

Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağının Modellenmesi ve Uzaktan Eğitim için Performans Ölçümü*

Mesut Byan¹, Mehmet Ali Alan²

Özet

Bu çalışmasında Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı OPNET Modeler programı kullanılarak modellenmiştir. Modelleme yapılırken Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığının 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasında tuttuğu DHCP Log dosyaları kullanılmıştır. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı, OPNET Modeler içerisinde bulunan modeller kullanılarak modellenmiş ve modeller arasındaki bağlantılar kurulmuştur. Modelleme sırasında, ağda trafik yaratmak için uygulama ve profil nesneleri kullanılmış ve Video Konferans uygulaması eklenmiştir. Bu uygulamanın çalıştırılması ile ağda Video Konferans trafiğinin oluşması sağlanmıştır. Oluşturulan bu model kullanılarak, uzaktan eğitim uygulaması için ağa kaç adet bilgisayar bağlandığında ağın performansının nasıl değiştiği tahmini olarak ölçülmüş ve grafiklerle gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Modelleme, Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağı, OPNET Modeler, Uzaktan eğitim.

Cumhuriyet University Computer Network Modeling and Performance Measures for Distance Education

Abstract

In this study, Cumhuriyet University computer network is modeled using OPNET Modeler program. While modeling, It is used that Cumhuriyet University Computer Center's DHCP records kept between the months of January and June of 2011. Cumhuriyet University computer network are modeled using models into OPNET Modeler and the established links between models. During modeling, to create network traffic, video conferencing application was added by using the application and profile objects. Video conferencing traffic is created by running these applications on the network. Using created this model, how many computers are connect to the network for distance education how the change performance of network was guessingly measured and shown graphically.

Key Words: Modeling, Cumhuriyet University Computer Network, OPNET Modeler, Distance Education.

* Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağının Modellenmesi ve Uzaktan Eğitim için Performans Ölçümü, (Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sivas 2012) adlı tezden yararlanılarak hazırlanmıştır.

¹ Öğretmen, Karşıyaka Kız Teknik ve Meslek Lisesi Sivas. e-mail: mesutbiyan@gmail.com

² Yrd.Doç.Dr. Cumhuriyet Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bl. Öğretim Üyesi. alan@cumhuriyet.edu.tr

1.GİRİŐ

Teknolojik gelişmeler sonucunda hayatımızda büyük bir yere sahip olan bilgisayarın en önemli kullanım alanını iletişim oluşturmaktadır. Bilgisayarın iletişim aracı olarak kullanılması da bilgisayar ağlarının oluşmasını sağlamıştır. İki veya daha fazla bilgisayarın haberleşme ve veri aktarımı amaçlarıyla birbirlerine bağlanmasıyla oluşan yapılara bilgisayar ağı (network) denir. Genel olarak bilgisayar ağları; Yerel Alan Ağları (Local Area Networks- LAN), Metropolitan Alan Ağları (Metropolitan Area Networks- MAN) ve Geniş Alan Ağları (Wide Area Networks- WAN) olarak üç bölümde sınıflandırılmaktadır. Bilgisayar ağlarında yapılan bu sınıflandırma ağın kapsadığı alan göz önünde bulundurularak gerçekteşirilmiş bir tasniftir. Gelişen teknoloji ile birlikte artık hemen her evde bir bilgisayar ve internet bağlantısı bulunmaktadır. Böylece öğretmen ve öğrencinin bir arada olarak öğrenim görme zorunluluğu ortadan kalkmaya başlamakta ve uzaktan eğitim uygulamaları her geçen gün artarak devam etmektedir. Özellikle üniversiteler uzaktan eğitim programı ile lisans ve yüksek lisans programları açmakta ve her yıl birçok öğrenci bu uygulama sayesinde istediği üniversitede eğitim alabilmektedir. Bu uygulamalarda kullanılan donanım ve alt yapı çok önemlidir. Çünkü görüntü ve ses iletiminde yaşanabilecek ufak bir sorun veya gecikme birçok aksaklığa neden olabilmektedir. Bu yüzden de bu alt yapının hem şimdi hem de gelecekte kullanıcı sayısındaki değişiminde gerekli performansı göstermesi gerekmektedir. Zamanla uzaktan eğitim uygulamasını kullanan öğrenci sayısında meydana gelebilecek değişimlerde ağın performansında ne gibi değişikliklerin meydana gelebileceğini tahmin etmek ise oldukça zor bir iştir. Bu yüzden bu alt yapı gerçekteşimin örnek bir modeli üzerinde bazı denemeler yapıldıktan sonra kurulmalı veya değiştirilmelidir.

Bilgisayar ağlarının büyüklüğü, yönetilmesinin güçlüğü ve yüksek kurulum maliyetlerinden dolayı bu sistemler üzerinde denemeler yapmak hem riskli hem de zahmetli olduğu için bilgisayar ağlarının modellenmesi gerekmektedir. Modelleme, gerçekte bir sistemi temsil eder. Bilgisayarda modelleme ise var olan bir sistemin bilgisayar aracılığıyla bilgisayar ortamında yapılmasıdır. Böylece var olan sistem üzerinde istenilen her türlü çalışma sistemi bozmadan yapılabilecektir. Bu yüzden bu çalışmada da modelleme yöntemi kullanılacaktır.

OPNET yazılımı, birçok üniversite programında bilgisayar ağları ve ilgili derslerin eğitiminde kullanılan bir yazılım aracıdır. Literatür incelendiğinde Opnet Modeller programı ile birçok bilgisayar ağının modellendiği görülmüş ama uzaktan eğitim için herhangi bir modelleme çalışması yapıldığı görülmemiştir. Zuber ve Zubairi çalışmalarında bu yazılımı kullanarak Suny Fredonia Üniversitesi'nin bir bilgisayar laboratuvar ağını ve kampüs ağını

modellemiş ve ağdaki performans analizini gerçekleştirmişlerdir (Zubari & Zuber, 2000). Develi çalışmasında Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs ağını modellemiş ve ağın ftp, E-mail, web browsing gibi uygulamalar ile analizini yapmıştır (Develi,2009). Üstündağ ise Opnet Modeller ile ipv4 ve ipv6 sürümlerinin performansını örnek bir senaryo üzerinde modelleyerek karşılaştırmıştır (Üstündağ,2009). Tuğral ise, farklı kablosuz ağ standartlarının kullanım alanlarına göre sınıflandırmalarını yapılmış ve IEEE ve ETSI çalışma gruplarının geliştirdiği IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, HiperLAN/2 kablosuz ağ standartlarının OPNET programı kullanılarak performanslarını incelemiştir (Tuğral, 2006). Çakır ve Kaptan çalışmasında, VoIP mimarisine yönelik tehditleri ve saldırıları incelenmiş, bu tehditlere karşı geliştirilen önlemlere ve teknolojilere değinmiştir (Çakır ve Kaptan, 2009). Akbaş, tipik bir kurumsal ağın önce bir prototip tasarım ile gerçek ve sonra OPNET yazılımı ile sanal olarak modellenmesi, simülasyonu ve analizini yapmıştır (Akbaş, 2010), Özen, Karlık ve Yılmaz ise çalışmasında yerel ve metropolitan alan ağlarında kullanılan Ethernet'in teknik özelliklerine değinmiş, bu özellikleri temel alarak ve OPNET benzetim ortamını kullanarak tasarlanan iki farklı topolojinin (MEN bağlantısız ve MEN bağlantılı) analizini yapmış, karşılaştırmalı sonuçlar ışığında Metro Ethernet'in avantaj ve dezavantajlarını tartışmıştır (Özen, Karlık ve Yılmaz, 2009).

Bu çalışmasında da Sivas Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı, Opnet Modeller ile modellenerek gerçek sistemi riske atmadan oluşturulan model üzerinde uzaktan eğitim uygulamasında ağın değişen bilgisayar sayılarında ki performansı test edilmiştir ve sonuçlar grafiklerle gösterilmiştir.

2. Bilgisayar Ağları

Birbirine yakın veya uzak mesafede olan bilgisayar ya da çevre biriminin birbirine bağlanması ile oluşan yapıya bilgisayar ağı denir. Bilgisayarlar arasındaki bağlantı kablolu veya kablosuz biçimde olabilir (Çubukcu, 1994:12).

Birbirine yakın mesafede olan bilgisayar ve çevre birimlerinden oluşan ağlara Yerel Alan Ağları(LAN), uzak mesafede bulunan bilgisayarlardan oluşan ağlara ise Geniş Alan Ağları(WAN) denilmektedir.

Bir şehri kapsayarak kurulmuş iletişim ağlarına veya birbirinden uzak yerlerdeki Yerel Alan Ağlarının (LAN) birbirleri ile bağlanmasıyla oluşturulan ağlara Metropol Alan Ağları (Metropolitan Area Networks, MAN) denilmektedir (Tuğral, 2006:17). Bu çalışmada da modellenecek ağ şekli Yerel alan ağları ve geniş alan ağlarından oluşmaktadır.

Ağ ilk olarak bilgisayarlar arasında fiziksel bir bağlantıya ihtiyaç duyar. Böylece veri bitleri bilgisayar arasında aktarılır. Kablo üzerinden geçen bilginin belli bir elektrik gerilimi bulunur ve kablo uzadıkça bilginin gücü azalmaktadır. Bilgisayar ağlarının kurulmasında koaksiyel, çift bükümlü ve fiber optik kablo kullanılmaktadır.

Bilgisayar ağı kurulurken uygun teknoloji ve topoloji iyi seçilmelidir. Bilgisayar ağında bulunan elemanların fiziksel (gerçek) veya mantıksal (sanal) olarak dizilim şekillerine topoloji denir. Topoloji olarak ortak yol, halka ve yıldız topolojisi kullanılmaktadır. Teknoloji olarak ise günümüzde en çok maliyeti ve kurulum kolaylığından dolayı Ethernet Teknolojisi tercih edilmektedir. Bu çalışmada da modellenmesi yapılan Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında teknoloji olarak Ethernet, topoloji olarak ise daha çok yıldız topolojisi kullanıldığı görülmüştür.

3. Modelleme ve Simülasyon

Bir sistemin değişik durumlarda nasıl cevap vereceğini belirlemek, kontrol etmek ve geleceği ile ilgi tahminlerde bulunmak amacıyla elemanları arasındaki ilişkileri kelimeler veya matematiksek terimlerle tanımlayan ifadelere model denir.

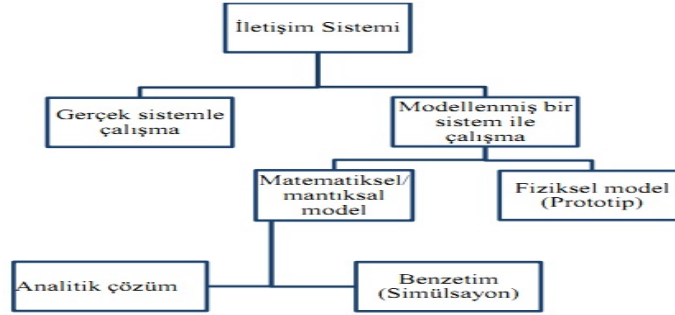
Simülatör aracılığı ile bir araba sürmek gerçek bir araba ile yolculuk yapmaktan güvenli ve daha ucuzdur (Bayılmış, 2009a:4-5). Maliyetlerdeki ucuzluk, güvenlik ve bazen sistemin kendisi ile deney yapmanın çok zor olmasından dolayı modeller kullanılır.

Modelleme ise bir sistemin ya da yapının durumunu inceleyerek gelecekteki durumu hakkında tahminlerde bulunabilmek amacıyla gerçekte var olan ve ya teorik olan bir sistemin örneğinin oluşturulmasıdır (Akbaş, 2010:15).

3.1. Bilgisayar Ağları Üzerinde Modelleme ve Simülasyon

Tasarımcılar ve araştırmacılar, bir sistemi gerçekleştirmeden önce, yeni sistemin uygun yöntemler kullanarak nasıl çalışabileceği hakkında bilgi sahibi olabilirler. İletişim sistemlerinin başarım analizi sistemin gerçeği üzerinde ya da modellenerek elde edilen sistem üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilir çünkü gerçek sistem üzerinde yapılan çalışma ve denemeler büyük hasarlara neden olabilir (Bayılmış, 2009a:7).

Şekil 1’de görüldüğü gibi bir sistemle çalışmanın iki yolu vardır, bir sistemin ya kendisi ya da modellenmiş bir örneği üzerinde çalışılır. Bu çalışmada matematiksel modelleme yöntemi olan benzetim yöntemi kullanılmıştır. Analitik modelleme yönteminde ise genellikle kuyruk teorileri kullanılır ve bazen bir sistemin analitik modelini oluşturmak sistemin bir örnek modelini oluştırmaktan daha zor olabilmektedir. Ayrıca analitik model kurulurken bazı parametrelerin eksik olmasından dolayı modelin kurulmasının zor olması ve uzun analitik denklemlerin çalıştırılmasının güç olmasından dolayı analitik model bu çalışmada tercih edilmemiştir.



Şekil 1. Başarım Analiz Yöntemleri (Bayılmış, 2009a:12).

Modellenmiş bir sistem ile çalışma tasarlanacak sistem henüz var olmadığında, gerçek test ve ölçülerin pahalı ve tehlikeli olması durumunda ve yapılmak istenen testlerin gerçek sistem üzerinde yapılamayacak olduğu durumlarda mecburen kullanılması gereken yöntemdir (Bayılmış, 2009a:12). Bu tez çalışmasında da Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı üzerinde deneme yapmak oldukça zor ve tehlikeli olacağı için modellenmiş bir örneği ile çalışma tercih edilmiştir. Modellenen sistem üzerinde istenilen her türlü deneme, zaman ve maliyet kaybı olmadan kolaylıkla yapılabilecektir. Eğer modellenmiş sistem yerine gerçek sistem üzerinde çalışılmak istenirse bu elbette daha güvenilir sonuçlar verecektir ama gerçek sistem üzerinde denemeler yapmak hem çok tehlikeli hem de çok maliyetli ve emek isteyen bir iştir. Cumhuriyet Üniversitesi gibi yaklaşık yedi bin adet bilgisayardan oluşan bir ağı sahip sistem üzerinde bu denemeleri yapmakta neredeyse imkânsızdır.

3.2. Opnet Modeller

OPNET, bilgisayar ağlarının, uygulama sunucuları ile modellenerek benzetimlerinin yapılmasını sağlayan bir yazılımdır. OPNET gibi simülatörler ile modelleme yolu ile sistem oluşturmak, gerçek kaynaklarla oluşturmaktan daha ucuzdur ve daha az risklidir. OPNET, dünya üzerinde binlerce ticari kuruluş ve bunun yanında 500'den fazla üniversite tarafından kullanılmaktadır (Akbaş, 2010:16). Suny Fredonia Üniversitesi de bu yazılımı kullanan üniversitelerden biridir. Zuber ve Zubairi çalışmalarında bu yazılımı kullanarak Suny Fredonia Üniversitesi'nin bir bilgisayar laboratuvar ağını ve üniversite ağını modellemiş ve ağdaki performans analizini gerçekleştirmişlerdir. OPNET'te kampüs ağının modeli geliştirilmiştir. İlk olarak ethernet gecikmesi, trafik istatistikleri ve farklı bilgiler modellenen ağdan elde edilmiştir. Modellenen ağa ileride oluşacak ağ yoğunluğunu trafikteki artış olarak eklenmiştir. Bu koşullarda ağ simülasyonu gerçekleştirerek üniversite bilgisayar ağında trafiğin artması

durumunda nasıl bir hassasiyet göstereceği sonuçları tahmini olarak gösterilmiştir ve göre ağ üzerinde yapılacak çalışmalar da bu sonuçlar göz önünde bulundurulmuştur (Develi, 2009:16).

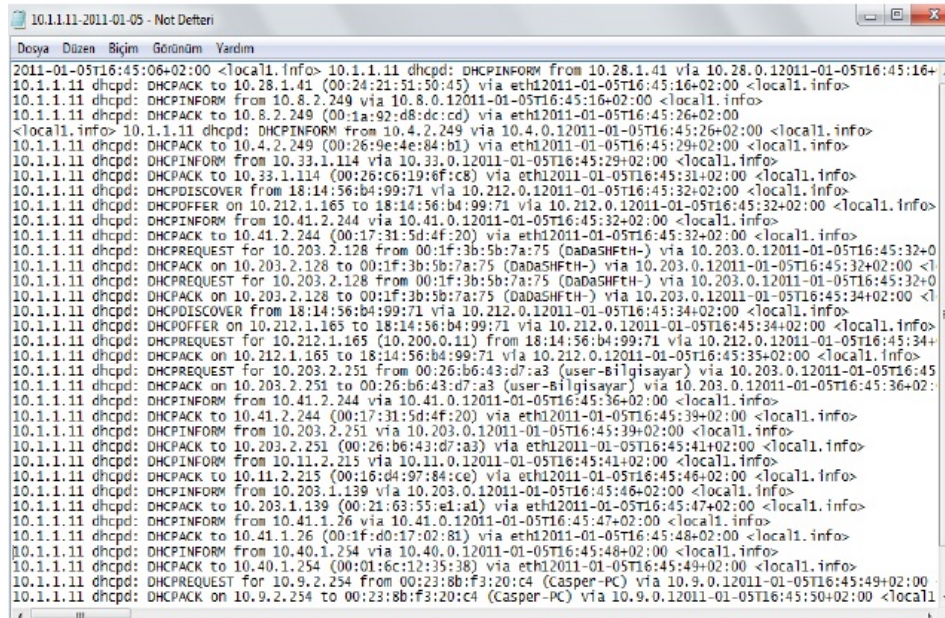
Opnet Modeller programını kullanarak bir sistemi modellerken birçok editör kullanılır. Bir ağ modellemesinde ağ içerisinde kullanılacak bağlantı, ağ elemanları, protokoller ve trafik yükleri ayrı editörler yardımı ile gerçekleştirilir (opnet.com). Örneğin yeni bir cihaz tasarlanacağı zaman node editör, yeni bir proje hazırlanacağı zaman ise proje editör ile çalışılır ve yapılan bu çalışmalar ayrı ayrı kaydedilir

4. Cumhuriyet Üniversitesi Ağının Modellenmesi ve Uzaktan Eğitim için Test Edilmesi

Bu alışmada Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilen 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasında üniversite ağına bağlanmış olan bilgisayar sayısı ve ağ üzerinde bulunan trafik Opnet Modeller ile modellenmiş ve bu model üzerinde uzaktan eğitim için benzetim yöntemi ile performans ölçümü yapılmıştır.

4.1. Malzeme ve Materyal

Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında bulunan bilgisayar sayısının net olarak tespit edilmesi için Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasında bulunan yani altı aylık bir dönemde ağdan adres alan bilgisayarların kayıtlarının yer aldığı Şekil 2'de örneği görülen DHCP log dosyaları kullanıldı.



Şekil 2. DHCP Log dosyalarından biri.

Altı aylık toplam DHCP log doyası yaklaşık olarak 150 tane ve her dosyanın içerisinde binlerce satırlık kayıtlar yer almaktaydı. Bütün bu log dosyalarında bulunan kayıtlar Php ile yazılan bir script ve Mysql veritabanı yardımı ile yaklaşık iki hafta gibi bir süre boyunca çalıştırılarak ayrıştırıldı. Bu ayrıştırma yapılırken bilgisayarların Mac adresleri dikkate alındı ve bir bilgisayar eğer birden fazla Virtual LAN ile ağa bağlandıysa o bilgisayar her iki Virtual LAN'a ve toplam bilgisayar sayısına eklendi. Her bir Virtual LAN ile bağlanan bilgisayar sayısı ile birlikte toplam bilgisayar sayısı tespit edildi. Toplam bilgisayar sayısı 6850 olarak bulundu. Bilgisayar ağı modellenirken bu sayıya göre modelleme yapıldı.

4.2. Modelin Oluşturulması

Bu bilgilerle Opnet programında bulunan ve Şekil 3'de görülen kırmızı simgeler her bir fakülte veya birimi temsil etmektedir. Yine Şekil 3'de grldğu gibi her bir fakültenin içeriğinde bir LAN ve switch bulunmaktadır.

Her bir fakülte içerisinde daha önce DHCP Log dosyaları ile tespit edilen sayıda bilgisayar sayısı kadar bilgisayar ve evre birimi yerleştirilmiştir. Bu bilgisayarlar 2011 yılı itibari ile Cumhuriyet niversitesinde kullanılan marka ve modellerde olan switchler ile birbirine Opnet Kütüphanesinde yer alan modeller ile bağlanmıştır.

Fakülte ağları kurulurken yine Opnet Kütüphanesi içerisinde yer alan uygun kablo türleri seçilerek modellemenin gerçek sistem ile neredeyse aynı olmasına dikkat edilmiştir. Hangi cihazlar arasında hangi türde kablo türü kullanıldığı ise Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir.

Cumhuriyet niversitesi bilgisayar ağı, her bir fakültede bulunan switchlerin eğitim fakültesinde bulunan merkezi bir switch'e fiber optik kablo türü kullanılarak bağlanacak yapıda tasarlanmıştır. Bu yüzden de modelleme yapılırken her bir fakülte switch'i merkezi switch'e fiber optik kablo ile bağlanmıştır.

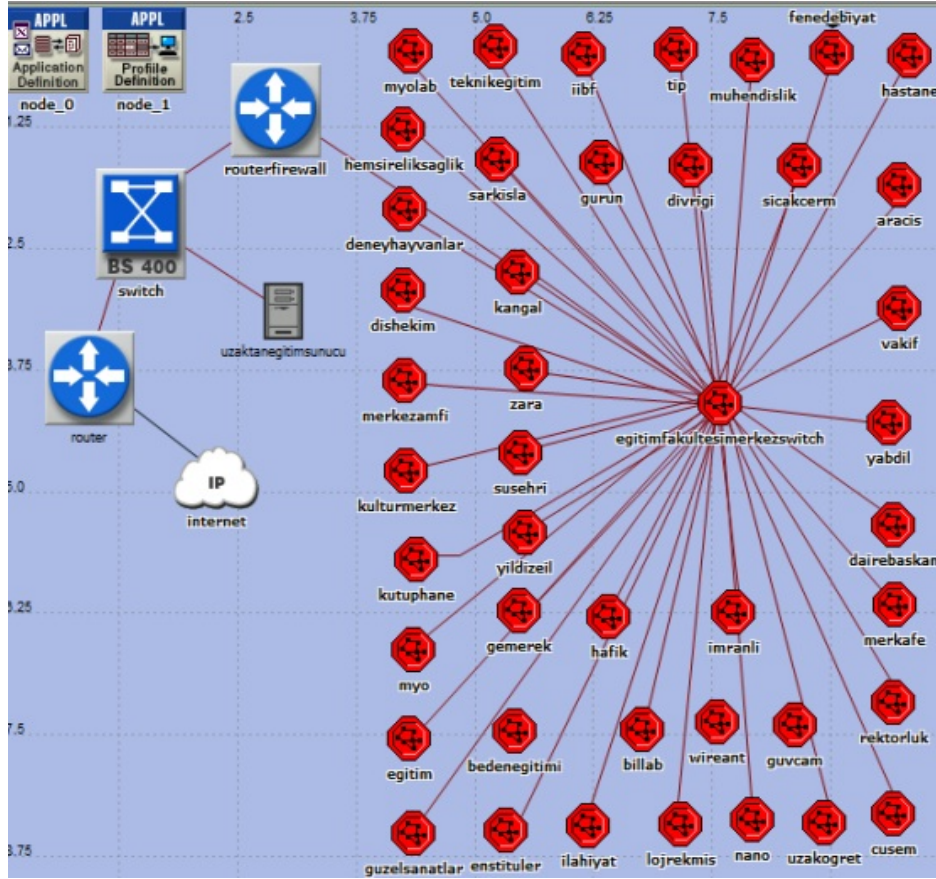
Modellenen ağda trafik oluşturmak amacı ile Opnet Modeler içerisinde yer alan trafik türlerinden faydalanılmıştır. Opnet Modeler programında üç Şekilde trafik oluşturulabilir:

Belirlenmiş Olan Trafik: Belirli bir Şekilde üretilen trafik türüdür. Burada belirli denmesinin sebebi Opnet Modeler'in içerisinde hazır bulunan bir trafik türüdür. Ağ üzerinde bulunan bütün uygulamalar için belirli bir trafik bulunmaktadır. Her bir trafiğin de heavy(yoğun) ve light(az yoğun) olmak üzere iki ayrı çeşidi bulunmaktadır. Explicit trafik, application config ve defnitaion config nesneleri kullanılarak yaratılabilir.

Trafik Akışı: Bir kaynaktan belirtilen hedefe doğru akan trafiktir. Bunun için Opnet Modeler de Traffic menüsünden İmport Traffic Flow seçilir ve kaynak dosya yeri gösterilir. Kaynak dosya bir trafik bilgisini içeren metin dosyasıdır.

Bağlantıya Yüklenen Trafik: Bir bağlantının background load özelliği kullanılarak yapılır. Böylece bir bağlantıda her bir saniyede akan bitler belirlenebilir.

Modellenen ağda trafik oluşturmak amacı ile Opnet Modeler içerisinde yer alan Application Config ve Definition Config nesneleri kullanılmıştır. Bu nesneler ile modellenen ağda Video Konferans trafiği oluşturulmuştur. Güvenlik kameralarına ise Link Baseline Load Traffic özelliği kullanılarak her saniyede ağda akacak veri miktarı girilmiştir.

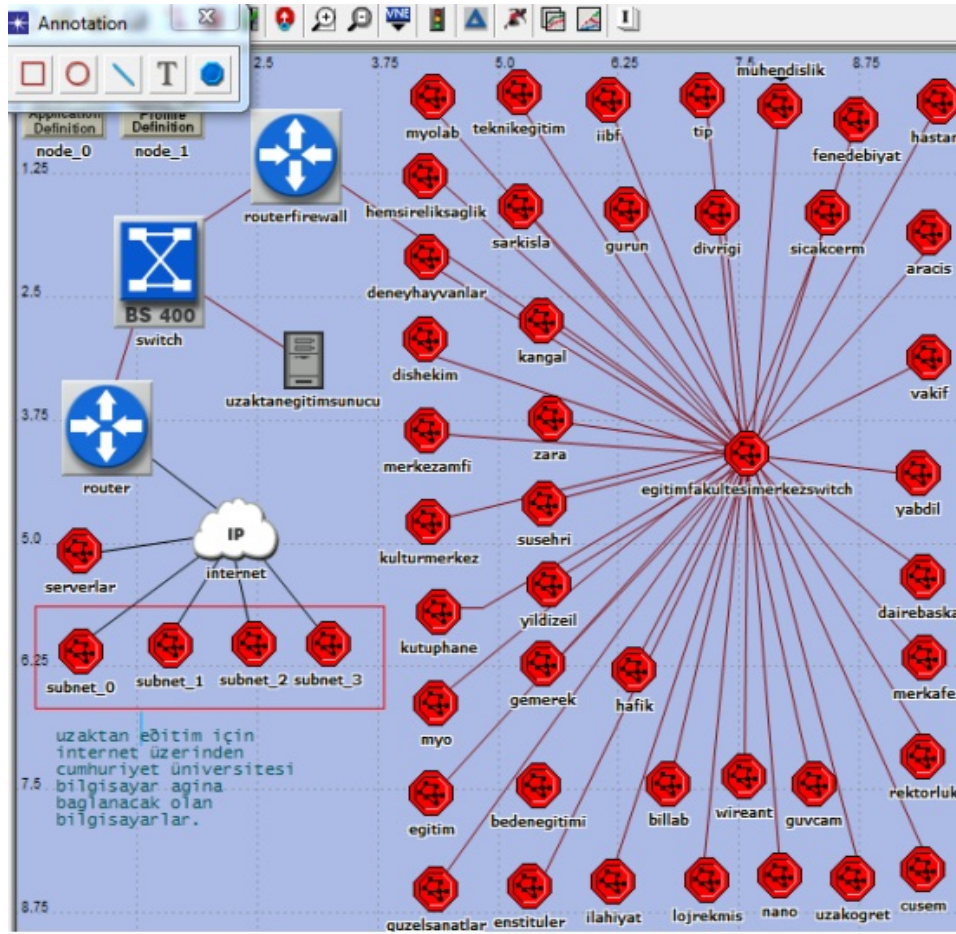


şekil 3. Opnet Modeler ile Modellenmiş Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağı.
Bütün bu işlemler yapılarak şekil 3’de görüldüğü gibi modelleme işlemi tamamlanmıştır.

4.3. Model Kullanılarak Ağın Test Edilmesi

Uzaktan eğitim için modellenmiş olan ağı test etmek için belirli sayıda bilgisayar İp Cloud yani internetten ağda bulunan uzaktan eğitim sunucuna bağlanması sağlanmalıdır. Bu işlemi yaparken yine kırmızı ampüle benzeyen simgeler olan subnetler kullanılmıştır. Her subnetin içerisinde bir router ve bir bilgisayar ağı olacaktır. şekil 4’de görüldüğü gibi önce 4

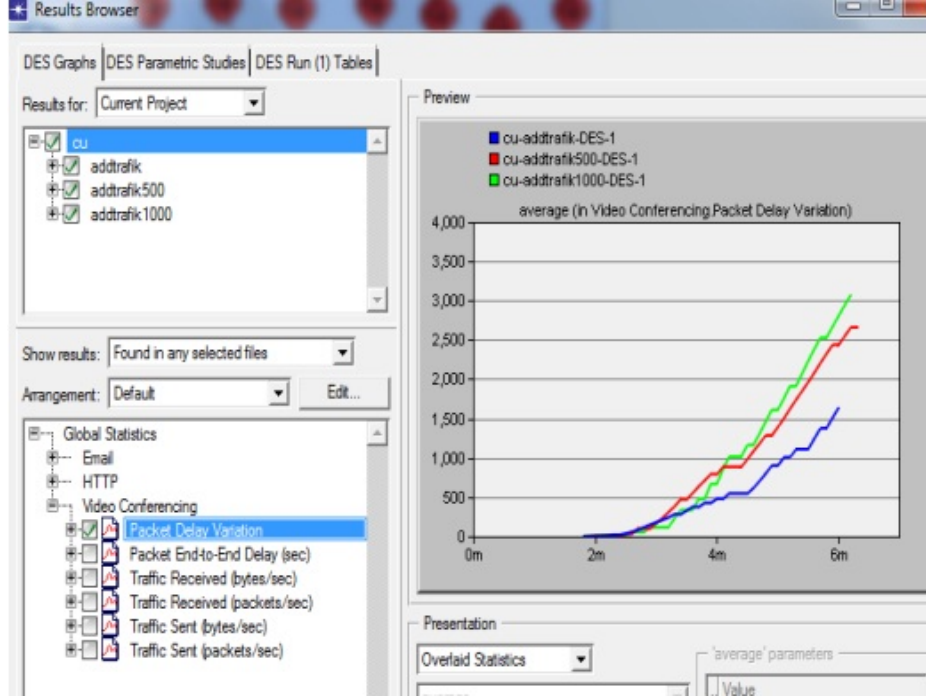
adet subnet İp Cloud ile bağlanmış ve 4 subnetin her birinde 50 bilgisayar olacak şekilde ayarlanarak başlangışta 200 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için bağlanması sağlanmıştır. Daha sonra bu subnet nesneleri artırılarak uzaktan eğitim için bağlanan bilgisayar sayısı 500 ve 1000 adet yapılarak artırılmış ve her senaryo farklı kaydedilip çalıştırılmıştır.



şekil 4. 200 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için modellenmesi

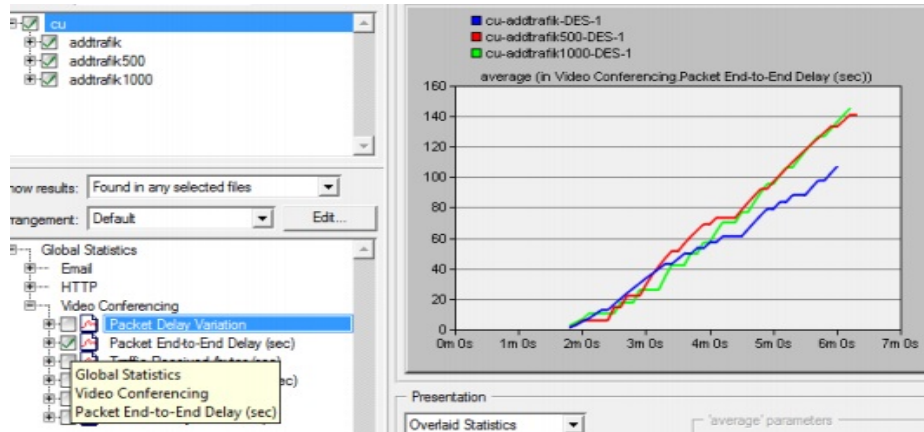
5. Bulgular

Modellenmiş olan sistemin benzetimi için bütün senaryolar aynı anda çalıştırılmıştır. Her senaryonun on dakika süre ile benzetimi yapılmıştır. Manage Scenarios penceresinde her senaryonun ne kadar süre ile çalıştırılacağı seçilmiştir. Senaryolar çalıştırdıktan sonra sonuçlar grafiklerle Result Browser penceresi ile şekil 5 ve şekil 6'da gsterilmifitir.



Şekil 5. Video Konferans trafiği için paket gecikmesi değişim grafiği

Result Browser penceresinde Video Konferans trafiği için paket gecikmesindeki değişim grafiği Şekil 5’de görölmektedir. 2. dakikadan itibaren paket gecikmesindeki değişim 3 senaryoda da belirgin bir şekilde farklılık göstermiştir. Özellikle addtrafik1000 adlı senaryo diğer senaryolardan paket değişimi olarak daha fazladır. Bunun nedeni ise bu senaryodaki bilgisayar sayısının diğerlerinden oldukça fazla olmasıdır.



Şekil 6. Video Konferans trafiği için noktadan noktaya paket gecikmesi değişim grafiği

Result browser penceresinde Video Konferans trafiği için noktadan noktaya paket gecikmesi değişim grafiği Şekil 6'da görüldüğü gibi 3 senaryoda da farklıdır ve özellikle de addtrafik500 ve addtrafik1000 senaryolarında bu değişimin daha fazladır. Yine bunun sebebinin senaryolarda bulunan bilgisayar sayısı ile alakalı olduğu söylenebilir.

Servis Kalitesi (QoS) bir kullanıcının ya da bir uygulamanın ağdan aldığı genel servis deneyimini tanımlamak için kullanılan geniş kapsamlı bir ifadedir. Tablo 1'de farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri verilmiştir (zen, Karlık ve Yılmaz, 2009, s.2).

Tablo 1. Farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri

Trafik eşidi	Bant Genişliği (kbps)	Max. Paket Kaybı (%)	Max. Gecikme (ms)	Max. Gecikme Değişimi (ms)
Video konferans	100	1	150	30
VoIP	12 - 106	1	150	30
Video	5 -10000	2	5000	duyarsız
Ses	32 – 320	2	5000	duyarsız
Veri	değişken	duyarlı	duyarsız	duyarsız

Tablo 1'de görüldüğü gibi 100 kbps bant genişliğinde kaliteli bir uygulama olabilmesi için max gecikme 150 ms veya 0.15 sn olmalı ve en fazla gecikme değişimi 30 ms olmalıdır. Şekil 5 ve Şekil 6'da görüldüğü gibi simülasyon sonuçlarından Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Kampüs Ağı 70 Mbps bir bağlantıya sahip olduğundan bir oranlama yapılırsa 100 kbps bir bağlantı için max gecikme değişimi 0.15 saniye ise 70 Mbps bir bağlantıda bu en fazla 105 saniye olması gerektiğinden, 200 bilgisayardan fazla bilgisayarın bağlanması durumunda servis kalitesinin sağlanamadığı söylenebilir. Bu yüzden Cumhuriyet niversitesi uzaktan eğitim yolu ile vereceği hizmette 200 kullanıcıdan fazla kullanıcıya izin vermemelidir. Bu 200 bilgisayar ağda bulunan bütün bilgisayarların e-mail ve http trafiği ürettiği bir durumda yapılan simülasyon sonucudur.

Sonuç ve Değerlendirme

Cumhuriyet niversitesi bilgisayar ağı olduğa büyük bir ağdır ve her geçen yıl bu ağa dhil olan bilgisayar sayısı artmaktadır. İlerleyen yıllarda uzaktan eğitim yolu ile birçok programın açılacağı ve bu programlardan birçok öğrencinin faydalanacağı tahmin edilmektedir. Bu programların mevcut ağ üzerinde nasıl bir performans ile çalışacağı ise gerçek sistemi tehlikeye atmadan, riske sokmadan benzetim yöntemi ile önceden tahmin edilebilir. Bu sayede de yapılacak olan bu eğitimlerde kişi sayısı bu tahmin sonuçlarına göre belirlenebilir ya da

eğitim verilecek kişi sayısına göre ağ üzerinde ne gibi değişiklikler yapılacağı yine bu simülasyon sonucuna göre belirlenebilir.

Bu çalışmada modellenmiş olan Cumhuriyet niversitesi bilgisayar ağının uzaktan eğitim uygulaması için 200, 500 ve 1000 adet bilgisayarın bağlanması durumunda gösterebileceği performans incelenmiştir. Yapılan simülasyon sonucunda Sivas Cumhuriyet niversitesi bilgisayar ağı uzaktan eğitim için 200 adet bilgisayar veya kullanıcıdan fazla sayıda bağlanması durumunda ağ gerekli kalitede hizmet veremeyeceği tahmininde bulunulmuştur. Yapılan simülasyon sonucuna göre eğer uzaktan eğitim uygulaması ağ üzerinde Http ve E-mail trafiği olmadığı zaman 200 adet ve üzeri sayıda bilgisayara gerekli kalitede hizmet sağlayabilmektedir. Ama ağ üzerinde hiçbir trafiğin olmadığı, sadece Video Konferans trafiğinin olduğu bir ortamı sağlamak yaklaşık 7000 adet bilgisayardan oluşan Cumhuriyet niversitesi bilgisayar ağı için oldukça zor bir iştir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, D. (2010), Bir Kurumsal Ağın ve Güvenlik Yapılarının Modellenmesi ve Analizi, Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alan, M. A. (1996), Yerel Alan Ağları (LAN) ve Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Aygın, A. K.; Mantar, H. A. (2008), TCP Tıkanıklık Kontrol Algoritmasının analizi ve İyileştirilmesi, Teknoloji. 11(4), 275-286.
- Bayılmış, C. (2009a), Modelleme ve simülasyon teorisi ve uygulamaları. 1 Kasım,2011 tarihinde [Http://web.sakarya.edu.tr/~cbayilmis/downloads/FBE/20.02.2009_FBE_Modelleme_Giris.pdf](http://web.sakarya.edu.tr/~cbayilmis/downloads/FBE/20.02.2009_FBE_Modelleme_Giris.pdf) adresinden alınmıştır.
- Bayılmış, C. (2009b), Opnet'e Giriş. 27 Kasım, 2011 tarihinde [Http://web.sakarya.edu.tr/~cbayilmis/downloads/FBE/20.02.2009_FBE_OPNET_Giris.pdf](http://web.sakarya.edu.tr/~cbayilmis/downloads/FBE/20.02.2009_FBE_OPNET_Giris.pdf) adresinden alınmıştır.
- Bayılmış, C.; Ertürk, G.; eken, C.; Bandırmalı, N. (2010), Dsr ve aodv manet yönlendirme protokollerinin başarım değerlendirmesi, Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi. 20 Ekim 2011 Tarihinde [Http://www.emo.org.tr/ekler/6b5b6924f7f8118_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6b5b6924f7f8118_ek.pdf) adresinden alınmıştır.
- Chang, X. (1999), Network Simlations With Opnet. 1999 Winter Simulation Conference. Singapore.
- akır, C.; Kaptan, H. (2009, September), VoIP Teknolojilerinde Opnet Tabanlı Güvenlik Uygulaması. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 3(2), 1-7.
- Çelebi, Y. (2008), Bilgisayar bilimlerine giriş (Basılmış der notu), 09.05.2012 tarihinde 193.140.150.111/imyo/bil2013/bilgisayar-aglari.pdf adresinden alınmıştır.

- Çubukçu, F. (1994), Novell Netware İşletim Sistemi(Tüm Uyarlamalar), İstanbul: Türkmen kitabevi.
- Develi, H. (2009), Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüs Ağının Opnet ile Modellenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü (2006), Bilgisayar ağları ders notları. 23 Ekim 2011 tarihinde [Http://www.gyte.edu.tr/dosya/104/ders/BIL472](http://www.gyte.edu.tr/dosya/104/ders/BIL472) adresinden alınmıştır.
- Tuğral, N. (2006), Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, A. N. (2008), Kuyruk Simülasyonu Modellerinin Eleştirisel Gözden Geçirilmesi ve Bir Banka şubesine Uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Zubairi J. A.; Zuber M. (2000, August). Suny Fredonia Campus Network Simulation and Performance Analysis Using OPNET. OPNETWORK2000. Washington DC.
- [Http://www.opnet.com](http://www.opnet.com) Opnet Technologies Online Documentation. Alıntı tarihi 15 Mayıs 2011.
- [Http://www.opnet.com](http://www.opnet.com) Opnet Technologies Online Documentation. Alıntı tarihi 15 Mayıs 2011.