



Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ BİLGİSAYAR AĞININ
MODELLENMESİ VE UZAKTAN EĞİTİM İÇİN PERFORMANS
ÖLÇÜMÜ**

Mesut BIYAN

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. M. Ali ALAN

Sivas
Ağustos, 2012

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ BİLGİSAYAR AĞININ
MODELLENMESİ VE UZAKTAN EĞİTİM İÇİN PERFORMANS
ÖLÇÜMÜ**

Mesut BIYAN

Cumhuriyet Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönelmeliğinin İşletme Anabilim Dalı Sayısal
Yöntemler Bilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Sivas
Ağustos,2012

KABUL VE ONAY

Mesut BIYAN'ın hazırlamış olduğu “Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağının Modellenmesi ve Uzaktan Eğitim İçin Performans Ölçümü” başlıklı bu çalışma, 11.07.2012 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, “İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı”nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Ziya Gökalp GÖKTOLGA (Başkan)

İmza

Yrd. Doç. Dr. M. Ali ALAN (Danışman)

İmza

Yrd. Doç. Dr. Hüdaverdi BİRCAN

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım./..../2012

TEŐEKKÖR

Bu çalıŐmanın hazırlanması sűrecinde yoĐun destek veren çok deĐerli hocam ve tez danıŐmanım Cumhuriyet Ŭniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakűltesi İŐletme Bűlűmű ŐĐretim Ŭyesi Yrd. Doç. Dr. M. Ali ALAN' a, Cumhuriyet Ŭniversitesi Bilgi İŐlem Daire BaŐkanı Elk. Műh. Murat BOZBIYIK'a, Teknik Birimler Koordinatűrű Uzman Ayhan ŐZDEMİR'e, Network Destek Grubu alıŐanları Yakup KILIÇ ve Bűnyamin ESKİCİ'ye ve benden yardımlarını, desteĐini, sabrını ve bilgisini esirgemeyen çok deĐerli aileme teŐekkűrű bir borç bilirim.

ÖZET

BIYAN, Mesut,. “Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağıının Modellenmesi ve Uzaktan Eğitim İçin Performans Ölçümü”, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2012.

Bu tez çalışmasında Cumhuriyet Üniversitesi kampüs ağı OPNET Modeller programı kullanılarak modellenmiştir. Modelleme yapılırken Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'nın 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasında tuttuğu DHCP Log dosyaları kullanılmıştır. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı, OPNET Modeller içerisinde bulunan modeller kullanılarak modellenmiş ve modeller arasındaki bağlantılar kurulmuştur. Modelleme sırasında, ağda trafik yaratmak için uygulama ve profil nesnelere kullanılmış ve Http, E-mail ve Video Konferans uygulaması eklenmiştir. Bu uygulamaların çalıştırılması ile de ağda Http, E-mail ve 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 Modeller, Uzaktan eğitim.

ABSTRACT

BIYAN, Mesut,. “Cumhuriyet University Computer Network Modeling and Performance Measures for Distance Education”, Master Thesis, Sivas, 2012.

In this thesis, 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, Http, E-mail and video conferencing application was added by using the application and profile objects. Http, E-mail and 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.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1
1. TEMEL AĞ KAVRAMLARI.....	4
1.1. BİLGİSAYAR AĞLARI.....	4
1.1.1. Yerel Alan Ağları.....	4
1.1.2. Şehir Alan Ağları (Metropolitan Area Networks-MAN)	5
1.1.3. Geniş Alan Ağları (Wide Area Networks-WAN).....	6
1.2. REFERANS MODELLERİ	7
1.2.1. OSI (Open Systems Interconnection) Referans Modeli	7
1.2.2. TCP/IP Referans Modeli.....	9
1.2.3. OSI ve TCP/IP Modellerinin Karşılaştırılması.....	11
1.3. AĞ BAĞLANTI CİHAZLARI	12
1.3.1. Ağ Kartları	12
1.3.2. Köprü (Bridge).....	13
1.3.3. Hub ve Switch (Anahtar veya akıllı Hub)	13
1.3.4. Yönlendirici (Router).....	14
1.3.5. Geçityolu (Gateway).....	15
1.3.6. Ağlarda Kullanılan Kablolar.....	15

1.3.6.1. Koaksiyel (Eş Eksenli) Kablo	15
1.3.6.2. Çift Bükümlü Kablo	16
1.3.6.2.1. UTP	16
1.3.6.2.2. STP	18
1.3.6.3. Fiber Optik Kablo	19
1.4. AĞ TEKNOLOJİLERİ.....	20
1.4.1. Ağ Tipleri.....	20
1.4.1.1. Noktadan Noktaya (Peer-to-Peer) Ağlar.....	20
1.4.1.2. İstemci/Sunucu Ağlar.....	20
1.4.2. Ağ Topolojileri	20
1.4.2.1. Lan Topolojileri	20
1.4.2.1.1. Ortak Yol (Bus) Topolojisi.....	21
1.4.2.1.2. Yıldız (Star) Topolojisi	21
1.4.2.1.3. Halka (Ring) Topolojisi.....	22
1.4.2.2. Wan Topolojileri	22
1.4.2.2.1. Ağaç (Tree) Topoloji.....	22
1.4.2.2.2. Örgü (Mesh) Topoloji.....	23
1.4.3. Haberleşme Servisleri	24
1.4.3.1. Ethernet Teknolojisi	24
1.4.3.1.1. IEEE 802.x Standardı	24
1.4.3.1.2. Ethernet İsimlendirme Kuralları.....	26
1.4.3.1.3. Metro Ethernet.....	26
1.4.3.2. Jetonlu Halka Teknolojisi	27
1.4.3.3. ATM Teknolojisi.....	28

1.4.3.4. FDDI (Fiber Distributed Data Interface) Teknolojisi	28
1.4.3.5 X.25 Teknolojisi.....	29
1.4.3.6. Frame Relay Teknolojisi	30
1.4.3.7. DSL (Digital Subscriber Line) Teknolojisi.....	31
1.4.3.7.1. ADSL (Asimetrik Sayısal Abone hattı).....	31
1.4.3.7.2. SDSL (Symmetric DSL)	32
1.4.3.7.3. HDSL (High Speed Symmetric DSL)	32
1.4.3.7.4. VDSL (Very High Speed DSL).....	32
1.4.3.8. Bulut Bilişim (Cloud Computing) Teknolojisi	33
2. MODELLEME VE SİMÜLASYON	34
2.1. GENEL TERİMLER	34
2.1.1. Sistem.....	34
2.1.1.1. Kesikli veya Ayrık Sistem (Discrete System)	34
2.1.1.2. Sürekli Sistem (Continuous System)	34
2.1.2. Model ve Modelleme	35
2.2. BAŞARIM ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	35
2.2.1. Fiziksel Model (Prototip veya Deney).....	37
2.2.2 Matematiksel Model	37
2.2.2.1. Matematiksel Modelleme Örnekleri	38
2.2.2.1.1. Trafik problemi.....	38
2.2.2.1.2. Banka Hırsızları.....	38
2.2.2.1.3. Hava Alanı Dizaynı	38
2.2.2.1.4. Merdiven	39
2.2.2.1.5. Temizlik.....	39

2.2.2.1.6. Sel Baskını Problemi	39
2.2.2.1.7. Ne Kadar Eder?	39
2.2.2.1.8. Tabiat ve Matematik.....	40
2.2.2.1.9. Seçim	40
2.2.2.1.10. Gökdelenler	40
2.2.2.1.11. Matematiksel Modelleme ile Kumarhane Örneği	41
2.2.2.2. Matematiksel Modelleme Çözüm Teknikleri.....	45
2.2.2.2.1. Analitik (Kesin) Çözüm	45
2.2.2.2.1.1. Kuyruklama Teorisi	46
2.2.2.2.2 Algoritmalar	48
2.2.2.2.3. Sezgisel.....	48
2.2.2.2.4. Benzetim (Simülasyon)	49
2.2.2.2.4.1. Benzetim Modelleri.....	49
2.2.2.2.4.2. Benzetim Yönteminin Faydaları	51
2.2.2.2.4.3. Benzetim Yönteminin Olumsuzlukları	51
2.2.2.2.4.4. Benzetim Araçları	51
2.3. OPNET MODELER.....	52
2.3.1. Opnet Modeler 14 Educational Versiyon ve Academic Edition	58
2.3.2. Opnet Editörleri	62
2.3.2.1. Proje Editörü	64
2.3.2.2. Düğün (Node) Model Editörü	65
2.3.2.3. Proses (Process) Model Editörü	66
2.3.2.4. Bağlantı (Link) Model Editörü.....	67
2.3.2.5. Paket Biçim (Packet Format) Model Editörü.....	68

3. UYGULAMA VE SONUÇLAR	70
3.1. CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS AĞI	70
3.1.1. Cumhuriyet Üniversitesi Ağı Bilgisayar Sayısının Bulunması	71
3.1.2. Cumhuriyet Üniversitesi Ağda Bulunan Cihazlar	72
3.2. OPNET MODELER İLE AĞIN MODELLENMESİ	72
3.3. AĞ ÜZERİNDEKİ TRAFİĞİN MODELLENMESİ.....	74
3.4. MODELLENMİŞ OLAN AĞIN UZAKTAN EĞİTİM İÇİN TEST EDİLMESİ	85
3.5. BULGULAR	96
4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	113
KAYNAKÇA.....	115

KISALTMALAR DİZİNİ

- ATM:** Eşzamansız Aktarım Modu
- CSMA/CD:** Çarpışma Algılayıcıyla Taşıyıcı Dinleyen Çoklu Erişim
- DHCP:** Dynamic Host Configuration Protokol
- DSL:** Dijital Abone Hattı
- FDDI:** Fiber Distrubuted Data İnterface
- GBPS:** Saniyede Akan Giga Bit Sayısı
- HTTP:** Hiper Metin Transfer Protokolü
- IOS:** Router Ve Switchlerin Yönetilmesinde Kullanılan İşletim Sistemi
- ISO:** Uluslararası Standartlık Örgütü
- LAN:** Yerel Alan Ağı
- MBPS:** Saniyede Akan Mega Bit Sayısı
- MAC:** Ortam Erişim Yöntemi, 48 Bitlik Eşsiz Donanım Kimliği
- MAN:** Şehir Alan Ağı
- MAU:** Token Ring'de Ortam Erişim Birimi Anlamına Gelen Merkezi Birim
- OSI:** Bilgisayar Ağları İçin Referans Model
- PC:** Kişisel Bilgisayar
- STP:** Korumalı Çift Bükümlü Kablo
- UTP:** Korumasız Çift Bükümlü Kablo
- VLAN:** Sanal Yerel Alan Ağı
- QoS:** Servis Kalitesi
- WAN:** Geniş Alan Ağı

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. 802.x ailesi protokolleri	5
Tablo 2. Ethernet kablo ve bağlantı türleri	26
Tablo 3. Ağ simülasyon yazılımları (Bayılmış, 2009a:26).	53
Tablo 4. OPNET Modeller Editörleri ve Görevleri	62
Tablo 5. Farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri	109

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Bir yerel alan ağı.....	4
Şekil 2. Man (webune.com).....	6
Şekil 3. Wan (bluelinesynergy.com).....	6
Şekil 4. OSI Referans Modeli	7
Şekil 5. OSI ve TCP/IP Referans Modeli	10
Şekil 6. TCP/IP Katmanları (Oktuğ, 2011:6).	10
Şekil 7. Ağ kartı	12
Şekil 8. Körü cihazı.....	13
Şekil 9. Hub ve switch üzerinde ki trafik akışı	14
Şekil 10. Yönlendirici	14
Şekil 11. Geçit yolu	15
Şekil 12. Koaksiyel kablonun yapısı.....	16
Şekil 13. UTP kablo yapısı	17
Şekil 14. Stp kablo yapısı	18
Şekil 15. Fiber optik kablo.....	19
Şekil 16. Ortak Yol topolojisi	21
Şekil 17. Yıldız topolojisi	21
Şekil 18. Halka topolojisi.....	22
Şekil 19. Ağaç (Tree) Topolojisi	23
Şekil 20. Örgü (mesh) topolojisi.....	23
Şekil 21. Bob Metcalfe'nin çizmiş olduğu ilk Ethernet şekli	25
Şekil 22. Atm teknolojisi	28
Şekil 23. FDDI teknolojisi	29
Şekil 24. X.25 Teknolojisi	30
Şekil 25. Frame Relay teknolojisi.....	31
Şekil 26. Adsl Uygulaması	32
Şekil 27. Bulut bilişim	33
Şekil 28. Kesikli sistem (Yavuz, 2007:48).	34

Şekil 29. Sürekli sistem	35
Şekil 30. Başarım analiz yöntemleri (Bayılmış, 2009a:8)	36
Şekil 31. SUNY Fredonia Üniversitesindeki bir bilgisayar laboratuvar ağının modellemesi (Zubairi ve Zuber, 2000).....	54
Şekil 32. SUNY Fredonia Üniversitesinin modellenen kampüs ağı (Zubairi ve Zuber, 2000).	56
Şekil 33. OPNET Modeler Programı	58
Şekil 34. OPNET Modeler Nesne Paleti.....	61
Şekil 35. Nesne paletindeki uygulama, profil ve görev ayarları nesneleri	61
Şekil 36. Uygulama ayarları nesnesi ile tanımlanabilen ağ uygulamaları	62
Şekil 37. Project editör uygulama alanı.	64
Şekil 38. Node editör uygulama alanı.	65
Şekil 39. Proses editör uygulama alanı.	66
Şekil 40. Opnet hiyerarşik modelleme yapısı.	67
Şekil 41. Link Model Editör uygulama alanı.....	68
Şekil 42. Paket Format Editör uygulama alanı.	69
Şekil 43. DHCP log dosyalarından biri.	71
Şekil 44. Opnet ile fakültelerin subnet aracı ile kurulması ve her subnetin içeriği.	73
Şekil 45. Opnet Modeler ile Modellenmiş Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağı.	74
Şekil 46. Application config nesnesinin ayarlanması.	76
Şekil 47. Campus profilinin oluşturulması.	77
Şekil 48. Campus profilinde çalıştırılacak uygulamalar.	78
Şekil 49. Serverların supporting services özelliğinin ayarlanması.	79
Şekil 50. Video Conferance uygulamsı için videocon profili yapılandırması.	80
Şekil 51. Uzaktanegitimsunucu serverına videocon profilinin uygulanması.....	81
Şekil 52. Oluşturulmuş olan senaryolar.	82
Şekil 53. Herbir fakültede bulunan bilgisayarlara profillerin yüklenmesi.....	83
Şekil 54. Güvenlik kameraları için trafik yüklenmesi.	84
Şekil 55. Uzaktan eğitim için internet üzerinden bilgisayarların bağlanması.	86

Şekil 56. Uzaktan eğitim için bilgisayar sayısının belirlenmesi.	87
Şekil 57. Uzaktan eğitim hizmetini alacak hedef bilgisayarların belirlenmesi.....	88
Şekil 58. Hedef bilgisayarların uygulamayı desteklemesini sağlamak.....	89
Şekil 59. İstatistiklerin seçilmesi.	90
Şekil 60. Simülasyon ayarları penceresi.	91
Şekil 61. Senaryolar arasında geçişin sağlanması.....	92
Şekil 62. Modelin 500 bilgisayar ile uzaktan eğitim için çalıştırılması.....	93
Şekil 63. Yeni eklenen bilgisayarların uzaktan eğitim sunucusuna tanıtılması.....	94
Şekil 64. 1000 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için modellenmesi.....	95
Şekil 65. 1000 adet bilgisayarın uzaktan eğitim sunucusuna tanıtılması.....	96
Şekil 66. Manage scenarios penceresi ayarları	97
Şekil 67. Simülasyonun 7. Dakikadan sonra bellek hatası vermesi.....	98
Şekil 68. E-mail uygulaması için dosya indirme için cevap verme zamanı grafiği.....	99
Şekil 69. E-mail trafiği için alınan trafiğin byte olarak gösterilmesi.....	100
Şekil 70. E-mail trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği	101
Şekil 71. E-mail trafiği için yükleme cevap zamanı grafiği	102
Şekil 72. Http trafiği için nesne cevap zamanı grafiği.....	103
Şekil 73. Http trafiği için sayfa yanıt zamanı grafiği.....	104
Şekil 74. Http trafiği için alınan trafiğin byte olarak grafiği	105
Şekil 75. Http trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği.....	106
Şekil 76. Video Konferans trafiği için paket gecikmesi değişim grafiği.....	107
Şekil 77. Video Konferans trafiği için noktadan noktaya paket gecikmesi değişim grafiği	108
Şekil 78. Cu adlı senaryo için Video Konferans grafiği	110
Şekil 79. Video Konferans trafiği için alınan trafiğin byte olarak grafiği	111
Şekil 80. Video Konferans trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği.....	112

GİRİŞ

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 gerçekleştirilmiş 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 gerçek sistemin 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, gerçek 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).

Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından İKT 085 proje numarası ile desteklenen bu tez 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 tahmini olarak ölçülmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde bilgisayar ağlarının yapıları, kullanılan teknolojiler ve standartlar anlatılmıştır.

İkinci bölümde modelleme ve simülasyon yöntemi anlatılmıştır. Bilgisayar ağları üzerinde denemeler yapmak ve tahminlerde bulunabilmek için modelleme ve simülasyon yönteminin tercih nedenleri anlatılmıştır. Bilgisayar ağlarının hangi programlar ile modellendiği açıklanmıştır. şu anda en çok kullanılan modelleme ve simülasyon programı olan Opnet Modeler programı anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağının Opnet ile modellenmesi ve trafiğin aktarılması şekillerle açıklanarak gösterilmiştir. Modelleme işlemi yapılırken Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan alınan 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasındaki DHCP Log kayıtları kullanılmış ve böylece gerçek sistemin aynı modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modele uzaktan eğitim uygulaması için değişen sayıda bilgisayarın internet üzerinden bağlanması senaryosu çalıştırılarak ağın performansı ölçülmüştür. Yapılan simülasyon sonuçları grafiklerle gösterilmiştir.

Dördüncü bölümde bu yöntem ile kullanılarak yapılan modelleme uygulaması ve simülasyondan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. TEMEL AĞ KAVRAMLARI

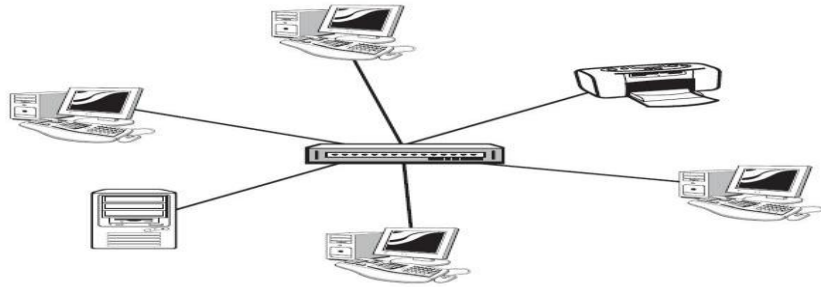
1.1. BİLGİSAYAR AĞLARI

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 yapıda olabilir (Çubukcu, 1994:12).

1.1.1. Yerel Alan Ağları

Yerel alan ağları (LAN'lar) yakın mesafede bulunan bilgisayarların birbirleri ile ilgili işlerde veri alış verişi ve CPU, disk gibi kaynaklarının ve yazıcı, tarayıcı gibi cihazların paylaşılabilmesi amacı ile geliştirilmiştir. Yerel alan ağını oluşturan bilgisayarlar birbirine yakın mesafededirler. Günümüzde daha çok ucuzluğu, kurulum kolaylığı, değişik hızlarda uygulama çeşitliliği olması ve bu teknolojiyi destekleyen ürünlerin çok olması sebebi ile Ethernet teknolojisi kullanılmakla birlikte Jetonlu halka (Token Ring), Jetonlu Yol(Token Bus), ATM ve FDDI yerel alan ağlarında kullanılan teknolojilerdir (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:26).

LAN uygulamasında kullanılan kablo biçimi çok önemlidir ve kurulacak olan ağda UTP, STP, koaksiyel bakır kablo ve fiber optik kablo kullanılabilir. Bakır kablolar hub gibi cihazlara kullanıcı bilgisayarların bağlanması için, fiber optik kablo ise yüksek hız ve uzun mesafe gerektiren bağlantılarda kullanılır (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006).



Şekil 1. Bir yerel alan ağı

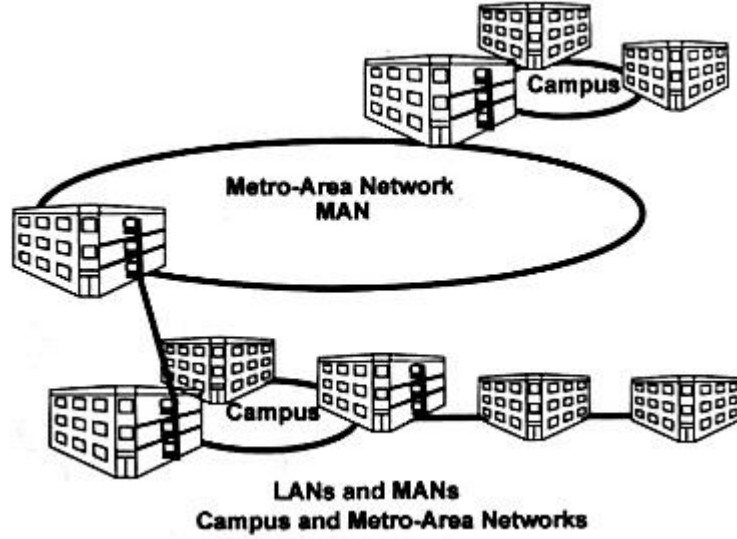
Ethernet'in uluslararası alanda kabul görmesi ve her firmanın standart bir yapıda üretebilmesi için IEEE 802.3 adı ile duyurulan bir çalışma içerisine girmiştir (Özçelik, 2007:1). Bu teknoloji standardında her tanımlamaya 802.X' benzeri bir numara verilmiştir. Örneğin Ethernet teknolojisinin numarası 802.3 tür.

Tablo 1. 802.x ailesi protokolleri

<u>Protokol Adı</u>	<u>Açıklama</u>
802.1	Ağlar ve sistem yönetimi hakkında genel tanımlamalar.
802.2	LLC(Logical Link Control) alt katman tanımlar.
802.3	Ethernet- CSMA/CD yol erişim yöntemi.
802.3u	100Base-T
802.3z	Gigabit ethernet
802.4	Jetonlu Yol (Token Bus) tanımlaması
802.5	Jetonlu Halka (Token Ring) tanımlaması
802.13	100VG-anyLAN
802.xx

1.1.2. Şehir Alan Ağları (Metropolitan Area Networks-MAN)

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).



Şekil 2. Man (webune.com).

1.1.3. Geniş Alan Ağları (Wide Area Networks-WAN)

Geniş alan ağları aralarındaki mesafe LAN olarak bağlanamayacak kadar uzaktır. Bir ülkenin bir kısmını, tamamını, birkaç ülkeyi hatta tüm dünyayı kapsayabilir. Router denilen ağ cihazları ile bu LAN'lar birbirlerine bağlanarak geniş alan ağları WAN'ları oluştururlar (telekom.com.tr). İnternet en büyük geniş alan ağıdır.



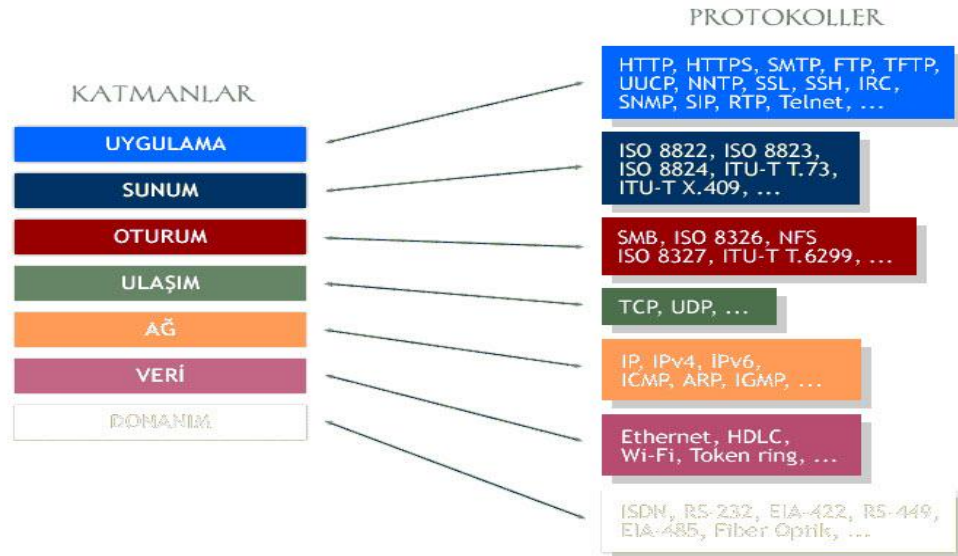
Şekil 3. Wan (bluelinesynergy.com).

1.2. REFERANS MODELLERİ

1.2.1. OSI (Open Systems Interconnection) Referans Modeli

OSI, farklı üreticiler tarafından geliştirilen network bileşenlerinin bir arada uyumlu bir şekilde çalışabilmelerini sağlayan kurallar topluluğudur. Bu modelde ağ üzerinde yapılacak olan veri haberleşmesi için yapılması gereken işlemler birbirinden bağımsız olan katmanlara ayrılmış ve her katmana ait kurallar tanımlanmıştır (Tiryaki, 2001:3).

OSI standardı ISO (International Standards Organization) tarafından 1979 yılında yayınlandı. Genel amacı ağda bulunan bir cihazın iletişim sürecini çok katmanlı bir yapı olarak tanımlamaktır. Bu referans modelinde bir uç düğümde her biri farklı işlevlere sahip 7 katman tanımlıdır. Uç bilgisayarlarda bu katmanların tamamı bulunurken, bilgisayar ağlarında bulunan ara düğüm cihazlarda daha az sayıda katman bulunabilmektedir. Örneğin bilgisayar ağlarında kullanılan ara cihazlarda tekrarlayıcı yalnızca 1. katmana, köprü (bridge) ve anahtar (switch) cihazları 1. ve 2. katmanlara, yönlendirici (router) ise ilk 3 katmana ait işlevlere sahiptir (Tiryaki, 2001:4).



Şekil 4. OSI Referans Modeli

OSI referans modeli bir ağ uygulaması değildir. OSI iletişimde yapılması gerekenleri farklı sayıda katmanlara bölmüş ve her katmanın görevini tanımlamıştır. Bu model bir gemi ya da ev projesine benzetilebilir. Nasıl ki bir ev planını alıp farklı evler yapılabilirse OSI modeli de böyledir. OSI modeli de gerçekleştiren firmadan firmaya farklılık gösterebilir ama genel kurallar ve standartlar bellidir (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:59).

1. Fiziksel Katman: Bu katmanda tanımlanan standartlar taşınan verinin içeriğiyle ilgilenmezler. Daha çok işaretin şekli, fiziksel katmanda kullanılacak konektör türü, kablo türü gibi elektriksel ve mekanik özelliklerle ilgilenir. Veri birimi bittir. Veri bu katmanda yorumlanmaz sıradan bir bit dizisi gibi görülür. Hub ve tekrarlayıcı (repeater) cihazları 1.katmanda çalışan cihazlardır verinin içeriğine bakmaz kendisine gelen veriyi iletirler (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:62).

2. Veri Bağlantı Katmanı: Hat kavramı artık oluşmaya başlamıştır bu katmanla birlikte. Veri bu katmanda çerçeve adı verilen blok haline dönüştürülür. Hattın iki ucunda bulunan birimlerin aynı hızda çalışması ve hat üzerinde veri aktarılırken hata olması durumunda bu hatanın sezilmesi de bu katmanın görevidir (Okтуğ, 2011:3).

Ayrıca switch (anahtar) 2.katmanda çalışan bir cihazdır. Çünkü 2. katmanda tanımlı MAC adreslerini algılayabilirler ve bir porttan gelen veri paketini (yine elektrik sinyalleri halinde) sadece gerekli olan porta (o porttaki makinanın MAC adresini bildiği için) yollayabilirler.

3.Ağ Katmanı: Bu katmanda iletilen veri blokları paket olarak adlandırılır. Bu katman, veri paketlerinin ağ adreslerini kullanarak bu paketleri uygun ağlara yönlendirme işini yapar. Bağlantıyı sağlar ve ulaşılmak istenen bilgisayara gidilen yolu bulur. Yönlendirme protokolleri de bu katmanda çalışır. Yönlendiriciler (Router) bu katmanda tanımlıdır. Örnek; IP ve IPX (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:61).

4. Taşıma Katmanı: Bu katman gelen verinin doğruluğunu kontrol eder. Bilginin iletilmesi esnasında oluşan hataları yakalar ve düzeltir. Eğer iletilecek veri çerçevenin boyutundan büyük ise bu veri taşıma katmanında küçük parçalara ayrılır ve bu parçaların her birine sıra numarası verilir. Taşıma katmanının oluşturduğu bilgi bloklarına Segment adı verilir. Örnek; TCP, UDP (User Datagram Protocol), SPX (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:61).

5. Oturum Katmanı: Oturumun kurulması, yönetilmesi ve sonlandırılmasını sağlar. Haberleşmenin organize ve senkronize edilmesini sağlar. Tek yönlü (Simplex), Yarı çift yönlü, (Half-Duplex) ve Çift yönlü (Full-Duplex) olmak üzere 3 farklı iletişim türü vardır (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:61).

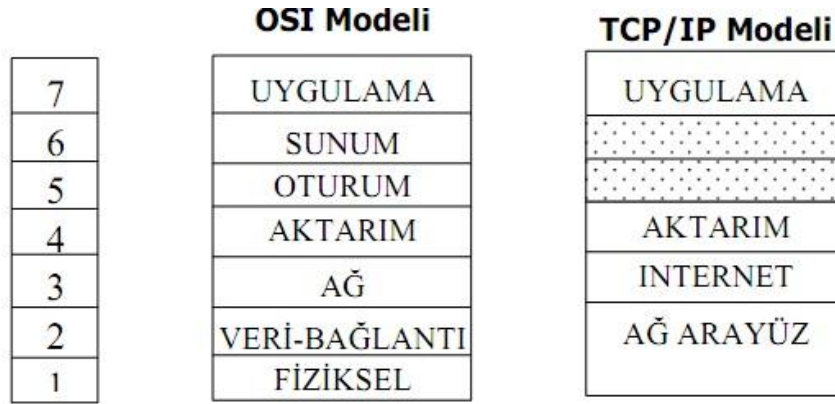
6. Sunuş Katmanı: Bu katmana gelen veriler bilgi haline dönüşür. Bu katman, verileri uygulama katmanına sunarken veri üzerinde kodlama ve dönüştürme işlemlerini yapar. Veriyi sıkıştırma/açma, şifreleme/şifre çözme, EBCDIC'den ASCII'ye veya tam tersi yönde bir dönüşüm işlemlerini de yerine getirir. Bu katmanda tanımlanan bazı standartlar; PICT ,TIFF ,JPEG ,MIDI ,MPEG, ASCII (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:61).

7. Uygulama Katmanı: Kullanıcı tarafından çalıştırılan tüm uygulamalar burada tanımlıdır. Örneğin Http, WWW, FTP, SMTP – E-mail (Simple Mail Transfer Protocol) (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:61).

1.2.2. TCP/IP Referans Modeli

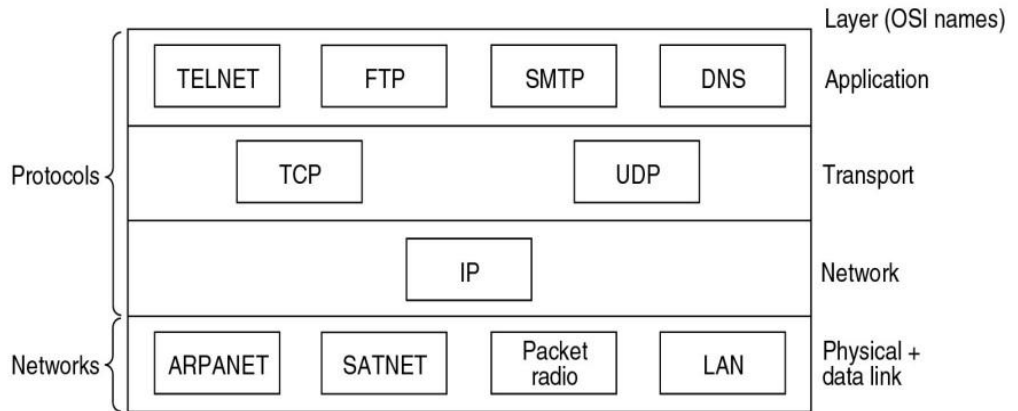
TCP/IP internette veri transferi için kullanılan iki protokolü temsil eder. Bunlar Transmission Control Protokol (TCP) ve Internet Protokol (IP) dür. Bu protokoller de daha geniş olan TCP/IP protokol grubuna aittir. Bu modelin temelini ABD Savunma Bölümü tarafından desteklenerek geliştirilen ARPANET oluşturur. Bu modelde ISO modelinde bulunmayan internet katmanı eklenmiş ve bazı katmanlar birleştirilmiş böylece katman sayısı dörde düşürülmüştür (Çelebi, 2008:18).

TCP/IP, bilgisayarların birbirleriyle konuşması için gerekli olan kurallar bütünüdür. TCP/IP, insanların birbirleriyle iletişim kurabilmesi için kullanması gerektiği "dilbilgisi" kurallarına benzetilebilir. İşte TCP/IP'de buna benzer şekilde çalışır. Birbirine bağlı olan cihazlar bu kurallar topluluğu sayesinde, iletişimde bulunabilir ve veri aktarabilirler.



Şekil 5. OSI ve TCP/IP Referans Modeli

TCP/IP katmanlardan oluşan bir protokoller kümesidir. Şekil 4' de bu katmanlar gösterilmiştir (Oktuğ, 2011:6).



Şekil 6. TCP/IP Katmanları (Oktuğ, 2011:6).

İnternetin atası olarak görülen ARPANET, TCP/IP ile doğmuştur. İnternet kullanımdaki büyük artış ile birlikte TCP/IP, OSI üzerinde büyük bir üstünlük kurmuştur (yildiz.edu.tr).

1. Uygulama Katmanı: En üst katmandır. OSI Referans Modelinin Application, Presentation ve Session katmanlarını kapsar. HTTP, Telnet, FTP, TFTP, SNMP, DNS, SMTP, Windows, diğer uygulama protokolleri (yildiz.edu.tr).

2. Taşıma katmanı: Ağda bir uçtan diğer uca veri akışını sağlar(yildiz.edu.tr). Veri taşınırken kullanılan bağlantının hizmet düzeyini ve durumunu tanımlar. TCP, UDP, RTP.

3. İnternet Katmanı: Verileri IP veri birimleri olarak paketler. Bu paketler, veri birimlerini ana bilgisayarlar ve ağlar arasında iletmek için kullanılan kaynak ve hedef bilgilerini içerir. IP veri birimlerinin yönlendirilmesini gerçekleştirir. IP, ICMP, ARP, RARP (yildiz.edu.tr).

4. Ağ Arabirim Katmanı: Koaksiyel kablo, optik fiber veya çift bükümlü bakır kablo gibi bir ağ ortamıyla doğrudan arabirim oluşturan donanım aygıtları tarafından bitlerin elektriksel olarak nasıl işaret haline getirileceği de dahil olmak üzere verilerin fiziksel olarak ağ içinden nasıl gönderileceğini belirtir. Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, Frame Relay, RS-232, v.35 (yildiz.edu.tr).

1.2.3. OSI ve TCP/IP Modellerinin Karşılaştırılması

OSI ve TCP/IP modellerinin benzerlikleri (yildiz.edu.tr);

- Her ikisi de katmanlı yapıdadırlar.
- Farklı işlevlere sahip olmalarına rağmen her ikisinin de uygulama katmanı vardır.

- Benzer iletim ve ağ katmanlarına sahiptirler.
- Devre anahtarlamalı değil paket anahtarlamalı teknoloji kullanılır.
- Ağ profesyonelleri her iki modeli de bilmek zorundadırlar.

OSI ve TCP/IP modellerinin farklılıkları (yildiz.edu.tr);

- TCP/IP sunum ve oturum katmanlarını uygulama katmanında birleştirmiştir.

- TCP/IP OSI'nin veri hattı ve fiziksel katmanlarını tek bir katmanda birleştirmiştir.
- TCP/IP daha az katmanı olduğu için daha kolay görülür.
- TCP/IP iletim katmanı UDP kullandığı için veri güvenliği OSI' deki kadar sağlam değildir.

Özetle OSI bir referans modeldir, TCP/IP ise bu referans modelin bir uygulamasıdır. TCP/IP iki bilgisayarın haberleşmesini sağlayan kurallar bütünüdür.

1.3. AĞ BAĞLANTI CİHAZLARI

Bilgisayar ağlarını oluşturmak için gerekli olan aktif veya pasif cihazlardır. Ağda bulunan bilgisayar ve diğer aygıtlar bu cihazlar aracılığı ile birbirine bağlanırlar. Kullanılan teknoloji ve bağlantı türüne göre değişik ağ bağlantı cihazları bulunmaktadır (Tiryaki, 2001:6).

1.3.1. Ağ Kartları

Ağ kartı, bilgisayarın İnternet'e bağlanabilmesini sağlayan donanımdır. LAN içerisinde bulunan sistemleri ağa bağlamak için kullanılır. Bu yüzden kullanılan her teknolojiye göre farklı ağ kartları vardır.

Ağ kartları bilgisayarın ağ üzerindeki kimliğini de temsil eder. Ağ kartları OSI referans modelinin 2. Katmanında görev yapar. Bir paketin hedefe ulaştırılmasında 48 bit uzunluğunda olan MAC (Media Access Control) adresini kullanır. Her ağ kartı benzersiz olan bir mac adresine sahiptir (Çelebi, 2008:10).



Şekil 7. Ağ kartı

1.3.2. Köprü (Bridge)

Köprüler; bağımsız çalışma gruplarını birbirine bağlamak için kullanılır. Köprüler, hangi veri paketlerini kabul edip hangilerini edemeyeceklerine karar vermek için Ethernet adreslerini kullanır. Köprü türü cihazlar, genel olarak benzer teknolojiye sahip LAN'ları birbirine bağlamak için kullanılır. Ağlar benzer veya farklı topolojilerde olabilir. Bağlantı sonucu LAN'lar mantıksal açıdan yine tek bir LAN gibi olur. Köprüler OSI standardında veri iletim (data link) katmanında çalışır. Dolayısıyla verinin adres kısmına bakıp ona göre davranır; veri paketi içindeki alıcı adresi karşı tarafa ait değilse, paketi boşuna karşıya geçirip oranın trafiğini arttırmaz. Köprüler, adreslerin hangi ağa ait olduğunu içeren bilgileri tutar (Çelebi, 2008:27).



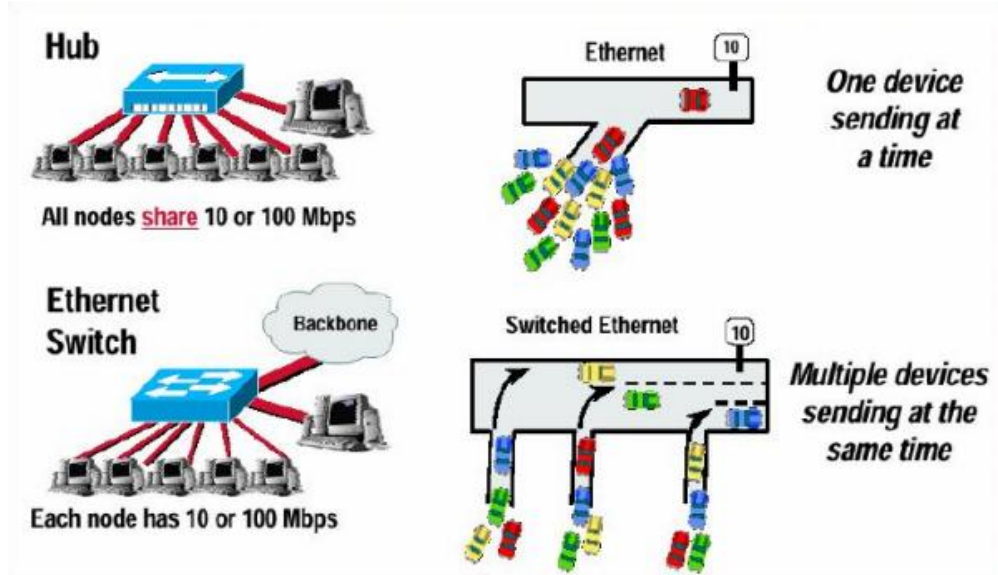
Şekil 8. Köprü cihazı

1.3.3. Hub ve Switch (Anahtar veya akıllı Hub)

Hub, ağ elemanlarını birbirine bağlayan çok portlu bir bağdaştırıcıdır. En basit ağ elemanıdır. Yıldız topoloji ağlarda merkezi birim ünitesi olarak kullanılır. Hub kendisine gelen bilgiyi gitmesi gerektiği yere değil, portlarına bağlı bütün bilgisayarlara yollar. Bilgisayar gelen bilgiyi analiz ederek kendisine gelmişse kabul eder. Hublar 4,8,12,16,24 portlu olarak üretilirler. Hub'a UTP kablo ile bağlanılır ve her bir bağlantı 100 metreden daha uzun olamaz (Çelebi, 2008:23).

Switch, paketleri süzerek çalışır. Switch içerisindeki yazılım paketin hedef adresine bakar ve doğrudan bilgisayarın anahtardaki bağlantı noktasına aktarır. Switch'ler kendisine bağlı olan tüm ağ birimlerinin mac adreslerini kaydeder ve veri

paketini sadece iki bilgisayar arasında yönlendirir. Böylece ağ üzerinde trafik hızlı bir şekilde akar (Soy, 2009:24).



Şekil 9. Hub ve switch üzerinde ki trafik akışı

1.3.4. Yönlendirici (Router)

Yönlendiriciler (routers), ağlar arası haberleşmenin yapılabilmesi için ara bağlantıyı sağlar. Yönlendiricileri basit bir ağ cihazı değildir çünkü bu cihazların işlemcisi, eeprom tipinde hafızası ve üzerinde IOS (Internetworking Operating System) adında özel bir işletim sistemi bulunur. Köprü ağ topolojisine göre ağları bağlarken, yönlendirici iletişim kurallarına göre ağların bağlanmasını sağlar. Yönlendiriciler OSI'nın 3. katmanı olan ağ katmanında görev yapar (Soy, 2009:28).



Şekil 10. Yönlendirici

1.3.5. Geçityolu (Gateway)

Geçit yolları farklı iletişim kurallarını (protokolleri) kullanan değişik türde olan ağları birbirine bağlayan gelişmiş yönlendirici cihazlardır. Yönlendiriciler aynı protokoller arasında iletişim kurarken ağ geçitleri farklı protokoller arasında iletişim kurar. Farklı protokoller arasında dönüşüm yapılması gerektiğinde kullanılan ağ geçitleri OSI'nın dördüncü ve yedinci katmanları arasında tüm katmanlarda işlem yapmaktadır (Soy, 2009:29).



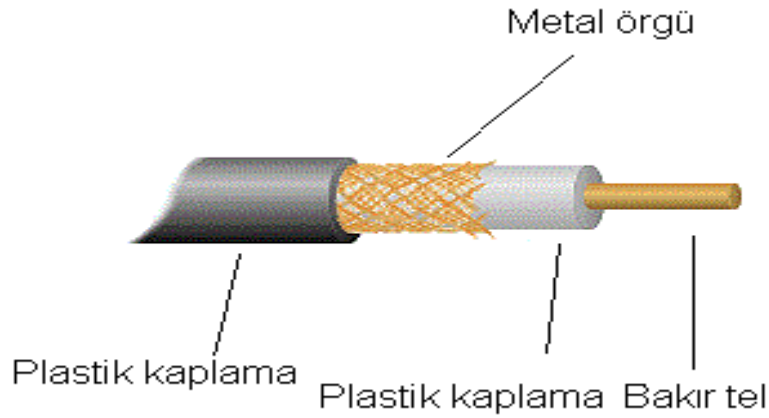
Şekil 11. Geçit yolu

1.3.6. Ağlarda Kullanılan Kablolar

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. Bu sinyal zayıflamasını önlemek amacıyla tekrarlayıcılar (repeater) kullanılır. Günümüzde kablosuz ağ kullanımı da oldukça yaygınlaşmıştır.

1.3.6.1. Koaksiyel (Eş Eksenli) Kablo

Koaksiyel kablo, merkezinde iletken bir kablo, dışı doğru yalıtkan iç tabaka, tel zırh ve yalıtkan dış tabakadan meydana gelir. Kabaca merkezde bir iletken ve onun dışında bir korumadan oluşan silindirik bir yapıdır. Ortak yol topolojide kullanılır.



Şekil 12. Koaksiyel kablonun yapısı

Kablo yapısında bulunan koruma ile sinyalleri dışarıdan gelen etkilerden korur. Elektromanyetik kirliliğin yoğun olduğu ortamlarda düşük güçte sinyalleri iletmek için geliştirilmiş bir kablodur. Ethernet ağlarında, kablolu tv altyapısında, ses ve video iletimi gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bilgisayar ağlarında kullanılan çeşitleri RG-8 ve RG-58'dir (MEGEP, 2007:44).

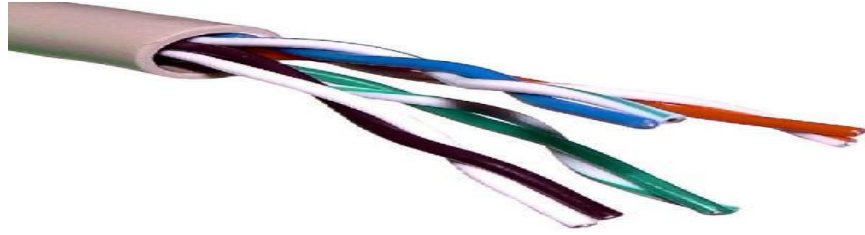
1.3.6.2. Çift Bükümlü Kablo

Bükümlü çift kablo (twisted pair cable) telefon kablosuna benzeyen, benzer renkteki tellerin birbirine çiftler halinde dolanması ile oluşturulmuş kablo çeşididir. İki farklı çeşidi bulunur.

1.3.6.2.1. UTP

Korumasız çift bükümlü (UTP - Unshielded Twisted Pair) kablo olarak Türkçe'ye çevrilebilir. Günümüzde en çok kullanılan kablo çeşitlerinden biridir. Telefon kablolarına benzer. Bükümlü yapısı sayesinde elektrik sinyallerinin birbirleri üzerindeki etkilerini nötrleştirir. UTP, ARCnet, Token Ring ve Ethernet ağlarında kullanılmaktadır. Çiftler halinde birbirine dolanmış 8 kablo ve bir naylon ipten meydana gelir. Dış etkilerden korumak için plastik bir kaplaması bulunur. Naylon ip plastik kaplamanın kolayca yırtulmasını sağlamak amacıyla bulunmaktadır. Şekil 13'te

görüldüğü gibi 4 ana renk ve bu renklerin beyaz çizgilerinden oluşur (MEGEP, 2007:46).



Şekil 13. UTP kablo yapısı

UTP kablolar dış görünüşleri bakımından birbirlerine çok benzerler. Ancak bu kablolar belirli özelliklere göre kategorilere ayrılmıştır ve her UTP kablonun üzerinde hangi kategoride oldukları belirtilir. CAT (category) kategori anlamına gelmektedir. Piyasada şu anda en çok CAT5 ve CAT6 kablo türleri kullanılmaktadır. Aşağıdaki kategorilerden farklı olarak CAT7 kategorisi de yeni geliştirilmektedir. Bu kablo diğerlerinden farklı olarak RJ-45 değil, yeni bir konnektör kullanacaktır (MEGEP, 2007:46).

Cat 1: Kullanım alanı telefon iletişimi ve zil teli gibi zayıf akım sistemleri

Cat 2: 4 Mbit/s hızında işlev görecektir network sistemlerinde kullanılır.

Cat 3: T568-B standardında sonlandırılır. 16 MHz lik bir frekans geçişi sağlayabilir. Saniye de 10 Mbit lik bir veri gönderebilir. Günümüzde Cat 1 in yerini almıştır ve IP telefon olmayan hatlarda telefon kablosu olarak kullanılır.

Cat 4: 20 MHz'lik bir frekans geçişine elverişlidir. saniyede 16 Mbit lik veri taşır.

Cat 5: Günümüzde en çok kullanılan UTP kablo türüdür. 100 MHz lik bir frekans geçişine elverişlidir. Saniyede 100 Mbit lik veri taşır. 1000BASE-T gigabit ethernet sistemlerinde tercih edilir. 90 m üzerinde kullanılması tavsiye edilmez.

Cat 5e: Cat 5'e göre daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür. 110 m 'ye kadar kullanılabilir. Strandet ve sert damarlı olmak üzere 2 türü vardır. Strandet kablo daha

çok patch kablo yapımında tercih edilir. Yapısı yumuşak olduğu için uzun metrajlı kablolamalarda bükülme ve kıvrılma özelliğinden dolayı kullanılmaz.

Cat 6: 250 MHz lık bir frekans geçişine elverişlidir. Günümüzde cat5 ve cat5 e nin yerini almaktadır. Saniyede 1 gb lik bir veri taşıma özelliğine sahiptir.

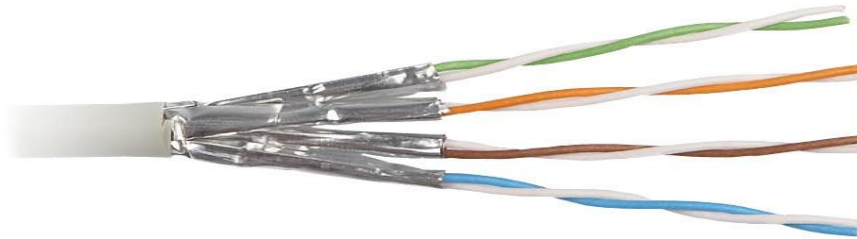
Cat 6a: 500 MHz lik bir veri geçişine elverişlidir. 1 gb ve daha üstü veri iletiminde tercih edilir. Kablo kesiti cat 5 ve cat 6 ya göre daha kalındır.

Cat 7: Aslında STP (Shielded Twisted pair)olarak üretilen bu kablo teknolojik gelişme ve ihtiyaçlara göre UTP olarakta üretilmeye başlanmıştır. Ancak kullanım alanları çok düşüktür. Gerek kesit kalınlığı gerekse çok güç gerektiren durumlarda topraklama gerekliliği bu kablonun UTP olarak kullanım alanlarını kısıtlamıştır.

Günümüzde Cat5, Cat5e ve Cat6 kabloları aynı anda hem telefon hem veri iletimi için en çok kullanılan kablolar özelliğini taşımaktadır.

1.3.6.2.2. STP

STP (Shield Twisted Pair) kablo, UTP kablonun üzerine koaksiyel kablodakine benzer bir dış iletken koruyucu tabaka koyularak üretilir. Bu koruyucu tabaka sayesinde çok fazla manyetik gürültü olsa dahi, standardın garanti ettiği hızda iletişim sağlar. Maliyetinin yüksek olması, kullanım zorluğu ve dış taraftaki korumanın bazen zarar vermesi gibi nedenlerden dolayı günümüzde fazla kullanılmayan bir kablo türüdür. (MEGEP, 2007:47-48).



Şekil 14. Stp kablo yapısı

STP kablo kullanılırken dıştaki tel zırhın topraklanması gerekir. Aksi takdirde zırh elektromanyetik dalgaları toplayan anten vazifesi görür ve bundan dolayı da veri

iletiminde büyük aksaklıklar çıkar. En dıştaki tel zırhın zarar görmemesi, topraklamanın tamamlanması sebebiyle önemlidir (MEGEP, 2007:47-48).

1.3.6.3. Fiber Optik Kablo

Çok yüksek hızda veri transferi ve çok düşük sinyal kayıpları imkânı sağlamaktadır. Uzak mesafelere veri aktarımındaki başarısı sebebiyle günümüzde pek çok alanda kullanılmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır. 2 kilometreye kadar veri aktarımını tekrarlayıcı kullanmadan gerçekleştirmektedir. Bu nedenlerden dolayı veri ve ses iletiminde en çok kullanılan kablo çeşididir (MEGEP, 2007:48).

Fiber optik kablonun kullanım alanları;

- Hub veya anahtar (switch) olarak bilinen ağ elemanları uplink portları üzerinden yüksek hızlarda birbirine bağlanabilir.
- Ağ omurgalarının oluşturulmasında kullanılır.
- Uzaktaki istasyonların mevcut ağa bağlanmalarında kullanılır.
- Elektromanyetik kirliliğin bulunduğu ortamlarda rahatlıkla kullanılabilir.



Şekil 15. Fiber optik kablo

Verinin ışık dalgaları şeklinde iletilmesinden dolayı fiber optik kablo elektromanyetik kirlilikten etkilenmemektedir. Veri ışık hızında iletiildiği için bu kablo ile yapılan iletişimde çok yüksek hızlara ulaşılmaktadır. UTP ve STP kabloların aksine, fiber optik kablolarda veri çalmak çok zordur (MEGEP, 2007:48).

1.4. AĞ TEKNOLOJİLERİ

1.4.1. Ağ Tipleri

Network tipleri kaynakların nasıl birleştirileceğini tanımlar.

1.4.1.1. Noktadan Noktaya (Peer-to-Peer) Ağlar

Eşit olarak çalışan bir grup PC'den oluşur. Her bir PC görev ve sorumluluk olarak eş düzeyde çalışır. Her bir PC istemci (client) veya sunucu (server) gibi davranabilir. Ancak bu durum hem güvenlik tehlikelerine, hem de güçlü olmayan bilgisayarlardan çok fazla bilgi istendiğinde işlemlerin yavaşlamasına neden olabilir. Başka bir deyişle "Client-Server" yöntemi ile oluşturulan ağlar, güvenlik ve hız açısından "Peer-to-Peer" ağlarına göre çok daha başarılıdır denilebilir (chip.com.tr).

1.4.1.2. İstemci/Sunucu Ağlar

"Client-Server" tipindeki ağlarda, güçlü bir bilgisayar sunucu olarak atanır. Bu bilgisayar dosya ve kaynakların kullanımını ayarlamakla görevlidir. Temel avantajı, tüm istemci bilgisayarların sunucudan bağımsız olarak hareket edebilme özgürlüğüne sahip olmalarıdır. Dezavantajı ise, sunucu üzerinde bulunmayan hiçbir dosya ve kaynağın kullanılamamasıdır ve sunucu üzerinde meydana gelecek sorunlarda tüm ağın etkilenmesidir (chip.com.tr).

1.4.2. Ağ Topolojileri

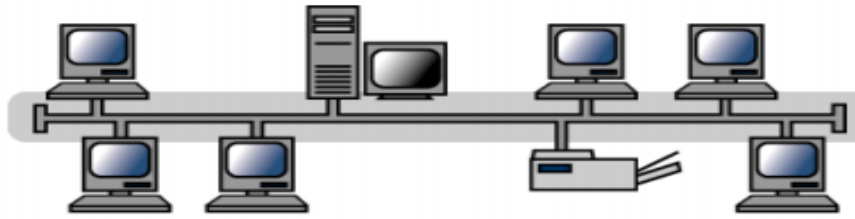
Bilgisayar ağında bulunan elemanların fiziksel (gerçek) veya mantıksal (sanal) olarak dizilim şekillerine topoloji denir.

1.4.2.1. Lan Topolojileri

Lan topolojileri arasında en çok kullanılan 3 topoloji şunlardır; ortak yol, halka ve yıldız topolojileridir. Bunların içinde en çok kullanılan performans, kablolama kolaylığı ve fiyatından dolayı yıldız topolojidir (MEGEP, 2007:7-8).

1.4.2.1.1. Ortak Yol (Bus) Topolojisi

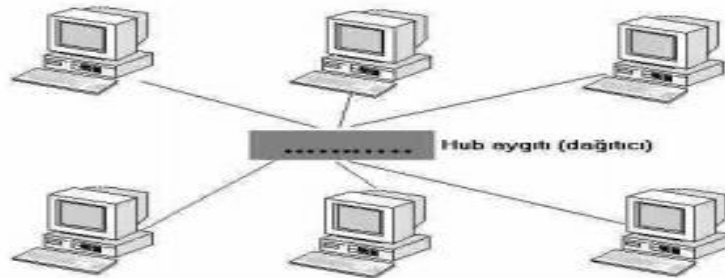
Ağ üzerinde bulunan bütün cihazlar tek bir hat üzerinde bulunur ve bu hat bir koaksiyel kablodur. Veri sadece bu hattı kullanarak hedefe ulaşır. Hat üzerinde iletilen veri tüm bilgisayarlara iletilir ve her bilgisayarın bir adresi olduğu için veri hangi bilgisayara gönderilmişse o bilgisayar veriyi alır eğer veri kendisine gönderilmemişse bir işlem yapmaz. Bu kablunun da uç kısımlarına sonlandırma amacı BNC konektörleri bağlanır. Kablo yapısı güvenilirdir ve merkez birime ihtiyaç duyulmaz. Ama bu topolojide Maksimum 30 istasyon bağlanabilir, arıza tespiti zordur ve ağın uzunluğu ince koaksiyelde 185, kalın koaksiyelde 500 metreden fazla olamaz. Bir istasyonun arızalanması bütün ağı devre dışı bırakır (Soy, 2009:7).



Şekil 16. Ortak Yol topolojisi

1.4.2.1.2. Yıldız (Star) Topolojisi

Bu topolojide ağdaki iletişimin gerçekleşmesi için bir merkezi birim bulunur ve bütün istasyonlar bu merkezi birime bağlanır. Bu merkezi birim ağ trafiğini düzenleme yeteneğine sahip olan hub veya anahtar (switch) dir. Ortak yol topolojisine göre performansı daha yüksektir, güvenilirdir (MEGEP, 2007:12).

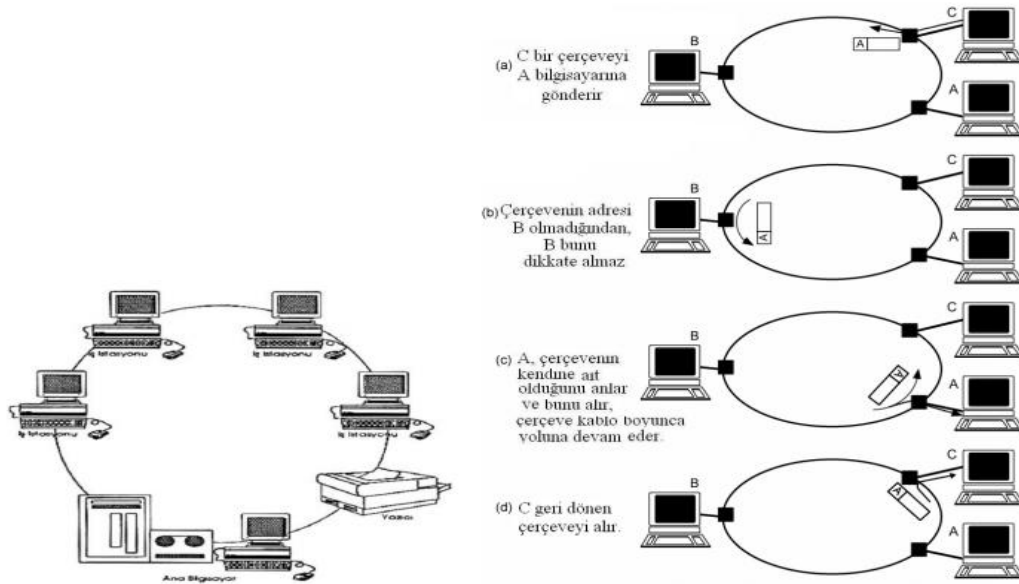


Şekil 17. Yıldız topolojisi

1.4.2.1.3. Halka (Ring) Topolojisi

Bu topolojide ağa bağlı olan her istasyon bir halkanın elamanıdır ve halkada dolaşan bilgi bütün bu bağlı olan istasyonlara ulaşır. Her istasyon halkada dolaşan bilgiyi ve hedef adresi alır. Hedef adres kendi adresi ise kabul eder. Eğer hedef adres kendi değilse bir işlem yapmaz (MEGEP, 2007:10).

Halkadaki bilgi akışı tek yönlüdür. Yani halkaya dâhil olan bilgisayarlar gelen bilgiyi iletmekle görevlidir. Ancak günümüzde pek çok halka ağı iki kullanmakta ve çift yönlü bilgi akışı elde etmektedir. Bu topolojide bus topolojisinde olduğu gibi herhangi bir sonlandırmaya gerek duyulmaz (MEGEP, 2007:10).



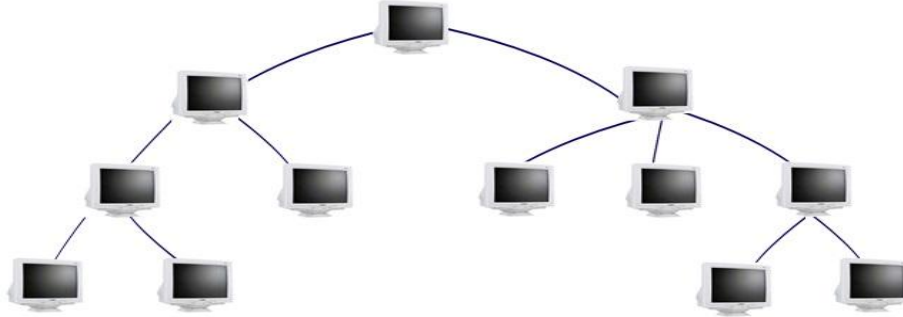
Şekil 18. Halka topolojisi

1.4.2.2. Wan Topolojileri

1.4.2.2.1. Ağaç (Tree) Topoloji

Ağaç topolojisinin diğer adı hiyerarşik topolojidir. Ağacın merkezinde sorumluluğu en fazla olan bilgisayar bulunur. Dallanma başladıkça sorumluluğu daha az olan bilgisayarlara ulaşılır. Bu topoloji çok büyük ağların ana omurgalarını oluşturmakta kullanılır. Birçok yıldız topolojisine sahip ağlar bu topoloji ile birbirine bağlanır. Bir

ağacın dalları farklı topolojideki ağları temsil eder. Dezavantajları her bölümün uzunluğu kullanılan kablo ile sınırlıdır, omurga kablosu bozulduğunda bölümlerdeki ağ trafiği etkilenir ve kurulumu zordur (Soy, 2009:9).

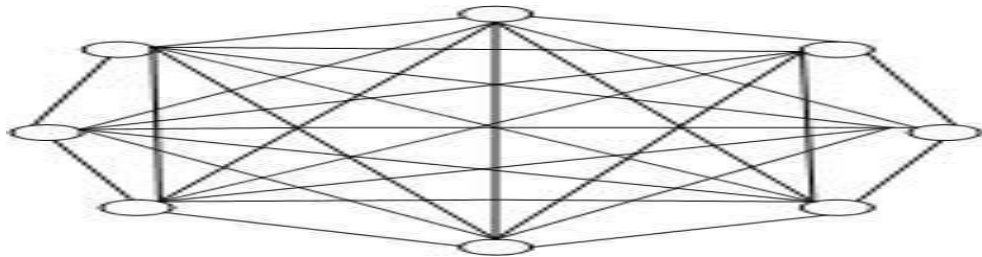


Şekil 19. Ağaç (Tree) Topolojisi

1.4.2.2.2. Örgü (Mesh) Topoloji

Her bir istasyonun, diğer istasyonlar ile uçtan uca kendi aralarında bağlantıları sonucu oluşan topoloji türüdür. Bu yapının performansı ağdaki merkezi dağıtıcıların ve diğer cihazların sayısı ile doğru orantılıdır. Ayrıca ağdaki her birim diğer tüm birimler için birer bağlantı gerektirdiğinden dolayı genellikle uygulamada pek fazla pratik bulunmayan bir özelliğe sahiptir.

Maliyeti yüksek olan bir topolojidir. Herhangi bir bağlantının kopması durumunda, sinyalin hedefine ulaşabilmesi için diğer bağlantıları kullanması en önemli avantajdır. Her istasyonun kendi başına diğerleri ile uçtan uca bağlantı kurmasından dolayı bilginin taşınma zamanı kısalmaktadır (miliamper.net).



Şekil 20. Örgü (mesh) topolojisi

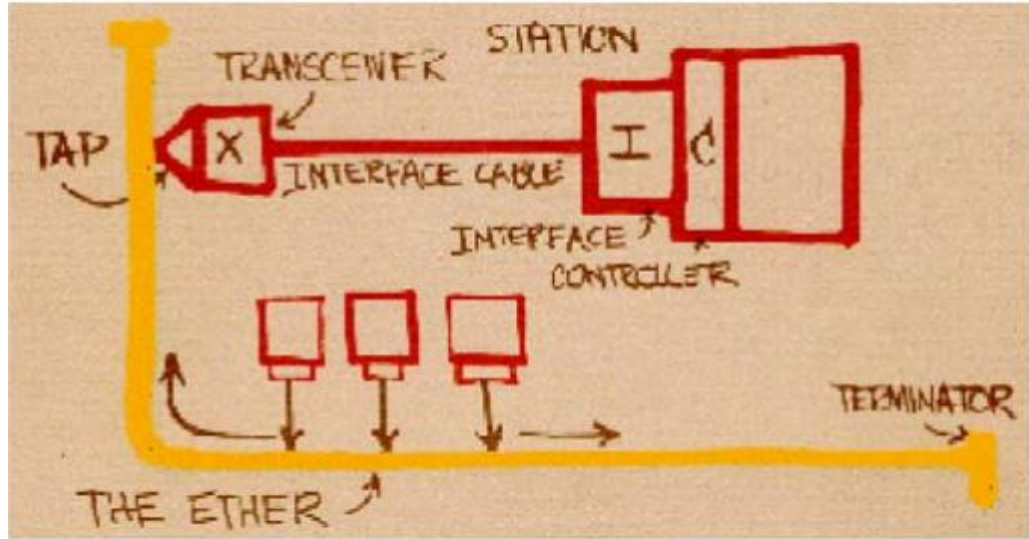
1.4.3. Haberleşme Servisleri

1.4.3.1. Ethernet Teknolojisi

Ethernet bilgisayarlar arasında bir ağ oluşturmaya yarayan yöntem ya da teknolojidir. Şu anda dünyada bilgisayar ağı oluşturmada en çok kullanılan LAN teknolojisidir. Ethernet sadece bir teknoloji değil, hızlı ethernet, gigabit ethernet gibi alt teknoloji gruplarını içeren bir teknoloji ailesidir. Bu teknoloji 1973'te 3 Mbps veri taşıırken şimdi 10 Gigabit Ethernet olarak bilinmekte ve hızı da 10 Gbps olmuş durumdadır (MEGEP, 2008a).

1.4.3.1.1. IEEE 802.x Standardı

İlk ağ, Ethernet'in orijinal versiyonuydu. 1973 yılında Xerox firmasının bir çalışanı olan Bob Metcalfe ilk Ethernet'i icat etti. Daha sonra 1976 yılında Bob Metcalfe ve David Boggs ikilisinin yazmış olduğu National Computer konferansında sunulan bir makalede Şekil 21'de görülen 2,94 Mbps hızında Taşıyıcı Duyarlı Çoklu Erişim/Çarpışmayı Sezme(Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection-CSMA/CD) erişim mekanizmasına sahip deneysel bir koaksiyel kablo ağı ilk Ethernet literatüre geçmiş oldu (Özçelik, 2007). İlk ethernet standardı 1980'de Digital Equipment Company, Intel ve Xerox (DIX) firmalarının oluşturduğu konsorsiyum tarafından yayınlandı. Bu standardı kullanan ilk ürün de 1980'in başlarında satıldı. Ethernet iletimi koaksiyel kablo ile yapılıyordu. 1985'te IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), lokal ve metropol ağlar için standart yayınladı. Bu standartlar 802 standartları olarak bilinir (MEGEP, 2008a:6).



Şekil 21. Bob Metcalfe'nin çizmiş olduğu ilk Ethernet şekli

IEEE 802 LAN/MAN/PAN standartları komitesi kendi içinde 802.1'den 802.17'ye kadar çalışma gruplarına ayrılmıştır. Böyle ufak çalışma gruplarına ayrılmalarının yararı, her grubun kendi farklı konularını ve geliştirme standartlarını sağlamalarıdır. Bu tanım içindeki en önemli çalışma grupları şunlardır:

- -802.1 Güvenlik ve diğer konular
- -802.2 Mantıksal Bağlantı Kontrolleri (LLC - Logical Link Control)
- -802.11 WLAN (Wireless Local Area Network)'lar için standartlar üretmek (Kablosuz Lokal Ağlar)
- -802.15 WPAN (Wireless Personal Area Network)'lar için standartlar üretmek (Kablosuz kişisel ağlar)

Kablosuz ağlar kurmak için şu anda kullanılan ana standart IEEE 802.11'dir. IEEE 802.11 ilk olarak 1999'da yayınlanmıştır ve 2.4 Ghz'de, 2 Mbps (DSL bağlantı gibi) hızında veri iletişimi için tasarlanmıştır (MEGEP, 2008a:7).

1.4.3.1.2. Ethernet İsimlendirme Kuralları

Ethernet hızları 10, 100, 1000 veya 10000 Mbps olabilir. Temel çerçeve formatı ve IEEE alt katmanı olan OSI referans modelinin 1. ve 2. katmanları, tüm ethernet çeşitleri için tutarlı olmalıdır. Ethernet, yeni bir medya veya kapasite eklenerek genişletilmeye ihtiyaç duyulduğunda IEEE 802.3 standardına yeni bir ek yapar. Yapılan bu ekler 802.3 xx gibi bir ya da iki harf eklenerek gerçekleştirilir. Eklemelerde sadece kısaltmalar kullanılır (MEGEP, 2008a:8).

Tablo 2. Ethernet kablo ve bağlantı türleri

Standart İsmi	Tanımı	Tarihi	Band Geniliği	Maksimum Mesafe	Kullanılan Kablo
IEEE802.3	10Base-5 (Thicknet)	1985	10Mbps	500 metre	50 ohm sonlandırıcı kalın koaksiyel kablo
IEEE 802.3a	10Base-2 (Thinnet)	1986	10Mbps	185 metre	50 ohm sonlandırıcı ince koaksiyel kablo
IEEE 802.3i	10Base-T	1991	10Mbps	100 metre	Cat 3, Cat 4, Cat 5 UTP
IEEE 802.3j	10Base-F	1994	10Mbps	2 km	Fiber Optik
IEEE 802.3u	100Base-TX	1995	100Mbps	100 metre	Cat 5 UTP veya Type 1 STP
IEEE 802.3u	100Base-T4	1995	100Mbps	100 metre	Cat 3, Cat 4, Cat 5 UTP
IEEE 802.3u	100Base-FX	1995	100Mbps	450 metre- 2 km	Fiber Optik
IEEE 802.3z	1000Base-LX	1998	1000 Mbps	440 metre- 3 km	Single Mod veya Multi Mod Fiber Optik Kablo
IEEE 802.3z	1000Base-SX	1998	1000 Mbps	260-550 metre	Multi Mod Fiber Optik Kablo
IEEE 802.3z	1000Base-CX	1998	1000 Mbps	25 metre	Bakır Kablo
IEEE 802.3ab	1000Base-T	1999	1000 Mbps	100 metre	Cat 5 UTP
IEEE 802.3ae	10GBase-xR	2003	10Gbps	26 metre – 80 km	Single Mod veya Multi Mod Fiber Optik Kablo
IEEE 802.3ae	10GBase-xW	2003	10Gbps	26 metre – 80 km	Single Mod veya Multi Mod Fiber Optik Kablo
IEEE 802.3an	10GBase-T	2006	10Gbps	100 metre	Cat 6 UTP veya STP

1.4.3.1.3. Metro Ethernet

Bu sistemin isminde bulunan Metro kısmı Metropolitan'ın kısaltmasından gelir. Büyük şehir anlamındaki bu terim modern ethernet bağları sayesinde büyük mekânlar arasında iletişim kurmak anlamında kullanılmıştır. Firma bu hizmetten yararlanırken tek bir switch ile bağlantısını optik kabloları kullanarak farklı şirketlere dağıtabilir. Bakır kabloların veri transferini 10 KM ile sınırlaması nedeniyle sistemde fiber optik kablolar kullanılır. Metro Ethernet sistemi 50 KM'lik bir alan içerisinde erişim garantisi verir.

Sistem ethernet switch'lerinin sunduğu Layer3, Layer 4 ve Virtual LAN özelliklerinden faydalanır.

Fiber kablo kullanımının yaygınlaşması ve Ethernet switch teknolojilerinin çok hızla gelişmesi ile birlikte Ethernet erişiminin WAN iletişimi için kullanılabilmesi fırsatını ortaya çıkarmıştır. Günümüz Ethernet switchlerinin Layer3, Layer 4 özellikleri, VLAN (Virtual LAN) yetenekleri ve fiber optik kabloların çok uzak mesafelerde de çalışabilmesi Telekom dünyasında kullanılabilir olmalarını sağlamıştır (adslbym.com).

Ülkemizde bu teknoloji Türk Telekom tarafından büyük firmalara kullandırılmaktadır. Metro Ethernet isteyen firmalar ile Türk Telekom santrali arasında fiber optik kablo ile bağlantı kurulmaktadır. Bu sayede gigabit seviyesine kadar bağlantı seçeneği sağlanmaktadır. Bu teknolojinin Türkiye'de bireysel kullanıcılara da sağlanması kısa zamanda pek mümkün görülmemektedir. Çünkü Metro Ethernet erişim hizmetinin sağlanabilmesi için Türk Telekom santrali ile bu hizmetin alınacağı yer arasında fiber optik kablo çekilmesi lazım. Yani evlerimize kadar fiber optik kabloların çekilmesi gerekir buda oldukça zahmetli ve masraflı bir iştir (Özçelik, 2007:4).

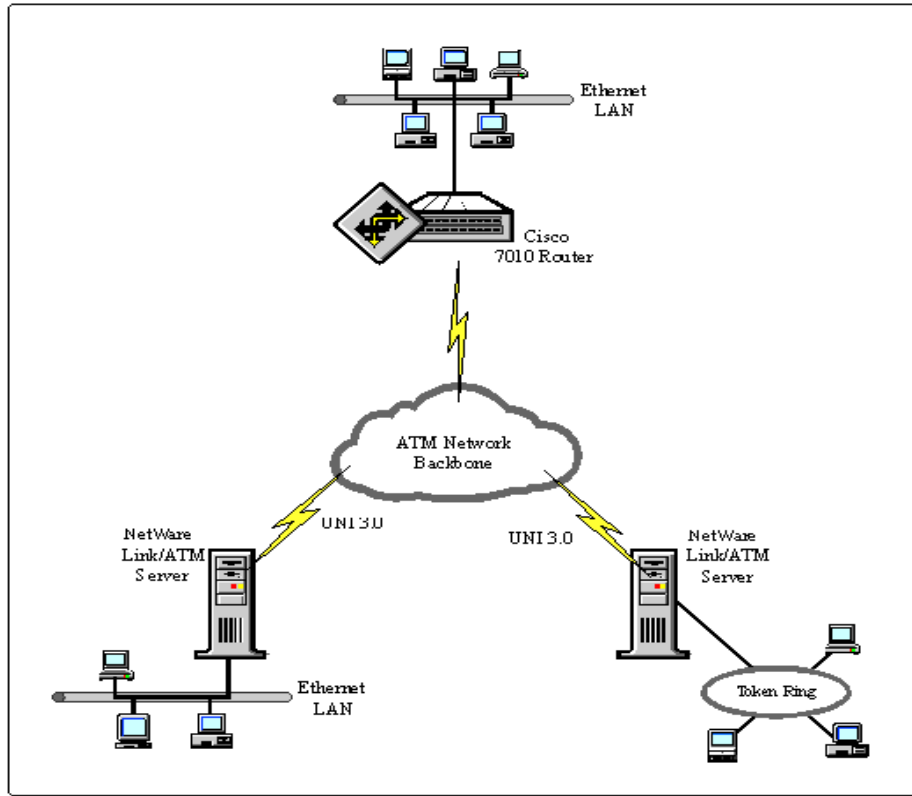
1.4.3.2. Jetonlu Halka Teknolojisi

Token Ring ağ protokolü yoğun trafiğe sahip ağlarda kullanılır. OSI tarafından IEEE 802.5 standardı olarak belirlenen bir standarttır. Bu sistemler pahalı fakat ağ problemleri az olan sistemlerdir. Bu ağ protokolü yapısında ağda bir jeton bulunur. Bu jeton ile birbirlerine ulaştıracakları bilgi paketleri taşınır (MEGEP, 2008b:5).

Jetonlu halka ağlarında tekrarlayıcı hizmetini gören ve çoklu istasyonlar için erişim noktası Multi-station Access Unit (MASU ya da MAU) olarak bilinen cihazdır Hub'a benzeyen bu aygıt daha büyük ağlar ile bağlantılı olabilir (Tiryaki, 2001:40). Ağı oluşturan MAU cihazlarına bağlanacak cihazlar üzerinde hızına göre 4, 16, 100 Mbps hızında Token Ring NIC'ler olmalıdır; bunlar adaptör kablolarla MAU'ya bağlanır.

1.4.3.3. ATM Teknolojisi

ATM, ses, veri, resim, video gibi değişik şekilde olabilen bilginin hızlı bir şekilde gönderilmesini sağlayan bir anahtarlama/çoğullama teknolojisidir. Lan, Wan ve Kampüs uygulamalarında kullanıcı sayısından bağımsız olması, hızlı olması ve başarılı olmasından dolayı omurga ağ olarak bir ağ ortamı sunar. ATM teknolojisi bilgi aktarımında hücre (cell) olarak adlandırılan boyutu küçük ve sabit uzunlukta olan paketleri kullanır. Sabit uzunlukta kullandığı bu paketler ile daha hızlı aktif cihazlar daha az donanım karmaşıklığıyla tasarlanabilmektedir (Tiryaki, 2001:50-53).



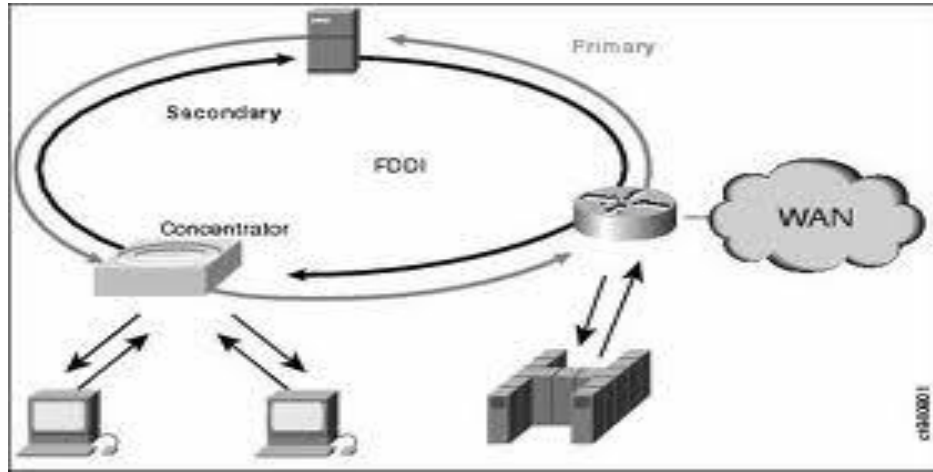
Şekil 22. Atm teknolojisi

1.4.3.4. FDDI (Fiber Distributed Data Interface) Teknolojisi

FDDI, yüksek hızlı bir bilgisayar ağıdır ve özellikle fiber optik kablo hatlarında kullanılan Token Ring Lan'dır. FDDI ilk olarak fiber optik kablo üzerinde 100 Mbps'lik bant genişliği sağlayan Lan mimarisi olarak düşünölmüştür. Ethernet'in 2-5 Mbps olan

bant genişliği zamanla artmış ve 1000 Mbps' çıkmış ve diğer mimarilere göre daha ucuz bir seçenek olmuştur ve büyük olmayan Lan uygulamalarında Ethernet tercih edilmiştir. FDDI ise daha çok büyük Lan uygulamaları ve kampüs uygulamalarında omurga ağı kurulması için tercih edilen bir seçenek olmuştur (Tiryaki, 2001:42).

FDDI ile IEEE 802.5 Token Ring'in bir farkı vardır. 802.5'te bir istasyon yolladığı paket yerine gidip geri gelene kadar yeni jeton üretmezken FDDI'da istasyonun yeni bir jeton üretmek için eski jetonun geri gelmesini beklemesine gerek yoktur.

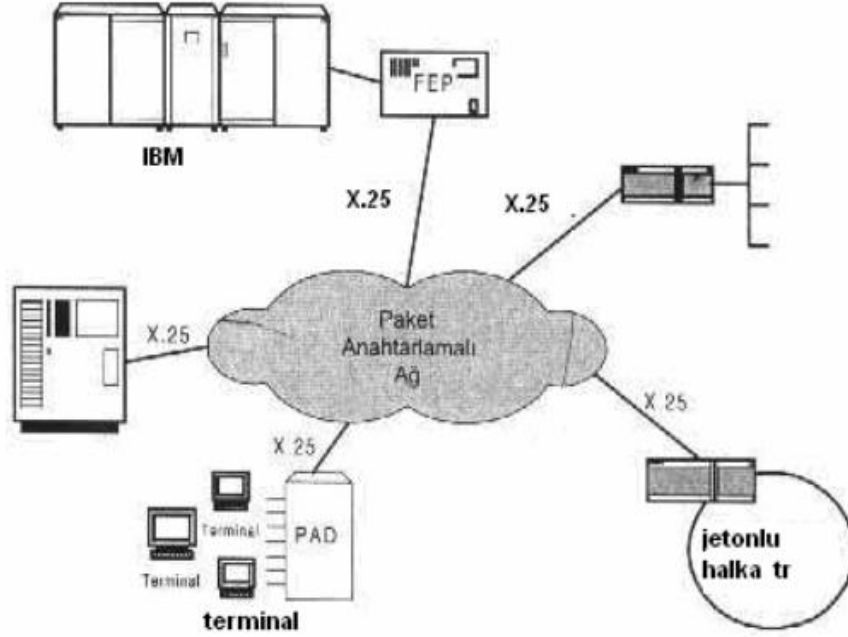


Şekil 23. FDDI teknolojisi

1.4.3.5 X.25 Teknolojisi

X.25 bulut teknolojisine dayanan ve paket anahtarlama ağı (Packet Switching Network-PSN) üzerinden eşzaman veri aktarımını yapılmasını sağlayan bir arayüz (interface) tanımlamasıdır. Hizmet kalitesinin (QoS-quality of service) ön planda olmadığı uygulamalar için en ekonomik aktarım ortamını sunar. X.25'in kendisi bir bulut teknolojisi olmayıp, yalnızca, "Paket Anahtarlama Ağı" ile kullanıcı sistemi arasında bir arayüz tanımlamasıdır. X.25, 64 Kbps bant genişliğine kadar destek verir; hata sezme ve hata düzeltme özellikleri X.25 tanımı içine koyulmuştur. X.25 için tipik uygulama alanı şekilde (Şekil 24) görüldüğü gibi uzaktaki terminal sistemlerin

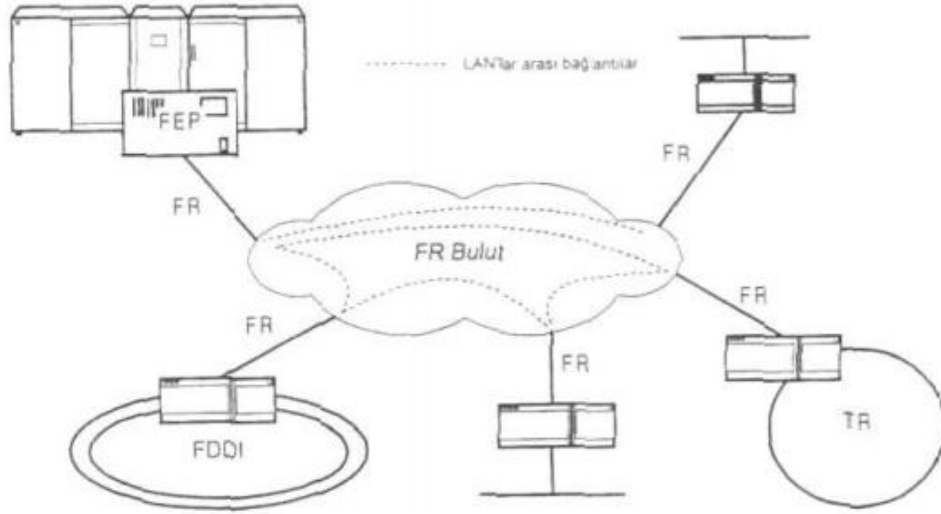
merkezdeki ana bilgisayarlara bağlanması, uzaktaki LAN'ların merkezdeki LAN'a bağlanması olarak verilebilir (MEGEP, 2008c:4).



Şekil 24. X.25 Teknolojisi

1.4.3.6. Frame Relay Teknolojisi

Genellikle Wan ağlarında ve fiber optik bağlantılar üzerinde point-to-point (noktadan noktaya) yöntemi ile kullanılan paket anahtarlama bir teknolojidir. Bu yöntem ile değişen büyüklükte olan paketlerin bir bilgisayardan diğerine gönderilmesine izin verir. Frame Relay X.25'e benzerdir ama daha basittir ama daha yüksek hız ile daha iyi bir hizmet kalitesi sunar. X.25'in eksik kaldığı yerlerin tamamlanarak daha esnek ve daha kaliteli hizmet sunan Frame Relay geliştirilmiştir (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2006:73).



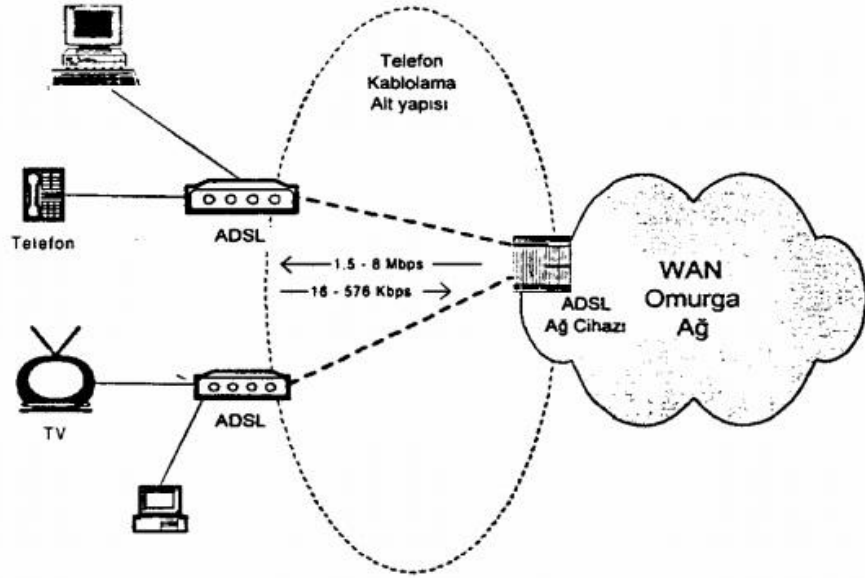
Şekil 25. Frame Relay teknolojisi

1.4.3.7. DSL (Digital Subscriber Line) Teknolojisi

Dsl; yerel bölge, santral ile kullanıcı arasında, telefon iletişimi için kullanılan bakır tel vasıtasıyla yüksek hızlı veri (data) ve ses (voice) iletişimini aynı anda yapabilen bir teknolojidir (Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, 2001:8)

1.4.3.7.1. ADSL (Asimetrik Sayısal Abone hattı)

Asimetrik tabanlı yüksek hızlı veri sağlayan bir teknolojidir. Tipik olarak bir bakır kablo, bir yönde büyük bir miktar veri ve diğer bir yöne daha az bir miktar veri göndermek için kullanılır. Ev kullanıcıları için düşünülen bu teknoloji ile kişiye doğru daha yüksek hızda bir veri akışı ama ters yönde daha az bir veri akışı sağlanmış olur yani download hızı yüksek ve upload hızı düşüktür (Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, 2001:11).



Şekil 26. Adsl Uygulaması

1.4.3.7.2. SDSL (Symmetric DSL)

SDSL; simetrik erişim gerektiren uygulamalar için istenilen 2 Mb/s veri aktarım hızına sahip olan, genelde kiralık hatlar için kullanılan ve HDSL'in tek hat versiyonu olan bir sistemdir (Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, 2001:11-12).

1.4.3.7.3. HDSL (High Speed Symmetric DSL)

Başlangıçta 1993'te, üç çift bakır hat kullanılarak 30 aboneye dar bant erişim sağlamak amacıyla ortaya çıkan simetrik olarak 2 Mbit/s' e kadar simetrik bir iletim sağlayabilen ve XDSL teknolojilerinin en eskisi olan bir teknolojidir (Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, 2001:12).

1.4.3.7.4. VDSL (Very High Speed DSL)

VADSL olarak adlandırılarak başlayan simetrik yapıda 20 Mbit/s üzerinde hızlar mümkün olmakta ve asimetric olarak 52 Mbit/s hızına ulaşılabilen bir teknolojidir. Yüksek kapasiteli kiralık hat ve geniş bantlı hizmetler için kullanılır (Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, 2001:12).

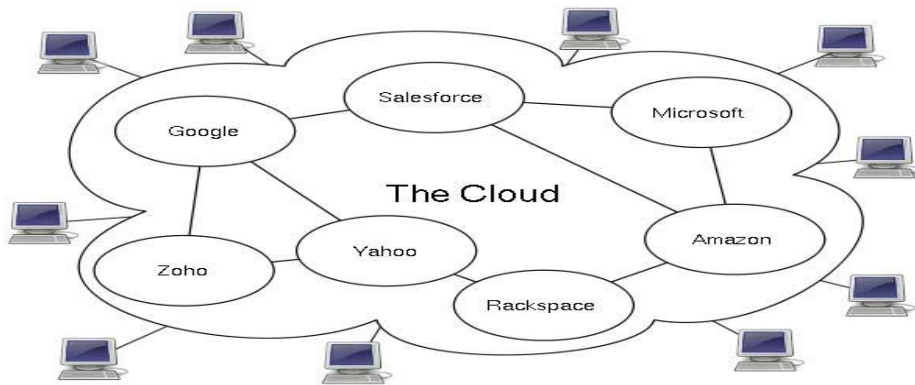
1.4.3.8. Bulut Bilişim (Cloud Computing) Teknolojisi

Bulut bilişim, her türlü uygulamanın bir servis olarak internet bağlantısı üzerinden dağıtılmasıdır ve bu uygulamaları destekleyen bir veri merkezinde donanım ve sistem yazılımıdır (Armbrust vd, 2009). Bulut Bilişim ile bilgisayarda bulunan ofis, resim düzenleme ve arşivleme, ajanda, yabancı dile çeviri programları ve kişisel dosyaları, internetteki bir sunucuya taşınır ve internete bağlı olunan her yerden bu programlara erişilebilmektedir.

4 ayrı tip cloud hizmeti vardır (Armbrust vd, 2009).

- Public Cloud; İnternet üzerindeki sunucular ile verilen cloud hizmetidir.
- Private Cloud; Şirket bünyesinde oluşturulmuş sunucular ile verilen cloud hizmetidir.
- Community Cloud; Burada bulut bilişim alt yapısı belirli kurum ve ortak hareket eden kuruluşlar tarafından paylaşılmaktadır. Topluluk üyeleri uygulama ve verilere erişebilmektedir.
- Hybrid Cloud; Bir şirketin verilerin güvenliği vb nedenlere göre hem public hem de private cloud kullanması ile ortaya çıkan yapıdır.

Cloud computing uygulama ve servislerine örnek vermek gerekirse Google Mail, Apple MobileMe, Ubuntu One, Picasa, Flickr, Google Docs olarak sıralanabilir. Bu uygulama ve servislerin hepsi web tabanlı olduğundan dolayı cloud computing olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 27. Bulut bilişim

2. MODELLEME VE SİMÜLASYON

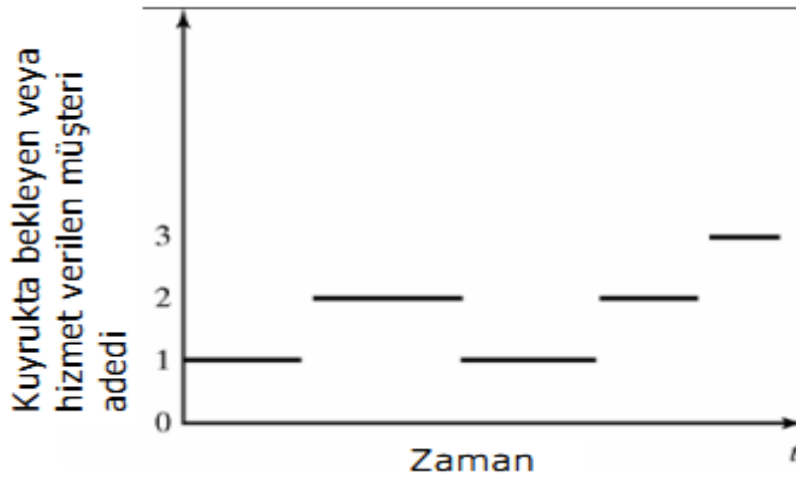
2.1. GENEL TERİMLER

2.1.1. Sistem

Sistem, bir amacı gerçekleştirmek üzere belirli bir düzen içerisinde bir etkileşim içinde olan elemanlar topluluğudur. Örnek verilecek olursa, bir otomobil fabrikası: makineler, parçalar ve işçiler montaj hattı etrafında birlikte ortak bir amacı gerçekleştirmek için bir araya getirilir ve bir sistemi oluştururlar (Yavuz, 2007:45).

2.1.1.1. Kesikli veya Ayrık Sistem (Discrete System)

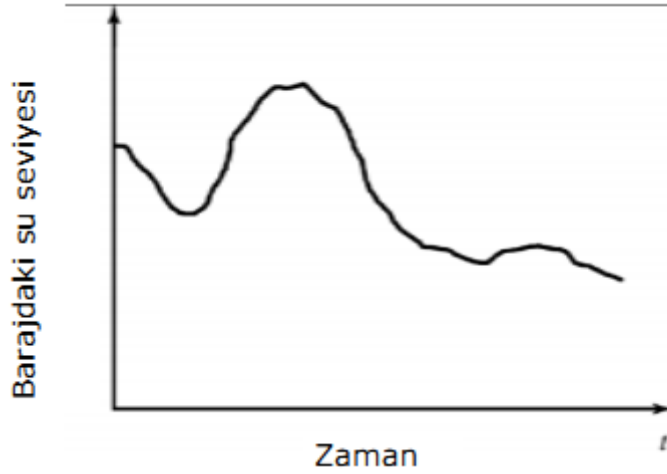
Sistemin durum değişkenleri, Şekil 28’de görüldüğü gibi zamanın sadece kesikli yani belirli noktalarında değişir. Örnek verilecek olursa bir araba servisi kesikli bir sistemdir. Araba sayısı sisteme yeni bir araba geldiğinde veya araba tamiri tamamladığında değişir (Yavuz, 2007:48).



Şekil 28. Kesikli sistem (Yavuz, 2007:48).

2.1.1.2. Sürekli Sistem (Continuous System)

Sistemin durum değişkenleri, Şekil 29’da görüldüğü gibi zaman içinde sabit kalmayarak, sürekli olarak değişir. Örnek: Bir barajdaki su seviyesi sürekli sisteme bir örnektir. Suyun seviyesi ve enerjisi değişkenleri sürekli olarak değişir (Yavuz, 2007:49).



Şekil 29. Sürekli sistem

2.1.2. Model ve Modelleme

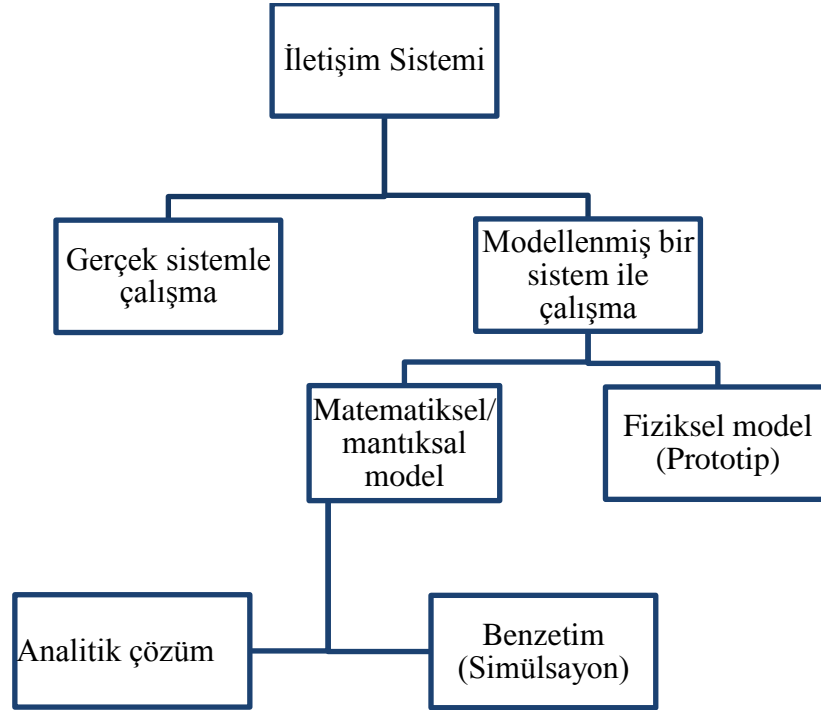
Bir sistemin değişik durumlarda nasıl cevap vereceğini belirlemek, kontrol etmek ve geleceği ile ilgi tahminlerde bulunmak amacıyla elemanları arasındaki ilişkileri kelimeler veya matematiksel terimlerle tanımlayan ifadeler model denir.

Simülasyon 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).

2.2. BAŞARIM ANALİZ YÖNTEMLERİ

Tasarımcılar ve araştırmacılar, bir sistemi gerçekleştirmeden önce, yeni sistemin uygun yöntemler kullanarak nasıl çalışabileceği hakkında bilgi sahibi olabilirler. İletişim sistemlerinin başarımları 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 30. Başarım analiz yöntemleri (Bayılmış, 2009a:8).

Bir sistemin gerçeği üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar elbette o sistemin modellenmesi ile elde edilen sistem üzerinde yapılan çalışmalardan daha güvenilir sonuçlar verir. Fakat gerçek sistem yoksa planlama ve tasarım çalışmaları için o sistemin modelini oluşturmak gerçek sistem yaklaşımına göre daha faydalıdır. Bilimsel açıdan bir sistemi değerlendirmenin diğer yolu, sistemin nasıl çalışacağı konusunda bazı varsayımlar yapmaktır. Genellikle matematiksel, mantıksal veya davranışsal ilişki içinde olabilecek bu varsayımlar sayesinde ilgili sistemin istenen davranış biçimini sağlayacak bir model oluşmasını sağlar (Bayılmış, 2009a:10).

Sistemin modeli iki şekilde gösterilir:

- Fiziksel model
- Matematiksel/mantıksal model

Modelleme yöntemi ile çalışan sistemlerin amacı:

- Gerçek bir nesneyi inşa etmeden sistemin anlaşılmasına,

- Tasarlanmasına,
- Çalışmasına,
- Analizine,
- Kontrolüne yardımcı olmaktır.

Modellenmiş bir sistem ile çalışma tasarlanacak sistem henüz var olmadığına, 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 denem yapmak oldukça zor ve tehlikeli olacağı için modellenmiş bir örneği ile çalışma tercih edilmiştir.

2.2.1. Fiziksel Model (Prototip veya Deney)

Fiziksel model yönteminde sonuçlar, var olan bir sistem ya da sistemin bir örneği değişik şartlar altında incelenerek elde edilir. Fiziksel model yöntemi sistemin kendisi üzerinde çalışıldığı için en güvenilir en doğru sonuçlar veren yöntemdir ama özellikle karmaşık iletişim sistemleri için planlama ve tasarım aşamaları gibi çeşitli konfigürasyonların denenmesinin mecburi olduğu birçok durumda gerçekleştirilmesi çok zordur. Prototip ya da gerçek bir sistem ile çalışmak kullanışlı olmayan, yüksek maliyetli ve uzun zaman gerektiren bir yöntemdir (Bayılmış, 2009a:13).

Fiziksel model ya da deney yöntemi en güvenilir yöntemdir ve mümkün olduğu kadar kullanılmalıdır ama bu yöntem bir üniversitenin bilgisayar ağı üzerinde deneme yapılmasında olduğu gibi çok tehlikeli alanlarda, hasara sebebiyet verebilecek çok pahalı durumlarda kullanılması uygun değildir (Bayılmış, 2009a:12-13). Bu yüzden bu tez çalışmasında da Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı modellenerek denemeler yapılacaktır.

2.2.2 Matematiksel Model

Matematiksel modelleme, insan hayatında değişik alanlarda var olan sorunların ilişkilerini kolaylıkla görebilmesini, bu sorunları çözerek aralarındaki ilişkileri, matematiksel formüllerle ifade edebilmesini, sınıflandırabilmesini, genellenebilmesini

ve sonuç çıkarılabilmesini kolaylaştıran dinamik bir yöntemdir Matematiksel modelleme hayatın hemen her alanında kullanılan bir yöntemdir ve birçok alanda kullanımına ilişkin örnekler gösterilebilir (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1. Matematiksel Modelleme Örnekleri

2.2.2.1.1. Trafik problemi

Büyük şehirlerdeki ana caddeler genelde çok kalabalıktır. Trafik ışıkları sayesinde araçlar ve insanlar yollarda rahatlıkla istedikleri yerlere gidebilir. İnsanlar ne kadar rahat ve kısa süreli yolculuk yaparlarsa o kadar memnun olur. 2 km üzerinde ara caddelerin olduğu bir ana cadde olduğu varsayılırsa. Bu durumda ana cadde üstünde her bir kavşakta bir trafik ışığı olduğunu varsayımı altında hem ana cadde üzerinde gidenleri hem de ara caddelerden ana caddeye trafik ışıkları sayesinde girecekleri rahatlatacak bir matematik modeli inşası (<http://www.bilkent.edu.tr~kadirimatmat/donem/odevaykutaydin/matematiksekmodelleme.pdf>).

2.2.2.1.2. Banka Hırsızları

Merkez bankasında bir soygun olduğu, kasiyerin polise ihbar eden gizli alarma bastığı, polis ana cadde üzerinde şehir çıkışlarını tuttuğu, iki polis ekibi bankaya gittiği ilave olarak kovalama esnasında çarpışma ve benzin bitimi olmadığı ve hırsızların kaçmak için araba haricinde bir yol denemedikleri, hırsızların polis araçları varmadan hemen önce bankadan ayrıldıkları bir senaryo varsayalım. Hırsızların kullandığı aracı bloke edilen yollardan birine gitmeye zorlayacak şekilde polis araçlarının şehir alanını taramaları için etkili bir algoritma geliştirilmesi (<http://www.bilkent.edu.tr~kadirimatmat/donem/odevaykutaydin/matematiksekmodelleme.pdf>).

2.2.2.1.3. Hava Alanı Dizayını

Havaalanı terminallerinin şekilleri oldukça değişiktir. Birçok havaalanının tasarımları birbirlerinden oldukça farklıdır. Bazıları yay şeklinde, bazıları dikdörtgenel kimi ise gerçekten düzensiz bir şekildedir. Bu tasarımlardan hangisi işlemler için en

uygun, kullanışlı olanıdır? Havaalanı tasarımı ve işlemleri için bir matematik modeli geliştirilmesi (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.4. Merdiven

Duvara dayanmış ve uzunluğu 5 metre olan bir merdivenin halı üzerinde olduğu varsayılırsa. Bu merdivenin ayağı duvardan 3 metre uzakta durmaktadır. Halı çekildiği zaman bu merdiven duvardan saniyede 1 metre sabit hızla uzaklaşmaktadır. Merdivenin hareketi için model kurulması (<http://www.bilkent.edu.tr/~kadirimatmat/donem/odevaykutaydin/matematiksekmodelleme.pdf>).

2.2.2.1.5. Temizlik

Moteller ve oteller her gece kullanımından sonra bu odaların temizlenmesi gerekmektedir ve bunun için birçok hizmetçi çalıştırılır, Temizlik programı ve temizlik maddelerinin kullanımı için bir matematiksel model geliştirilebilir ve geliştirilen bu modelde fiyat, toplam oda sayısı, her kattaki oda sayısı, yatak vb nesnelere hesaba katmalıdır. Geliştirilen bu model bir büyük motel ya da otel kompleksinin idarecisine yaptığı işlerde yardımcı olacaktır (<http://www.bilkent.edu.tr/~kadirimatmat/donem/aykutaydin/matematiksekmodelleme.pdf>).

2.2.2.1.6. Sel Baskını Problemi

Normal büyüklükte bir baraj gölünün bir felakette tamamen ya da kısmen yıkılması durumunda, oluşacak su baskınının çeşitli değişkenler bakımından matematiksel olarak modellenabilir:

Bu modellemede iki önemli soru vardır: Baraj gölü ve onu besleyen ırmak veya ırmakların büyüklüğüne bakarak oluşabilecek baskının kaplayacağı alan ne olur ve ne kadar uzağa gidebilir? Baskın oluşan yerlerde yükseklik nereye ulaşabilir? (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.7. Ne Kadar Eder?

1945'te Sedat ŞAHİN bir araba kazasında ölmüştür ve mal varlığına yerel idareciler el koymuştu. Kanuna göre, varlığın $\frac{1}{3}$ u karısına ve $\frac{2}{3}$ u çocuklarına

verilmesi gerekiyordu. 4 çocuğu vardı. Gelecek 4 yılda, 4 çocuktan 3 ü hisselerine düşeni annelerine 1300'er \$ bedelle sattılar. Başlangıçta mal varlığı 75,43 dönüm araziydi. Bu hafta, 4. çocuk vasiyetnamenin doğruluğunu ispat eden resmi belgede belirtilen meşru mirası için mahkemeye başvurdu. Hâkim 4. çocuk lehinde karar verdi ve kendisine parasal tazminat verilmesine hükmetti. Hükmedilen bu tazminatın belirlenmesi için bir matematiksel modelin oluşturulması (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.8. Tabiat ve Matematik

Matematik kuralları tabiatta da vardır. Büyümekte olan bir bitkinin gözlemlenerek büyümesi modellenilebilir. Gerekli olan veriler kullanılarak bu olayın grafiği çizilip bu grafikteki eğrinin denklemi oluşturulabilir. Oluşturulan bu modelle bitkinin maksimum yaş ve boy tahminlerini yapılabilir (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.9. Seçim

İlk önce dünya ülkelerinin seçim yöntemlerini ve bunların güvenilirliği incelenir. Bu yöntemlerden en çok tercih edilen birkaç yöntem seçilerek modellenir ve bu modellerle karşılaştırılır. Daha sonra bu yöntemler kullanılarak basketbolda şampiyon olacak takımın belirlenmesi yapılabilir (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.10. Gökdelenler

Gökdelenler yükseklik, yüzölçümü, yoğunluk ve kullanım şekli olarak birbirinden oldukça farklıdır. Büyük şehirlerde şehir manzarası için güzeldirler. Daha öncede olduğu gibi bu gökdelenlerin yüksekliği bir felaket anında kaçıışı oldukça zorlaştırmaktadır. Bir felaket olduğunu ve bir gökdelendeki insanların acil olarak en kısa süre içerisinde boşaltılması gerektiği varsayılırsa. Elektrik kesildiğinden dolayı özel anahtara sahip bazı personel ve itfaiyeciler hariç asansör boşlukları kullanılamamaktadır.

Şimdi, bu binanın X dakika içinde boşaltılabilmesi için bir matematiksel model kurulabilir. Bu modeli kullanarak, binanın yüksekliği, maksimum kapasite ve

kullanılabilecek boşaltma metotlarının türlerini söyleyebilecek bir model oluşturulabilir. (X=15,30 ve 60 dakika için) (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>).

2.2.2.1.11. Matematiksel Modelleme ile Kumarhane Örneği

Matematiksel modelleme kullanılarak bir kumarhanenin yıllık kazancı aşağıdaki gibi tahmin edilmeye çalışılmıştır (<http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim>):

Bu kumarhanede üç farklı oyun oynatılmaktadır. Bu oyunlar; Yazı-Tura Oyunu, Zar Oyunu ve Kart Oyunudur. Daha önce kaydedilen bilgilere göre, gelen müşterilerin %30'unun Yazı-Tura Oyununu, %25'inin Zar Oyununu ve %45'inin de Kart Oyununu oynamayı seçtiği bilinmektedir.

Bu kumarhane içerisinde birde lokanta vardır ve yine daha önceki kaydedilen bilgilere göre, gelen müşterilerin %90'ının bu lokantayı kullandığını ve bir gün içerisinde lokantayı kullanan müşterilerin %60'ının küçük harcama yaptığı (ortalama 100YTL), %30'unun orta harcama(ortalama 300YTL) ve %10'unun ise büyük harcama (ortalama 500 YTL) yaptığı bilinmektedir.

Müşterilerin %90'ı kumarhaneye kendi arabalarını ile gelmektedir, %10'u ise kumarhaneye ait özel araçlarla kumarhaneye getirilmektedir. Kumarhane, araçların park ve güvenlik masrafı olarak araç başına günde 10 YTL harcamakta olup, müşterilerine verdiği özel taşıma hizmeti için ise kişi başına 50YTL almaktadır.

Bu kumarhanenin elektrik, su, doğalgaz vb giderleri ay başına sabit ve ortalama 2000 YTL olduğu varsayılmaktadır. Personel maaş ve giderleri ise aylık ortalama 30.000 YTL dir. Ayrıca bu kumarhane mafyaya aylık 20,000 YTL haraç vermektedir.

1. Oyun, Zar: Oyuncu hilesiz altı yüzlü bir çift zarı atacak ve iki zarın da aynı gelmesi durumunda oyuna verdiği giriş ücretinin beş katını alacaktır. Aksi durumlarda ise oyunu kaybedecek ve oyun giriş ücreti kasaya kalacaktır.

2.Oyun, Yazı-Tura: Oyuncu hilesiz bir madeni parayı uç kere üst üste atacak ve hepsinde de aynı yüzü bulursa ortaya koyduğu paranın uç katını alacak aksi durumlarda ise oyuna giriş ücreti kasaya kalacaktır.

3.Oyun, Kart: Bir iskambil destesinden kartlar tesadüfi olarak yerine koymadan seçilerek; uç kart kasaya ve 2 kart da oyuncuya veriliyor. Eğer oyuncunun kağıtları toplamı, kasaninkilerden büyük ise oyuncu verdiği oyun giriş ücretinin beş katını kazanıyor aksi durumlarda ise oyuncunun verdiği oyun giriş, ücreti kasaya kalıyor. (Bu oyunda; vale, kiz ve papaz 10 puan, as 11 puan ve diğer kağıtlar da kendi sayı değerleri ile eş puandadır)

Değişkenlerin Tanımlanması:

X1: Bir günde kumarhaneye gelen müşteri sayısı

X2: 1. oyuna giriş ücreti

X3: 2.oyuna giriş, ücreti

X4: 3 .oyuna giriş ücreti

1. oyunda kullanılacak olan zara ilişkin yapılan 10 000 000 tekrarlık deney sonucunda zarın her bir yüzünün ortaya çıkma olasılığının eşit ve yaklaşık olarak 1/6 olduğu saptanmıştır.

2, oyunda kullanılacak olan para atmaya ilişkin yapılan 1 000 000 tekrariik deney sonucunda paranın her bir yüzünün ortaya çıkma olasılığının eşit ve yaklaşık olarak 1/2 olduğu saptanmıştır.

3.oyunda kullanılacak olan kart çekmeye ilişkin yapılan 1 000 000 tekrarlık deney sonucunda her bir kartın ortaya çıkma olasılığının eşit ve yaklaşık olarak 1/52 olduğu saptanmıştır.

Modelin Kurulması:

Öncelikle her oyun başına kumarhanenin günlük beklenen kazancının hesaplanması:

Beklenen Kazanç = [Oyuncunun Kaybetme Olasılığı]*[Oyun Giriş Ücreti] -
[Oyuncunun Kazanma Olasılığı]*[Oyuncuya Ödenecek Para]

Yazı-Tura oyunu için kumarhanenin beklenen kazancı:

$$E1 = \{7/8\}.X2 - \{1/8\}.X2.3$$

Zar oyunu için kumarhanenin beklenen kazancı:

$$E2 = \{30/36\} X3 - \{6/36\} X3.5$$

Kart oyunu için kumarhanenin beklenen kazancı :

$$E3 = \{0,82\}.X4 - \{0,18\}.X4.5$$

Restoranın beklenen kazancı:

$$E4 = [X1][0,90] \{ (0,60)(100) + (0,30)(300) + (0,10)(500) \} + [X1][0,10] \{ (1,00)(0) \}$$

Müşterilerin kumarhaneye ulaşımdan doğan beklenen kazancı: Kendi imkânlarıyla gelenlerin masrafları ve özel araçlarla getirilen müşterilerden elde edilen kazanç göz önünde bulundurularak:

$$E5 = [X1][0,10] (50) - [X1][0,90] (10)$$

1. oyunun aylık beklenen kazancı:

$$E1 = [X1].[0,30].[\{7/8\}.X2 - \{1/8\}X2.3]$$

2. oyunun aylık beklenen kazancı:

$$E2 = [X1]..[0,25]..[\{30/36\} X3 - \{6/36\}.X3..5]$$

3. oyunun aylık beklenen kazancı:

$$E3 = [Xi],[0,45],[\{0,82\}..X4 - \{0,18\} .X4.5]$$

Kumarhanenin aylık beklenen kazancı:

$$Z/30 = \{(Aylık Beklenen Ortalama Kazanç) - \{Aylık Beklenen Ortalama Gider}\}$$

Ve son olarak bir kumarhanenin aylık ortalama kazancını gösteren matematiksel modelin son hali aşağıdaki gibi kurulabilir.

$$Z/30 = \{ [X1] .$$

[

[0,30]. [{7/8} X2 - {1/8} X2.,3] + 1 oyundan beklenen günlük kazanç

[0,25], [{30/36} X3 ~ {6/36} X35] + 2 oyundan beklenen günlük kazanç

[0,45]. [{0,82} X4 - {0,18} X4 5] 3 oyundan beklenen günlük kazanç

+

[0,90] { (0,60) (100) + (0,30) (300) + (0,10) (500) } + Lokantanın beklenen

[0,10] { (1,00) (0) } günlük kazancı

+

[0,10] (50) - Günlük beklenen özel taşıma geliri

[0,90] (10) Günlük beklenen araç park ve güvenlik gideri

]

}

-

{

2 000 /30 + Günlük ortalama elektrik, su, doğalgaz vb giderler

30 000 /30 + Günlük ortalama personel gider ve ödemeleri

20 000 /30 Günlük ortalama mafya haracı

}

$X1 \in \mathbb{N}^+$ Kumarhaneye her gün en az bir kişinin geldiği varsayıyoruz.

$X2 > 20$ 1. oyunun giriş ücreti en az 20 YTL'dir

$X3 > 30$ 2. oyunun giriş ücreti en az 30 YTL'dir.

$X_4 > 25$ 3. oyunun giriş ücreti en az 25 YTL'dir.

Matematiksel model kurulduktan sonra bu model yolu ile kumarhanenin kazancı tahmin edilebilir. Bunun için bir bilgisayar programı hazırlanır ve yukarıda oluşturulan model koda dönüştürülür. Program kullanıcıdan önce bir günde kumarhaneye gelen müşteri sayısını girmesini ister ve kullanıcı bir sayı girer. Daha sonra program sıra ile kullanıcıdan 1. Oyunun giriş ücretini, 2. Oyunun giriş ücretini ve 3. Oyunun giriş ücretini girmesini ister. Kullanıcının girmiş olduğu bu bilgileri kullanarak oluşturulan matematiksel model vasıtasıyla kumarhanenin bir aylık ortalama beklenen kazancı kullanıcıya gösterilir.

Oluşturulan bu modeli kullanan bu bilgisayar programı her çalıştırıldığında kullanıcıdan veri girişi istediği için girilen verilere bağlı olarak tahmin edilen kazanç da her seferinde değişecektir. Örneğin kumarhaneye bir günde gelen müşteri sayısını 50, 1. Oyunun giriş ücretini 30, 2. Oyunun giriş ücretini 40 ve 3. Oyunun giriş ücretini 35 olarak girilirse program sonuçta kumarhanenin 1 aylık beklenen ortalama kazancını 216.860 olarak hesaplayacaktır. Buradaki çözüm tekniği analitik yani kesin çözümdür.

2.2.2.2. Matematiksel Modelleme Çözüm Teknikleri

2.2.2.2.1. Analitik (Kesin) Çözüm

Bu yöntemde problemlerin tam çözümü analitik yöntemler kullanılarak elde edilebilir. Elde edilen tam çözüm matematik ifadeler şeklindedir. Analitik yöntem ile çözümün elde edilebilmesi için problemin doğrusal matematik modele sahip olması gerekir. Bunun için geometrisi basit ve boyut sayısı da az olmalıdır. Sonuç olarak, gerçek problemlerin çözümünde problemlerin doğrusal olmaması ve karmaşık olması nedeni ile analitik yöntemin kullanılması çok sınırlıdır (http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/aergenc_568720ff018658b2a6ae0ae0d1a792b6.ppt).

Analitik çözüm birçok kabuller içeren ve başarımlı kriterlerinin analitik denklemlerle ifade edildiği modelleme tekniğidir. Analitik model diğer yöntemlere

karşılaştırıldığında basit olma üstünlüğüne sahiptir ve basitleştirilmiş varsayımlar ve kabuller üzerine kurulur. Bundan dolayı kesin sonuçlar istendiği durumlarda analitik modeli oluşturmaya çalışmak zaman ve karmaşıklık açısından sistemin prototipini oluşturmak kadar zordur. Çünkü analitik modeli oluşturmak için de gerçek sistemdeki verilerin modele yüklenmesi gerekecektir. Kuyruklama teorisi analitik çözümlerde kullanılan en popüler yaklaşımlardan biridir (Bayılmış, 2009a:15). Kuyruklama teorisinde bir kuyrukta bekleme ve işlem süreleri gibi hesaplamalar analitik denklemlerle ve bazı varsayımlarla yapılmaktadır.

Örnek olarak 0 ve 100 arasında rastgele seçilen bir sayının 11'e bölünme olasılığı analitik olarak hesaplanırsa öncelikle 0 ve 100 arasında 11'e bölünen 9 adet sayı olduğu tespit edilir. Bu sayı 0 ve 100 arasında toplan 100 adet sayı olduğu için çözüm $9/100=0,09$ olarak hesaplanır. Sonuç olarak kesin bir çözüm yapılmış olur. Aynı problem benzetim yolu ve Monte Carlo yöntemi ile çözülmek istenseydi bir bilgisayar programı yazılırdı ve 0 ile 100 arasında kullanıcının istediği kadar rastgele sayı seçilirdi. Bunların kaç tanesinin 11'e bölündüğü tespit edilir ve bu sayı rastgele üretilen toplam sayıya bölünerek sonuç bulunurdu. Yine örnek olarak yukarıda anlatılan kumarhane örneği de analitik çözüme örnektir. Çünkü birçok varsayım vardır gelen müşterilerin belli bir oranının belli oyunları oynaması gibi. Ayrıca çözüm analitik denklemlerle yapılmıştır.

2.2.2.2.1.1. Kuyruklama Teorisi

İnsanlar ve işletmeler açısından bekleme sorununun önemli olması araştırmacıların dikkatini çekmiş ve bu problemin çözülebilmesi için Kuyruk Teorisi ve sıra bekleme sistemlerinde simülasyon olmak üzere iki yöntem geliştirilmiştir. Kuyruk Teorisi, özellikleri bilinen standart istatistiksel dağılımlara dayalı olarak geliştirilmiş ve matematiksel çözümü mümkün olmayan analitik modellerdir (Sarıaslan, 1986:5).

Kuyruk Teorisi ile ilgili olarak yapılmış olan ilk önemli çalışmanın Danimarkalı mühendis Karl Erlang'a ait olduğu söylenece bu alanda yapılan ilk eserin Johannsen'in 1907'de yazmış olduğu "Bekleme Zamanları ve Telefon Etme Sayısı (Waiting Times

and Number of Calls)” adlı makaledir. Daha sonra bu alanda 1927’de C.Molina ve 1928’de C. Fry’ın önemli çalışmaları oldu. 1930 ve 1950 yılları arasında kuyruk teorisi önemli gelişmeler kaydetti. Crommelin telefon sistemlerinde bekletilen telefonlarla ilgili olasılık formülleri geliştirdi. Pollaczek ve Khintchine poisson gelişli, değişen ve sabit zaman servisli tek kanallı sıra bekleme sistemleri için kendi adlarını taşıyan Pollaczek-Khintchine adlı formülü oluşturdu. Pollaczek aynı zamanda çok kanallı sıra bekleme sistemleri için genel geliş ve servis zamanlarını analitik olarak inceleyerek 1960 yılında bununla ilgili modeller geliştirdi. Daha sonra sıra bekleme sistemleri ile ilgili stokastik faaliyetlerin analitik olarak incelenmesi hızlı bir biçimde artmıştır (Sarıoğlu, 1986:5-6).

Kuyruk sistemlerini birbirinden ayırmada kullanılan servis disiplinlerinin uluslararası kabul edilmiş standardı şu şekildedir (Yılmaz, 2008:17):

(a/b/c) : (d:e:f)

Bu dizilişte her harfin bir anlamı vardır.

a: Sisteme gelişlerin yada gelişler arası zaman dağılımı

b: Servis zamanlarının dağılımı

c: Sistemdeki servis birimlerinin sayısı

d: Servis disiplini

e: Sisteme alınabilecek maksimum müşteri sayısı

f: Geliş kaynağının büyüklüğü

Yukarıda gösterilen a ve b harfleri yerine kuyruk yapısı hakkında önemli bilgiler veren standart simgeler kullanılır;

M: Poisson ya da Markovian geliş ve ayrılış dağılımlarını gösterir. Bunlara ek olarak gelişler arası ve servis verilen sürenin üstel olduğunu gösterir.

D: Deterministik gelişlerarası veya servis süresini temsil eder.

Ek: k parametrelili gelişler arası ya da servis süresinin Erlang ya da Gamma dağılımlarını gösterir.

Gl: Gelişlerin veya gelişler arası sürenin genel bağımsız dağılımıdır.

G: Ayrılış veya servis zamanının genel dağılımıdır.

Bunlardan ayrı olarak c harfi ise servis birimlerinin sayısını gösteren pozitif bir sayı olarak temsil edilir. Bu denklemde yer alan e harfi ise maksimum müşteri sayısını, f harfi ise geliş kaynağının sonlu ya da sonsuz olduğunu gösterir.

Örnek olarak (M/M/1) : (GD/∞/∞) modeli açıklanacak olursa ilk iki M harfi sisteme gelen müşterilerin gelişlerinin ve ayrılışlarının λ parametrelili poisson dağılımına tabi olduğunu gösterir. Bu sistemde 1 rakamı tek bir servis birimi olduğunu gösterir. GD simgesi de genel servis disiplininin uygulandığını gösterir. ∞ simgesi de sisteme gelen müşterilerin kapasitesinde sınır olmadığını ve geliş kaynağının sonsuz olduğunu gösterir (Yılmaz, 2008:17-18).

M/M/1 gibi birçok kuyruk modeli vardır ve bu modeller için ayrı ayrı analitik denklemlerle çözümler üretilmiştir. Ama problem bu kuyruk modellerinden birine uymadığı zaman bu çözümlerde sonuç vermeyecektir ve bu tür durumlarda da benzetim yöntemi kullanılmalıdır.

2.2.2.2.2 Algoritmalar

Analitik çözüm bazen çok zor veya imkânsız olabilir. Belirli bir sıra içerisinde gerçekleştirilen matematiksel ve mantıksal işlemler kümesine “algoritma” denir. Yinelemeli olarak uygulanan algoritmalar her adımda optimuma daha yakın bir çözüme doğru ilerler (habibkocak.netdosyalar1.DPKararverme.ppt).

2.2.2.2.3. Sezgisel

Problem optimum çözümü bulunamayacak kadar karmaşıksa, sezgisel yöntemler sezgiye veya bazı deneysel kayıtlara dayanan karar kuralları ile belirli sayıda adımdan sonra en iyi olmasa da tatminkar bir sonuç verirler

2.2.2.2.4. Benzetim (Simülasyon)

İşletmecilik alanına yeni giren bir terim olan benzetim, 1940 sonralarına Von Nuemann ve Ulam tarafından Los Alamos Scientific Laboratory'deki çalışmalara dayanmaktadır. Bu laboratuarda nötronların hareketleri üzerine çalışma yapan iki bilim adamı nötronların hareketlerindeki matematiksel olarak çok karmaşık olan ve deneysel olarak da çözümü pahalı olabilecek nükleer savunma sorunlarını çözmek için “Monte Carlo” analizi adı verilen bir yöntem geliştirdiler. Geliştirilen bu yöntem bugünkü anlamada benzetim tekniğinin ilk kullanımı oldu. Daha sonra 1950’lerde bilgisayarların ortaya çıkması ile birlikte matematiksel modeller üzerinde denemeler yapma imkânı doğdu. Böylece toplum bilimciler laboratuarda yaptıkları deneylere benzer deneyleri benzetim yöntemi ile yapma olanağı buldular (Şahin, 2007:46).

Simülasyon, gerçek hayattaki bir sistemin veya sürecin çalışmasının taklit edilmesidir ve bu taklit etme genellikle bilgisayar üzerinde yapılır. Simülasyon, birçok problem için kullanım kolaylığı, maliyeti ve güvenilirliği açısından vazgeçilmez bir problem çözme yöntemidir. Simülasyon sistemin davranışını tanımlamak ve analiz etmek ve “...olursa ne olur?” sorularına cevap vermek için kullanılır (Yavuz, 2007:12-13). Örnek olarak 0 ve 100 arasında rastgele seçilen bir sayının 11’e bölünme olasılığı benzetim yöntemi ile çözülecek olursa. Bir bilgisayar programı vasıtası ile rastgele sayılar üretilir ve üretilen bu sayılardan kaç tanesi 11’e bölünüyorsa bu sayı toplam sayıya bölünür ve sonuç bulunur.

2.2.2.2.4.1. Benzetim Modelleri

Benzetim modelleri Statik (Static) veya Dinamik (Dynamic), Belirli (Deterministic) veya Olasılıklı (Stochastic), Kesikli (Discrete) veya Sürekli (Continuous) olarak üç grupta incelenir.

Statik benzetim modeli sistemin belirli bir anındaki gösterimidir. Monte-Carlo benzetim modelleri bu türe uygun modellerdir. Bu modeller, kesikli ve sürekli sistemlerin tanımlarına benzer şekilde tanımlanabilir.

Dinamik benzetim modeli sistemin çalışma zamanına göre (bir aralık veya tüm çalışma zamanı dikkate alınarak) yapılan modellemedir. Örneğin; bir banka için kurulan bir benzetim modeli 8 saatlik bir çalışma zamanı dikkate alınarak çalıştırılır (Dengiz, 2009:8).

Belirli benzetim modeli, rassal değişken içermeyen benzetim modelidir. Bu modellerde verilen GİRDİ seti için bir ÇIKTI seti vardır.

Olasılıklı benzetim modeli, bir veya birden fazla rassal değişken içeren benzetim modelidir. Stokastik benzetim modeli kullanılarak elde edilen çıktı rassal olup modelin karakteristiklerinin tahminidir. Banka örneğinde, varışlar arası zaman aralığı ve servis zamanları rassal değişkenlerdir (Dengiz, 2009:10).

Kesikli sistemlerde, durum değişkenleri zaman içinde yalnızca kesikli noktalarda değişir. Örnek verecek olursak Banka Müşteri sayısı, sisteme müşteri geldiğinde veya müşteri servisi tamamlandığında değişir.

Sürekli sistemlerde ise, durum değişkenleri zaman boyunca sürekli olarak değişir. Uçak örneğinde, durum değişkenleri hız ve pozisyon sürekli olarak değişir (Dengiz, 2009:11).

Kesikli bir benzetim modeli, her zaman kesikli bir sistemin benzetimi için kullanılmaz. Belirli bir sistem için kesikli veya sürekli modelin kullanılacağına dair karar, çalışmanın amacına bağlıdır. Örneğin; çevre yolunda trafik akışının modellenmesi, arabaların hareketi ve özellikleri önemli ise kesikli bir modeldir. Arabaların hareketi bir bütün olarak dikkate alınıyorsa, trafik akışı; sürekli bir model olarak diferansiyel eşitlikler ile tanımlanabilir (Dengiz, 2009:11).

Gerçek hayatta karşılaşılan bazı sistemler ne tam olarak sürekli, ne de tam olarak kesiklidir. Bu nedenle hem kesikli-olay benzetim modeli hem de sürekli benzetim modeli ile model kurma ihtiyacı zaman zaman ortaya çıkar. Bu durumda, düzenlenen benzetime “kesikli-sürekli bileşik benzetim modeli” adı verilir (Dengiz, 2009:11).

2.2.2.2.4.2. Benzetim Yönteminin Faydaları

1. Karmaşık yapıdaki gerçek sistemleri analitik olarak inceleyerek matematiksel modellerin kurulmasındaki güçlükler.

2. Simülasyon; Yeni politikalar, parametreler veya çalışma koşullarının denemesine imkân sağlayarak sistem performansının bu yeni koşullar için tahmini sağlar.

3. Alternatif dizaynların birbiri ile karşılaştırılmasını mümkün kılar.

4. Gerçek sistemin rahatsız edilmeden, bozulmadan, tehlikeye atılmadan denenmesi sağlanır.

5. İncelenen sistemin farklı zaman akışlarında ele alınması mümkündür. Örneğin, sıkıştırılmış bir zamanda çalışma hızlandırılarak sistem hakkında genel bilgi elde edilebileceği gibi, geniş bir zaman aralığında sistem hakkında ayrıntılı bilgi edinme mümkün olabilir.

2.2.2.2.4.3. Benzetim Yönteminin Olumsuzlukları

1. Simülasyon modelleri pahalı ve geliştirilmesi zor modellerdir.

2. Simülasyon modellerinin stokastik yapısı, gerçek sistemle ilgili ancak tahminlerde bulunmayı sağlar, kesin bilgiler vermez.

3. Simülasyon modelleri probleme en iyi çözümü bulmak yerine alternatif çözümleri karşılaştırır.

4. Simülasyon sonuçlarının incelenen sistemi doğru yansıtması için modelin geçerliliği çok önemlidir.

5. Simülasyonda bilgisayara olan bağımlılık, çalışmanın uzun sürmesine pahalı olmasına neden olur.

2.2.2.2.4.4. Benzetim Araçları

Gerçek bir sistemin simülasyonunun yapılması için yazılım paketleri kullanılabilir. Bu paketler iki grup halinde sınıflandırılabilir (Bayılmış, 2009a:25).

- Simülasyon dilleri, herhangi bir yapıda bulunan sistemi, programlama ile modelleme özelliğine sahiptir.

- Simülator, simülsayon dillerine göre daha az ya da hiç program yazmaksızın özel sistemlerin simülasyonu için tasarlanan bilgisayar paket programlarıdır.

Gerçek bir olay için bir problemi çözmenin veya bir tahminde bulunmanın üç yolu vardır. Bunlar deney, analiz ve benzetimdir. Bu üç yöntemin özelliklerini bir müşterinin bankada bir işlemi ne kadar sürede yapılmaktadır? Sorusu ile aşağıda açıklanmaktadır.

Deney, bir kronometre ile bankada her müşterinin geçirdiği süre tespit edilir. Daha sonra bu süreler toplanarak tüm müşterilerin geçirdiği toplam süre bulunur. Sonra tüm müşterilerin sayısı toplanır. Toplam süre, müşteri sayısına bölüldüğünde her bir müşterinin bankada geçirdiği ortalama süre bulunur (Bayılmış, 2009a:27).

Analiz, doğrudan sistemde harcanan ortalama süreyi hesaplamak için Queueing Teorisi formülü kullanılır. Formülü kullanabilmek için gerçek sistemin göz önüne alınabilecek basitleştirmelerin yapılması ve nicelik parametrelerine gereksinimin olmasıdır. Bu örnekte nicelik parametreleri varış yoğunluğu yani her zaman dilimi içerisinde bankaya gelen müşteri sayısı ve her zaman dilimi içerisinde işlem yapan müşteri sayısıdır (Bayılmış, 2009a:27).

Benzetim, müşterinin gişeye gelmesi ve işlemini tamamlama sürelerini rastgele olarak türeten bir benzetim modeli yapılacağı düşünülürse; bunun için ilk olarak gerçek sistemle birebir ilgili olan tüm faaliyetler, uygun bir biçimde sıralanmalıdır. Gözetlemeler, istatistiksel verilerin toplanması ve değerlendirmeler programlanmalıdır. Deney yönteminde olduğu gibi her müşteri için harcanan süre hesaplanmalı, bulunan bu süreler toplanmalı, müşteri sayıları sayılmalı, sonuçta ortalamalar hesaplanmalı ve ekranda gösterilmelidir (Bayılmış, 2009a:27).

2.3. OPNET MODELER

Bilgisayar ağlarının modellenmesinde birçok benzetim aracı mevcut olmakla birlikte yaygın olarak kullanılan yazılımlar ve üretici firmaları Tablo 3' de verilmiştir (Bayılmış, 2009a:26).

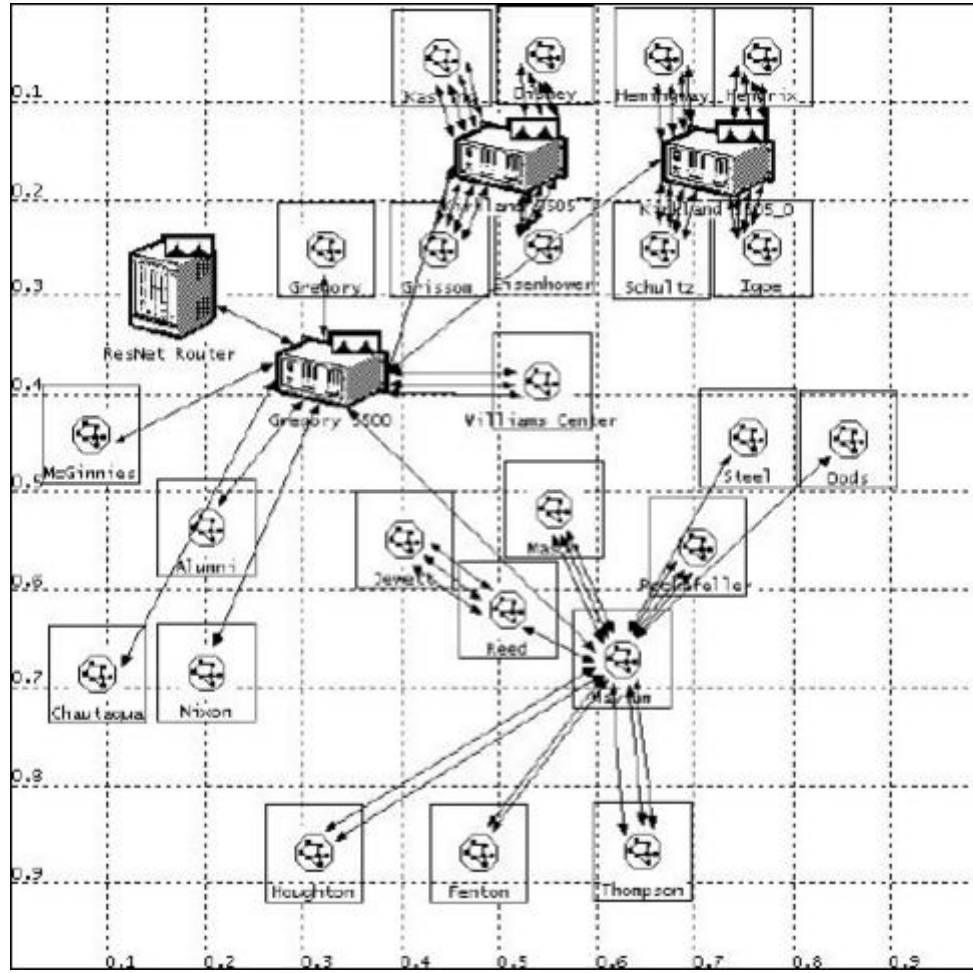
Tablo 3. Ağ simülasyon yazılımları (Bayılmış, 2009a:26).

OPNET	OPNET Tech. Inc.
Omnet	Karlsruhe University
Network Simulator	Berkly University
Net Maker	Make Systems Inc.
Object Time	BNR
Predictor	CompuWare
Net Rule	Analytical Engines Inc.
Qualnet Developer	Scalable Network Tech

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).

subnetlar sadece ağ cihazlarını gruplamak ve çalışma alanının daha düzenli görünmesini sağlamak için kullanılır. Şekil 32’de modellenen kampüs ağında kampüsteki her bir fakülte veya yerel alan ağı subnetlar ile temsil edilmiştir. Kampüs ağındaki merkez routerlar ile alt ağlar içersinde yer alan birimlerin bağlantıları yine OPNET programında modelleri bulunan farklı linkler kullanılarak sağlanmıştır. Modelleme alanında, kampüs ağı yerleşim düzenine uygun bir şekilde oluşturulmuştur. Kampüs ağı modelinde alt ağlardan farklı olarak kullanılan diğer ağ ekipmanı olan yönlendiriciler (routerlar), Cisco marka routerlardır. Bu routerlar alt ağ elemanları ile de bağlantılıdır (Develi, 2009:17).

Bu tez çalışmasında da Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı modellenirken her bir fakülte için bu subnetlar kullanılacakve çalışma alanının daha düzenli olması sağlanacaktır. Herbir subnet bir fakülteyi temsil edecek ve her bir subnet içerisinde bir yerel alan ağı ve bir switch bulunacaktır.



Şekil 32. SUNY Fredonia Üniversitesinin modellenen kampüs ağı (Zubairi ve Zuber, 2000).

OPNET istenilen boyuttaki ağlarda simülasyon yapmaya imkan sağlayan ve geniş bir kütüphaneye sahip olan bir yazılımdır. Küçük bir laboratuvar veya bina boyutunda bir ağ simülasyonu yapılabileceği gibi, dünya üzerindeki farklı bölgelerde bir proje oluşturmak da mümkündür (Akbaş, 2010:16). OPNET, bilgisayar ağlarının modellenmesini sağlayan kapsamlı bir geliştirme ortamıdır. Modellenen sistemlerin hem davranışı hem de performansı ayrık zamanlı benzetim gerçekleştirilerek analiz edilebilir.

OPNET yazılımı, TCP/IP, ATM, frame relay, MPLS, IP gibi ağ protokollerinin ve 3Com, Cisco, Bays Network gibi üreticilerin üretmiş olduğu anahtar ve yönlendirici gibi cihazların modellerinin yer aldığı geniş bir kütüphaneye sahiptir. OPNET'in en

büyük avantajlarından bir tanesi; kullanıcıların kendi ihtiyaç ve hedefleri doğrultusunda yeni bağlantı, protokol ve ürünlerin modellerini oluşturabilmesidir (Akbaş, 2010:16).

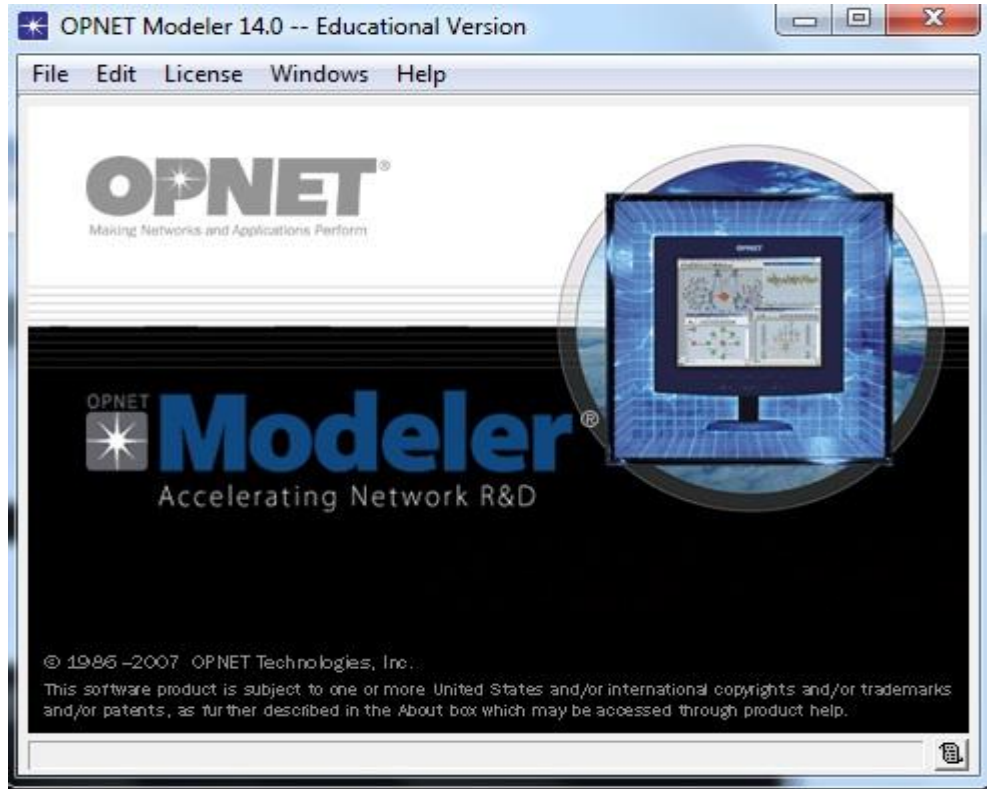
OPNET yazılımının temel özellikleri şunlardır (Develi, 2009:37):

- OPNET, nesne tabanlı bir yazılımdır. Yazılım içerisinde yer alan sistemler, nesnelere ve nesnelere her biri düzenlenebilen özelliklerden oluşur.
- Nesnelere davranışları ve yetenekleri bakımından sınıflara dâhil olurlar.
- OPNET modelleri hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Farklı yapılar da farklı benzetim işlemlerini gerçekleştiren en temel editörleri Proje Editörü, Node Editörü ve Proses Model Editörüdür.
- Yazılımın grafik ara yüzleri mevcuttur. OPNET mümkün olduğu editörlerde grafik editörleri ile modeller oluşturulabilir.
- OPNET, ayrıntılı modeller geliştirebilmek için esneklik sağlar. Yüksek seviyeli bir programlama dilidir. Bu ortam gerçekçi modellemeler, protokoller, algoritmalar ve iletişim teknolojilerine olanak sağlar.
- Simülasyonlar otomatik olarak gerçekleşir. Model özellikleri C dilinde derlenir. Gelişmiş simülasyon ayarları derleme gereksinimlerini en aza indirir.
- Uygulamaya yönelik istatistikler mevcuttur. OPNET simülasyon süresince elde edilebilecek çok çeşitli performans istatistiklerini otomatik olarak sağlar.
- Simülasyon sonrası analiz araçları entegredir. Performans gerçekleştirme ve analizler büyük ölçüde simülasyon sonuçlarının yorumlanmasını gerektirir.
- OPNET, simülasyon sonucunun işlenmesi ve grafiksel olarak sunumu için kapsamlı bir araç da içerir.
- İnteraktif analiz sağlar. Tüm OPNET simülasyonları kapsamlı bir interaktif debugger ile analizler için otomatik olarak desteklenir.
- Animasyonlar oluşturulabilir. Simülasyon çalışmaları modellenen sistemin çeşitli seviyelerinde animasyon oluşturmak için ayarlanabilir ya da istatistiklerin animasyonları istenilen zamanda dâhil edilebilir.

- Grafik özelliklere ek olarak, OPNET modelleri ve veri dosyaları program ara yüzü ile değiştirilebilir. Bu özellik modellerin otomatik olarak oluşturulması veya OPNET' in diğer araçlara entegre edilmesi açısından faydalıdır.

2.3.1. Opnet Modeler 14 Educational Versiyon ve Akademik Edition

Opnet Modeler 14 Educational Version, eğitim amaçlı kullanılan ve Opnet Academic Version'a göre daha gelişmiş özellikler ve araçlar içeren bir sürümüdür. Bu tez çalışmasında da simülasyon her iki versiyon ile de denenmiştir. Opnet Modeler programı kendi internet sitesinden üye olarak indirilebilen ücretsiz bir programdır.



Şekil 33. OPNET Modeler Programı

OPNET Modeler' de ağ benzetim sürecine OPNET programını çalıştırdıktan sonra File-New Project seçeneği ile proje oluşturmaya başlanır. Bu aşamada projeye ve senaryoya bir ad verilir. Burada dikkat edilmesi gereken projenin genel bir adı olduğudur ve başlangıçta bir senaryo olmalıdır daha sonra istenildiği kadar senaryo eklenebilir. Proje oluşturma aşamasında modellenecek bilgisayar ağının coğrafi konumu,

kullanılacak olan teknolojiler seçilir. Kullanılacak olan teknoloji seçimi daha sonra nesne paletinde varsayılan olarak görünecektir. Yapılan bu seçimler sonucunda programın ana penceresi ve nesne paleti açılır. Modelleme işlemleri belirlenen alan içerisinde nesne paleti üzerindeki ağ ekipmanları modelleme alanına yerleştirilerek gerçekleştirilir.

Programda modelleme alanında bulunan butonlar ve butonların görevleri ise şunlardır:



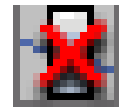
Object Palette: Ağ elemanlarını bulduran nesne paletini gösterir. Nesne paleti üzerinde ağ modellemede kullanılacak ağ cihazları, cihazları arası bağlantıları gerçekleştirecek medya bulunur.



Subnet: Bir alt ağ (subnet) içerisinde bir üst ağa geçer. Subnet, karmaşık ağ modellerinde modellenen ağ gruplayarak basitleştirmek için kullanılan bir noddur.



Run Simulation: Simülasyona başlamadan önce simülasyon süresi gibi konfigürasyon ayarlarını yapar.



Fail Selected Object: Seçili olan nesnenin simülasyonda çalışmamasını sağlar.



Recover Selected Object: Daha önce fail selected object özelliği uygulanmış olan nesnenin simülasyonda tekrar çalışmasını sağlar.

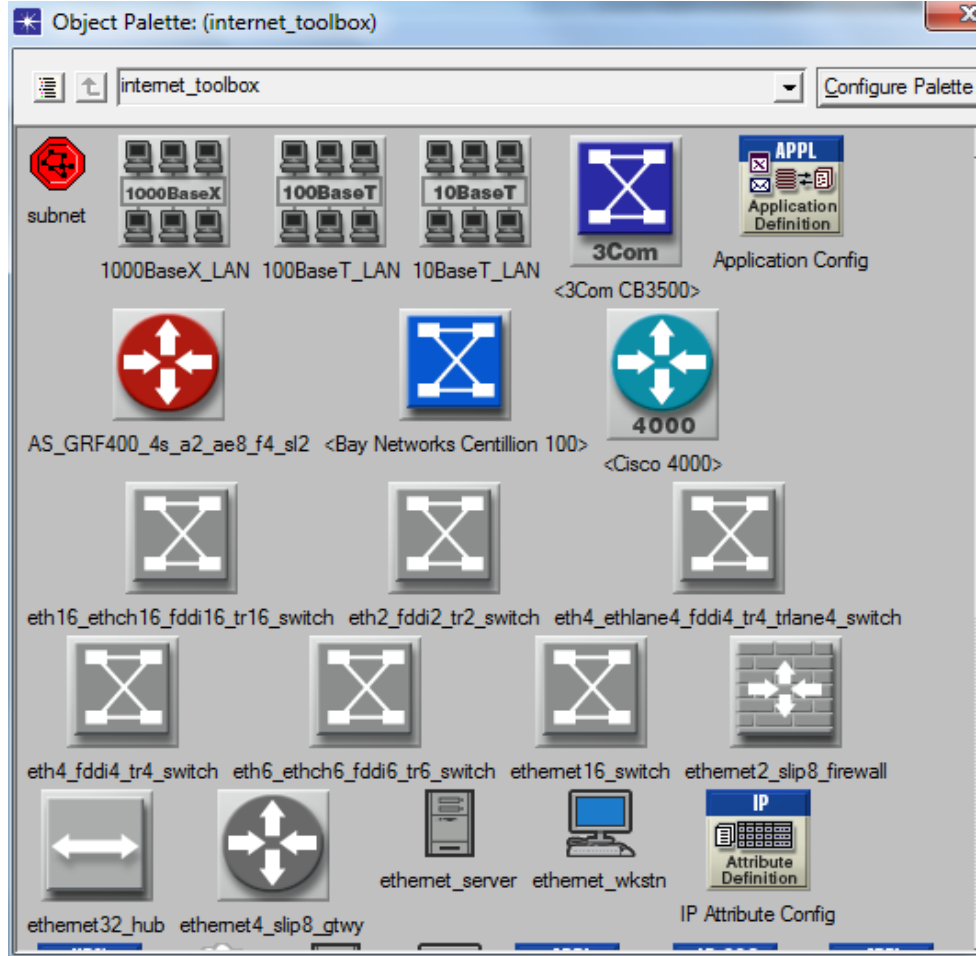


Open Traffic Center: Modellenmiş olan ağda uygulanacak olan trafiği görmek için kullanılır.

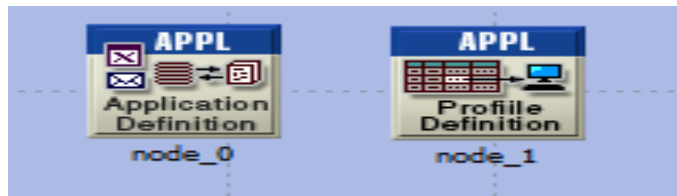


View Result: Simülasyon sonuçlarının görüntüleneceği ekranın açılmasını sağlar.

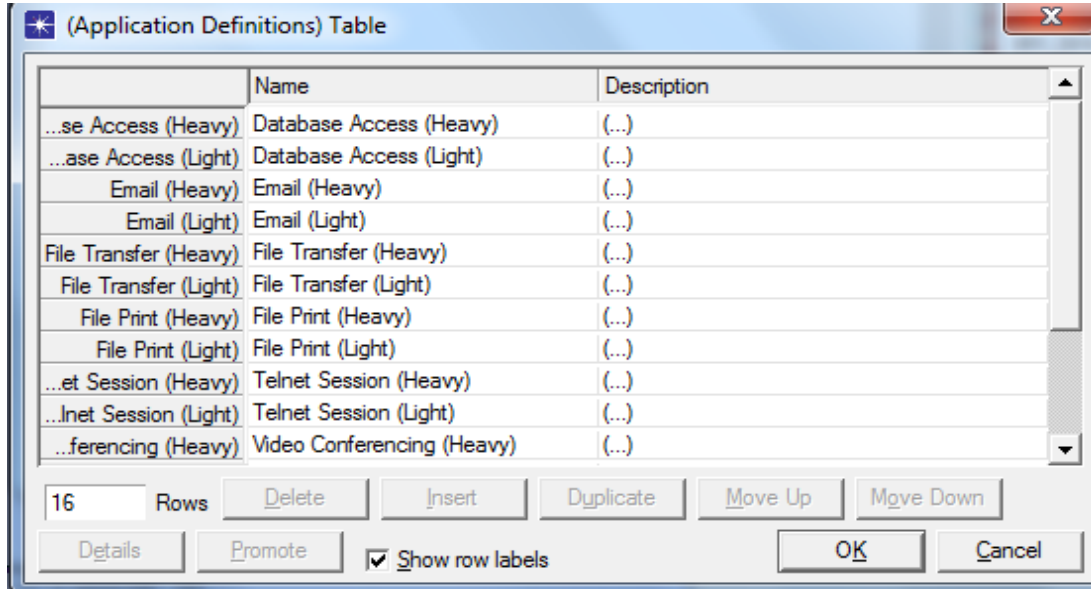
Programda yer alan nesne paleti (Şekil 34), modelleme alanı üzerine yerleştirilecek olan ağ ekipmanlarının, bağlantı ortamlarının ve mevcut ağ ekipmanlarının modellerinin bulunduğu geniş bir kütüphaneye sahiptir ve bu kütüphaneye istenilen özelliklerde ağ cihazı da eklenebilmektedir. Kütüphane içerisinde ağ ekipmanları (switch, router, server, client vb.), bağlantılar için ortamlar (10BaseT, 100BaseT, Token Ring, FDDI vb.) ve ağ ekipmanı üreten firmaların modelleri (3Com, Ascend, Bay-Networks, Cabletron, Cisco, Hewlett Packard vb.) mevcuttur. Nesne paletinde bu elemanların yanı sıra ağda trafik oluşturabilmek amacıyla kullanılan Application Config (Uygulama Ayarları), Profile Config (Profil Ayarları) nesneleri mevcuttur (Şekil 35). Uygulama ayarları bilgisayar ağında kullanılan tüm işlemleri gerçekleştirebilecek uygulamaların düzenlendiği nesnedir (Şekil 34). Nesne paletinde bulunan her bir eleman tıklanıp modelleme alanına istenilen yere yerleştirilebilir ve bu elemanlara fare ile sağ tıklayarak özellikler sekmesinden istenilen özellikleri ayarlanabilir. Bu nesnelere ekrana yerleştirildikten sonra farenin sağ tuşu ile çalışma alanına yerleştirme işlemine son verilir (Develi, 2009:42).



Şekil 34. OPNET Modeler Nesne Paleti



Şekil 35. Nesne paletindeki uygulama, profil ve görev ayarları nesneleri



Şekil 36. Uygulama ayarları nesnesi ile tanımlanabilen ağ uygulamaları

2.3.2. Opnet Editörleri

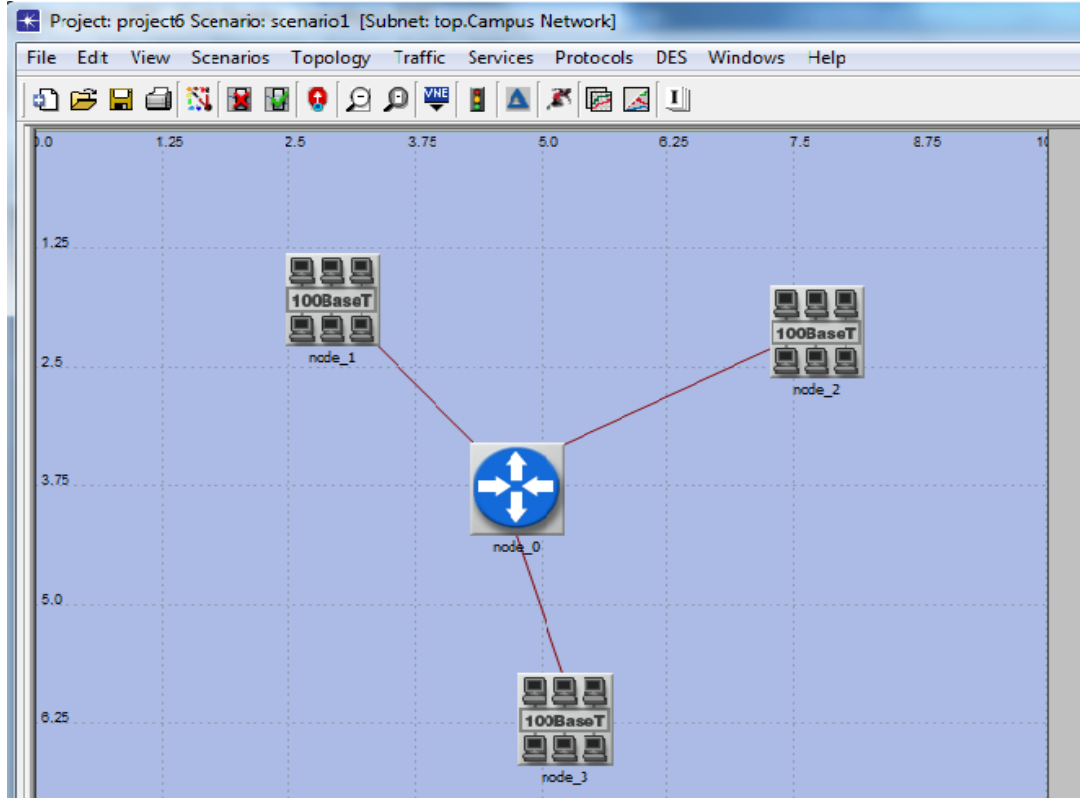
Opnet Modeller programını kullanarak bir sistemi modellerken birçok editör kullanılır. Bir ağ modellemesinde ağ içerisinde kullanılacak bağlantı, ağ elemanları, protokoller ve trafik yükleri ayrı editörler yardımı ile gerçekleştirilir (opnet.com).

Tablo 4. OPNET Modeller Editörleri ve Görevleri

Proje Editörü	Ağ topolojileri oluşturma, bağlantı ve nodaları düzenleme, sonuçları seçme, simülasyonu çalıştırma ve sonuçları görme
Node Editörü	Dâhili yapı ve özellikleri kullanarak node modelleri oluşturma
Proses Editörü	Protokolleri, algoritmaları, işletim sistemlerini temsil ederek karar veren proses modelleri geliştirme
Link Model Editörü	Bağlantı modelleri oluşturma,

	düzenleme, görüntüleme
Paket Format Editörü	Paket formatları oluşturma, paketlerin sırasını, paket içerisindeki verilerin tipini ve boyutunu tanımlama
Ici Editörü	(Interface Control Information) Arayüz kontrol bilgileri oluşturma, düzenleme, görüntüleme
Anten Şablonu	Alıcı ve vericiler için anten şablonu oluşturma, düzenleme, görüntüleme
Modülasyon Eğrisi	Vericiler için modülasyon eğrisi oluşturma, düzenleme, görüntüleme
PDF Editörü	(Probability Density Functions) Olası yoğunluk fonksiyonları oluşturma, düzenleme, görüntüleme
Probe Editörü	Bir simülasyon boyunca toplanacak olan animasyon veya istatistiksel kaynakları tanımlama
Simülasyon Aracı	Her biri farklı giriş ve çıkışlara göre ayarlanmış simülasyon dizilerini tasarlama ve çalıştırma
Analiz Aracı	Simülasyonlar tarafından üretilen nümerik verileri işleme, görüntüleme
Filtre Editörü	Analiz panellerindeki veriye Uygulanacak nümerik işlemleri tanımlama

2.3.2.1. Proje Editörü



Şekil 37. Project editör uygulama alanı.

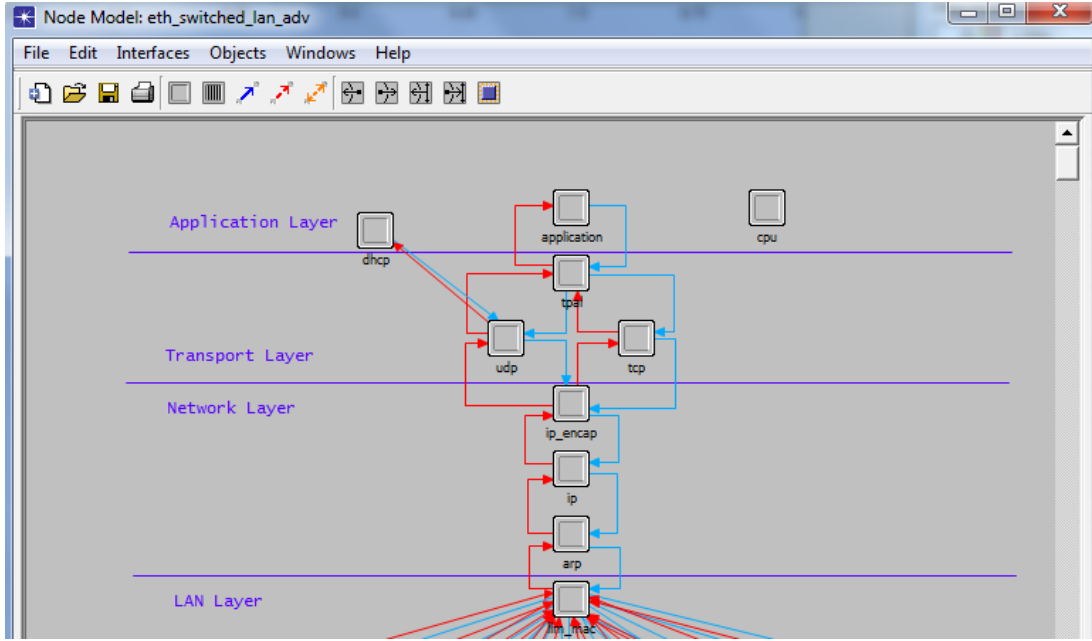
En üst düzeyde bulunan katmandır. Ağ modellerinin geliştirdiği, alt ağların oluşturduğu, bağlantı hatlarını düğümler (nodes) ve coğrafik içeriğin tanımlandığı editördür. Diğer editörlerde oluşturulan ya da OPNET'in kütüphanesinde bulunan cihazlar bu katmana yerleştirilir. Öncelikle diğer editörlerde istenilen modeller oluşturulur ve oluşturulan bu modeller bu editörde kullanılır. OPNET'in geniş kütüphanesi sayesinde diğer editörleri kullanmadan da bu editörde çalışmalar yapılabilir (Bayılmış, 2009b:11).

Project (ağ) Editöründe;

- Ağ modülleri oluşturulabilir ve düzenlenebilir.
- Ağ elemanlarının özellikleri değiştirilebilir.
- Ağ topolojileri tanımlanabilir, ihmal edilir ve trafik üretilebilir.

- Simülasyon sonuçları elde edilip grafiksel olarak gösterilebilir.

2.3.2.2. Düğün (Node) Model Editörü



Şekil 38. Node editör uygulama alanı.

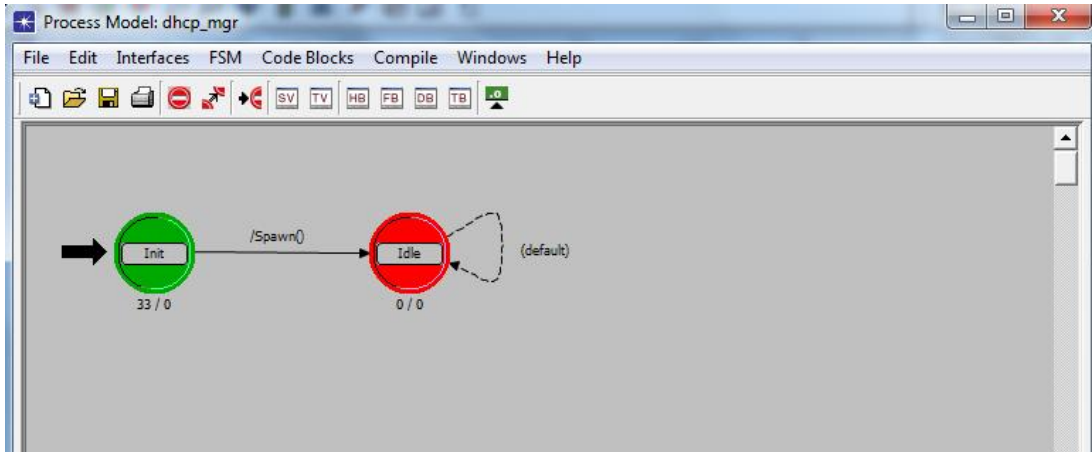
Proje editöründe kullanılan ağ cihazlarının (switch router Workstation vb. düğümlerinin) geliştirdiği editördür. Bu editörde her bir nesne içerisinde Proto-C kodlarından oluşan proses modellerinin olduğu modüller ve modülleri birbirine bağlayan iletim hatlarından oluşur. Node editöründeki modüller daha önceden process editörde oluşturulan process editör ile tanımlanır (Bayılmış, 2009b:12).

- Bir ağ elemanı oluşturmak için beş modül vardır
- Alıcı ve verici, trafik sinyallerinin iletim işlemini
- Üretici, trafik sinyali oluşturma işlemini
- İşlemci, ağ elamanının davranış şeklini
- Kuyruk ise verilerin işlenme sırasında kayıpların oluşmasını için kullanılır.

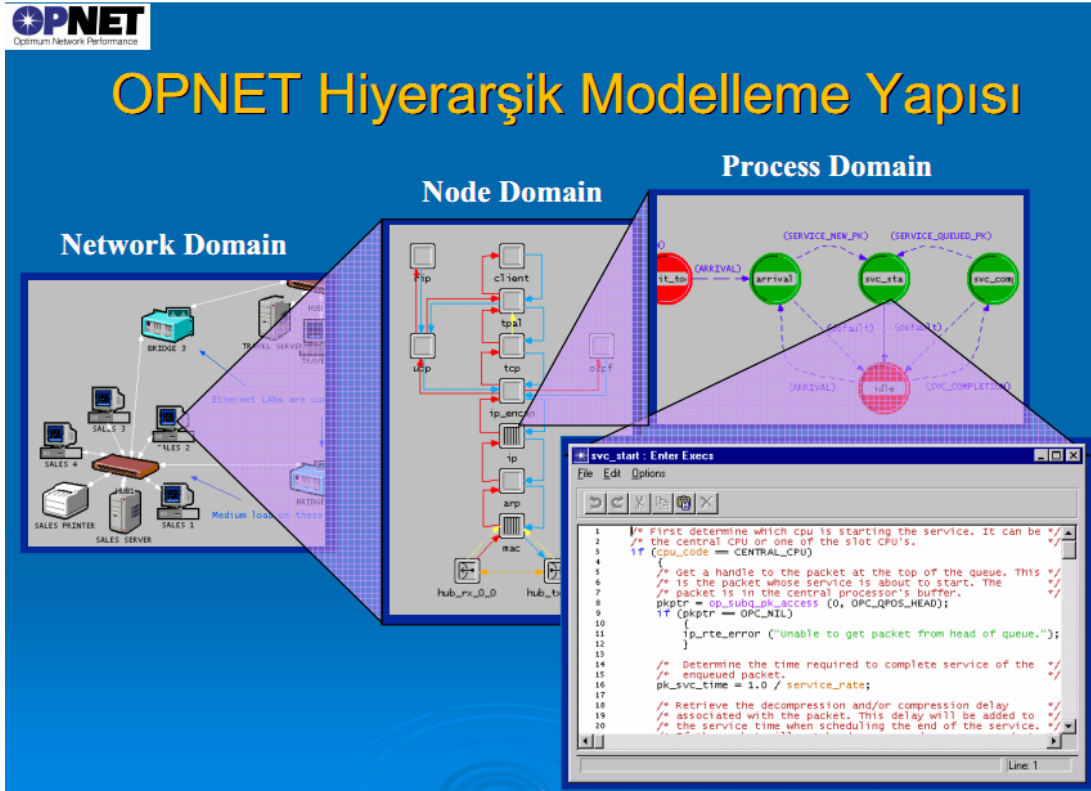
2.3.2.3. Proses (Process) Model Editörü

Hiyerarşik modelleme yapısının en alt seviye editörüdür. Düğüm editöründeki modüllerin yapısının, işlevinin, parametrelerinin ve davranışlarının tanımlandığı, kontrol edildiği ve değiştirildiği editördür.

Bir process model finite state machine (FSM) dir. Modülün bir olaya yanıt olarak karar vermesinde state ve transitionlar kullanılır. State modülün koşul durumudur, transition ise modülün bir olay karşısındaki değişikliğidir. Durum geçiş diyagramları ve bunların işlemlerini belirleyen Proto C kodlarını içerir. Bu Proto-C kodları process modelde 3 yerde kullanılabilir bunlar enter executive, exit executive, transition executive. Bir modüle etki eden bir olay olduğu zaman simülasyon kernel'i bir kesme ile kontrolü modülün process modeline verir ve bu process model olaya karşılık verir, state değişerek ilişki kod çalıştırılır ve kontrol tekrar simülasyon kernel'e verilir. Process modelde bir state çalışmaya başladığına ilk önce enter executive çalıştırılır ve state unforced ise process model çalışmayı durdurur ve kontrolü simülasyon kerneline verir. State forced bir state ise process model çalışmayı durdurmaz ve bir sonraki state'e geçer. Forced stateler yeşil, unforced stateler kırmızı simge ile gösterilirler (opnet.com).



Şekil 39. Proses editör uygulama alanı.

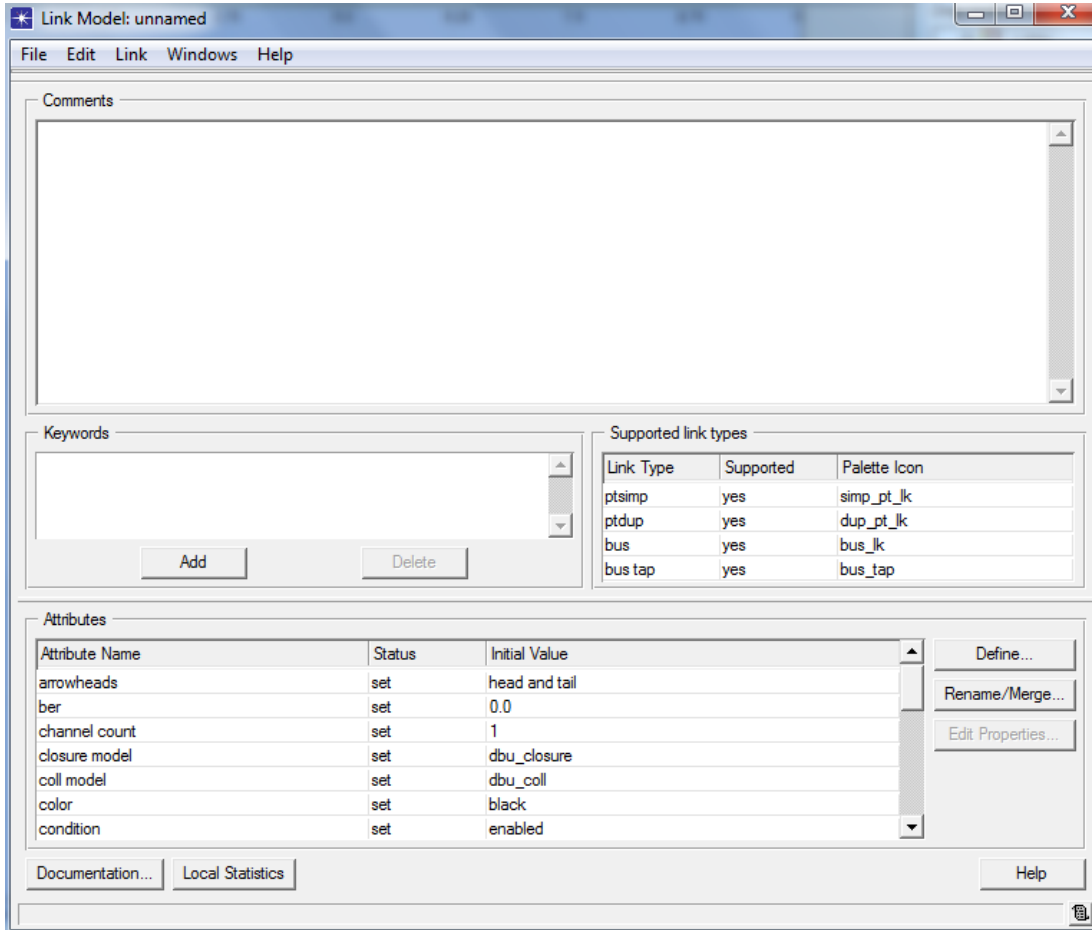


Şekil 40. Opnet hiyerarşik modelleme yapısı.

2.3.2.4. Bağlantı (Link) Model Editörü

Ağ modüllerinin cihazlarının iletişimi sağlayan bağlantı (veri yolu ara bağlantı vb) modellerinin oluşturduğu ve düzenlendiği editördür. Veri iletim hızı kanal sayısı hata modeli gibi bağlantı hattı özellikleri düzenlenir. Bu editör ile güncel olan linkler modellenebildiği gibi, istenilen özelliklerde bir link çeşidi de tanımlanabilir (Bayılmış, 2009b:16).

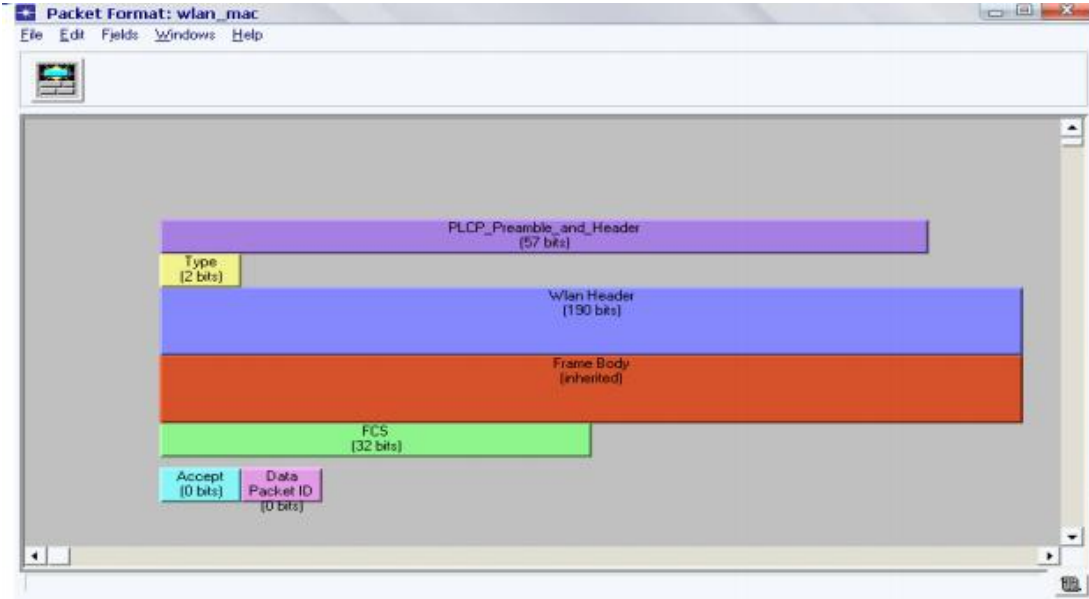
Bu tez çalışmasında özel bir link tanımlanmamış, Opnet kütüphanesinde yer alan bağlantı türleri kullanılmıştır.



Şekil 41. Link Model Editör uygulama alanı.

2.3.2.5. Paket Biçim (Packet Format) Model Editörü

Veri kontrol gibi bilgi paketlerinin tanımlandığı ve yapıların geliştirildiği editördür. Paket içerisindeki alanlar tanımlanır ve bu alanlar özelleştirilebilir. (Bayılmış, 2009b:17).



Şekil 42. Paket Format Editör uygulama alanı.

OPNET programının bu temel editörlerden başka anten modül editörü, modülasyon editörü ve Pdf editörü gibi bir çok editörü bulunmaktadır. Bu editörleri çalıştırmak ve ihtiyaç duyulan modelleri oluşturmak için OPNET programı çalıştırıldıktan sonra File menüsünden istenilen editör seçilerek çalışmaya başlanır. Editörlerde yapılan çalışmalar bittikten sonra File menüsünden save seçeneği ile model kaydedilmelidir, çünkü OPNET bu editörlerde yapılan çalışmaların hepsini ayrı bir model dosyasında tutmaktadır.

3. UYGULAMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada 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 Modeler ile modellenmiş ve bu model üzerinde uzaktan eğitim için benzetim yöntemi ile performans ölçümü yapılmıştır.

3.1. CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS AĞI

İlk network 1991 yılında Öğrenci İşleri ile Bilgi İşlem arasında çekilen RS232 kablosu ile başlamıştır. 2007 yılında merkez kampüs ile ULAKNET arasında METRO ETHERNET bağlantısına geçilmiştir (İnternet çıkış hızı 70 Mbps). Tüm fakülteler ve ilçeler Sanal Ağ (Virtual LAN) uygulamasına geçirilmiştir.

En son iletişim alt yapısı özellikleri ise;

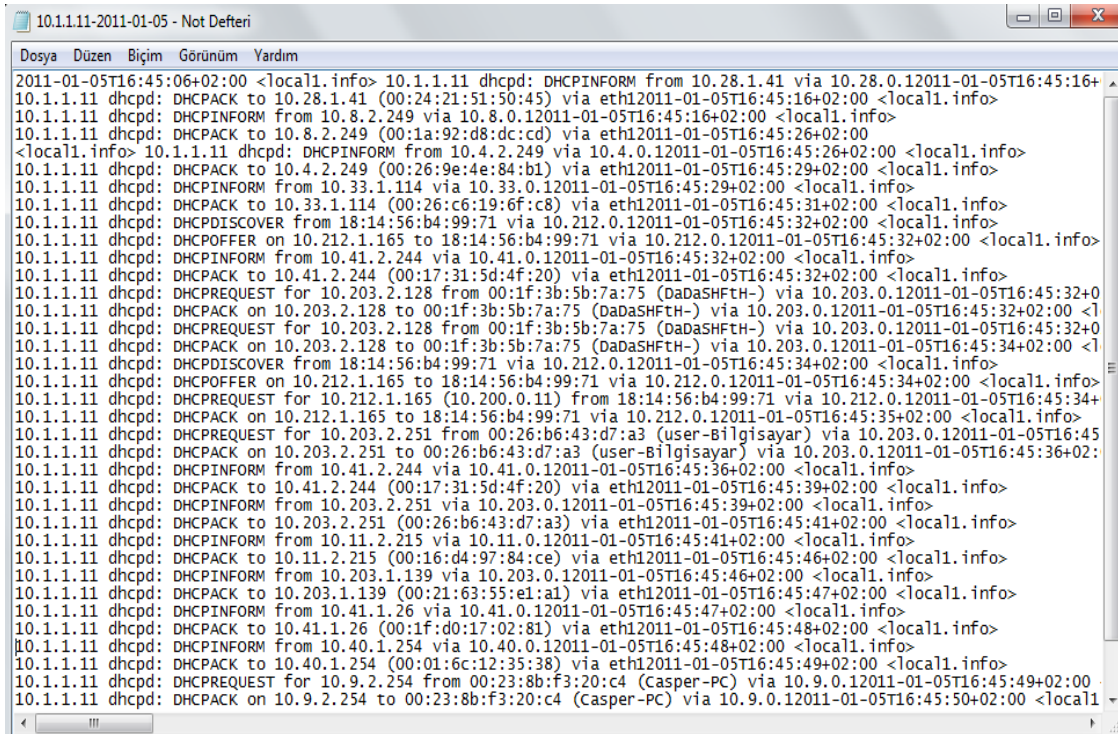
- 49 noktalı Kampus Ağı (cu-NET)
- 11 noktalı Hastaneler Ağı (has-NET)
- 12 noktalı Lojmanlar Ağı (loj-NET)
- 9 noktalı ilçe MYO Ağı (ilce-NET)
- 8 noktalı telsiz Ağı (wireless-NET)
- 8 noktalı telefon Ağı (phone-NET)
- Yaklaşık 3700 bilgisayar bağlantısı.
- Binaların omurga merkezine bağlantı hızı 1000 Mbit.
- Merkez İnternet hızımız (Metro Ethernet) 100 Mbit.
- İlçelerde 512 Kbit ile 2 Mbit arasında değişen hızlar.
- Tüm ağda Sanal Ağ uygulaması.
- Tüm sistemde Güvenlik Duvarı (FireWall) koruması.

Bilgi İşlem Daire Başkanlığınca yaklaşık 7000 bilgisayara ağ hizmeti sunulmaktadır.

Cumhuriyet Üniversitesi kampüs ağında 1 adet kampüsün ve ilçelerin tüm iletişimini yönlendiren 64 adet 1000 Mbit Fiber Port takılabilen uzaktan yönetilebilir Layer 7 katman switch bulunmaktadır. Bütün fakültelerdeki switchler fiber optik kablo ile bu layer 7 katman merkezi switch'e bağlanmaktadır.

3.1.1. Cumhuriyet Üniversitesi Ağı Bilgisayar Sayısının Bulunması

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 43'de örneği görülen DHCP log dosyaları kullanıldı.



```

2011-01-05T16:45:06+02:00 <local1.info> 10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.28.1.41 via 10.28.0.12011-01-05T16:45:16+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.28.1.41 (00:24:21:51:50:45) via eth12011-01-05T16:45:16+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.8.2.249 via 10.8.0.12011-01-05T16:45:16+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.8.2.249 (00:1a:92:d8:dc:cd) via eth12011-01-05T16:45:26+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.4.2.249 via 10.4.0.12011-01-05T16:45:26+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.4.2.249 (00:26:9e:4e:84:b1) via eth12011-01-05T16:45:29+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.33.1.114 via 10.33.0.12011-01-05T16:45:29+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.33.1.114 (00:26:c6:19:6f:c8) via eth12011-01-05T16:45:31+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPDISCOVER from 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:32+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPDISCOVER from 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:32+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.212.1.165 to 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:32+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.212.1.165 to 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:32+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK on 10.212.1.165 (10.200.0.11) from 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:34+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.212.1.165 to 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:35+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.212.1.165 to 18:14:56:b4:99:71 via 10.212.0.12011-01-05T16:45:35+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.203.2.251 from 00:26:b6:43:d7:a3 (user-Bilgisayar) via 10.203.0.12011-01-05T16:45:36+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.203.2.251 from 00:26:b6:43:d7:a3 (user-Bilgisayar) via 10.203.0.12011-01-05T16:45:36+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.41.2.244 via 10.41.0.12011-01-05T16:45:36+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.41.2.244 (00:17:31:5d:4f:20) via eth12011-01-05T16:45:39+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.203.2.251 via 10.203.0.12011-01-05T16:45:39+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.203.2.251 (00:26:b6:43:d7:a3) via eth12011-01-05T16:45:41+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.11.2.215 via 10.11.0.12011-01-05T16:45:41+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.11.2.215 (00:16:d4:97:84:ce) via eth12011-01-05T16:45:46+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.203.1.139 via 10.203.0.12011-01-05T16:45:46+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.203.1.139 (00:21:63:55:e1:a1) via eth12011-01-05T16:45:47+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.41.1.26 via 10.41.0.12011-01-05T16:45:47+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.41.1.26 (00:1f:d0:17:02:81) via eth12011-01-05T16:45:48+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPINFORM from 10.40.1.254 via 10.40.0.12011-01-05T16:45:48+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK to 10.40.1.254 (00:01:6c:12:35:38) via eth12011-01-05T16:45:49+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPREQUEST for 10.9.2.254 from 00:23:8b:f3:20:c4 (Casper-PC) via 10.9.0.12011-01-05T16:45:49+02:00 <local1.info>
10.1.1.11 dhcpd: DHCPACK on 10.9.2.254 to 00:23:8b:f3:20:c4 (Casper-PC) via 10.9.0.12011-01-05T16:45:50+02:00 <local1.info>

```

Şekil 43. 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

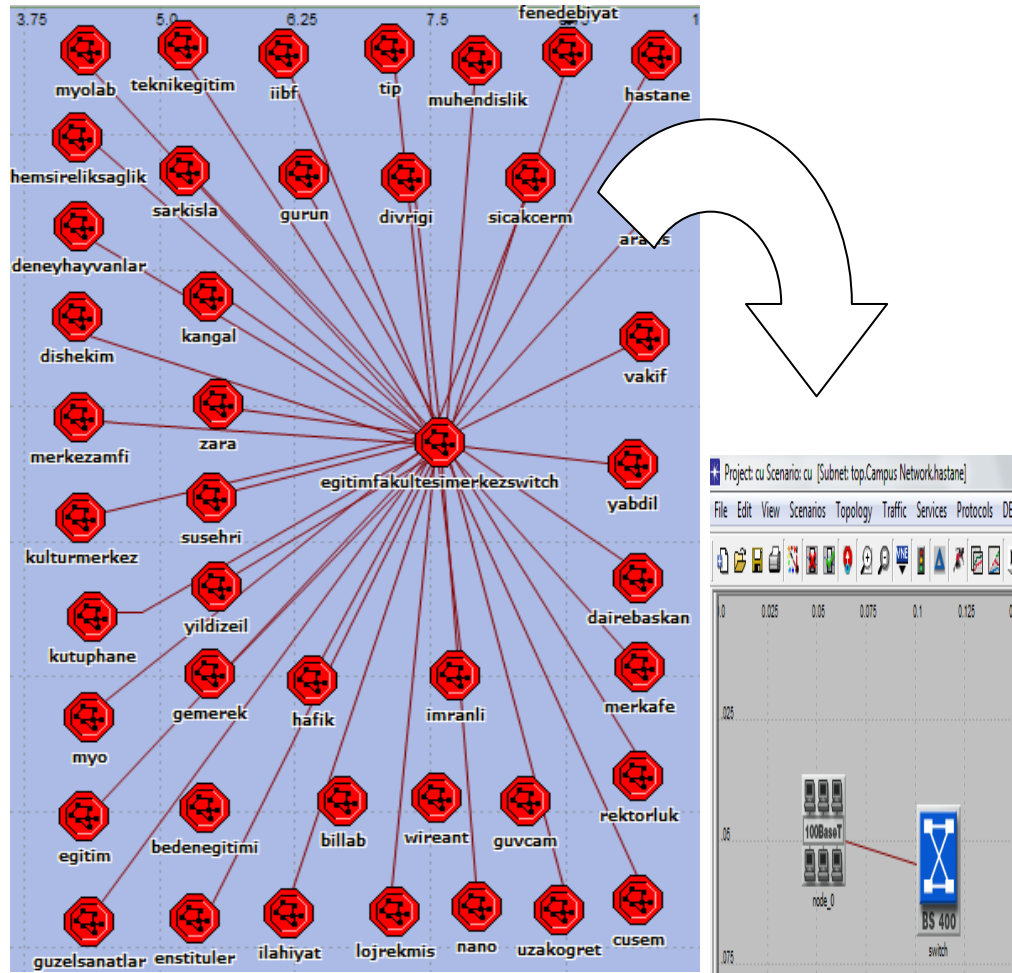
kayıtlar Php ile yazılan bir script ve Mysql veritabanı yardımı ile yaklaşık iki hafta gibi bir süre boyunca çalıştırılarak ayrıştırıldı. Bu ayrıştırma yapılırken bilgisayarların mac adresleri dikkate alındı ve bir bilgisayar eğer birden fazla Virtual LAN ile ağa bağlandıysa o bilgisayar her iki Virtual 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.

3.1.2. Cumhuriyet Üniversitesi Ağda Bulunan Cihazlar

Cumhuriyet Üniversitesi kampüs ağında layer 2 ve layer 3 katman anahtarlama cihazları bulunmaktadır. Bu cihazlar Nortel Baystack 425-24T ve Nortel 8610 modelleridir. Bu cihazlar üzerinde 80'e yakın VLAN (Virtual LAN) tanımlanmıştır. VLAN, network kullanıcılarının ve kaynaklarının bir switch üzerindeki portlara bağlanarak yapılan mantıksal bir gruptur. VLAN'lar sayesinde subnetler ya da broadcast domainleri yaratılır. Böylece broadcast yapılan alan aynı VLAN içinde portlardır. Fakültelerde ara dağıtım anahtarı olarak Nortel Baystack 425-24T cihazları kullanılmaktadır. Nortel Baystack 425-24T cihazlarla eğitim fakültesinde bulunan ve merkezi switch olan Nortel 8610 cihazı ile olan bağlantılar 1 Gbps bant genişliğine sahiptir. Cumhuriyet Üniversitesi kampüs ağı bağlantılarında fiber optik ve UTP türünde kablolar kullanılmıştır.

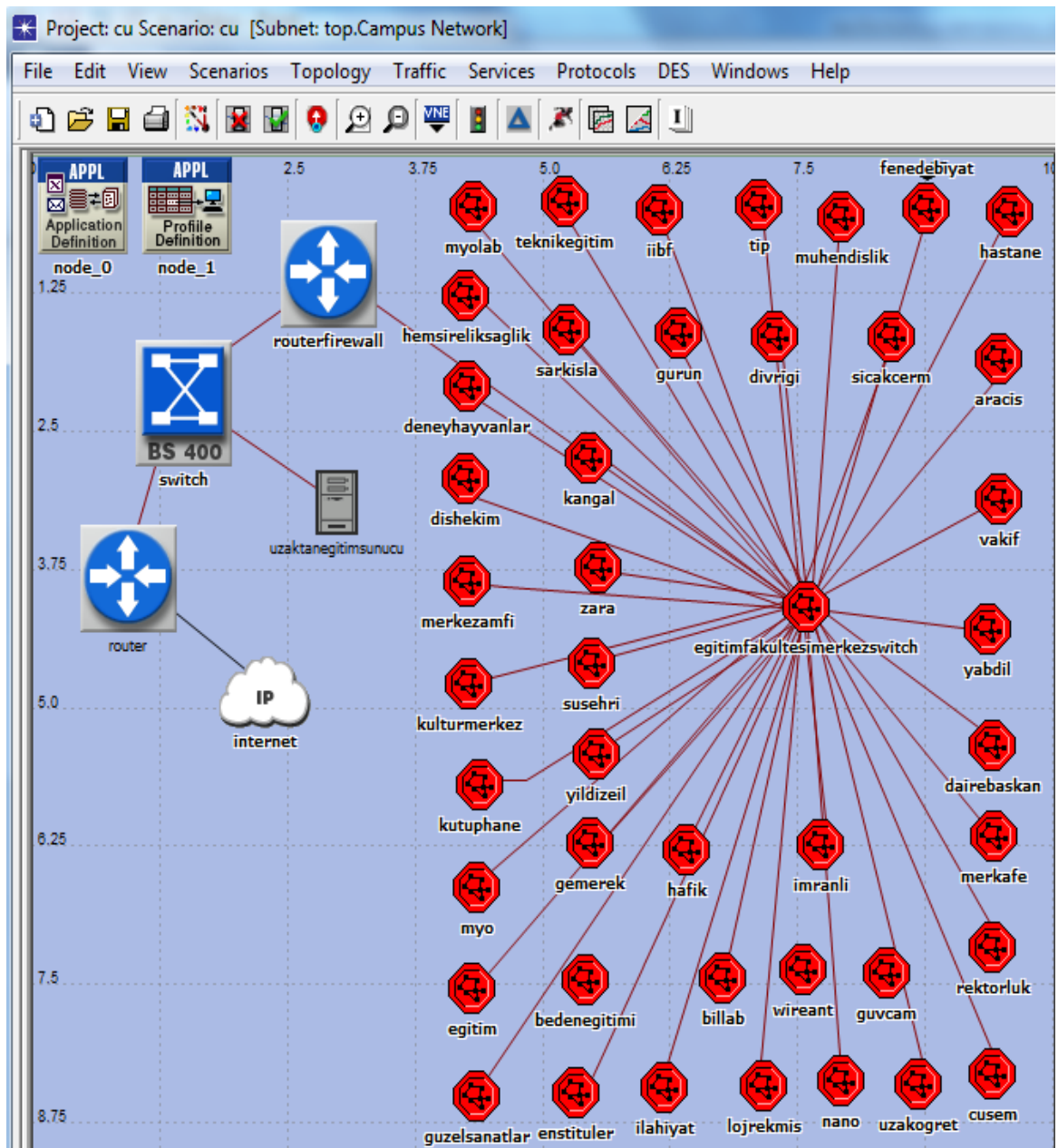
3.2. OPNET MODELER İLE AĞIN MODELLENMESİ

Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında tanımlı bulunan birçok Virtual LAN bulunmaktadır. Bu sayede ağın yönetimi daha kolay olabilmektedir. Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan bu Virtual LAN listesi de alınmıştır. Bu sayede hangi fakülteden kaç bilgisayara hizmet verildiği bulunmuştur. Bu bilgilerle Opnet programında bulunan ve Şekil 44'de görülen kırmızı simgeler her bir fakülte veya birimi temsil etmektedir. Yine Şekil 44'de görüldüğü gibi her bir fakültenin içeriğinde bir LAN ve switch bulunmaktadır. Fakülte switchleri eğitim fakültesinde bulunan merkezi switch'e fiber optik kablo ile bağlanmıştır.



Şekil 44. Opnet ile fakültelerin subnet aracı ile kurulması ve her subnetin içeriği.

Yine fiber optik kablo kullanılarak merkezi switch firewall özelliği olan routera bağlanmıştır. Ayrıca uzaktan eğitim için kullanılan server da switch'e bağlanmıştır ve ip cloud nesnesi ile internet çıkışı modellenmiştir. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağının Opnet Modeler ile modellenmesi Şekil 45'de gösterilmiştir.



Şekil 45. Opnet Modeler ile Modellenmiş Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Ağı.

3.3. AĞ ÜZERİNDEKİ TRAFİĞİN MODELLENMESİ

Opnet Modeler programı ile 3 şekilde trafik modellemesi yapılabilir (Http://www.opnet.com):

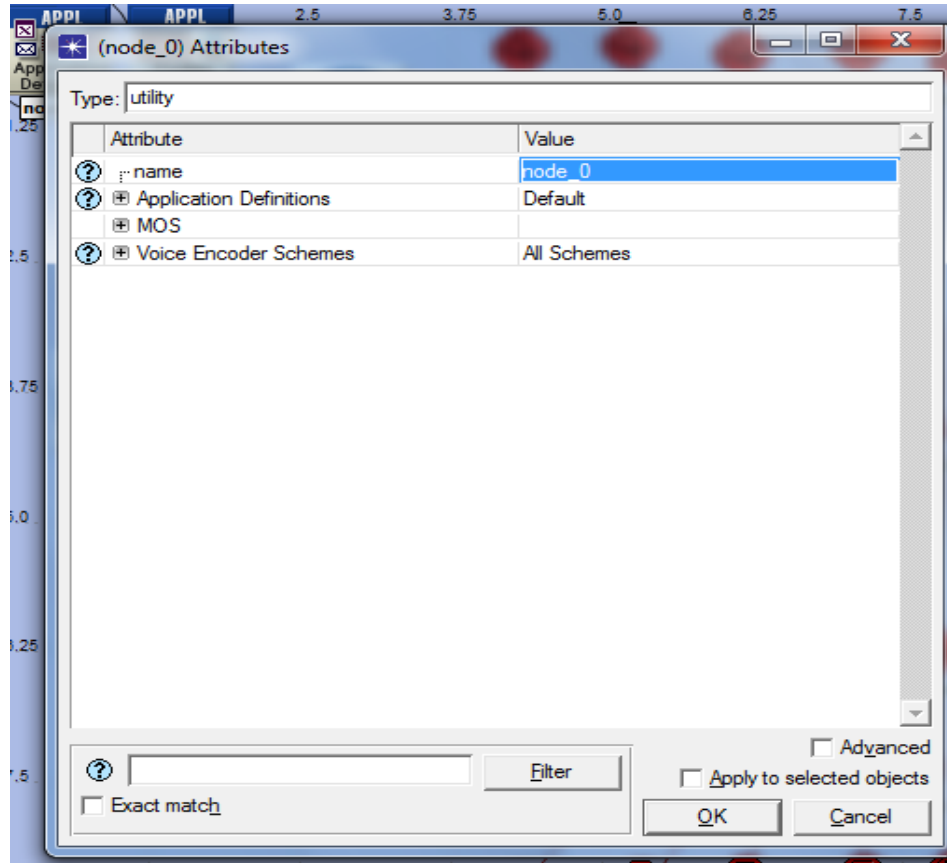
- Explicit Traffic: Belirli bir şekilde üretilen trafik türüdür. Burada belirli denmesinin sebebi Opnet Modeller'in içerisinde hazır bulunan bir trafik türüdür. Ağ üzerinde bulunan bütün uygulamalar için belirli bir trafik bulunmaktadır. Her bir trafiğin de heavy ve light olmak üzere iki ayrı çeşidi bulunmaktadır. Explicit trafik application config ve defination config nesneleri kullanılarak yaratılabilir.

- Traffic Flow: Bir kaynaktan belirtilen hedefe doğru akan trafiktir. Bunun için Opnet Modeller de traffic menüsünden import traffic flow seçilir ve kaynak dosya yeri gösterilir. Kaynak dosya bir trafik bilgisini içeren metin dosyasıdır.

- Link Baseline Load Traffic: Bir bağlantının background load özelliği kullanılarak yapılır. Böylece bir bağlantıda her bir saniyede akan bitler belirlenebilir.

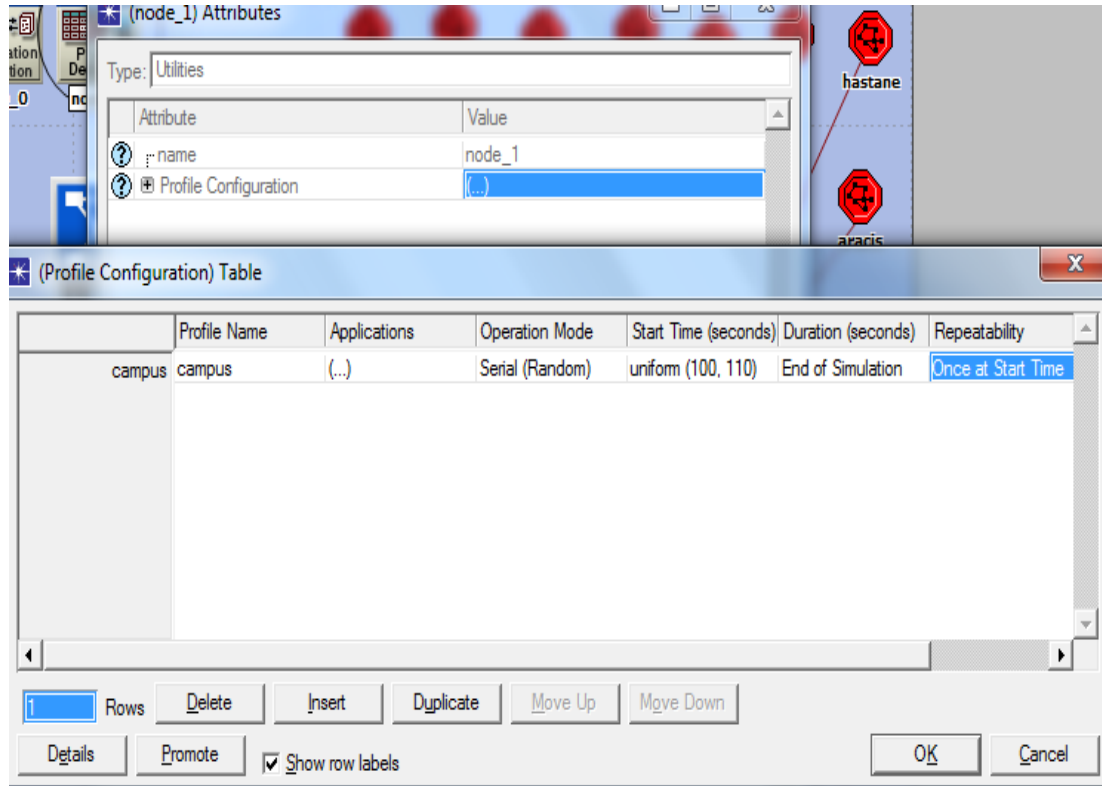
Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında akan trafiği modellerken explicit trafik yöntemi kullanılacaktır. Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan alınan trafik bilgisi de link baseline load traffic yöntemi ile bağlantılara aktarılacaktır.

Explicit trafik üretilebilmesi için öncelikle application config nesnesinden hangi uygulamaların çalışacağını belirlemek gerekmektedir. Şekil 46'da görüldüğü gibi application config nesnesi default olarak ayarlanmıştır. Böylece bütün uygulamalar dâhil edilmiştir. Default ile dâhil edilen uygulama sayısı on altı tanedir. Bu uygulamalar tanımlanırken modellenecek olan ağda kullanılacak olan uygulamaların eklenmesi yeterlidir ama burada bu özellik default yapılarak bütün uygulamalar dâhil edilmiştir.



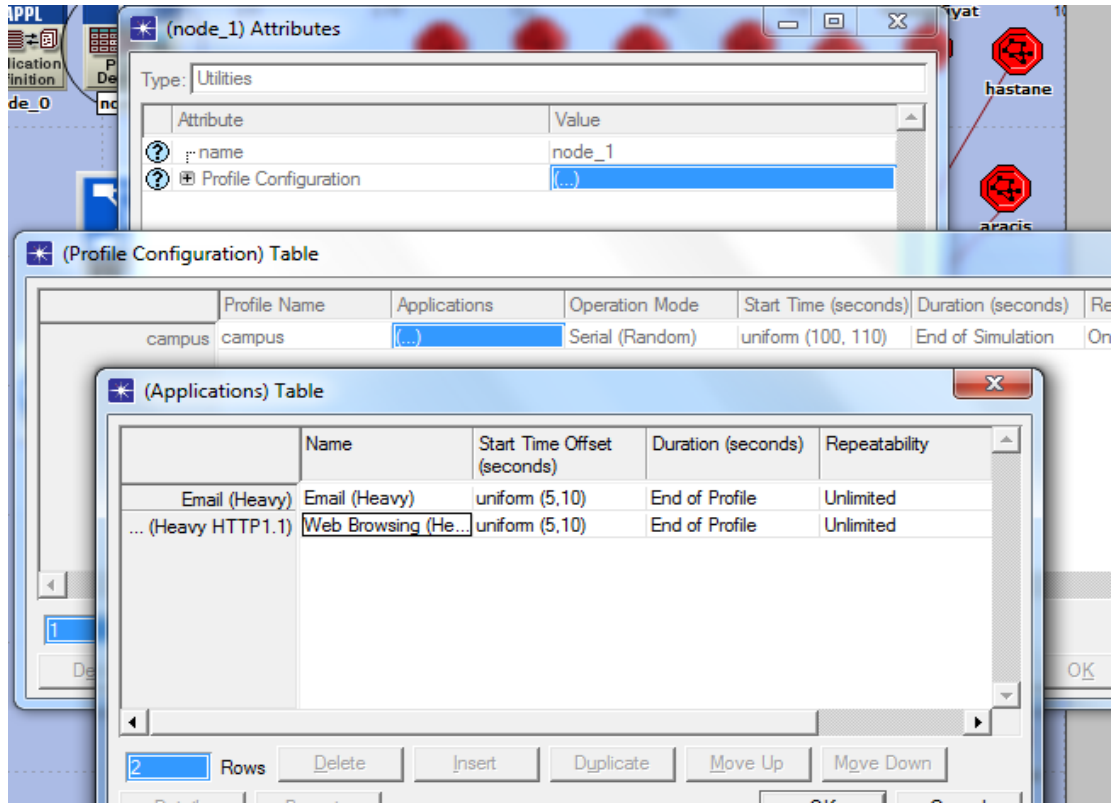
Şekil 46. Application config nesnesinin ayarlanması.

Application config nesnesi ile uygulamalar dâhil edildikten sonra profillerin oluşturulması gerekmektedir. Application nesnesi ile belirlenen trafik türlerinin simülasyon süresince uygulanmaya başlama ve bitiş süreleri ile tekrarlanma sayıları gibi özellikleri profile definition nesnesi ile belirlenir. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında bulunan bilgisayarların ağda E-mail ve Web Browsing trafiği üreteceği düşünülerek profile nesnesinde öncelikle bu iki uygulama için bir profil oluşturulmalıdır. Bu profilin adına “campus” adı verilecek ve iki uygulamayı içerecektir. Şekil 47’de görüldüğü gibi bir adet campus adında profil oluşturulmuş ve Şekil 48’de ise bu profilin çalıştıracağı uygulamalar tanımlanmıştır.



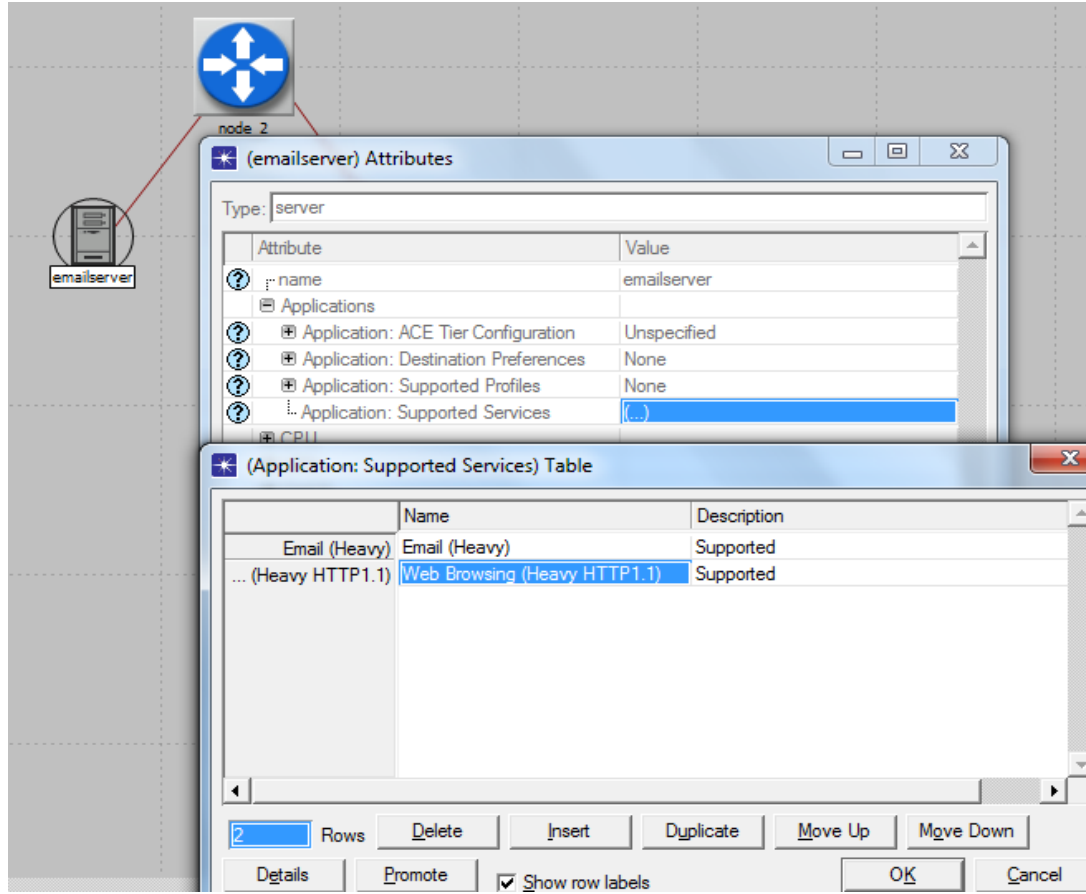
Şekil 47. Campus profilinin oluşturulması.

Campus adlı bir profil oluşturulması için profile configuration table penceresinde profil name alanına oluşturulacak olan profilin adı yazılır. Daha sonra bu profil ile çalıştırılmak istenen uygulamaları seçmeden önce operation mode, start time, duration ve repeatability alanlarında bu profilin çalıştırılma ayarları seçilir.



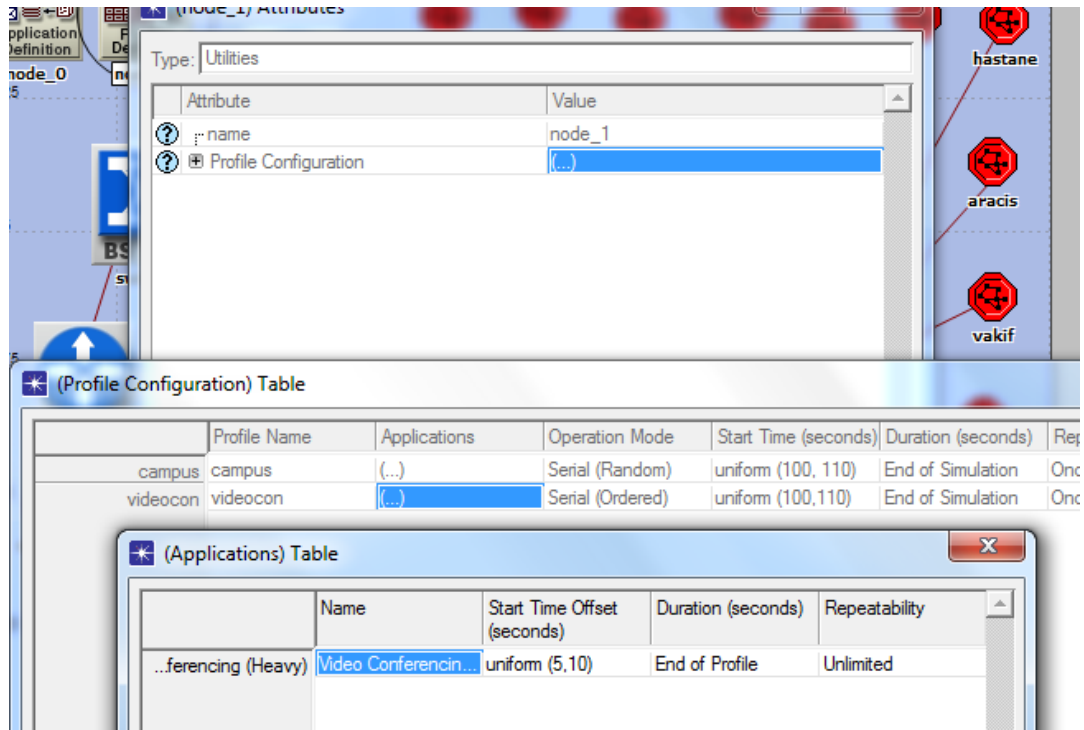
Şekil 48. Campus profilinde çalıştırılacak uygulamalar.

Campus profili ile Web Browsing ve E-mail uygulamaları tanımlanmıştır. Bu tanımlama ile ağda bulunan bilgisayarların veya bilgisayar ağlarının supported profiles özelliğine bu profil atanarak bu bilgisayarların bu trafiği üretmeleri sağlanacaktır. Ama bu uygulamalar için bir server olması gerekmektedir. Bu serverın ayrıca bu uygulamaları desteklemesi içinde edit attributes özelliğinden supporting services özelliğine ağda çalıştırılacak olan uygulamaların dâhil edilmesi gerekmektedir.



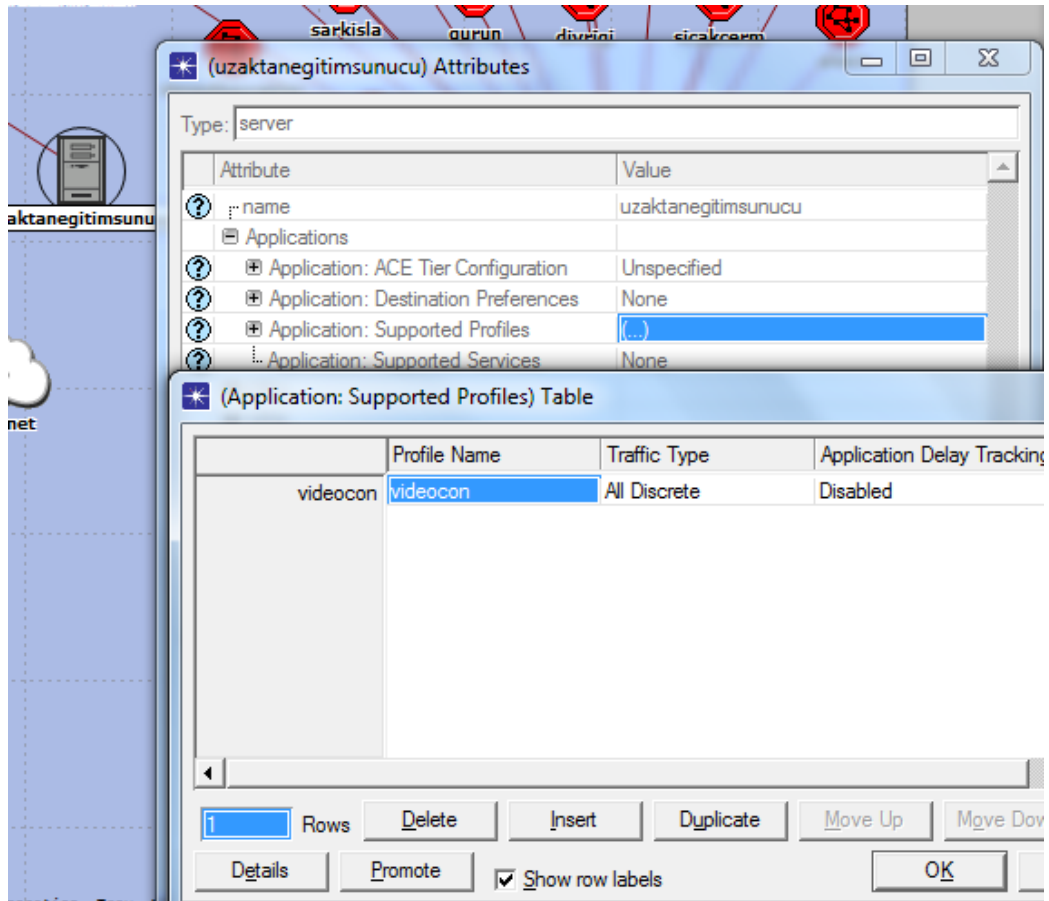
Şekil 49. Serverların supporting services özelliğinin ayarlanması.

Oluşturmuş olduğumuz campus profili Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağında bulunan bilgisayarlar tarafından gün içerisinde üretilecek olan trafiktir. Bunun dışında Video Konferans uygulaması içinde bir profil tanımlamamız gerekmektedir. Bunun için yine Şekil 50’de olduğu gibi profile definition nesnesi kullanılacaktır.



Şekil 50. Video Conferance uygulamsı için videocon profili yapılandırması.

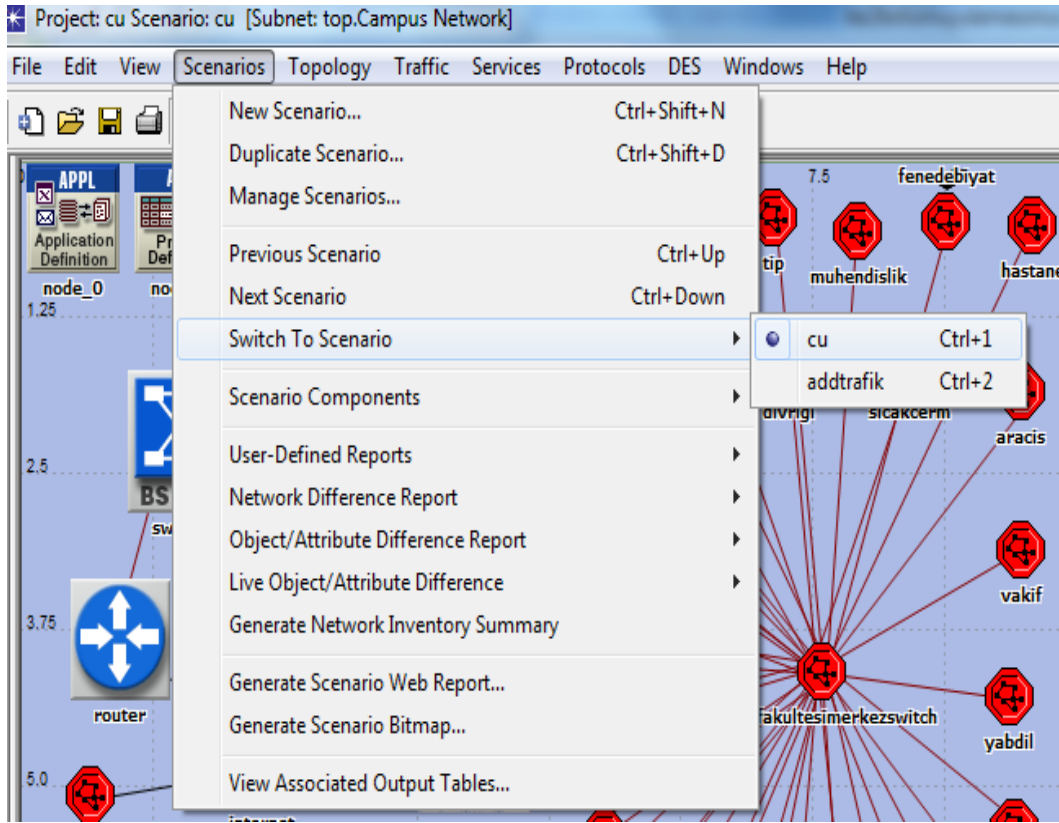
Oluşturulan videocon profili, Video Konferans trafiği üretecektir. Bu trafiği üretecek olan eleman Cumhuriyet Üniversitesi ağında bulunan ve modelde de uzaktanegitimsunucusu adlı node olacaktır çünkü Video Konferans uygulamalarında bir merkezde dersin anlatımının yapıldığı yer vardır ve diğer kullanıcılar internet vasıtası ile bu merkeze bağlanarak derse katılırlar. Bu yüzden modellenen ağda bulunan uzaktanegitimsunucusu adlı node'un edit attribute özelliğinden supporting profil kısmına Şekil 51'de görüldüğü gibi oluşturulan videocon profilinin atanması gerekmektedir.



Şekil 51. Uzaktanegitimsunucu serverına videocon profilinin uygulanması.

Modellenmiş olan ağda sadece uygulama ve profiller belirlendi yani şu anda herhangi bir trafik üretilmeyecektir. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı trafiği mesai saatleri içerisinde yani saat 08-17 arasında yoğun bir trafik üretimi varken bu saatler dışında trafik oldukça düşük olmaktadır. Bunun nedeni mesai saatleri içerisinde birçok öğrenci ve akademisyenin bilgisayar ve interneti kullanmasıdır. Uzaktan eğitim için ağın performansı ölçülürken bu saat etkisini de dâhil edebilmek için modellenen ağda Http ve E-mail trafiği eklenmiştir. Cu adlı senaryo bir yedek senaryo gibi düşünülerek yapılacak değişiklikler çoğaltılan senaryolarda yapılacaktır. Opnet programında bunu yapabilmek için scenarious menüsünden duplicate scenarious özelliği kullanılarak senaryo çoğaltılabilir. Oluşturulan senaryolar arasında geçiş yapabilmek için ise scenarious menüsünden switch to scenario özelliği kullanılabilir. Addtrafik adında ikinci bir

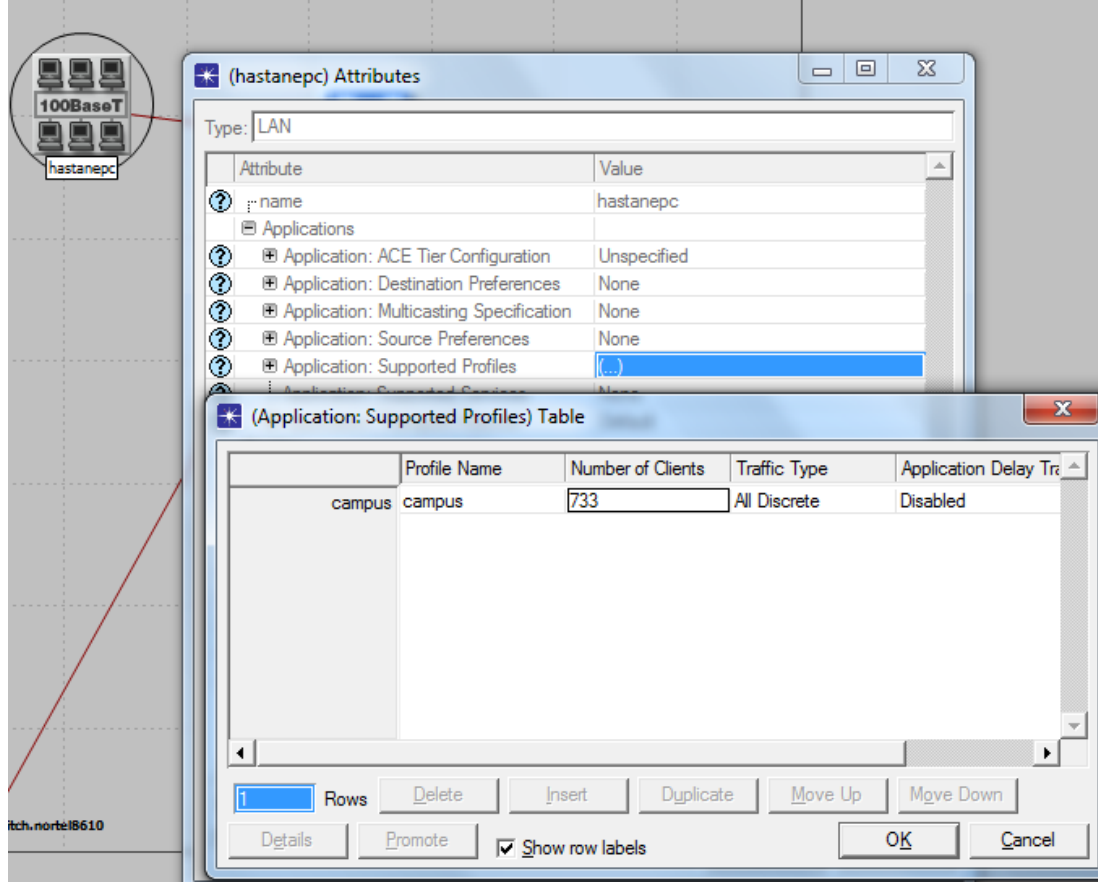
senaryo ekleyerek iki senaryolu bir proje elde etmiş olduk. Senaryolardan cu adındaki senaryo E-mail ve Web Browsing trafiği olmayan 08-17 saatleri dışındaki zamanı temsil edecek, addtrafik adındaki senaryomuz ise 08-17 saatleri içerisindeki zamanı temsil edecektir ve 200 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için ağa bağlandığı bir senaryo olacak.



Şekil 52. Oluşturulmuş olan senaryolar.

Şu anda ağda üretilen trafik türleri ve profiller tanımlandı ama bu trafiği üretecek olan bilgisayarları ya da bilgisayar ağları henüz belirlenmedi. Yani E-mail ve Web Browsing trafiğini üretecek olan bilgisayarların belirlenmesi gerekmektedir. Bu trafikleri üretecek olan bilgisayarlar, modelde kırmızı ampül simgeleri ile temsil edilen her bir fakültede bulunan bilgisayarlardır. Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan alınan bilgilerle her bir fakültede bulunan bilgisayar sayısı tespit edilmişti. Bunu Opnet programında bilgisayar ağını temsil eden node'a sağ tıklanarak edit attributes

özelliğinden support profiles özelliğinden ayarlanabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta bu trafik eklenirken addtrafik senaryosunda olunması gerektiğidir. Eğer cu adlı senaryoda çalışma yapılıyorsa senaryo değiştirmek için scenarios menüsünden switch to scenario özelliği kullanılabilir.

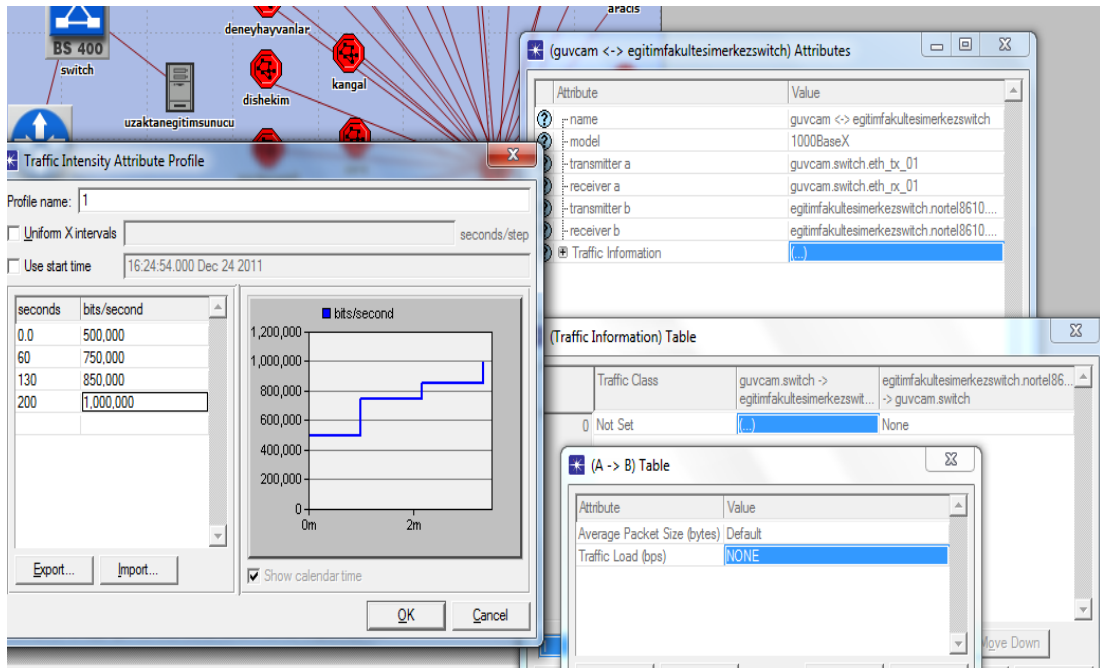


Şekil 53. Herbir fakültede bulunan bilgisayarlara profillerin yüklenmesi.

Örnek olarak Şekil 53'te görüldüğü gibi hastane subneti içerisinde bulunan hastanepc adlı bilgisayar ağına daha önce oluşturulan campus profili yüklenmiştir. Number of client özelliği bu ağda kaç bilgisayar bulunduğunu gösteren bir özelliktir. Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan alınan verilerden elde edilen sonuçlarda hastane içerisinde 733 adet bilgisayar, yazıcı ve diğer elemanlar olduğu görülmüştür. Bu yüzden "hastanepc" adlı Subnet'in "number of client" özelliği 733 yapılmıştır. Bundan sonra her bir fakülte için bu işlem tekrar edilmiştir ama her bir

fakültede farklı sayıda ağ elemanı bulunduğu için number of client özelliği bulunan verilere göre girilmiştir. Bütün fakültelerde bulunan ağ elemanlarına campus profili yüklenmiştir.

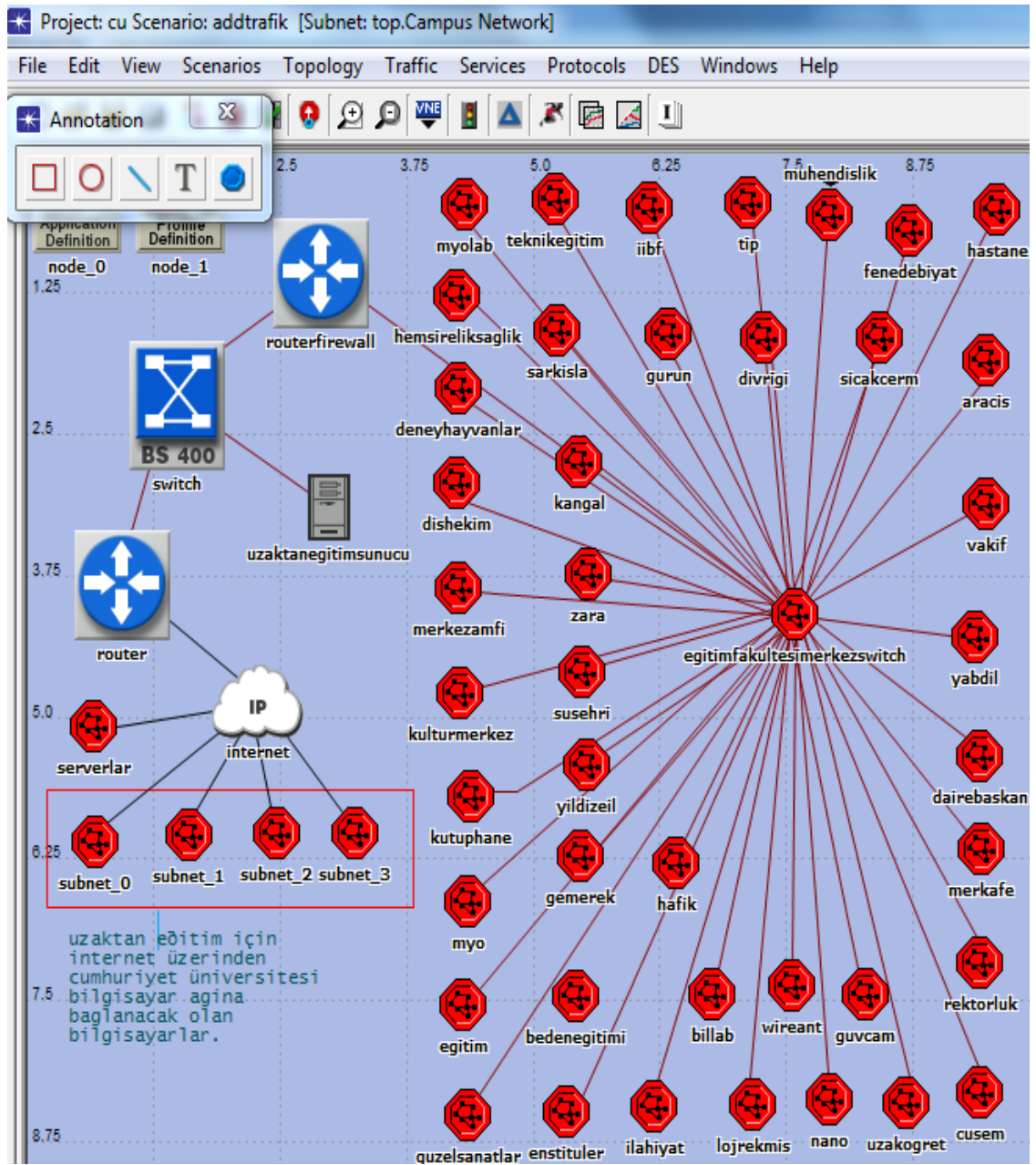
Bütün fakültelerden farklı olan ise güvenlik kameraları bölümüdür. Burada güvenlik kameraları E-mail veya Web Browsing trafiği üretmeyecektir. Bu yüzden güvenlik kameralarının olduğu subnet ile merkezi switch arasında trafik üretebilmek için link baseline load trafik özelliğini kullanılmıştır. Bunun için güvenlik kameralarının bulunduğu subnet ile merkezi switch arasında bulunan linkin edit attributes özelliğinden traffic information tıklanır ve gelen ekranda her bir saniyede iletilecek olan bit miktarı belirtilir. Şekil 54'de görüldüğü gibi farklı saniyelerde iletilecek olan bitler gösterilmiştir.



Şekil 54. Güvenlik kameraları için trafik yüklenmesi.

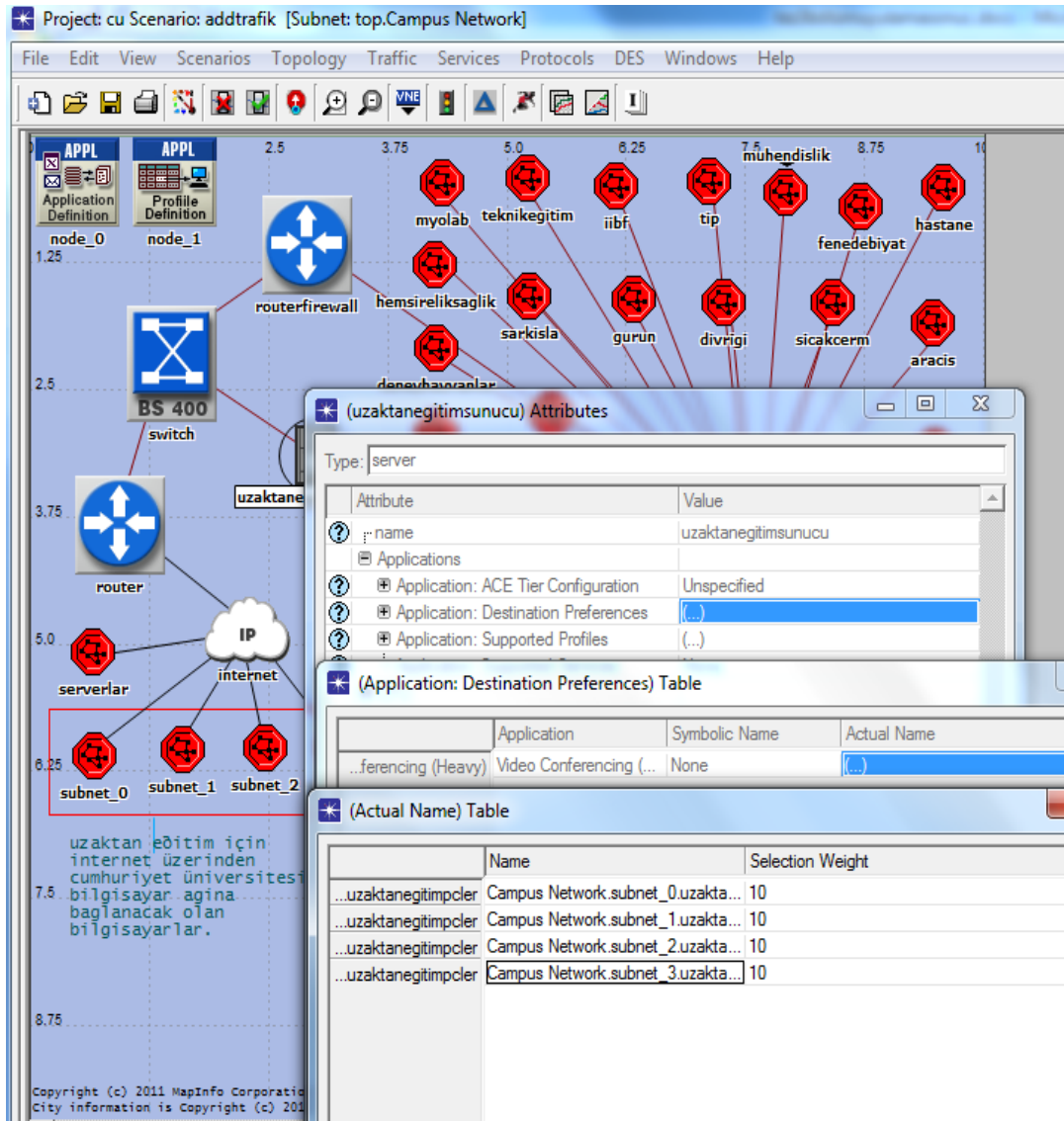
3.4. MODELLENMİŞ OLAN AĞIN UZAKTAN EĞİTİM İÇİN TEST EDİLMESİ

Şimdi uzaktan eğitim için modellenmiş olan ağ test edilecektir. Bunun için belirli sayıda bilgisayarları ip 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 olacak. Şekil 55’de grldđđ gibi önce 4 adet subnet ip cloud ile bağlanmış ve 4 subnetin her birinde 50 bilgisayar olacak Şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 55. Uzaktan eğitim için internet üzerinden bilgisayarların bağlanması.

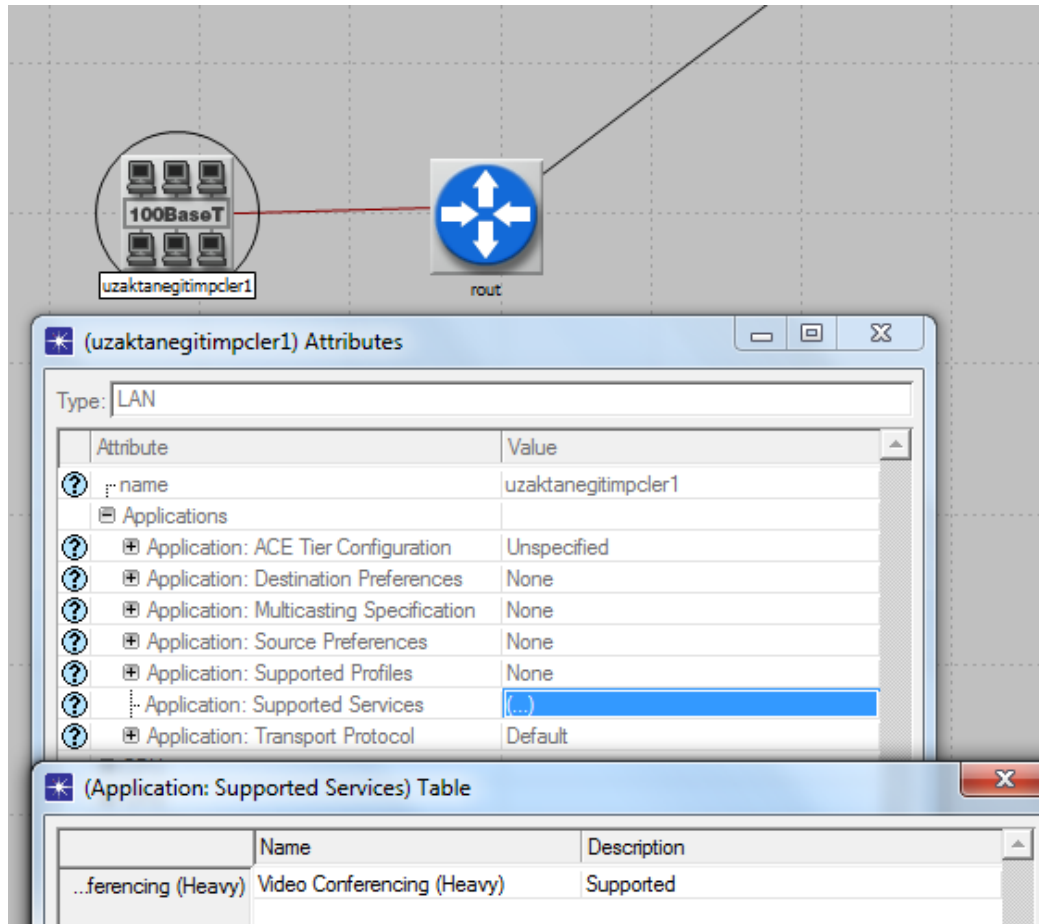
Şekil 56'da görüldüğü gibi her bir subnet içerisindeki bilgisayar ağında 50 pc olacak şekilde ayarlanarak ilk olarak toplam 200 adet bilgisayar ile uzaktan eğitim hizmeti modellenecektir.



Şekil 57. Uzaktan eğitim hizmetini alacak hedef bilgisayarların belirlenmesi.

İlk olarak Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı 200 bilgisayar daha sonra 500 ve son olarak 1000 bilgisayarın bağlanması sonucunda uzaktan eğitim için performans karşılaştırması yapılacaktır. Bu süreçte ilk olarak 4 subnet yani 200 bilgisayar ile modellendi. Daha sonra bu subnet ve bilgisayar sayıları arttıkça her seferinde bu hedef bilgisayar seçim işleminin tekrarlanması gerekecektir.

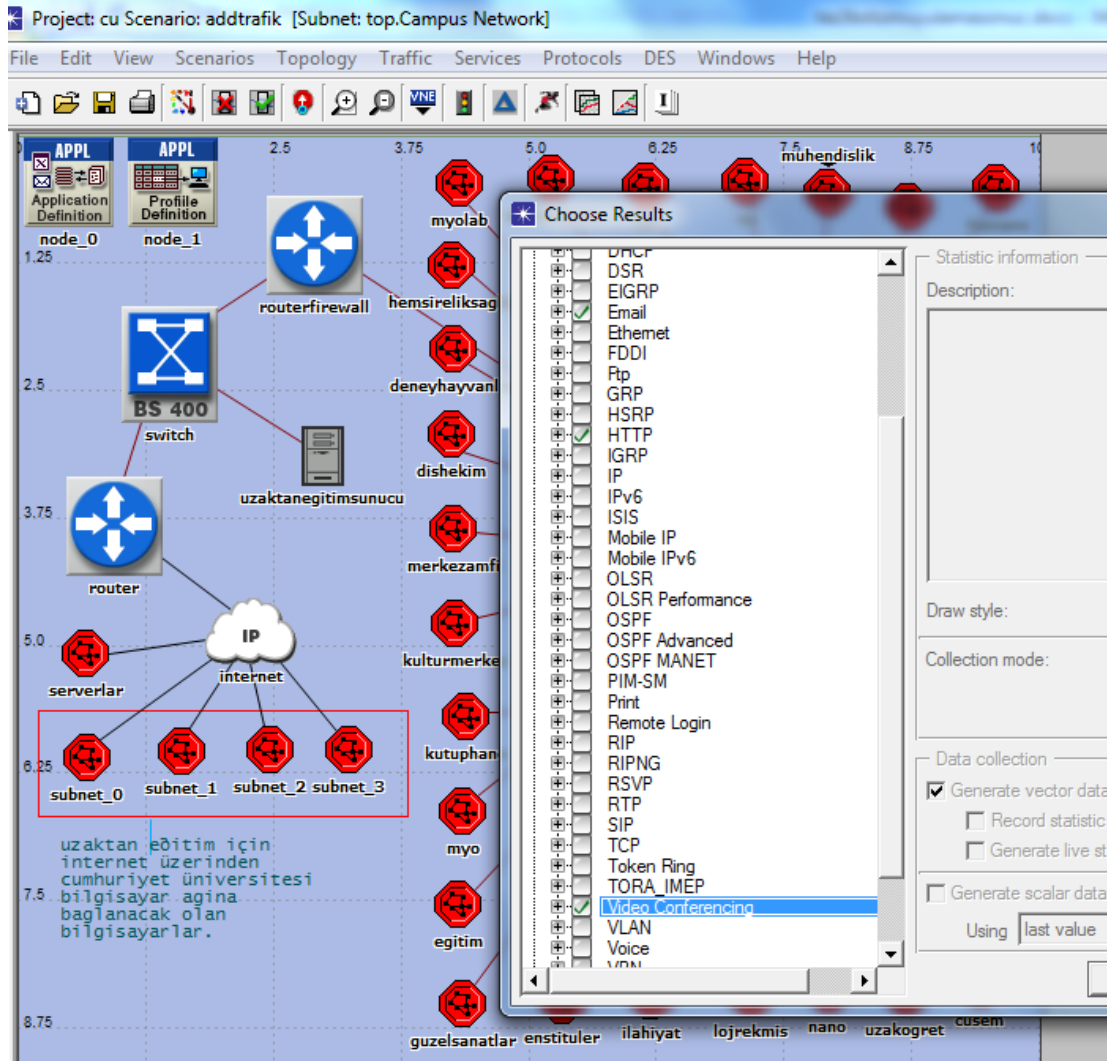
Üretilcek olan Video Konferans trafiğinin hangi bilgisayarlara gideceği seçildi ama bu bilgisayarların bu uygulamayı desteklemesi gerekmektedir. Bu işlem Şekil 58’de görüldüğü gibi Opnet Modeler programında bilgisayar ya da bilgisayar ağının edit attributes özelliğinden applications seçeneğinden supporting to services kısmından yapılmıştır.



Şekil 58. Hedef bilgisayarların uygulamayı desteklemesini sağlamak.

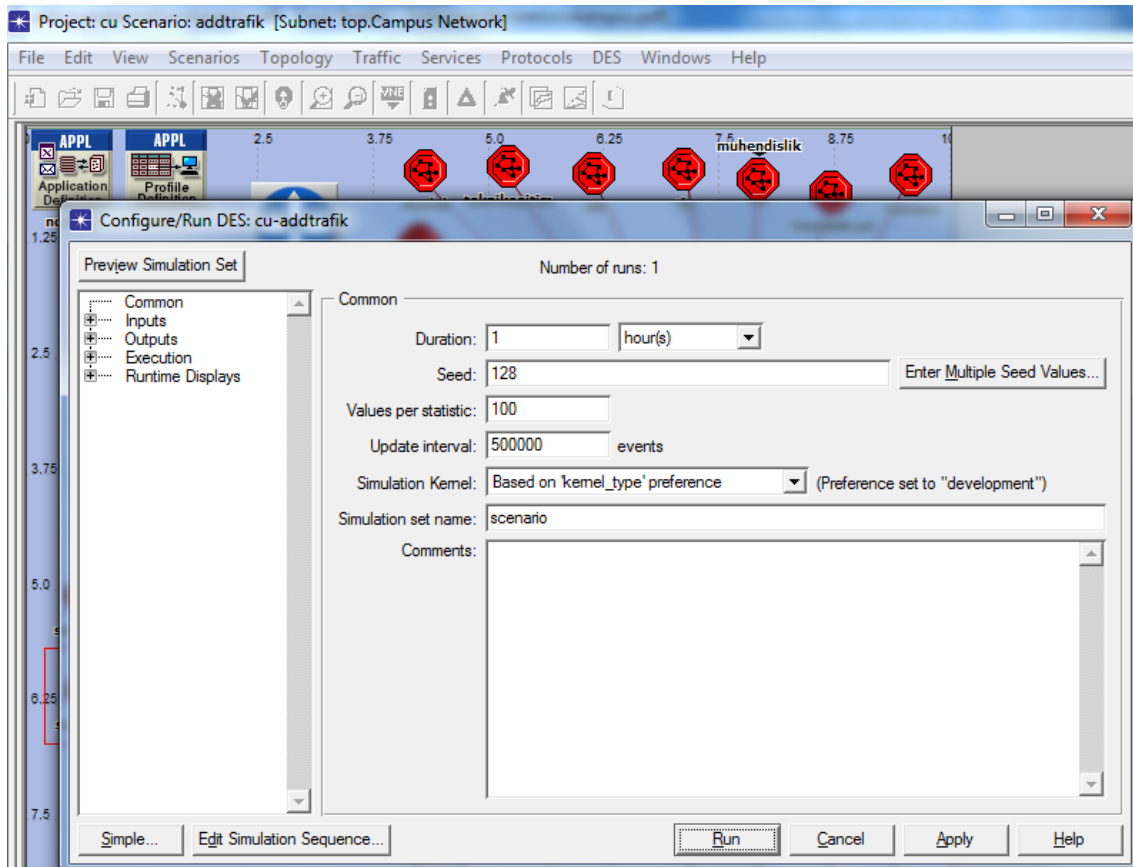
Böylece uzaktanegitimsunucu adlı eleman bir Video Konferans trafiği üretecek ve hedef bilgisayar olarak tanımlanan bilgisayarlar bu uygulamayı çalıştıracaklardır. Bilgisayar ağında Video Konferans, E-mail ve Web Browsing trafikleri rastgele olarak farklı zamanlarda üretilmektedir.

Modelleme işlemi bittikten sonra simülasyonu çalıştırmadan önce hangi istatistiklerin istendiği Opnet Modeler programına belirtilmesi gerekir. Bu işlem için çalışma alanında sağ tıklanarak Choose Individual DES Statistics seçeneğinin seçilmesi ve gelen ekranda hangi uygulamalara ait istatistiklerin tutulması gerektiği belirtilmelidir. Modelenmiş olan ağda Video Konferans, E-mail ve Web Browsing trafikleri rastgele olarak farklı zamanlarda üretileceğinden dolayı bu uygulamalara ait istatistikler Şekil 59'da görüldüğü gibi seçilmelidir.



Şekil 59. İstatistiklerin seçilmesi.

OPNET programında simülasyon işlemi gerçekleşmeden önce görüntülenmek istenen sonuçlar belirlenir. Elde edilen istatistikler simülasyon işlemi tamamlandıktan sonra Sonuçlar menüsü yardımıyla gözlemlenebilir. Simülasyon işlemi başlatmadan önce simülasyon ile ilgili bazı ayarların yapılması gerekmektedir. Bu ayarlar için Run Simulation butonu veya DES menüsünden Configure Discrete Event Simulation seçeneği tıklanır. Açılan pencerede (Şekil 60) simülasyonun süresi, istatistiklerden elde edilen değerlerin sayısı, animasyon yapılması gibi ayarlar gerçekleştirildikten sonra Run butonu tıklanarak simülasyonun çalışması sağlanır.

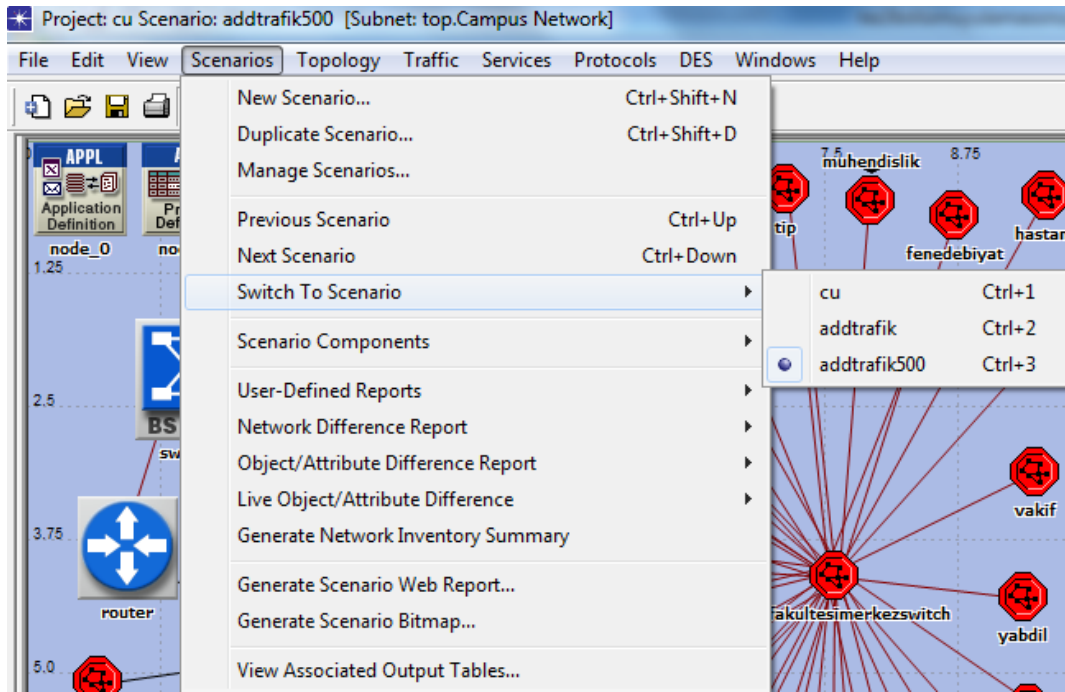


Şekil 60. Simülasyon ayarları penceresi.

Simülasyon sonucunda elde edilen istatistik sonuçları Opnet programında çalışma alanına sağ tıklayıp View Results seçilerek veya Result menüsünden View Results komutu kullanılarak grafik olarak görüntülenir. Ayrıca Result Menüsünden daha

önceden elde edilen istatistiklerle karşılaştırma imkânı sağlayan Compare Result komutu kullanılabilir. Opnet sonuçları gelişmiş grafik seçenekleri ile gösterecektir.

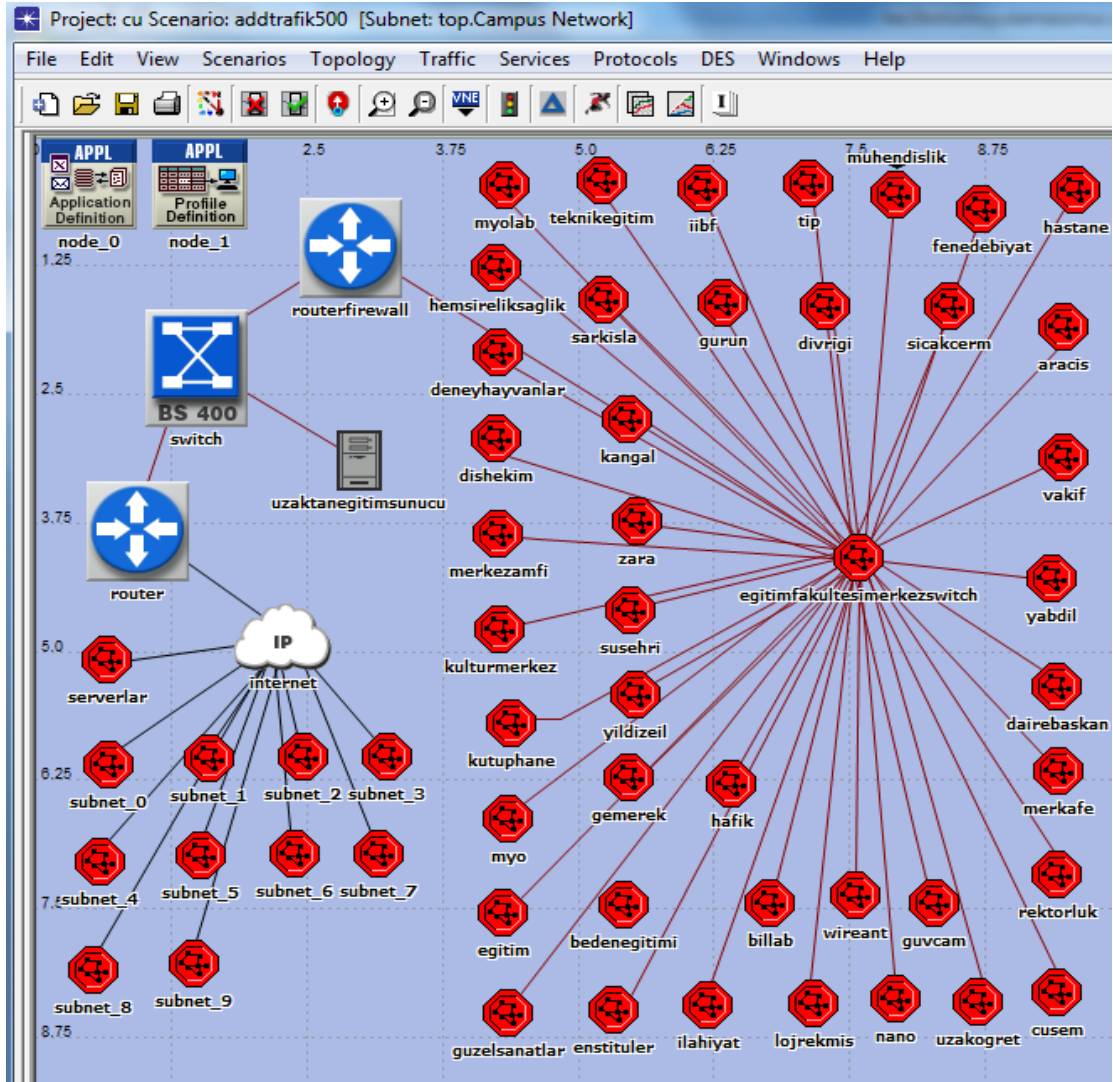
Modellenen bilgisayar ağı 200 bilgisayarın uzaktan eğitim için bağlanması ile oluşacak performansı gösterecektir. Ama bu bağlanan bilgisayar sayısını artırılarak performans karşılaştırması yapılacağı için 200 bilgisayar için olan addtrafik senaryosunun çoğaltılması gerekmektedir. Bu işlem için scenarios menüsünden duplicate scenarios özelliği kullanılarak senaryo çoğaltılabilir. Yeni senaryonun adı addtrafik500 olarak belirtilmiştir. Senaryo adının sonuna 500 eklenmesinin sebebi bilgisayar sayısının 200'den 500'e yükseltilmesidir. Oluşturulan senaryolar arasında geçiş yapabilmek için ise scenarios menüsünden switch to scenario özelliği kullanılabilir.



Şekil 61. Senaryolar arasında geçişin sağlanması.

Yeni oluşturulan addtrafik500 senaryosunda bilgisayar sayısının 500 yapılabilmesi için subnet eklenmesi gerekmektedir. Bu işlem için hazır olan 4 subnet seçilip kopyala yapıştır özelliği kullanılabilir. 6 adet subnet daha ekleyerek toplamda 10

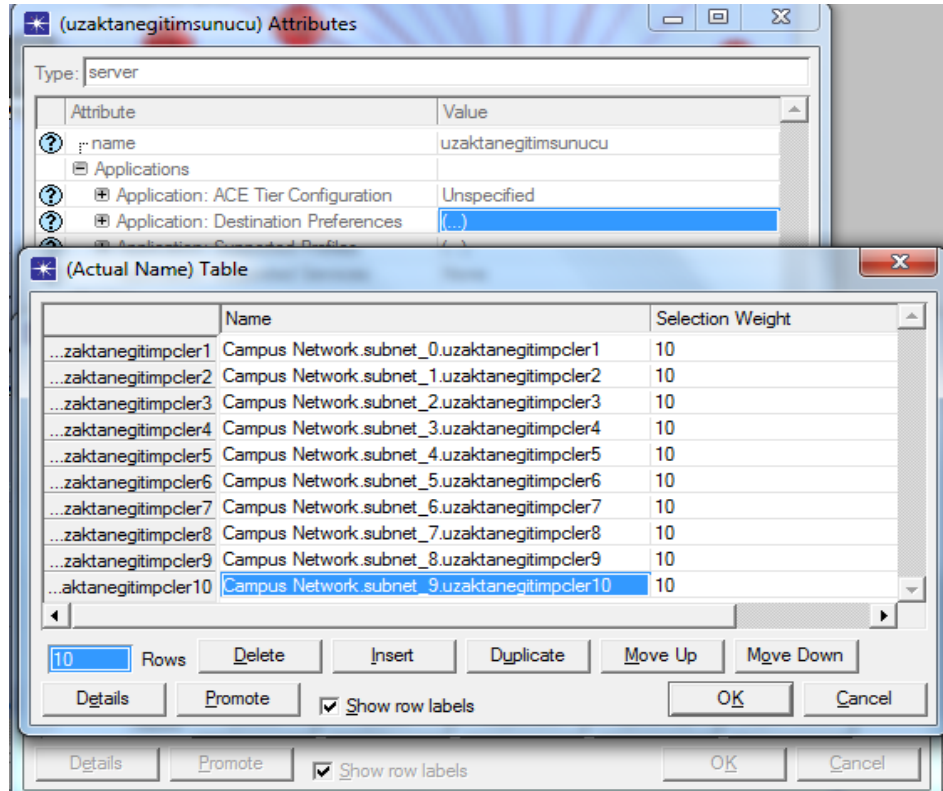
adet subnet elde edilir. Her bir subnet içerisinde 50 adet bilgisayardan oluşan bir bilgisayar ağı olduğu için 500 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için ağa dâhil olması sağlanır. Dâhil edilen her subnet içerisinde bulunan bilgisayar ağının edit attributes özelliğinden name alanının değiştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 62. Modelin 500 bilgisayar ile uzaktan eğitim için çalıştırılması.

Eklenecek subnet ve bilgisayarların uzaktanegitimsunucu adlı elemana tanıtılması gerekmektedir. Çünkü 200 bilgisayar ile yapılan senaryoda sadece 4 subnet ve içerisindeki bilgisayarlar dâhil edilmişti. Şu anda ise bilgisayar sayısı 500'e çıkmış

durumdadır. Bu eklenen bilgisayarların da tanıtılması için Şekil 63'te görüldüğü gibi uzaktanegitimsunucu adlı elemanın edit attributes özelliğinden applications seçeneğinden destination preferences özelliğinin ayarlanması gerekiyor.

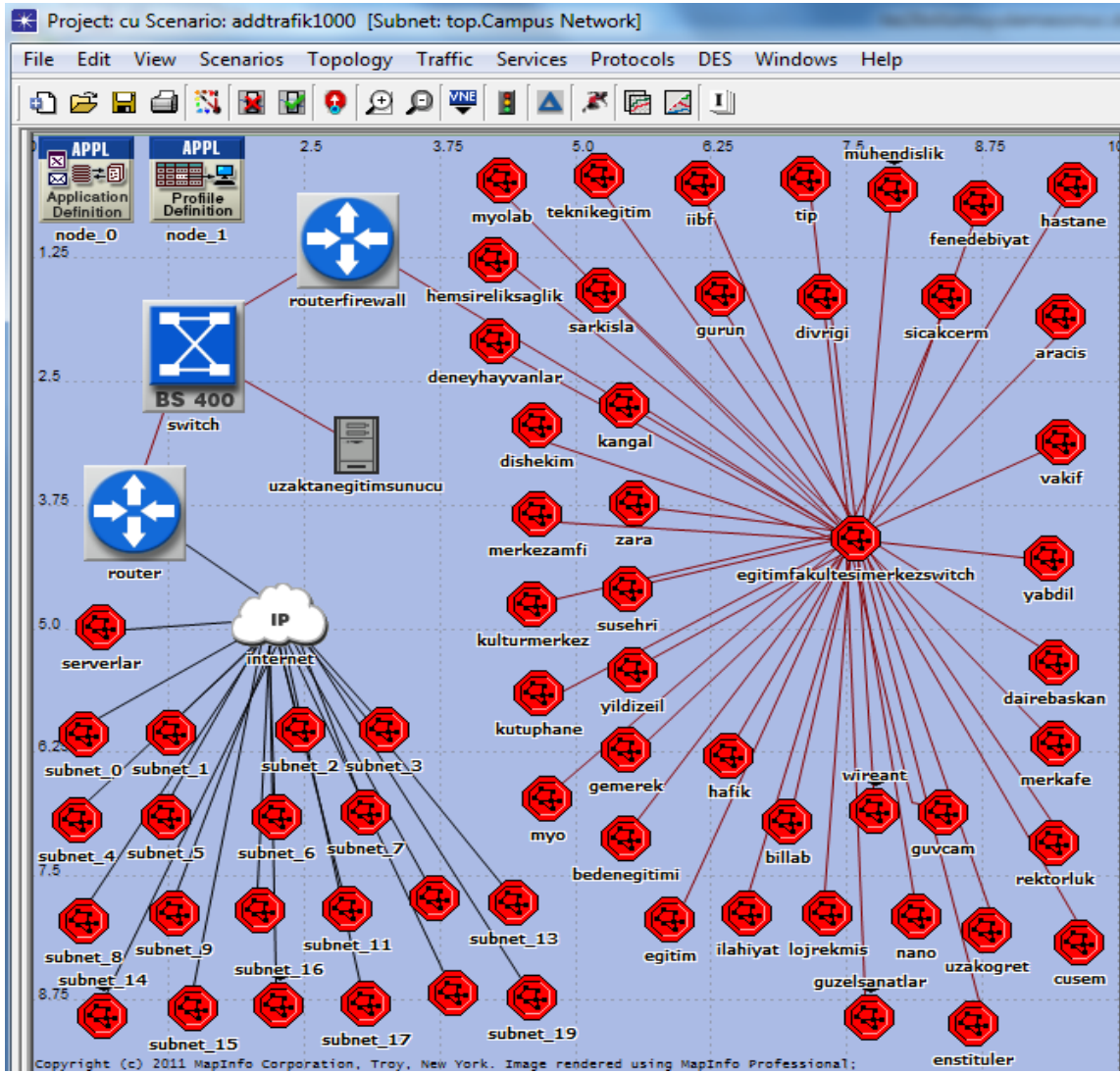


Şekil 63. Yeni eklenen bilgisayarların uzaktan eğitim sunucusuna tanıtılması.

Addtrafik500 adlı senaryoda iken tekrar istatistik seçimlerini yaparak Run Simulation butonu veya DES menüsünden Configure Discrete Event Simulation seçeneği seçilerek simülasyon çalıştırılır ve elde edilen istatistik sonuçları Opnet programında çalışma alanına sağ tıklayarak View Results seçilerek veya Result menüsünden View Results komutu kullanılarak grafik olarak görülür.

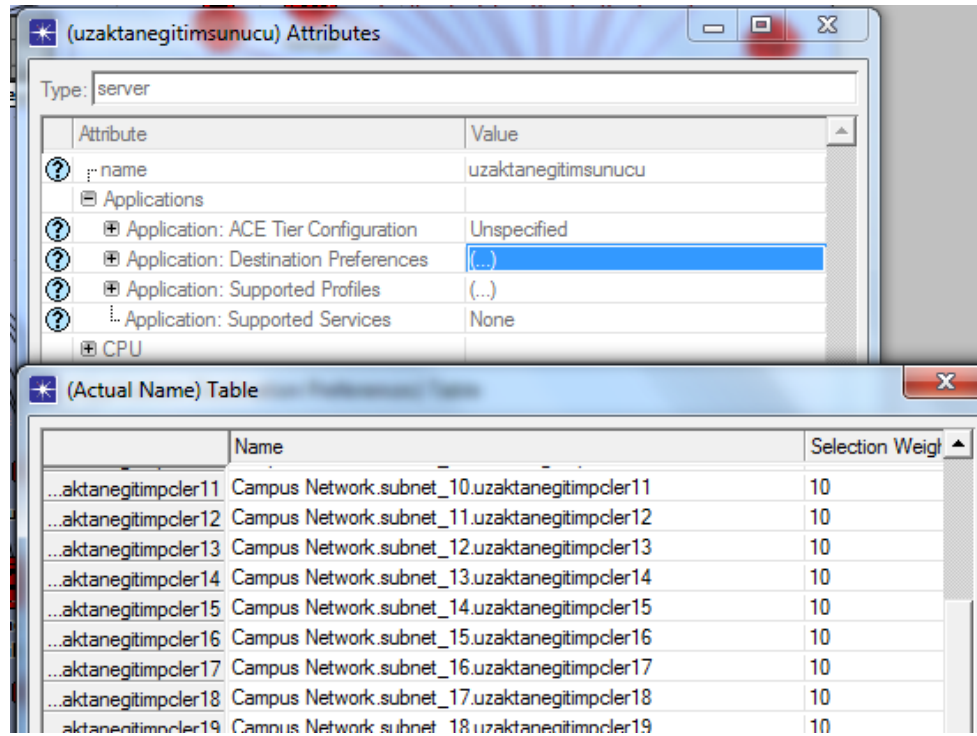
Son olarak bilgisayar sayısını 1000 yapılarak aynı işlemlerin tekrar edilmesi gerekmektedir. Bunun için subnet sayısı 20 adet olarak ayarlanmıştır. Her subnet 50 adet bilgisayardan oluşan bir bilgisayar ağına sahip olduğu için toplam olarak 1000 adet bilgisayarın internet üzerinden uzaktan eğitim için ağa bağlanması sağlanmıştır. Bu

işlem için öncelikle addtrafik adlı senaryo çoğaltılarak addtrafik1000 adında yeni bir senaryo oluşturulur ve 10 adet daha subnet eklenerek Şekil 64'de görüldüğü gibi toplamda 20 adet subnet olması sağlanır.



Şekil 64. 1000 adet bilgisayarın uzaktan eğitim için modellenmesi.

Yeni eklenen subnetlerin içerisinde bulunan bilgisayar ağlarının adları edit attributes özelliğinden değiştirilmelidir. Adları değiştirilen bu subnetlerin Şekil 65'de görüldüğü gibi uzaktanegitimsunucu adlı elemana tanıtılması gerekmektedir.

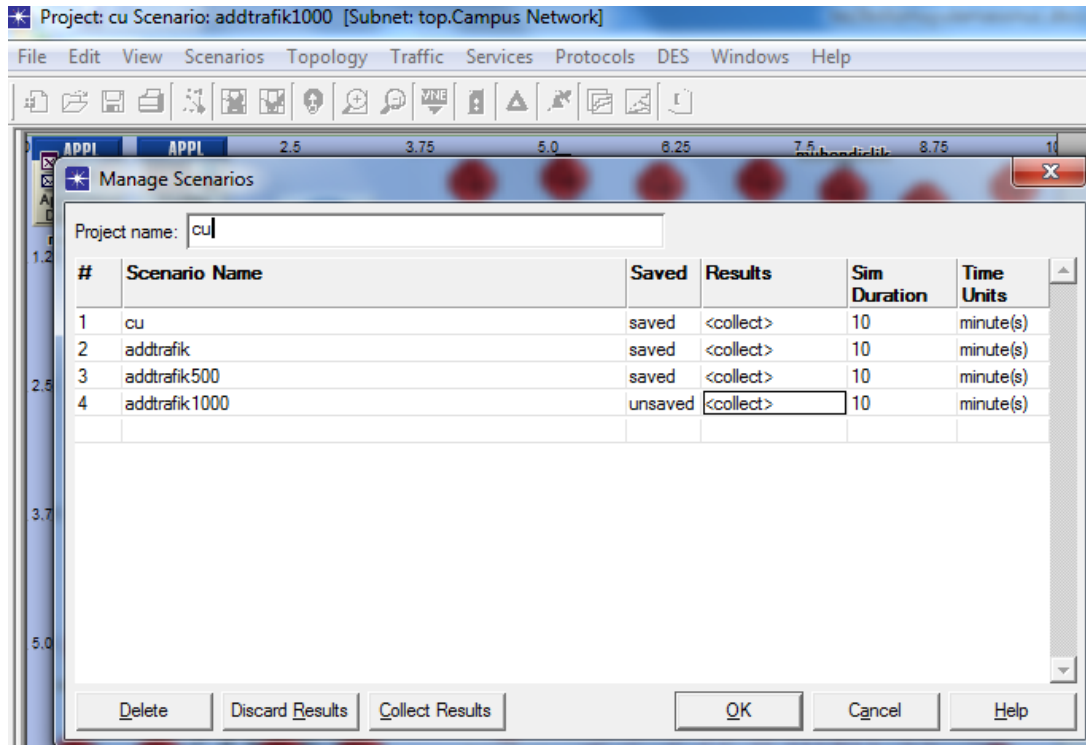


Şekil 65. 1000 adet bilgisayarın uzaktan eğitim sunucusuna tanıtılması.

Addtrafik1000 adlı senaryoda iken tekrar istatistik seçimlerini yaparak Run Simulation butonu veya DES menüsünden Configure Discrete Event Simulation seçeneği seçilerek simülasyon çalıştırılır ve elde edilen istatistik sonuçları Opnet programında çalışma alanına sağ tıklayarak View Results seçilerek veya Result menüsünden View Results komutu kullanılarak grafik olarak görülür.

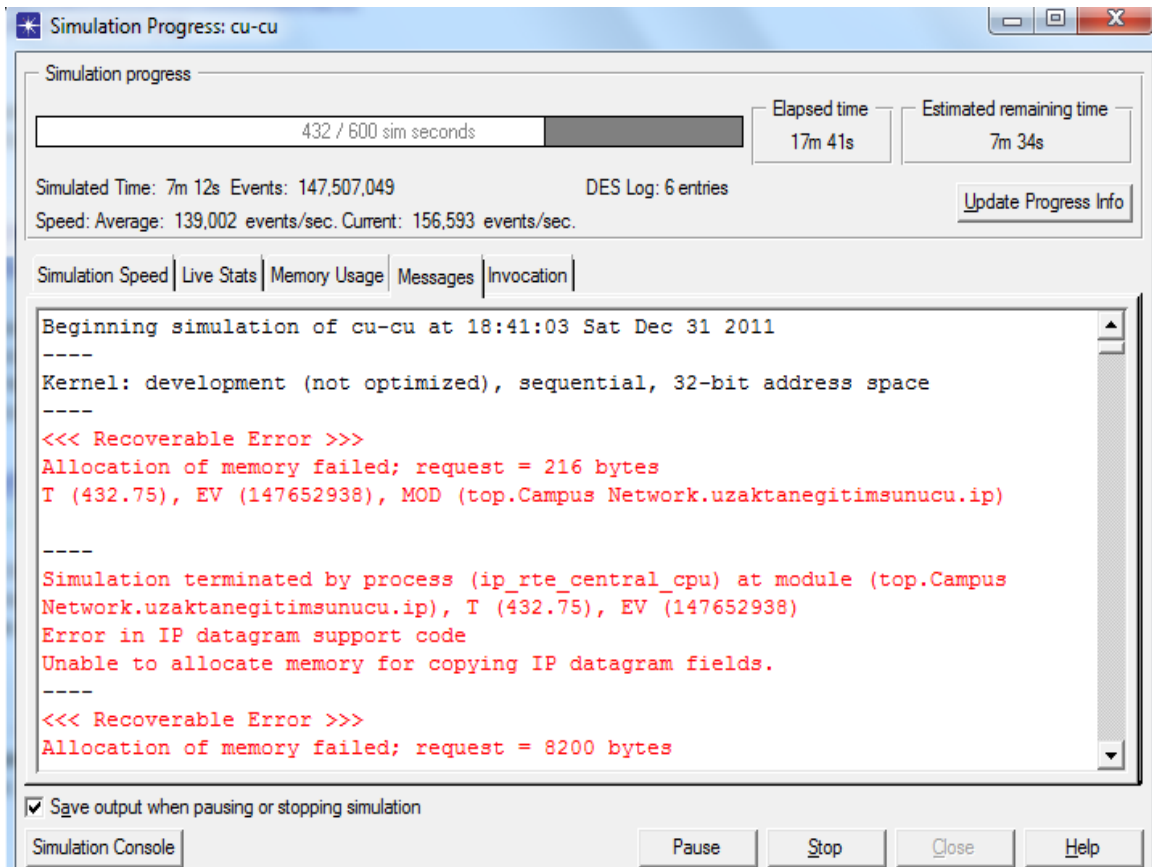
3.5. BULGULAR

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 Şekil 66'da görüldüğü gibi seçilmiştir.



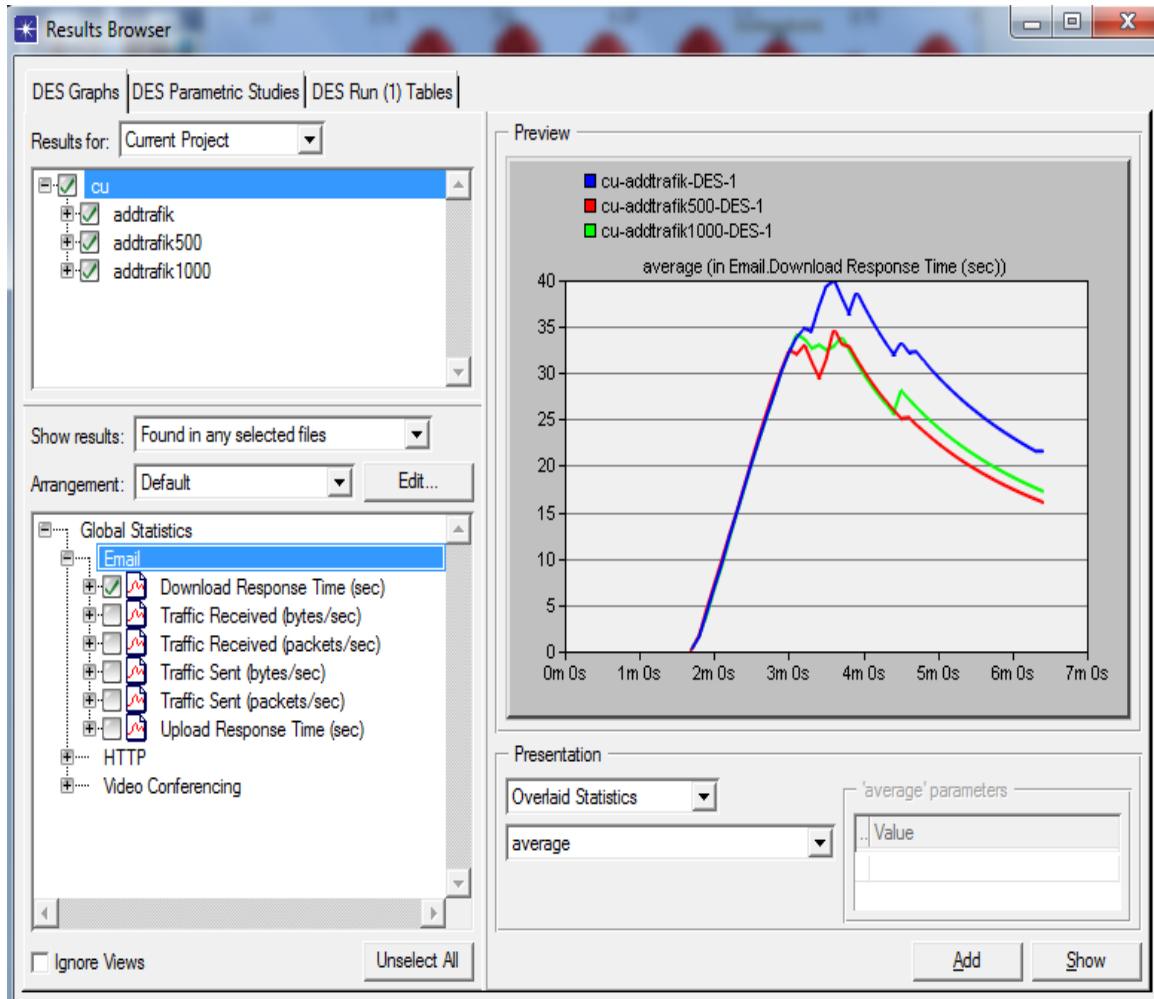
Şekil 66. Manage scenarios penceresi ayarları

Simülasyonu çalıştırdıktan sonra Şekil 67’de görüldüğü gibi 7. Dakikadan sonra simülasyon allocation of memory failed hatası vermektedir. Bu hatanın nedeni simülasyonun oldukça fazla bellek kullanmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü modellemiş olan ağ yaklaşık yedi bin bilgisayardan oluşmaktadır. Her bilgisayarın rastgele zamanlarda belirlenmiş olan trafiği ürettiği düşünülürse oldukça büyük bir paket üretimi olmaktadır. Simülasyonun yapıldığı bilgisayar 4 Gb belleği olan, güçlendirilmiş 3 çekirdek işlemcisi olan bir bilgisayardır. Ayrıca başka dizüstü ve masaüstü bilgisayarlarda da bu simülasyon çalıştırılmış ama aynı şekilde 7. Dakikadan sonra bellek hatası ile karşılaşmıştır. Bu özelliklere sahip olan sistem ile modellemiş olduğumuz ağ en fazla 7 dakika çalışabilmiştir. Bu yüzden ağ 7 dakika boyunca çalıştırılmıştır ve sonuçlar ancak 7 dakikalık simülasyon sonucuna göre verilmiştir.



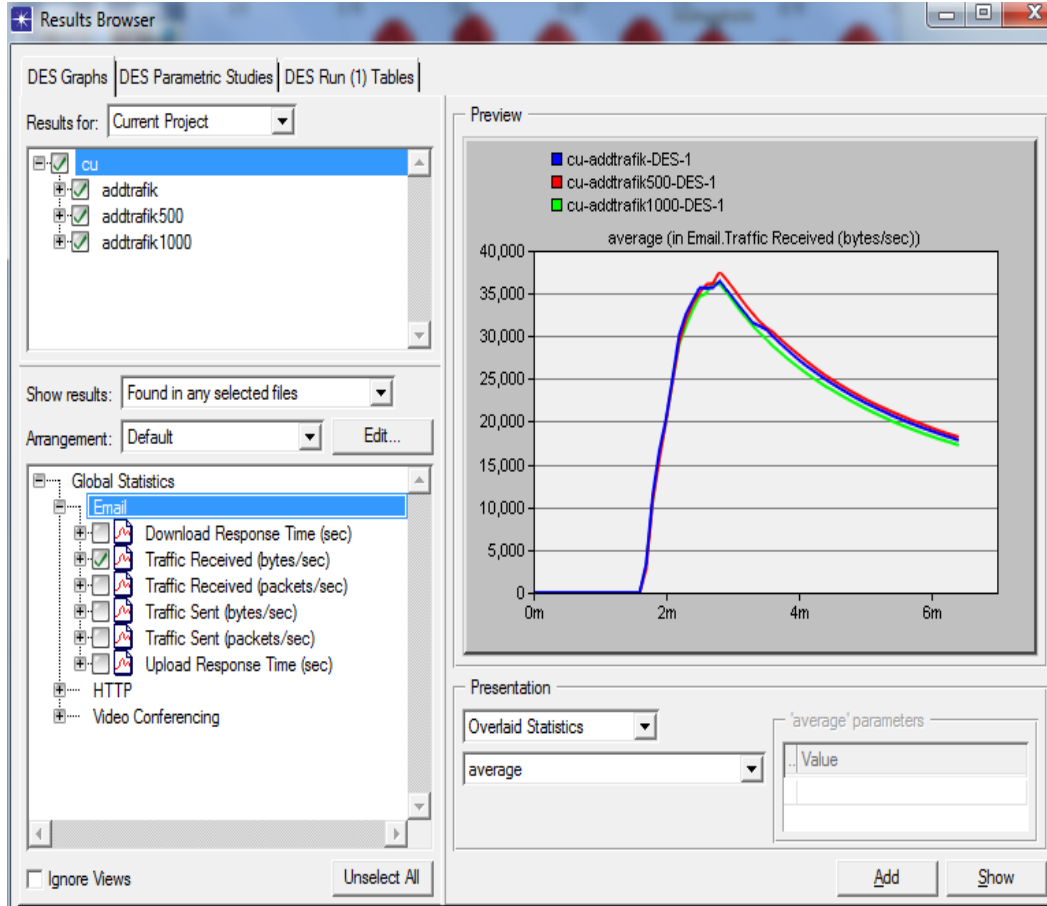
Şekil 67. Simülasyonun 7. Dakikadan sonra bellek hatası vermesi.

Simülasyonu çalıştırdıktan sonra Result Browser penceresi aracılığı ile sonuçlar grafik seçenekleri ile görülebilir. Simülasyon sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.



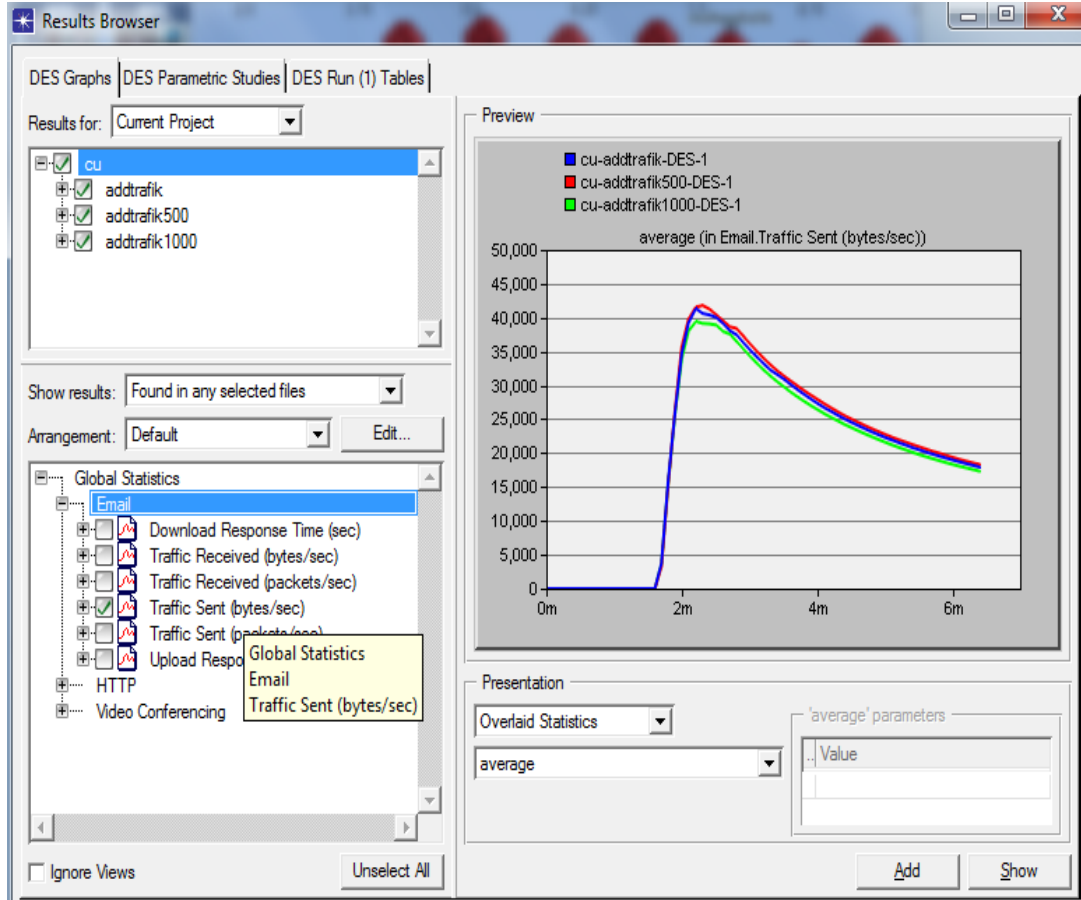
Şekil 68. E-mail uygulaması için dosya indirme için cevap verme zamanı grafiği

Result browser penceresinde E-mail trafiği için dosya indirme cevap zaman grafiğinde Şekil 68’de görüldüğü gibi 3. Dakikadan itibaren değişikli olduğu ve bu değişiklikte addtrafik500 ile addtrafik1000 senaryolarının addtrafik senaryosuna göre daha geç cevap verdiği görülmektedir. Bunun nedeni addtrafik500 ve addtrafik1000 senaryolarında, addtrafik senaryosunda bulunan 200 adet bilgisayardan daha fazla bilgisayarın Video Konferanstraftığı üreterek ağda daha fazla yoğunluğa sebep olmasıdır.



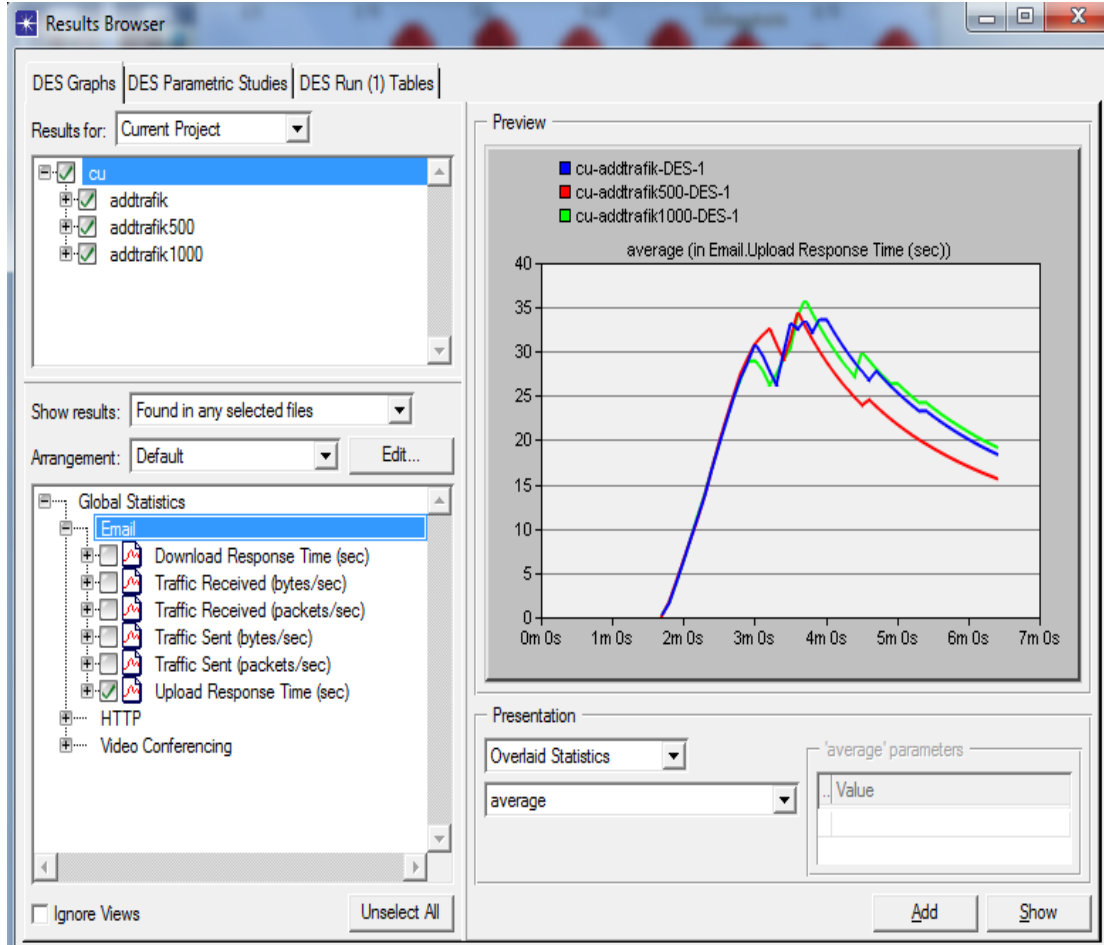
Şekil 69. E-mail trafiği için alınan trafiğin byte olarak gösterilmesi

Result browser penceresinde Şekil 69’da görüldüğü gibi E-mail trafiği için alınan trafiğin byte olarak çok az değiştiği görülmektedir. Bunun nedeni de her 3 senaryoda da application definition ve profile definition nesnelere ile belirlenen trafik türünün kullanılmasıdır. Yani aynı trafik üretildiği için hedefe varan trafik miktarı da çok benzerdir.



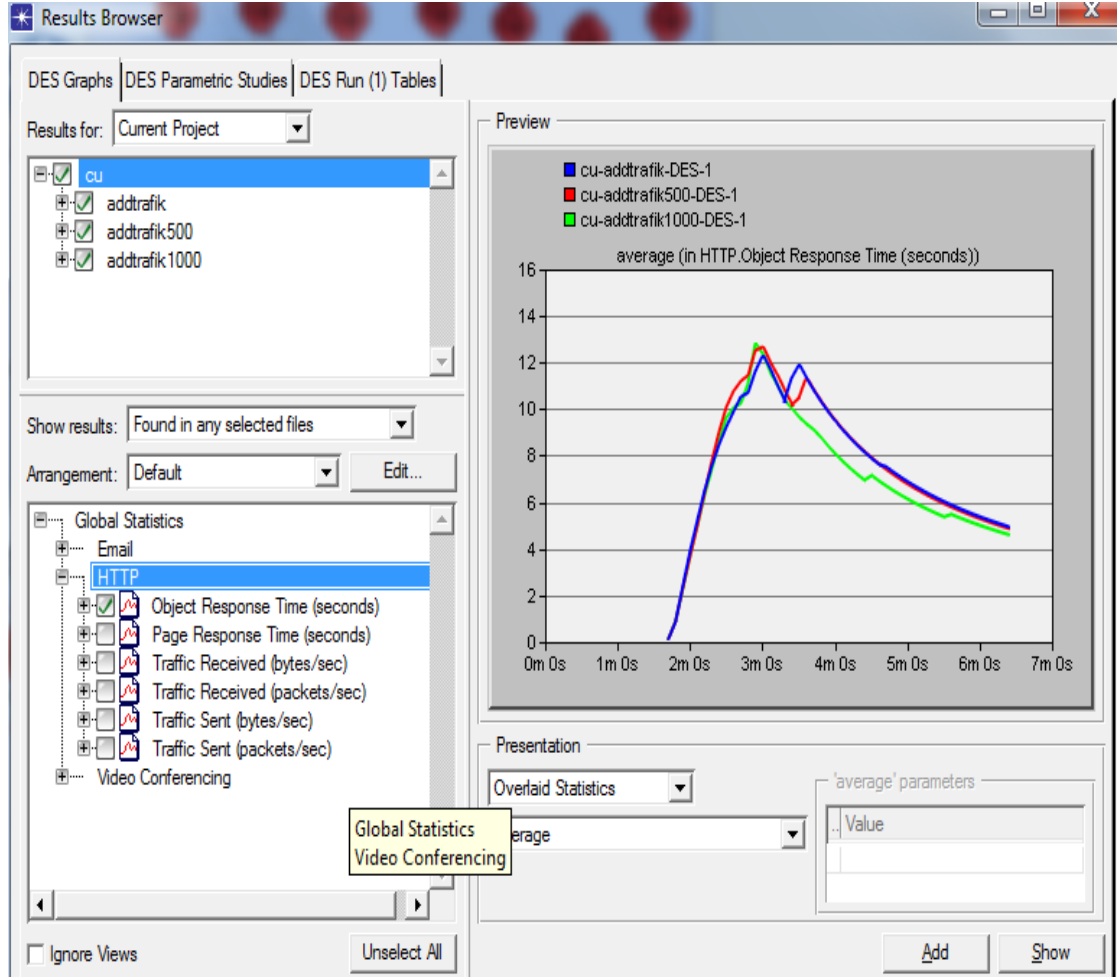
Şekil 70. E-mail trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği

Result browser penceresinde Şekil 70’de görüldüğü gibi E-mail trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak çok az değiştiği görülmektedir. Bunun nedeni de her 3 senaryoda da application definition ve profile definition nesnelere ile belirlenen trafik türünün kullanılmasıdır. Yani aynı trafik üretildiği için gönderilen trafik miktarı da çok benzerdir.



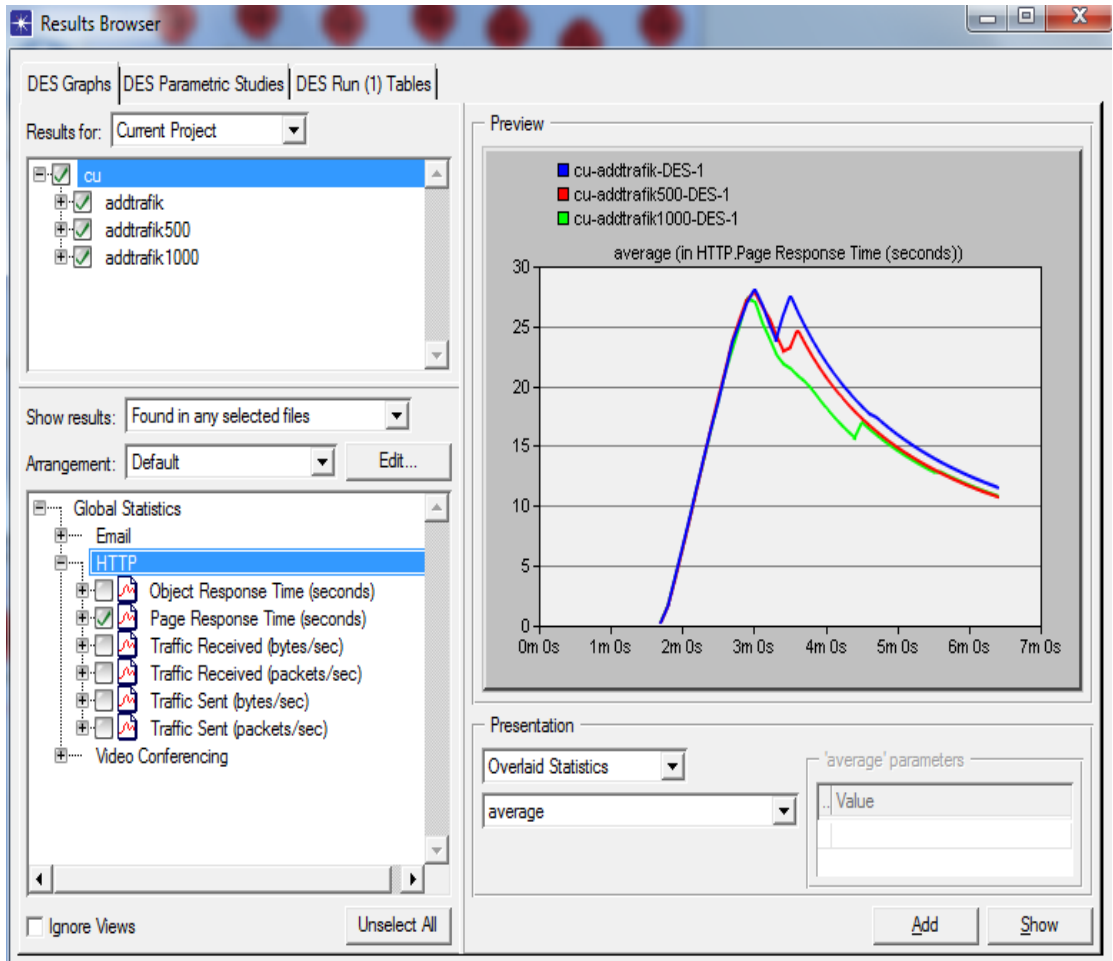
Şekil 71. E-mail trafiği için yüklemeye cevap zamanı grafiği

Result browser penceresinde Şekil 71’de görüldüğü gibi E-mail trafiği için upload yani dosya yüklemeye cevap zamanı grafiğinde 3. Dakikadan itibaren değişim olduğu ve bu değişiklikte addtrafik500 ile addtrafik1000 senaryolarının addtrafik senaryosuna göre daha geç cevap verdiği görülmektedir. Bunun nedeni addtrafik500 ve addtrafik1000 senaryolarında, addtrafik senaryosunda bulunan 200 adet bilgisayardan daha fazla bilgisayarın Video Konferans trafiği üretmek ağıda daha fazla yoğunluğa sebep olmasıdır.



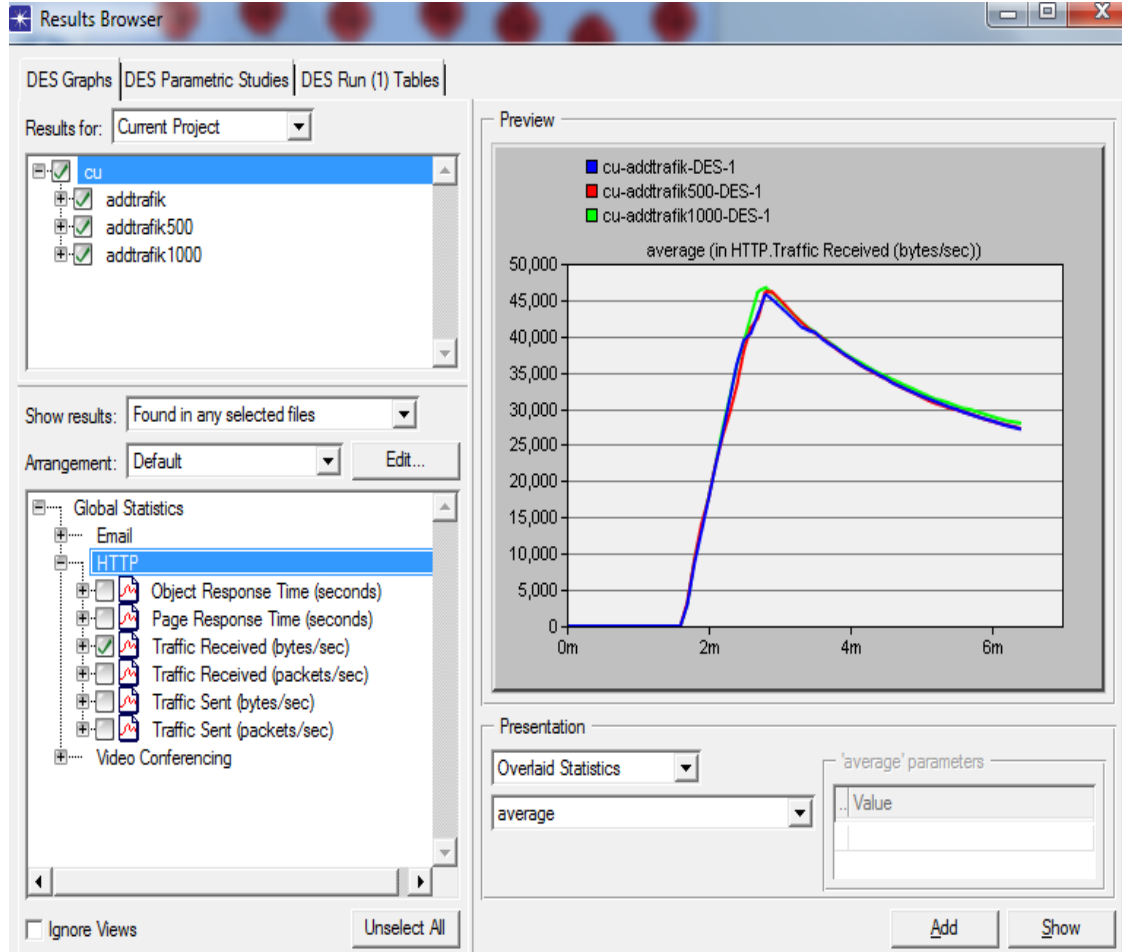
Şekil 72. Http trafiği için nesne cevap zamanı grafiği

Result browser penceresinde Şekil 72’de görüldüğü gibi Http trafiği için nesne cevap zamanı grafiğinde 3. Dakikadan itibaren değişikli olduğu ve bu değişikliğin 7. Dakikaya kadar çok yakın olduğu görülmektedir.



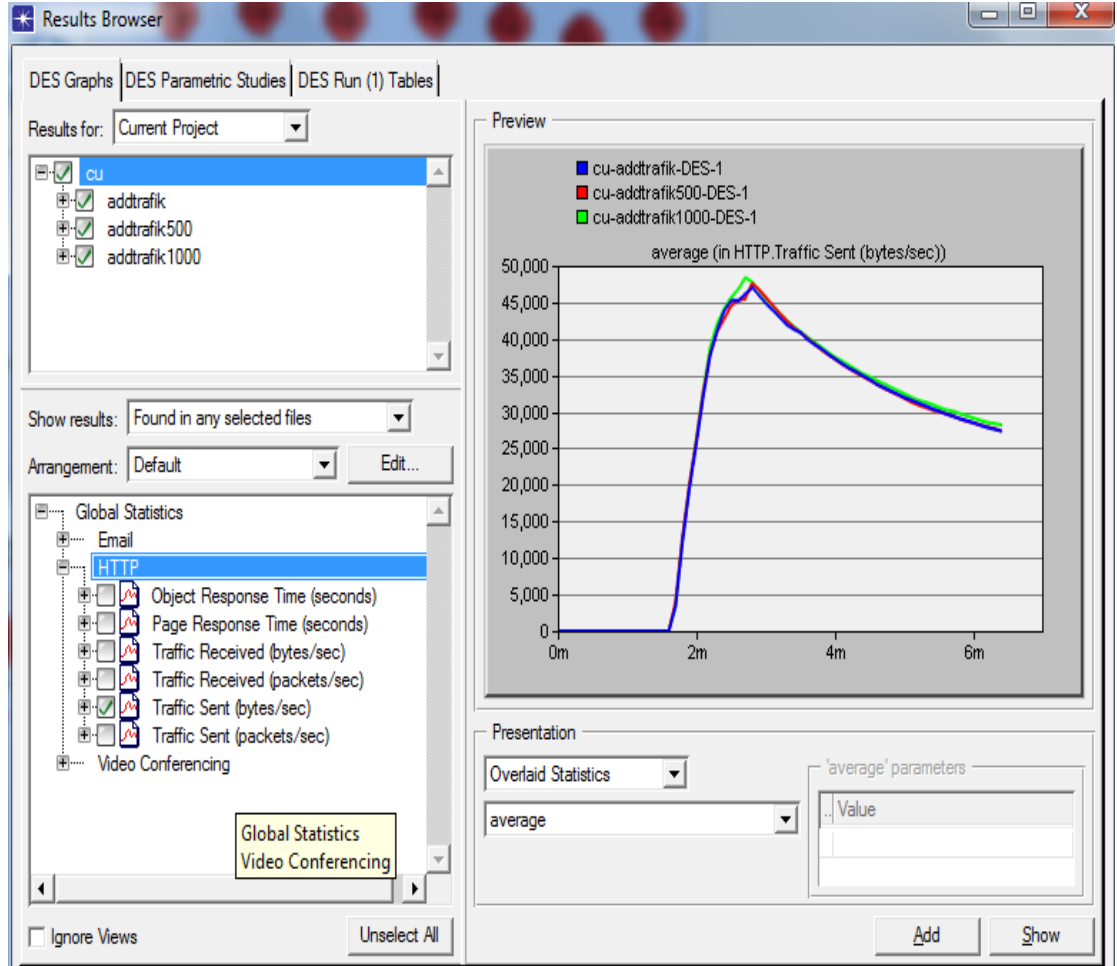
Şekil 73. Http trafiği için sayfa yanıt zamanı grafiği

Result browser penceresinde Şekil 73'de görüldüğü gibi Http trafiği için sayfa yanıt zamanı grafiğinde 3. Dakikadan itibaren değişikli olduğu ve bu değişikliğin 7. Dakikaya kadar çok yakın olduğu görülmektedir.



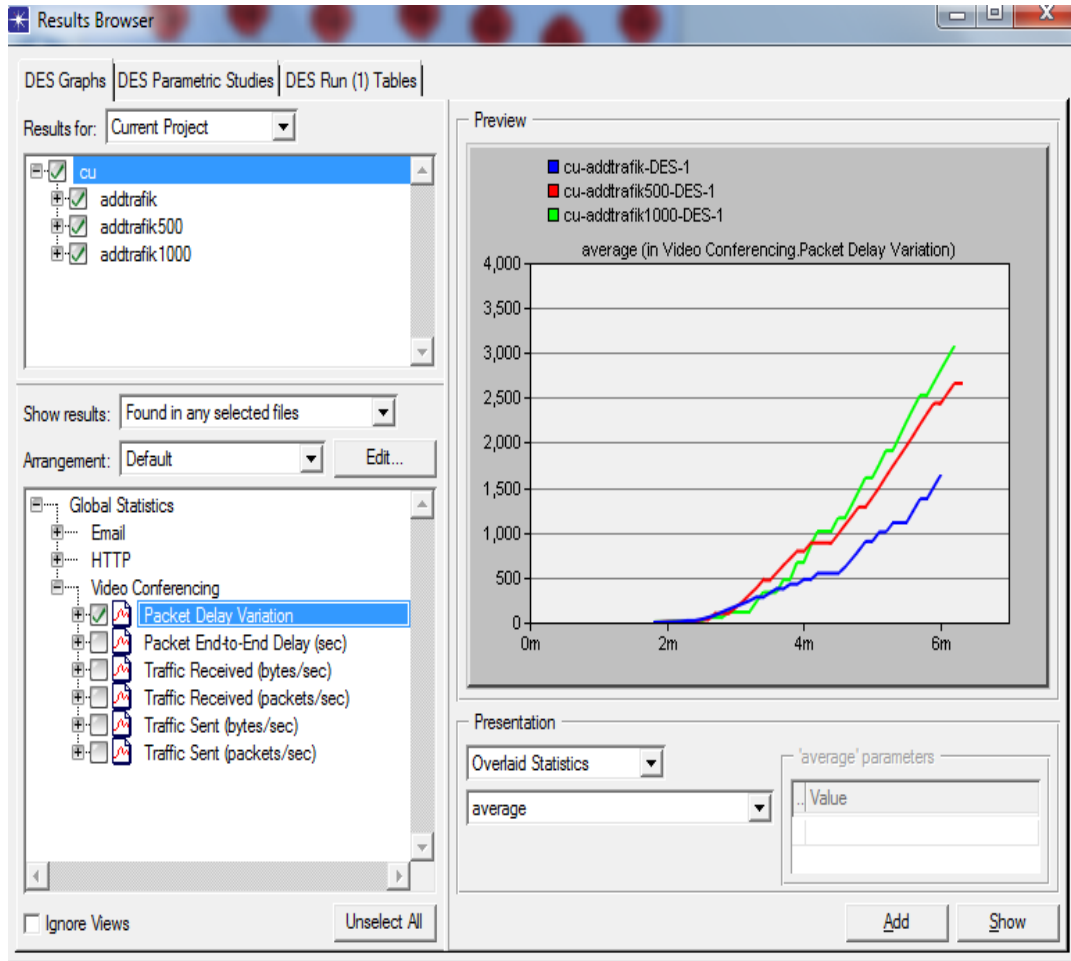
Şekil 74. Http trafiği için alınan trafiğin byte olarak grafiği

Result browser penceresinde Şekil 74’de görüldüğü gibi Http trafiği için alınan trafiğin byte olarak çok az değiştiği görülmektedir. Bunun nedeni de her 3 senaryoda da application definition ve profile definition nesnelere ile belirlediğimiz Http light trafik türünün kullanılmasıdır. Yani aynı trafik üretildiği için gönderilen trafik miktarı da çok benzerdir.



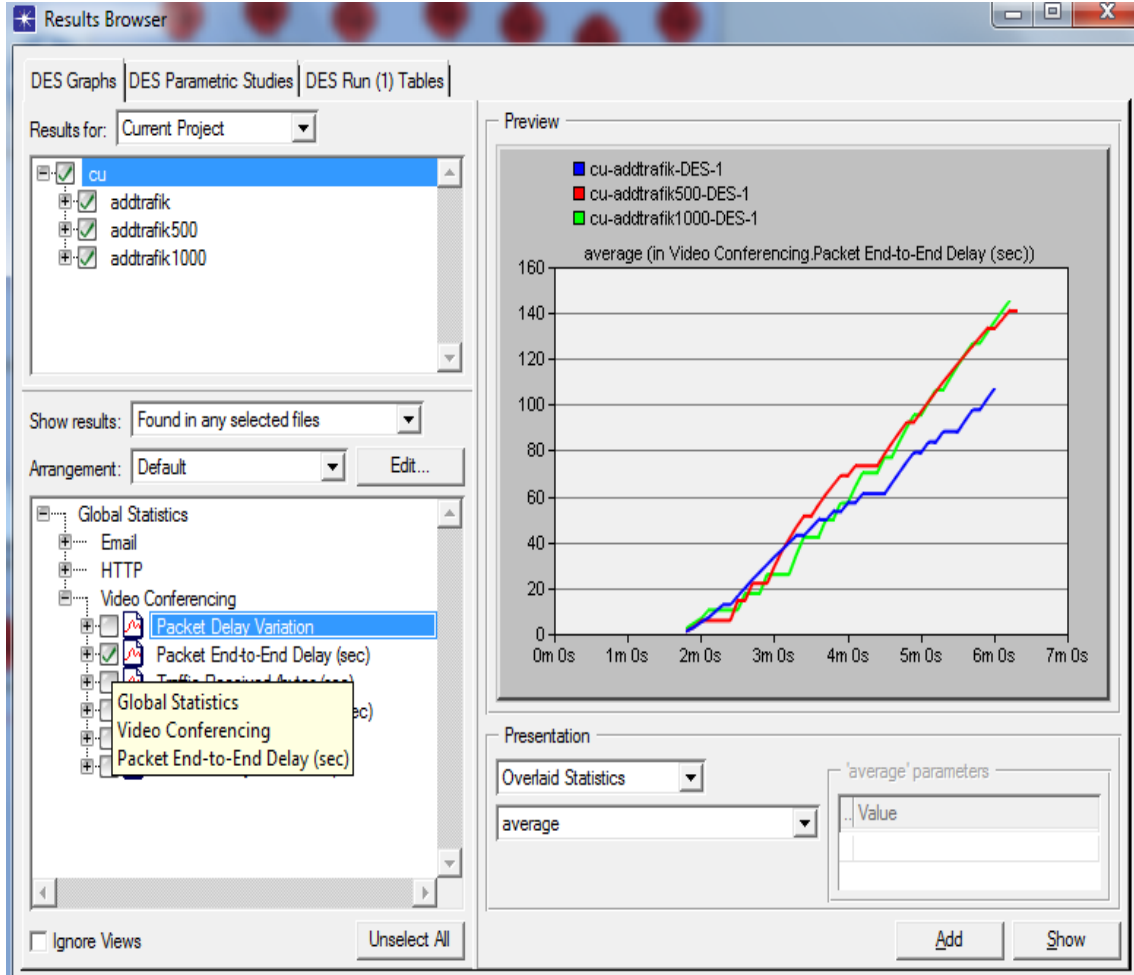
Şekil 75. Http trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği

Result browser penceresinde Şekil 75’de görüldüğü gibi Http trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak çok az değiştiği görülmektedir. Bunun nedeni de her 3 senaryoda da application definition ve profile definition nesnelere ile belirlediğimiz Http light trafik türünün kullanılmasıdır. Yani aynı trafik üretildiği için gönderilen trafik miktarı da çok benzerdir.



Şekil 76. Video Konferanstrafigi için paket gecikmesi değişim grafiği

Result browser penceresinde Video Konferanstrafigi için paket gecikmesindeki değişim grafiği Şekil 76’da 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 77. Video Konferans trafiği için noktadan noktaya paket gecikmesi değişim grafiği

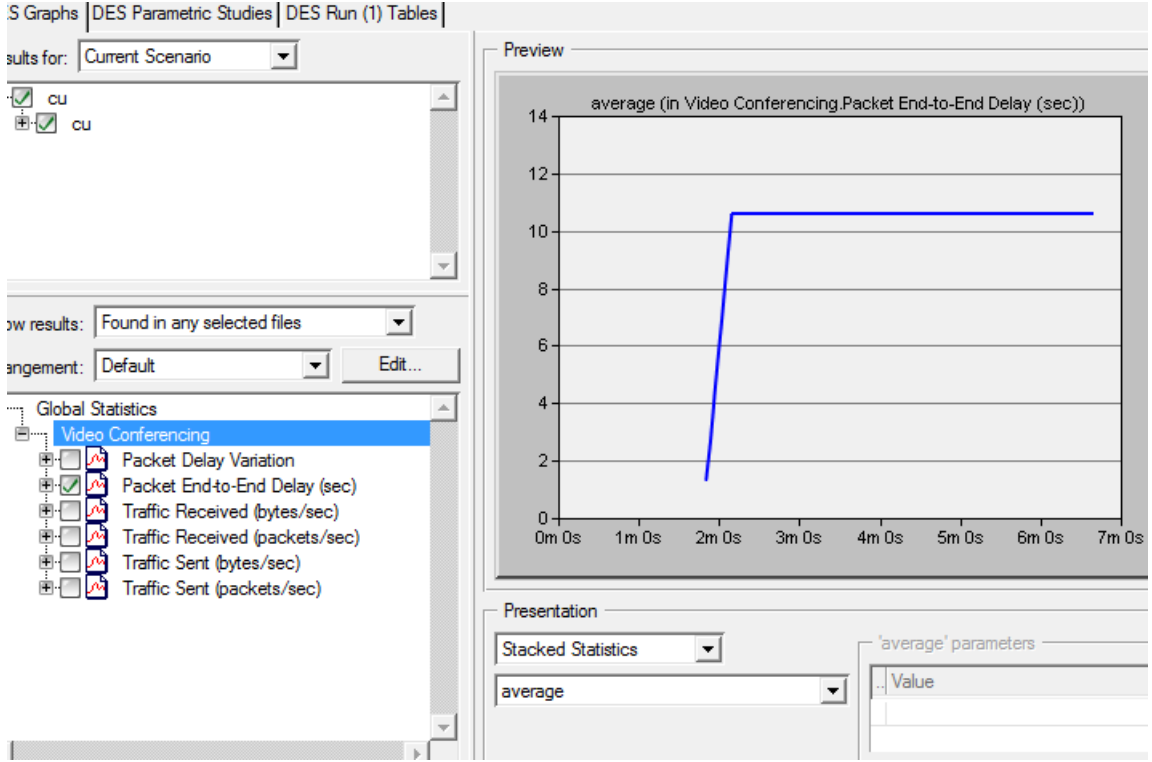
Result browser penceresinde Video Konferans trafiği için noktadan noktaya paket gecikmesi değişim grafiği Şekil 77’de görüldüğü gibi 3 senaryoda da farklıdır ve özellikle de addtrafik500 ve addtrafik1000 senaryolarında bu değişimin daha fazladır. Yine bunun sebebinin senaryolarda bulunan bilgisayar sayısı 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 5’de farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri verilmiştir (Özen, Karlık ve Yılmaz, 2009, s.2).

Tablo 5. Farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri

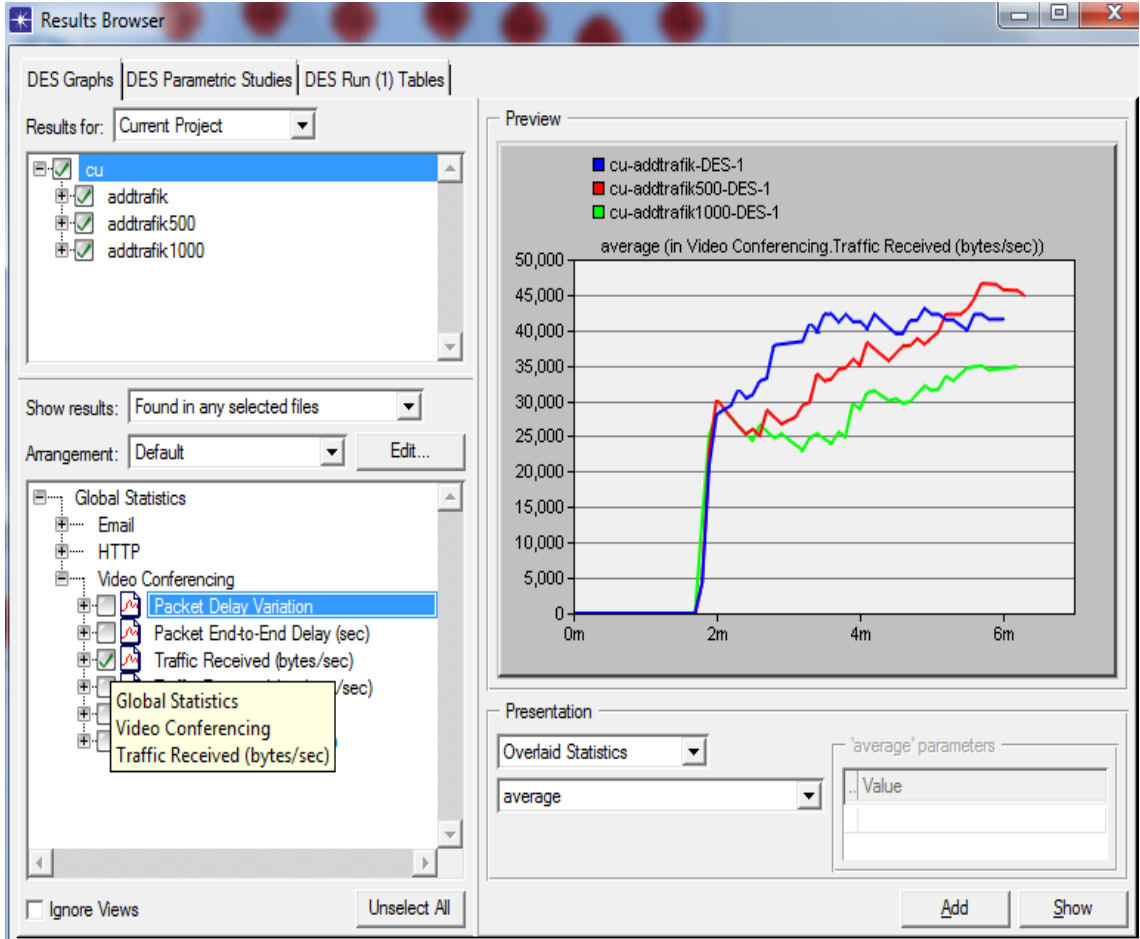
Trafik Çeşidi	Bant Genişliği (kbps)	Max. Paket Kaybı (%)	Max. Gecikme (ms)	Max. Gecikme Değişimi (ms)
Video konferans	100	1	150	30
VoIP	12 - 106	1	150	30
Video	5 -10000	2	5000	duyarsız
Ses	32 – 320	2	5000	duyarsız
Veri	değişken	duyarlı	duyarsız	duyarsız

Tablo 5’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 76 ve Şekil 77’de görüldüğü gibi simüstasyon 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 Üniversitesi uzaktan eğitim yolu ile vereceği hizmette 200 kullanıcıdan fazla kullanıcıya izin vermemelidir. Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağının 200 kullanıcıdan fazla kullanıcıya uzaktan eğitim hizmeti vermesi durumunda gerekli kalitede hizmet olmaması sonucuna, Cumhuriyet Üniversitesi kampüs ağında yaklaşık 6 bin bilgisayarın internette olduğu, Http ve E-mail trafiği ürettiği durum altında yapılan simüstasyon sonucunda varılmıştır ve unutulmamalıdır ki bu sadece bir tahmindir, bir simüstasyon sonucudur ve modellenen ağ sadece 7 dakika çalıştırılabilmıştir.



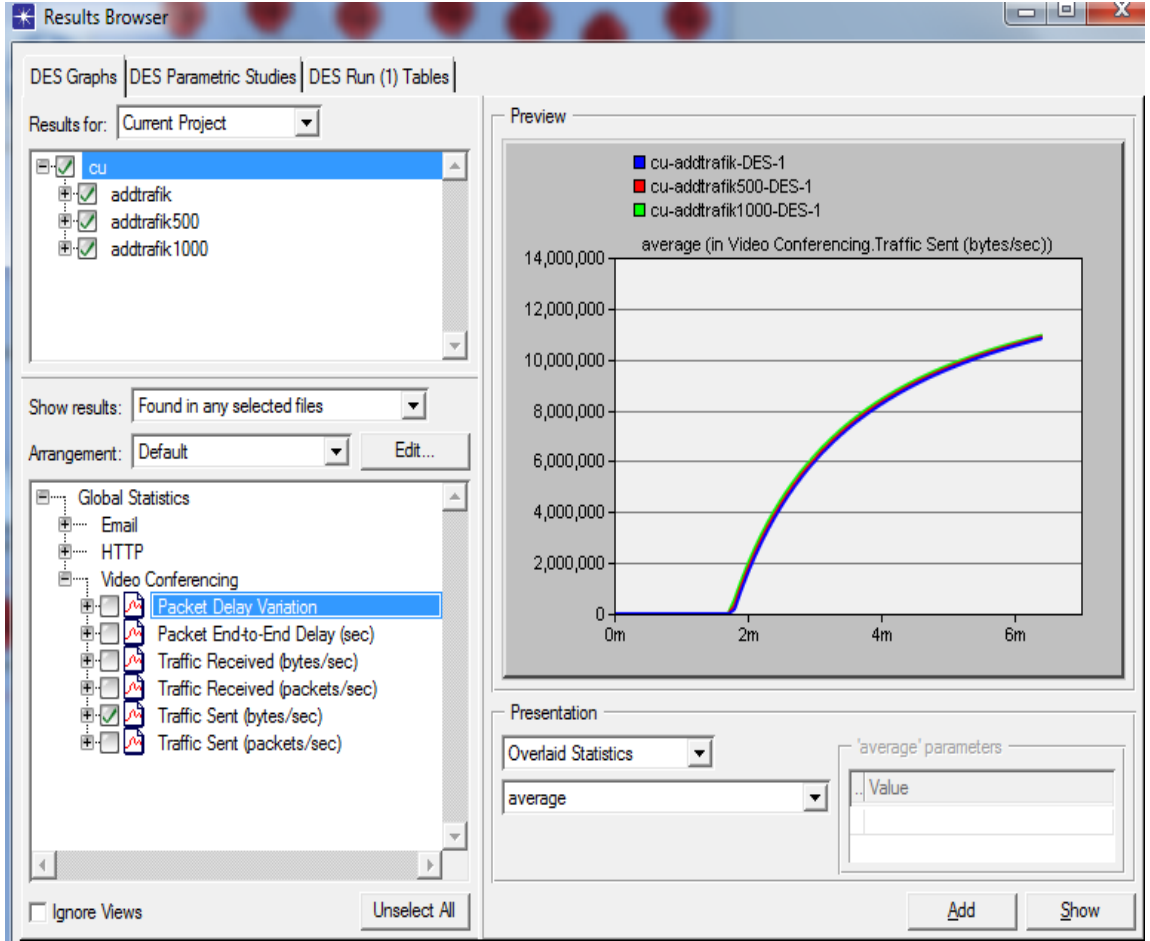
Şekil 78. Cu adlı senaryo için Video Konferans grafiği

Elbette 08.00-17.00 yani mesai saatleri dışında uzaktan eğitim yapılması durumunda kampüs ağında daha az sayıda bilgisayar internette olacağından ağın uzaktan eğitim için performansı daha iyi olacaktır. Mesai saatleri dışında yani çok az sayıda kişinin ağı kullanması durumunda uzaktan eğitim yapıldığında Şekil 78’de görüldüğü Video Konferans trafiği için noktadan noktaya gecikme çok daha az olmakta ve gerekli hizmet kalitesini sağlayabilmektedir. 2,5. Dakikadan itibaren gecikme yaklaşık 12 saniye olarak sabitlenmiştir. Yani mesai saatleri dışında Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı 200 ve üzeri kullanıcıya rahatlıkla uzaktan eğitim hizmeti verebilir. Ama bu durum mesai saatleri dışında ve ağda sadece Video Konferans trafiği olduğu durumda söz konusudur. Böyle bir durum şu anda yaklaşık 7.000 bilgisayarın bulunduğu üniversite ağı için kolay olabilecek bir durum değildir. Çünkü üniversite hastanesi akşam da faaliyettedir ve üniversite sadece gündüz eğitim hizmeti vermemektedir. Bundan dolayı ağda sadece Video Konferans trafiği olması oldukça zor sağlanacak bir durumdur.



Şekil 79. Video Konferans trafiği için alınan trafiğin byte olarak grafiği

Result browser penceresinde Video Konferans trafiği için alınan trafiğin byte olarak grafiği Şekil 79'da görülmektedir. 2. Dakikadan itibaren alınan paket sayısı değişmiştir bunun sebebi ağda olası paket kayıplarıdır.



Şekil 80. Video Konferans trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği

Result browser penceresinde Video Konferans trafiği için gönderilen trafiğin byte olarak grafiği Şekil 80’de görülmektedir. Gönderilen trafik değişmemiştir bunun sebebi belirlediğimiz profil ayarlarından dolayı aynı trafiğin üretilmesidir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı benzetim (simülasyon) yöntemi ile uzaktan eğitim performansı hakkında bilgi almak için incelenmiştir. Modelleme yapılırken Cumhuriyet Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan 2011 yılı Ocak ve Haziran ayları arasına ait altı aylık bir dönemde kaydedilen DHCP log dosyalarından faydalanılmıştır. Bu log dosyaları kullanılarak üniversite ağında her fakülte ve birimde ne kadar bilgisayar olduğu tespit edilmiştir. Bu sayılar kullanılarak yaklaşık yedi bin bilgisayardan oluşan Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı Opnet Modeler programı kullanılarak modellenmiştir. Modellenen bu ağda trafik oluşturmak için application config ve profile config nesnelere kullanılmış ve campus adında bir profil oluşturularak ağda E-mail ve Http trafiğinin oluşması sağlanmıştır. Modellenmiş olan bu ağın uzaktan eğitim için bağlanan bilgisayar sayısında artışa bağlı olarak nasıl bir performans göstereceği bulunmaya çalışılmıştır. Bunun için Opnet programında addtrafik, addtrafik500 ve addtrafik1000 adında senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryolarda bilgisayar sayıları artırılmıştır. Ağ on dakika süre ile simülasyon edilmiştir. Bilgisayar sayısının ve ağın çok büyük olmasından dolayı benzetim yedinci dakikadan sonra çalıştırılmamıştır. Bu yüzden modellenen ağ sadece yedi dakika ile test edilmiş ve elde edilen grafikler de yedi dakikalık testin sonuçları olarak verilmiştir.

Cumhuriyet Üniversitesi bilgisayar ağı oldukça büyük bir ağdır ve her geçen yıl bu ağa dâhil 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 Üniversitesi bilgisayar ağının uzaktan eğitim uygulaması için 200, 500 ve 1000 adet bilgisayarın bağlanması durumunda gösterebileceği performans incelenmiştir. Bu incelemede modellenen ağ 7 dakika çalıştırılabilmektedir. Yapılan simülasyon sonucunda Sivas Cumhuriyet Üniversitesi 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 Üniversitesi bilgisayar ağı için oldukça zor bir iştir.

KAYNAKÇA

- Akbaş, D. (2010). Bir Kurumsal Ağın ve Güvenlik Yapılarının Modellenmesi ve Analizi. (Yüksek lisans tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Alan M. A. (1996). Yerel Alan Ağları (Lan) ve Bir Uygulama. (Yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas).
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, L. and Zaharia, M. (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing (Report No. UCB/EECS-2009-28). Berkeley: Electrical Engineering and Computer Sciences University of California.
- Aygın, A. K. ve 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 İ. , Çeken C., Bandırmalı N. (2010). Dsr ve aodv manet yönlendirme protokollerinin başarımlarını değerlendirilmesi. 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.

- Borrego, F., Rosique, J. M. and Lugert, M. (2003, November). Using Opnet Modeler to Analyse Galileo Communication Networks. Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2003, ICWI 2003. Alvarge, Portugal.
- Chang, X. (1999). Network Simulations With Opnet. 1999 Winter Simulation Conference. Singapore.
- Çakır, C. ve Kaptan H. (2009, September). VoIP Teknolojilerinde Opnet Tabanlı Güvenlik Uygulaması. [Bilişim teknolojileri dergisi], 3(2), 1-7.
- Çelebi, Y. (2008). Bilgisayar bilimlerine giriş (Basılmamış der notu). 09.05.2012 tarihinde 193.140.150.111/imyo/bil2013/bilgisayar-aglari.pdf adresinden alınmıştır.
- Çubukcu, F. (1994) *Novell Netware İşletim Sistemi(Tüm Uyarlamalar)*, İstanbul: Türkmen kitabevi.
- Develi, H. (2009). Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüs Ağının Opnet İle Modellenmesi.(Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezinden alınmıştır. (Tez no: 258788).
- Dengiz, B. (2009). Benzetim. 25 Kasım, 2011 tarihinde www.baskent.edu.tr/~bdengiz/benzetimslyat-09/yenibenzetim2.ppt adresinden alınmıştır.
- 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.
- Gospodinov, M. (2004). " The affects of different queuing disciplines over FTP, Video and VoIP Performance". Proceedings of the 5th international conference on Computer systems and technologies . 1-5, doi>10.1145/1050330.1050381.
- <http://www.bilkent.edu.tr/~kadirimatmat.donem.odevaykutaydin.matematikseksmodellem> e.pdf. Alıntı tarihi 25.06.2012

[Http://www.chip.com.tr/konu/Temel-Bilgiler-55-Peer-to-Peer-veya-Client-Server_3096_2.html](http://www.chip.com.tr/konu/Temel-Bilgiler-55-Peer-to-Peer-veya-Client-Server_3096_2.html) erişim tarihi 25.05.2012.

[Http://habibkocak.netdosyalar1.DPKararverme.ppt](http://habibkocak.netdosyalar1.DPKararverme.ppt). Alıntı tarihi 12.07.2012.

[Http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim](http://www.mesutaydin.org/Dosyalar/Benzetim). Alıntı tarihi 1 Haziran 2012.

[Http://www.opnet.com](http://www.opnet.com) Opnet Technologies Online Documentation. Alıntı tarihi 15 Mayıs 2011.

[Http://www.miliamper.net/?p=370](http://www.miliamper.net/?p=370). Erişim tarihi 27.05.2012.

[Http://adslbym.com/index.php?Module=MetroNedir](http://adslbym.com/index.php?Module=MetroNedir) Erişim Tarihi 25.05.2012.

[Http://www.telekom.com.tr/v2/sss/53-sorular-genel/303-lan-wan-nedir](http://www.telekom.com.tr/v2/sss/53-sorular-genel/303-lan-wan-nedir) Erişim Tarihi 07.05.2012.

http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/aergenc_568720ff018658b2a6ae0ae0d1a792b6.ppt. Alıntı tarihi 13.07.2012

[Http://www.yildiz.edu.tr/~kunal/datacomdsy/tcpip.pdf](http://www.yildiz.edu.tr/~kunal/datacomdsy/tcpip.pdf) Erişim Tarihi 01.06.2012.

[Http://www.webune.com/forums/what-is-a-man-network-.html](http://www.webune.com/forums/what-is-a-man-network-.html) Erişim Tarihi 01.06.2012.

[Http://www.bluelinesynergy.com/views/lan-and-wan.php](http://www.bluelinesynergy.com/views/lan-and-wan.php) Erişim Tarihi 02.06.2012.

MEGEP (2007). Ağ Elemanları ve Ağ Sistemleri. Ankara: Mili Eğitim Bakanlığı.

MEGEP (2008a). Ethernet. Ankara: Mili Eğitim Bakanlığı.

MEGEP (2008b). Wan Kablolama. Ankara: Mili Eğitim Bakanlığı.

MEGEP (2008c). Lan Kablolama. Ankara: Mili Eğitim Bakanlığı.

- Oktuğ, S. (2011). Protokoller ve Katmanlı Yapı: OSI, TCP/IP Referans Modelleri. 25.02.2012 tarihine www3.itu.edu.tr/~oktug/BH/notlar/bolum8.pdf adresinden erişilmiştir.
- Özçelik, İ. (2007, Ekim), "Farklı Uygulama ve Kapsama Alanları İçin Ethernet Teknolojileri", Otomasyon Dergisi. ss:160-167. 13 Ekim 2011 tarihinde [Http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr/EthernetMakale.pdf](http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr/EthernetMakale.pdf) adresinden alınmıştır.
- Özen, İ., Karlık S. ve Yılmaz G. (2009, Ekim). Metro ethernet bağlantılı yerel alan ağlarında performans parametrelerinin değişimi. IV. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu Bildirileri. 03.01.2011 tarihinde www.emo.org.tr/ekler/4b18717383cac15_ek.pdf adresinden alınmıştır.
- Saraç, E. ve Avcı M. (2007). "Bir yerel alan ağı tasarımı ve simülasyonu", III. İletişim teknolojileri sempozyumu bildiriler kitabı (ss 137-141), Adana: ITUSEM 2007.
- Sarıaslan, H. (1986). *Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği*. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları
- Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı. (2001, Eylül), Xdsl Teknolojisi, 02 Şubat 2012 tarihinde www.telkoder.org.tr/files/2-report/DSL.pdf adresinden alınmıştır.
- Soy, H. (2009). Bilgisayar ağ sistemleri ders notları. 17.05.012 tarihinde hakkisoy.com/ag_sis/ag_sis.pdf adresinden erişilmiştir.
- Şahin, B. (2007). Spor Tesislerinde Kuyruk Modelinin Benzetim Yöntemi ile Çözümü. (Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir).
- Tiryaki, A. (2001). Bilgisayar Ağ Teknolojileri ve Tasarım Teknikleri. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezinden alınmıştır. (Tez no: 114255).

Tuğral, N. (2006). Kablosuz Bilgisayar Ağlarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi.(Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezinden alınmıştır. (Tez no: 180208).

Yavuz, S. (2007). Sistem simülasyonu. 21 Kasım 2011 tarihinde www.yildiz.edu.tr/~smyavuz/Ders1.pdf adresinden alınmıştır.

Yılmaz, A. N. (2008). Kuyruk Simülasyonu Modellerinin Eleştirel Gözden Geçirilmesi ve Bir Banka Şubesine Uygulanması. (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas)

Zubairi J. A., Zuber M. (2000, August). Suny Fredonia Campus Network Simulation and Performance Analysis Using OPNET. OPNETWORK2000. Washington DC