağa bağlanarak HTTP ve FTP sunuculardan servis taleplerinde bulunmaktadır. Aynı topolojik yapıdaki alt ağlar farklı standartlardaki düğüm modelleri tanımlanarak her birinin http, ftp, video ve ses trafiğindeki performansları karşılaştırılmıştır. İkinci aşamada ise kablolu bir dağıtım sistemi üzerinden birbiri ile

haberleşen 4 farklı binayı içeren bir yerleşke ağı tasarlanmıştır.

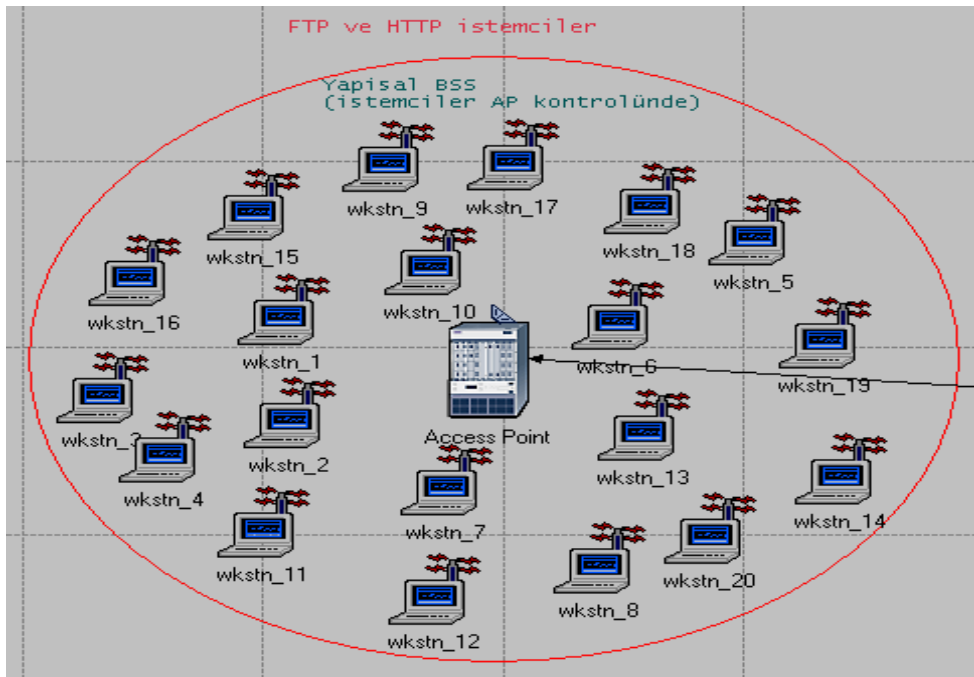


Şekil 4.1. Uzak site bağlantı simülasyon modeli

4.2.1. Uzak site bağlantı uygulaması (Application of remote site connection)

Şekil 4.1'de görülen ağ modeli, simülasyonun birinci aşamasını teşkil etmektedir. Birbirine IP geçi ile

bağlanmış 4 ayrı sitedeki kablosuz terminalin parametreleri 802.11a, 802.11b, 802.11g ve HiperLAN olmak üzere 4 farklı kablosuz ağ standartını kullanacak biçimde belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Site-1 ağ şeması

Şekil 4.2'de Site-1 kapsamında bulunan ağ yapısı gösterilmiştir. Diğer sitelerin de bileşenleri ve topolojik yapıları Site-1 ile aynı tanımlanmıştır. Her bir sitenin farklılık gösteren özellikleri Çizelge 4.1'de benzetim parametreleri olarak verilmiştir. Performans sonuçlarını etkileyen pek çok parametre bulunmaktadır.

Benzetimlerde bu parametrelerden bazılarının etkisiz olduğu kabul edilerek göz ardı edilmiştir. Kablosuz iletişimde kullanılacak anten modeli, antenin fiziksel konumu gibi özellikler dikkate alınmamıştır. Fiziksel ortamın çizgisel görüş alanına sahip olduğu kabul edilmiştir.

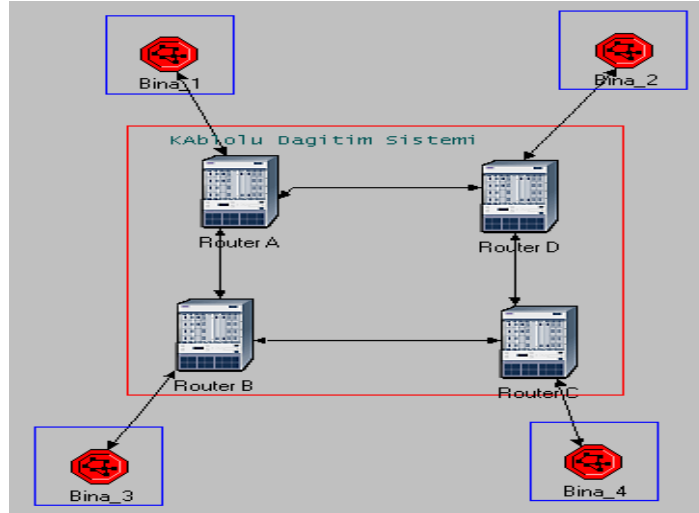
Çizelge 4.1. Benzetim parametreleri

	Site-1 (802.11a)	Site-2 (802.11b)	Site-3 (802.11g)	Site-4 (HiperLAN/2)
Fiziksel karakteristik	FHSS	DSSS	OFDM	OFDM
Modülasyon	DPSK	GMSK	DPSK	GMSK
Minimum frekans	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	5 GHz
Bant genişliği	5 MHz	1 MHz	1 MHz	1 MHz

4.2.2. Yerleşke ağı uygulaması

Farklı binalardaki kablosuz alt ağların yönlendiriciler yardımıyla birbiriyle haberleşmesini sağlayan ağ modeli

oluşturulmuştur (Şekil 4.3). Her binada birer erişim noktası ve kablosuz iş istasyonları mevcuttur. Bu binalarda kullanılan kablosuz ağ standartları farklı seçilerek performans karşılaştırması yapılmıştır.

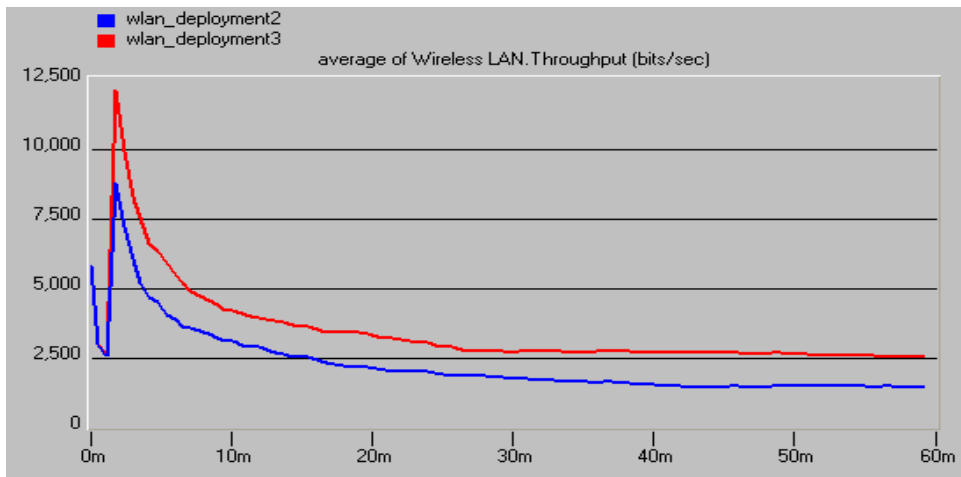


Şekil 4.3. Kablolu dağıtım sistemi ile oluşturulmuş yerleşke ağı

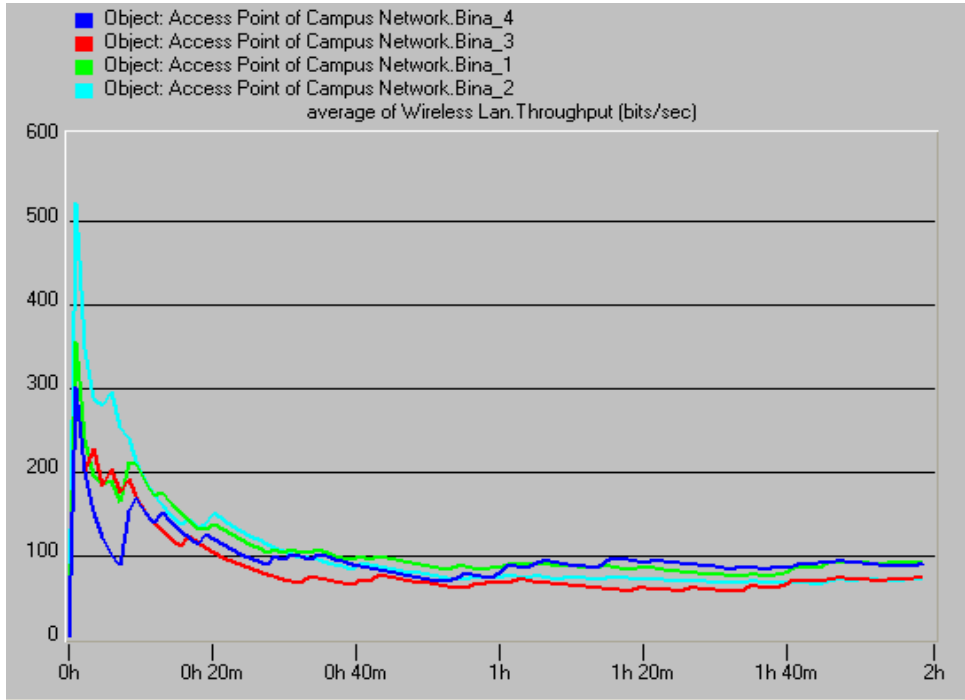
4.3. Sistemin Çalışması ve Analizi

Sonuçların güvenilirliğinin sağlanması için benzetim çalışma süresi 1 saat olarak belirlenmiştir. Performans değerlendirmesi için kullanılan ölçütler; gecikme, MAC katmanı gecikmesi, veri yükü, veri aktarım miktarı olarak belirlenmiştir. Şekil 4.4'de ilk ağ uygulamasındaki IEEE 802.11a ve 802.11b standartlarının simülasyon sonuçları gösterilmiştir. Veri aktarım oranları açısından

karşılaştırıldığında 802.11a standartının daha yüksek kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. Zamana bağlı olarak iki standart arasındaki fark azalmaktadır. Bu ise sistemin çalışmasıyla birlikte meydana gelen yük miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. İlk anda sistem boş iken yani veri aktarımı yeni başlamışken sistem yükü sıfırdır. Sonrasında sistem yükünün artışıyla birlikte veri aktarım oranında zamana bağlı bir düşüş gözlemlenmiştir.



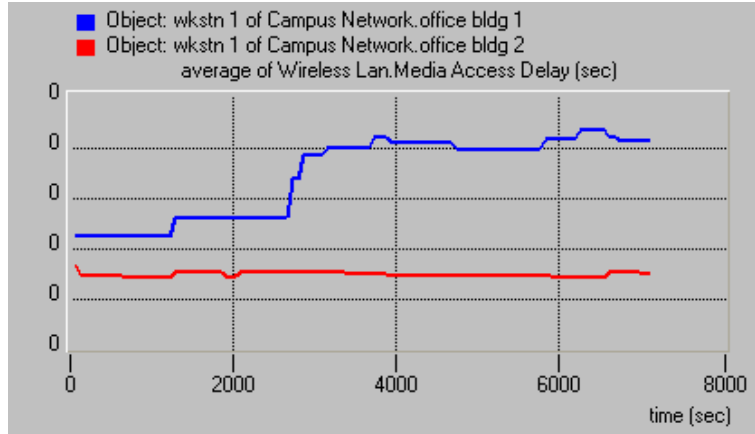
Şekil 4.4. IEEE 802.11a ve 802.11b standartlarının veri aktarım oranları



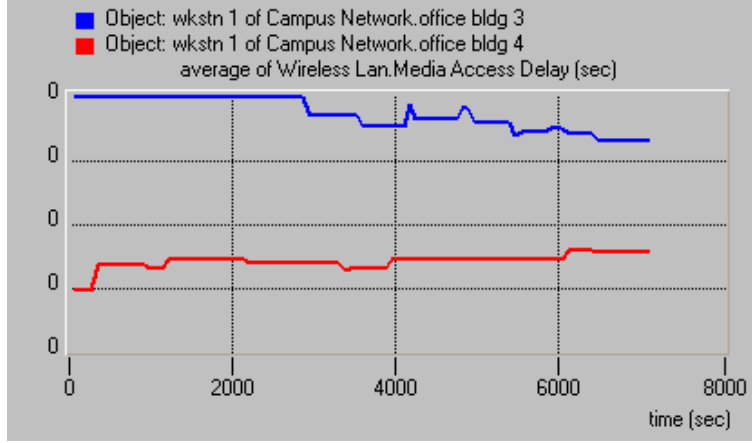
Şekil 4.5. Kampüs ağının erişim noktası veri yükleri

MAC katmanı gecikmeleri bakımından karşılaştırıldığında 802.11b'nin daha fazla gecikme gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 4.5). Yerleşke ağında ortalama ortam erişim gecikmeleri Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de görülmektedir. Şekil 4.6 802.11a ve 802.11b'nin

gecikmelerini karşılaştırmaktadır. Bu şekilde 802.11b'nin daha yüksek gecikmeye sahip olduğu görülmektedir. 802.11g ve HiperLAN standartları karşılaştırıldığında 802.11g standardının ortalama gecikmesinin daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.6).

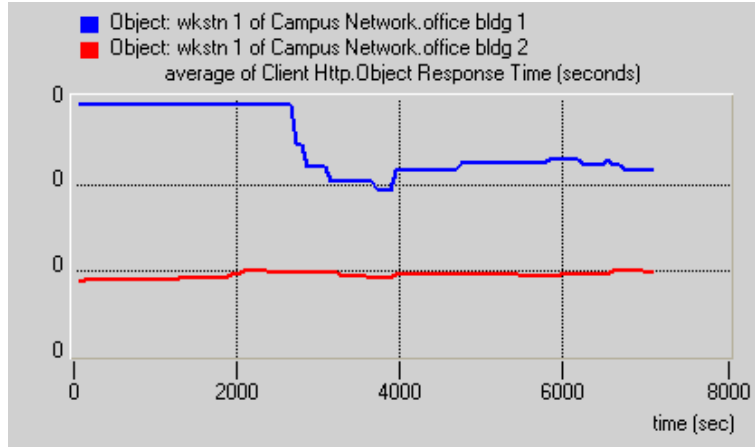


Şekil 4.6. Ortalama ortam erişim gecikmeleri (802.11a - 802.11b)

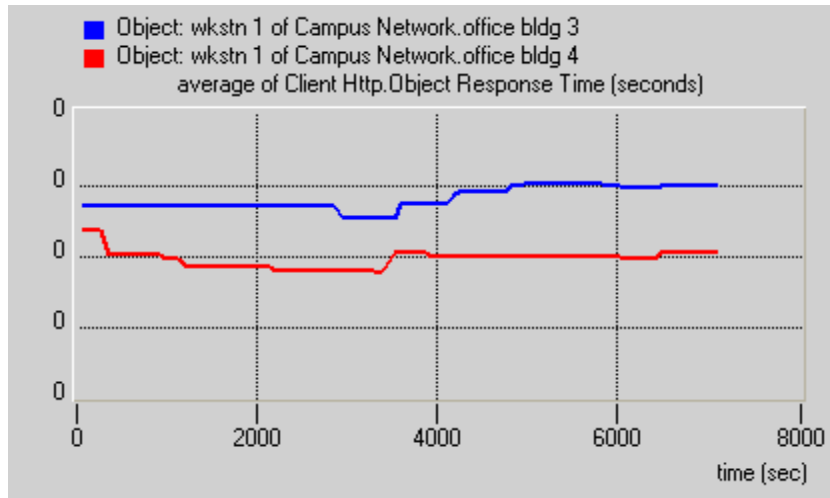


Şekil 4.7. Ortalama ortam erişim gecikmeleri (802.11g- HiperLAN/2)

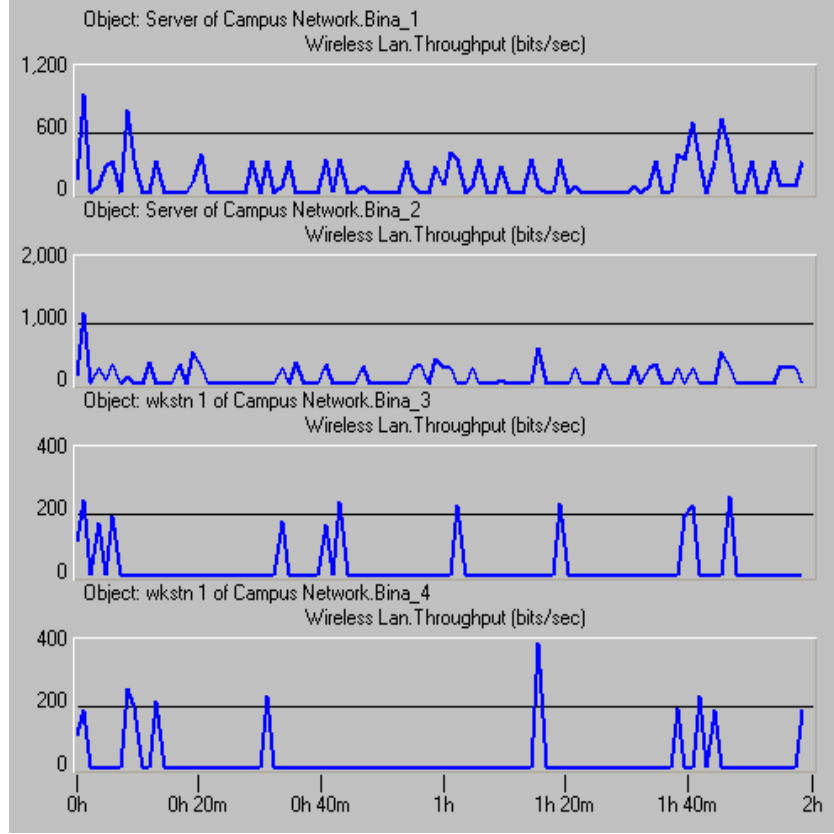
Düğümlerin http yanıt zamanları karşılaştırıldığında 802.11a standardının 802.11b'ye göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.7). Şekil 4.8'de görüldüğü gibi 802.11g standardının yanıt zamanının ise HiperLAN/2'ye göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.8. Ortalama http yanıt zamanı (802.11g - HiperLAN)



Şekil 4.9. Ortalama Http yanıt zamanı (802.11a – 802.11b)



Şekil 4.10 Kampüs ağı bina içi kablosuz ağ veri aktarım miktarları

Şekil 4.11 Kampüs ağı bina içi kablosuz ağ veri aktarım miktarları görülmektedir. Şekil 4.11'den de görüldüğü gibi, erişim gecikme değerlerinin 802.11b standardına göre düzenlenmiş olan Bina-3 istasyon1 ve istasyon2 için

maksimum olduğu görülmüştür. En iyi gecikme değerine sahip istasyonlar Bina-1 içinde 802.11g'ye göre tanımlanmış olanlardır.

Çizelge 4. 2 Ortam erişim gecikme değerleri

Terminal	Minimum	Ortalama	Maksimum
Bina_3.wkstn1	0,0382	0,0759	0,122
Bina_3.wkstn2	0,0386	0,0590	0,103
Bina_3.AP	0	0,0414	0,098
Bina_4.wkstn2	0,0191	0,0355	0,061
Bina_4.wkstn1	0,0145	0,0321	0,063
Bina_2.wkstn1	0,0154	0,0317	0,056
Bina_2.wkstn2	0,0198	0,0305	0,039
Bina_4.AP	0	0,0195	0,042
Bina_2.server	0,0031	0,0124	0,034
Bina_2.AP	0	0,0106	0,048
Bina_1.server	0,0019	0,0083	0,030
Bina_1.AP	0	0,0020	0,025
Bina_1.wkstn2	0,0018	0,0079	0,015
Bina_1.wkstn1	0,0017	0,0068	0,015

6. SONUÇLAR

Kablosuz bilgisayar ağlarının sağladığı kolaylıklar sayesinde kullanım alanlarının yaygınlaşmasına paralel olarak her geçen gün yeni ve farklı teknolojiler geliştirilmektedir. Bu gelişim farklı ihtiyaçlara cevap veren standartların oluşmasına neden olmuştur. Kullanım amaçlarına, ihtiyaca ve verinin taşınacağı mesafeye göre farklı frekansların ve standartların kullanılması daha iyi sonuçlar vermektedir. Gelişen yeni teknolojiler birbirinin yerini almak yerine birlikte gelişmekte ve birbirini tamamlayıcı hale gelmektedir.

Bilgisayar sistemlerinde kullanılan kablosuz haberleşme standartlarından Kablosuz ATM, LMDS, IEEE 802.16 gibi bazıları geniş alan ağlarına hizmet verirken, IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, ETSI HiperLAN standartları kablosuz yerel alan ağlarında kullanılmaktadır. Bunların dışında bilgisayarların çevre birimleri ya da kontrol sistemleri ile haberleşmesini sağlayan ZigBee, Bluetooth ve 802.14.5 standartları mevcuttur. Bu çalışmada tüm bu standartlar kullanım alanlarına göre sınıflandırılmıştır.

OPNET programı yardımıyla yerel alan ağlarında kullanılan IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, ETSI HiperLAN standartları modellenerek veri trafiğindeki performansları karşılaştırılmıştır.

OPNET yardımı ile yapılan benzetim sonuçlarına göre IEEE 802.11g ve ETSI HiperLAN/2 standartlarının daha yüksek veri iletim oranlarına ulaştığı görülmüştür. Gecikme açısından karşılaştırıldığında 802.11b standardının maksimum gecikmeyi sağladığı görülmüştür. En iyi gecikme oranı 802.11g standardında gözlenmiştir.

Veri aktarım oranları açısından karşılaştırıldığında zamana bağlı olarak standartlar arasındaki farklar azalmaktadır. Bu durum sistemin çalışmasıyla birlikte meydana gelen yük miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.

Kararlılık sağlanması için benzetim zamanının sistemin durağan hale gelinceye kadar sürdürülmesi gerekmektedir. Yapılacak benzetim çalışmalarında 1 ya da 2 saatlik çalışma zamanları seçilmelidir.

Düğümün http yanıt zamanları karşılaştırıldığında 802.11a standardının 802.11b'ye göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 802.11g standardının yanıt zamanının ise HiperLAN/2'ye göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

ETSI HiperLAN/2 ve IEEE 802.11g standartları farklı frekanslarda çalışmalarına rağmen benzetimler sonucunda birbirine yakın değerler verdikleri görülmüştür.

IEEE 802.11a standardının IEEE 802.11b'ye göre yüksek veri oranı sağladığı görülmüştür.

Çalışma frekansının yüksek olması veri aktarım hızını artırmaktadır. 5 GHz frekansta çalışan sistemler, 2,4 GHz'de çalışan sistemlere göre daha etkili olmuştur.

Modülasyon teknikleri ve fiziksel iletimin karakteristiği de veri iletim oranları ve gecikme değerleri üzerinde etkili

olmaktadır. Sonuçlara göre OFDM modülasyonu ile çalışan sistemlerin diğerlerine göre daha yüksek performans sergilediği gözlenmiştir.

Simülasyonlarda göz önünde bulundurulması mümkün olmayan bazı parametreler pratik uygulamada bu sonucu değiştirebilmektedir. 802.11b'nin avantajı da 802.11a standartına göre daha geniş kapsama alanına sahip olmasıdır.

Kullanılacak ağ standartlarının seçiminde uygulamanın ve taşınacak verinin özellikleri önem taşımaktadır.

Benzetim sırasında uygulaması mümkün olmayan bazı dış etkenler bulunmaktadır. Buna fiziki ortamın özellikleri ve ortam içinde bulunan diğer kablosuz iletişim cihazlarının parazit etkisi örnek olarak verilebilir. 802.11a ve 802.11g standartlarının olumsuzlukları olarak çalışma frekansları gösterilebilir. Her ikisi de 2,4 GHz ISM bandında haberleşme yapmaktadır. Özellikle Bluetooth cihazların kullanıldığı ortamlarda aynı frekanslarda işlem yapmaları sebebi ile etkileşim söz konusu olmakta ve uygulamada veri kayıpları yaşanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] İnternet: IEEE, About the IEEE, What is the IEEE?, http://www.ieee.org/portal/index.jsp?pageID=corp_level1&path=about&file=index.xml&xsl=generic.xsl (2009)
- [2] İnternet: ETSI, ETSI portal, BRAN, ETSI HIPERLAN/2 Standard, Overview, <http://portal.etsi.org/bran/kta/Hiperlan/hiperlan2.asp>, (2009).
- [3] F. Eshghi, A. K. Elhakeem, "Performance Analysis of Ad Hoc Wireless LANs for Real-Time Traffic", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 21 (2): 204 – 215 (2003).
- [4] F. Cali, M. Conti, E. Gregori, "IEEE 802.11 Wireless Lan: Capacity Analysis and Protocol Enhancement", IEEE INFOCOM 1998 - The Conference on Computer Communications, 1, 142 – 149 (1998).
- [5] A. Doufexi, S. Armour, M. Butler, A. Nix, D. Bull., J. McGeehan, P. Karlsson, "A Comparison of the HIPERLAN/2 and IEEE 802.11a Wireless LAN Standards", IEEE Communications Magazine, 40 (5): 172 – 180 (2002).
- [6] R. Rollet, C. Mangin, "IEEE 802.11a, 802.11e and HiperLAN/2 Goodput Performance Comparison in Real Radio Conditions", GLOBECOM 2003, IEEE Global Telecommunications Conference, 724 – 728 (2003).
- [7] A. Doufexi, S. Armour, B. Lee, A. Nix, D. Bull., "An Evaluation of the Performance of IEEE 802.11a and 802.11g Wireless Local Area Networks in a Corporate Office Environment", ICC 2003 - IEEE International Conference on Communications, 1196 – 1200 (2003).
- [8] C. Bayılmış, İ. Ertürk, C. Çeken, "Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Karşılaştırılması" Journal of Polytechnic Faculty of Technical Education Gazi University, 7 (3), 201-210 (2004).
- [9] E. Çelebi, "Telsiz Çok Sekmeli Plansız Ağlar İçin Yönlendirme Protokollerinin Başarım Değerlendirmesi", Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 125 (2001).

- [10] D. R. Wisely, P. L. Eardley, "Modelling the HIPERLAN Standard Using OPNET", British Telecommunications plc, BT Laboratories, (2004).
- [11] R. O. Baldwin, N. J. Davis, S. F. Midkiff, , "Implementation of an IEEE 802.11 Wireless LAN Model Using OPNET™", Bradley Department of Electrical and Computer Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.
- [12] İnternet: IEEE Communications Society Digital Library, <http://doi.ieee.computersociety.org/10.11.09/MASCOT.1999.805038> (2009)
- [13] İnternet: OPNET Modeler Homepage, <http://www.opnet.com/products/modeler/home.html> (2005)