

**BULUT BİLİŞİM MODELİ KURUMSAL KULLANIM UYGULANMASI
VE INTSERV / DIFFSERV EŞLENMESİ İLE
PERFORMANS ARTTIRIMI**

ABDULLAH SİNAN YILDIRIM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2014

ANKARA

Fen Bilimleri Enstitü onayı

Prof. Dr. Osman EROĞUL

Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinin tüm gereksinimlerini sağladığımı onaylarım.

Prof. Dr. Murat ALANYALI

Anabilim Dalı Başkanı

ABDULLAH SİNAN YILDIRIM tarafından hazırlanan BULUT BİLİŞİM MODELİ
KURUMSAL KULLANIM UYGULANMASI VE INTSERV / DIFFSERV
EŞLENMESİ İLE PERFORMANS ARTTIRIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak
uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Tolga GİRİCİ

Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Bülent TAVLI

Üye : Doç. Dr. Tolga GİRİCİ

Üye : Yrd.Doç.Dr.Murat Özbayoğlu

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Abdullah Sinan YILDIRIM

Üniversitesi : TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Enstitüsü : Fen Bilimleri
Anabilim Dalı : Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tolga GİRİCİ
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans –Ağustos 2014

ABDULLAH SİNAN YILDIRIM

**BULUT BİLİŞİM MODELİ KURUMSAL KULLANIM UYGULANMASI
VE INTSERV / DIFFSERV EŞLENMESİ İLE PERFORMANS ARTTIRIMI**

ÖZET

Bulut bilişim bilgi, yazılım ve donanımın çevrimiçi kullanımı fikrinin temelinde yükselen günümüzün ve geleceğin en parlak girişimidir. Bulut bilişim kullanıcılara altyapı hizmetleri, platform hizmetleri ve yazılım hizmetleri olmak üzere üç çeşit farklı ve istenildiğinde beraber de çalışabilen hizmet modelleri sunarak kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Artan güvenlik, sağlayıcı tarafından sağlanan altyapı tekniklerinin izlenmesi ve devamlılığı, masraf tasarrufu, kaynakları etkin kullanma, yüksek esneklik, erişim ve cihaz özgürlüğü bulut bilişimin yararlarıdır. Bu çalışmada bulut bilişim teknolojisinin özellikleri ve iş yaşamındaki avantajlar anlatılmaktadır. Orta büyüklükteki bir şirketin trafiği, LAN ağı ve bulut bilişim ağı olmak üzere iki ağda tasarlanmıştır. Bu iki ağ, OPNET kullanılarak Ftp, E-mail, HTTP trafikleri ve Ethernet gecikmesi üzerinden karşılaştırılmıştır. İkinci bölümde, DiffServ ve IntServ QoS mekanizmaları bulut bilişim modeli üzerine uygulanmıştır. Yeni yaklaşımlar çalışılmış ve orta büyüklükteki bir şirket trafiği için 3 farklı model bulut ağ teknolojisini geliştirmek için DiffServ ve IntServ aynı ağ üzerinde birleştirerek çalışılmıştır. Bu üç model bulut bilişim teknoloji kullanan iş uygulamalarının gelişmesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelime—Bulut Bilişim; Bulut Bilişim Servis Modelleri; OPNET; Bulut Bilişim QoS Modelleri; DiffServ; IntServ

University : TOBB Economics and Technology University
Institute : Institute of Natural and Applied Sciences
Science Programme : Electrical and Electronics Engineering
Supervisor : Associate Professor Tolga GİRİCİ
Degree Awarded and Date : M.Sc. – August 2014

ABDULLAH SİNAN YILDIRIM

**CLOUD TECHNOLOGY AND PERFORMANCE IMPROVEMENT WITH
INTSERV OVER DIFFSERV FOR CLOUD COMPUTING**

ABSTRACT

Cloud computing, bright venture of today and tomorrow, is rising based on the idea of the use of online information, software and hardware. Cloud computing provides users three different kinds of service models; infrastructure services, platform services and software services; which are in the run all together as requested and meets the needs of users. Benefits of cloud computing include increased security, monitoring and maintenance of the technical infrastructure by the provider, cost-savings, efficient use of resources, high flexibility, accessibility and device independence. This paper describes the cloud computing technology with its features and advantages in business life. Traffic of a medium-sized company is examined in two different scenarios; LAN network and cloud computing network; and compared according to ftp, email, HTTP traffics using OPNET. In second part of the study, DiffServ and IntServ quality of service terms are studied over cloud computing model. New approaches are studied and three models are served in order to improve the performance of cloud computing network in a medium sized company by combining IntServ and DiffServ in same network model. These models serve improvements in business applications using cloud computing technology.

Keywords—Cloud Computing; Cloud Computing Service Models; OPNET; Cloud Computing QoS parameters; DiffServ; IntServ

TEŐEKKÜR

Her Őeyden önce alıŐmaların sırasında bana yardımcı olan, yüksek lisans eğitimim sresince benden yardımlarını esirgemeyen, beni yönlendiren tez danıŐmanım ve hocam Sayın Doç. Dr. Tolga Girici'ye en içten teŐekkür ve saygılarımı sunarım. Yüksek lisans çalıŐmam için kendisinden daha iyi bir danıŐman ve akıl hocası olamazdı.

Bu tez, beni dünyaya getiren, bu günlere gelmemde maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan ailem Nevin Yıldırım, Kubilay Yıldırım ve Burcu Yıldırım'a adanmıŐtır. Bu tezdeki düzeltmelerde emeği olan ve bana destek olup, benden yardımlarını hiç esirgemeyen dostlarım: Anıl Araslı, Arcan Ertürk, ağrı Uysal, ağrı Uzunoğlu, Gktoğ Tankut ınar, ağrı Uysal, ağrı Uzunoğlu, Miraç Parlatan, Serdar Çelikkilek, Serdar ğt, Őafak Enes Yılmazer'e en içten teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana destek olan iş arkadaşlarıma ve mdrme de sonsuz teŐekkür ederim. Son olarak Yağmur nal'a bana olan inancından, desteğinden, sıkıntılı anlarımdaki anlayıŐından ve yardımlarından ötürü tüm kalbimle teŐekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. GİRİŞ	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
1.2 PROBLEM TANIMI.....	2
1.3 ÇALIŞMANIN ORGANİZASYONU	3
2. TEMEL KAVRAMLAR.....	4
2.1 BULUT BİLİŞİM NEDİR?.....	4
2.2 BULUT BİLİŞİMİN GELİŞİMİ	6
2.3 BULUT BİLİŞİM ENDÜSTRİSİ	8
2.3.1 Eğitim Alanında Bulut Bilişim	9
2.3.2 Askeri Alanda Bulut Kullanımı	11
2.3.3 Bulut Bilişimin Sağlık Alanında Kullanımı	12
2.3.4 Bulut Teknolojisi kullanılan Akıllı Ev Sistemi.....	14
3. BULUT BİLİŞİMİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	16
3.1 BULUT BİLİŞİM HİZMET MODELLERİ.....	16
3.1.1 Altyapı Hizmetleri (Infrastructure as a Service –IaaS):.....	16
3.1.2 Platform Hizmetleri (Platform as a Service –PaaS).....	17
3.1.3 Yazılım Hizmetleri (Software as a Service –SaaS).....	18
3.2 BULUT BİLİŞİM ÇEŞİTLERİ.....	20
3.2.1 Genel Bulut	20
3.2.2 Özel Bulut	20
3.2.3 Topluluk Bulut	21
3.2.4 Karma (Hibrit) Bulut.....	21
3.3 BULUT BİLİŞİM AVANTAJLARI	22
3.3.1 Ölçeklendirilebilirlik.....	23
3.3.2 Basitlik	24
3.3.3 Güvenlik.....	24
3.3.4 Performans	24

3.3.5.	Esneklik.....	25
3.4	BULUT BİLİŞİM TARTIŞMA KONULARI	25
4.	BULUT BİLİŞİM KURUMSAL KULLANIM.....	29
4.1	BULUT BİLİŞİM KURUMSAL KULLANIM GEREKLİLİĞİ.....	29
4.2	BULUT BİLİŞİMİN KURUMSAL KULLANIMDA SAĞLADIĞI AVANTAJLAR	30
4.3	KURUMSAL ALANDA BULUT BİLİŞİM UYGULAMALARI.....	30
5.	DENEYSEL ÇALIŞMA	33
5.1	OFİS UYGULAMALARI İÇİN STANDART AĞ MODELİ.....	33
5.2	OFİS UYGULAMALARINDA BULUT AĞ MODELİ	35
5.3	MALİYET KARŞILAŞTIRMASI.....	37
5.3.1.	Standart Ağ Maliyet Hesabı	37
5.3.2.	Bulut Ağı Maliyet Hesabı	39
5.3.3.	Maliyet Karşılaştırması	41
5.4	SİMULASYON UYGULAMASI PARAMETRELERİ.....	41
5.5	SİMULASYON ANALİZİ.....	43
6.	BULUT BİLİŞİM PERFORMANS İYİLEŞTİRME.....	49
6.1	BULUT BİLİŞİM QoS MODELLERİNİN İNCELENMESİ.....	49
6.1.1.	Best Effort Modeli.....	51
6.1.2.	Integrated Service Modeli (IntServ).....	52
6.1.3.	Differentiated Service (DiffServ).....	54
6.1.4.	Kuyruk Disiplini (Queuing Discipline).....	58
6.2	DIFFERENTIATED SERVİSİ ÜZERİNDE INTEGRATED SERVİS KULLANILMASI	62
6.2.1.	DiffServ Üzerine IntServ Atanması (Mapping).....	64
6.3	NETWORK MODELİ	66
6.4	VARSAYIMLAR.....	69
6.5	OPNET SİMULASYONU.....	69
6.6	SİMULASYON PARAMETRELERİ.....	71

6.6.1.	IntServ – DiffServ Konfigurasyonu	73
6.7	SİMULASYON ANALİZİ.....	75
6.7.1.	Model 1	76
6.7.2.	Model 2	82
6.7.3.	Model 3	87
6.7.4.	IntServ / DiffServ Modellerinin Karşılaştırması.....	92
7.	SONUÇ	94
8.	KAYNAKLAR	96
9.	QoS MODELLER KARŞILAŞTIRMASI GRAFİKLER	102
10.	ÖZGEÇMİŞ	107

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1 – Bulut Modeli	5
Şekil 2 – Bulut Bilişim Gelişimi [22]	8
Şekil 3 – Bulut Hizmet Modelleri [22]	19
Şekil 4 – Bulut Çeşitleri [22]	22
Şekil 5 – Kasumigaseki Bulutu [22]	32
Şekil 6 – Orta Ölçekli Şirket için Standart Ağ Modeli	34
Şekil 7 – İstanbul Ofis Tasarımı.....	34
Şekil 8 – Ankara ve Budapeşte Ofis Tasarımı	35
Şekil 9 – Orta Ölçekli Şirket için Bulut Ağ Modeli.....	36
Şekil 10 – Sunucu Merkezi Tasarımı.....	36
Şekil 11 – Bulut Ağı İstanbul Ofisi Tasarımı.....	37
Şekil 12 – FTP Yükleme Tepki Süresi.....	44
Şekil 13 – FTP Alınan/Gönderilen Trafik.....	45
Şekil 14 – Ethernet Gecikmesi.....	46
Şekil 15 – HTTP Nesne Tepki Süresi	47
Şekil 16 – Alınan / Gönderilen E-posta Trafikliği	48
Şekil 17 – E-posta Yükleme Tepki Süresi	48
Şekil 18 – RSVP Modeli ve Yol Tahsisi.....	53
Şekil 19 – DSCP Kodu [53].....	55
Şekil 20 – FIFO Modeli [54].....	59
Şekil 21 – Priority Queuing Modeli [55]	60
Şekil 22 – Fair Queuing Modeli [56]	61
Şekil 23 – DiffServ Üzerinde IntServ Modeli.....	63
Şekil 24 – Bulut Ağı IntServ/DiffServ Modeli	66
Şekil 25 – IntServ/DiffServ Bulut Modeli	70
Şekil 26 – DiffServ Alanı.....	71
Şekil 27 – E-posta İndirme/Yükleme Tepki Süresi.....	76
Şekil 28 – Ethernet Gecikmesi.....	77
Şekil 29 – FTP İndirme/Yüklenme Tepki Süresi	78
Şekil 30 – HTTP Sayfa/Nesne Tepki Süresi	79
Şekil 31 – İstanbul Ofis HTTP Tepki Süresi	80
Şekil 32 – HTTP İptal Edilen Bağlantı Sayısı	80

Şekil 33 – İstanbul Ofis FTP İndirme/Yüklenme Tepki Süresi	81
Şekil 34 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri	82
Şekil 35 – E-posta İndirme / Yükleme Tepki Süresi.....	83
Şekil 36 – Ethernet Gecikmesi.....	84
Şekil 37 – FTP Yükleme / İndirme Tepki Süresi.....	85
Şekil 38 – HTTP Sayfa / Nesne Yüklenme Tepki Süresi	86
Şekil 39 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri	87
Şekil 40 – E-posta İndirme / Yükleme Tepki Süresi.....	88
Şekil 41 – Ethernet Gecikmesi.....	89
Şekil 42 – FTP Yükleme / İndirme Tepki Süresi.....	90
Şekil 43 – HTTP Sayfa / Nesne Yüklenme Süresi.....	91
Şekil 44 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri	92
Şekil 45 – QoS Modelleri Ethernet Gecikmesi	102
Şekil 46 - QoS Modelleri E-posta Yüklenme Süresi	102
Şekil 47 - QoS Modelleri FTP İndirme Tepki Süresi	103
Şekil 48 - QoS Modelleri HTTP Sayfa/Nesne Tepki Süresi.....	103
Şekil 49 - QoS Modelleri Verimlilik Karşılaştırması	104
Şekil 50 - QoS Modelleri Video Konf. Paket Gecikme Değişimi	104
Şekil 51 - QoS Modelleri Video Konf. Paket Gecikmesi	105
Şekil 52 - QoS Modelleri VOIP Paket Gecikme Değişimi	105
Şekil 53 - QoS Modelleri VOIP Paket Gecikme Süresi.....	106

TABLULARIN LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1 – İstanbul Ofis Çalışan Listesi	37
Tablo 2 – İstanbul Ofis Malzeme Listesi	37
Tablo 3 – Ankara Ofis Çalışan Listesi	38
Tablo 4 - Ankara Ofis Malzeme Listesi	38
Tablo 5 – Budapeşte Ofis Çalışan Listesi	38
Tablo 6 - Budapeşte Ofis Malzeme Listesi	39
Tablo 7 – İstanbul Ofis Çalışan Listesi	39
Tablo 8- İstanbul Ofis Malzeme Listesi.....	39
Tablo 9 – Ankara Ofis Çalışan Listesi	40
Tablo 10 – Ankara Ofis Malzeme Listesi	40
Tablo 11- Budapeşte Ofis Çalışan Listesi.....	40
Tablo 12 - Budapeşte Ofis Malzeme Listesi	40
Tablo 13 – Bulut Ağı / Standart Ağ Maliyet Karşılaştırması	41
Tablo 14 – Ofislerdeki Çalışan Sayısı.....	41
Tablo 15 – Kullanıcı Profilleri Trafik Karakteristiği	42
Tablo 16 – Araştırmacı Grubu Konfigurasyonu	42
Tablo 17- Yönetici Grubu Konfigurasyonu	42
Tablo 18 - Destek Grubu Konfigurasyonu.....	43
Tablo 19 – Katman Öncelik Seviyeleri.....	56
Tablo 20 – Assured Forwarding Düşürülme Değerleri.....	58
Tablo 21 – Tasarlanan IntServ-DiffServ Modelleri Eşlenmesi.....	67
Tablo 22 – QoS Türü ve Kuyruk Disiplini Eşlenmesi	68
Tablo 23 – Uygulama Türü ve Trafik Gereksinimleri	69
Tablo 24 – Ofis / Çalışan Sayıları	71
Tablo 25 – Kullanıcı Profili Trafik Türleri	71
Tablo 26 – Araştırmacı Grubu Konfigurasyonu	72
Tablo 27 - Yönetici Grubu Konfigurasyonu	72
Tablo 28 - Destek Grubu Konfigurasyonu.....	73
Tablo 29 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 1	73
Tablo 30 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 2	74
Tablo 31 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 3	74
Tablo 32 – WRED Konfigurasyonu.....	75
Tablo 33 – WFQ Konfigurasyonu	75
Tablo 34 – Modellerin Karşılaştırılması	92

KISALTMALAR

Kısaltmalar Açıklama

AF	Assured Forwarding
BE	Best-Effort
CBQ	Class-Based Queuing
CLS	Controlled-Load Service
DES	Discrete Event System
DiffServ	Differentiated Services
DSCP	Differentiated Service Code Point
EF	Expedited Forwarding
FIFO	First In First Out
FTP	File Transfer Protocol
GS	Guaranteed Service
IntServ	Integrated Service
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
LAN	Local Area Network
MPLS	Multiprotocol Label Switching
OPNET	Optimized Network Engineering Tool
OSPF	Open Shortest Path First
PHBs	Per Hop Behaviors
PQ	Priority Queuing
P2P	Peer To Peer
QoS	Quality of Service
RED	Random Early Detection
RSVP	Resource Reservation Protocol
TOS	Type of Service
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VoIP	Voice over Internet Protocol
WAN	Wide Area Network
WFQ	Weighted Fair Queuing
WRED	Weighted Random Early Detection

1. GİRİŞ

Bulut bilişim teknolojisi geleceğin en önemli teknolojilerinden biri olmakla beraber bu konuda yapılması gereken en önemli nokta, bu teknolojiyi günlük yaşantımıza nasıl en verimli şekilde adapte edebileceğimizi belirlemektir. Teknolojik ihtiyaçlarını karşılamak isteyen ancak donanım ve yazılım olarak yüklü miktarlarda yatırım yapamayacak durumda olan firmaların artık bu ihtiyaçlarını tıpkı su, doğalgaz, elektrik gibi hizmet olarak alma şansları vardır. Kullanıcılar, istedikleri hizmetleri bulut bilişim sayesinde internet bağlantısı üzerinden bu servisi veren Microsoft gibi servis sağlayıcıların veri merkezlerinden belirli ücretler karşılığında temin edebiliyorlar. IT sektöründeki hemen hemen tüm büyük şirketler bulut bilişimin günlük yaşam uygulamaları üzerine çalışmalar yapmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, bulut bilişim altyapısının günlük ve iş yaşamında kullanılan standart ağ yapısına oranla maliyet ve performans açısından daha verimli olduğunu göstermektir.

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın yapılma amacı bulut bilişimin hem geleceğin en çok kullanılacak teknolojilerinden biri olması hem de bu alanda yapılan çalışmaların henüz yeterli sayıya ulaşmamış olmamasıdır. Bulut bilişim ile ilgili var olan birçok yayın genel inceleme veya genel bir girişten öteye geçememiştir. Bununla beraber bulut bilişimin günlük ve iş alanında kullanılmasına dair araştırma sayısı yeterli değildir. Bu tip çalışmalar, araştırmacıların bulut bilişim ile ilgili yeni alanlara yönelmesine ve diğer araştırmacılara başlamaları için bir temel sağlayacaktır. Bu çalışma ile beraber bulut teknolojisine sadece bir girişin dışında, bulut teknolojisi ve altyapısı kullanarak iş yaşantısında kazanılan etkinliğin ve verimliliğin gösterilmesi ve bu teknolojinin günlük yaşama uygulanabilmesidir. Bulut bilişim ile ilgili araştırmaların artması ile farklı alanlarda kendini göstermesi ile güvenlik ve performans gibi alanların gelişmesine de yardımcı

olacaktır. Araştırmanın bir bölümünde günlük hayata uygulanan bulut bilişim teknolojisinden nasıl daha iyi bir verim alınabilmesi incelenmiştir. Günümüz bilgi çağında gerçek zamanlı bilgi akışı birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Gerçek zamanlı bilgi akışı ve uygulamalar sistemlerin daha fazla kaynağa ihtiyaç duymasına sebep olur. Eldeki kaynakların verimli kullanılması, bu sorunun çözümü sırasında başvurulabilecek yollardan biridir. Burdan yola çıkarak Quality of Service (QoS) mekanizmaları kullanılarak, kaynak kullanımını maksimize edebilmek amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın katkısı; e-posta trafiği, file transfer protocol (FTP) indirme, video konferans gibi gerçek zamanlı bulut uygulamaları için; uçtan uca gecikme (end to end delay), gecikme değişimi (delay variation), verim (throughput), paket kaybı (packet loss) gibi parametreler incelenerek en yaygın kullanılan QoS mekanizmalarından IntServ ve DiffServ'in birbirleriyle eşlenerek birlikte çalışabildiği bir model ortaya konulup, bulut ağında verim artışı sağlamaktır. Farklı bulut uygulamalarının farklı tasarımlarda çeşitli QoS performans matrislerine nasıl cevap verdiği ayrıca görülecektir.

1.2 PROBLEM TANIMI

Bu çalışmada bulut bilişim teknolojisinin üzerinde çalışma yapılırken aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmıştır:

S1. Bulut Teknolojisi günlük yaşama uygulanması durumunda ne tür avantajlar getirir?

S2. Bulut Teknolojisinin performans olarak normal ağa göre nasıl bir iyileştirme sağlamaktadır?

S3. Maliyet yönünden bulut teknolojisi ile normal ağ altyapısının arasında oransal olarak ne kadar farklılık vardır?

S4. QoS kullanılarak bulut teknolojisinde performans artışı nasıl sağlanmaktadır?

S5. Kullanılan QoS modellerinden olan IntServ ve DiffServ modellerinin beraber bulut ağına uyarlanması bize nasıl bir avantaj getirir.

S6. Bu modeller kullanılarak farklı bir model oluşturulabilir mi?

Yukarıda bulunan soruları cevaplamak amacıyla bulut teknolojisinin getirdiği avantajlar incelenecektir. Uzak ve çok ofisli bir şirket örnek alınıp bu şirket için normal ağ ve bulut teknolojisinin olduğu bir ağ tasarlanacaktır. Yapılan bu ağ tasarımının maliyet ve performans yönünden karşılaştırılması yapılacaktır. Ayrıca, farklı QoS modelleri kullanılarak bulut senaryosunda performans iyileştirilmesi yapılacaktır.

1.3 ÇALIŞMANIN ORGANİZASYONU

Bölüm 1; Bulut teknolojisine genel bir giriş ile beraber çalışmanın amaçları, motivasyonu, problem tanımı ve çalışmanın genel yapısının anlatılmasını,

Bölüm 2; Bulut teknolojisinin detaylı incelenmesi, gelişme süreci, kullanım alanları, uygulamaları gibi konulara değinilmesini,

Bölüm 3; Bulut bilişimin teknik olarak incelenmesi, getirdiği yenilikler, çeşitleri ve modellerinin görünmesini,

Bölüm 4; Bulut bilişimin kurumsal alanda kullanımının detaylı incelenmesi ve dünyadan örneklerle anlatılmasını,

Bölüm 5; Deneysel çalışma, problem tanımında sorulan soruların cevaplandırılması, bulut bilişimin simulasyon ortamında incelenmesini ve maliyet analizini,

Bölüm 6; QoS yöntemleri kullanılarak bulut bilişim üzerinde performans iyileştirme çalışmaları yapılmasını,

Bölüm 7; Sonuç: bu çalışma ile neler gözlemlendiğini, araştırma başındaki hedeflere ne ölçüde ulaşıldığını, ilerideki çalışmalarda neler yapılabileceğini

içermektedir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde, bulut bilişime adını veren “bulut bilişim” ifadesinin özüne kısaca değinilmesinin ardından, konuyla ilgili literatürde yer alan farklı bulut bilişim tanımlarına yer verilmektedir. Daha sonra, bulut bilişimin gelişimi özetlenmekte ve bulut bilişim endüstrisinin geldiği nokta anlatılmaktadır.

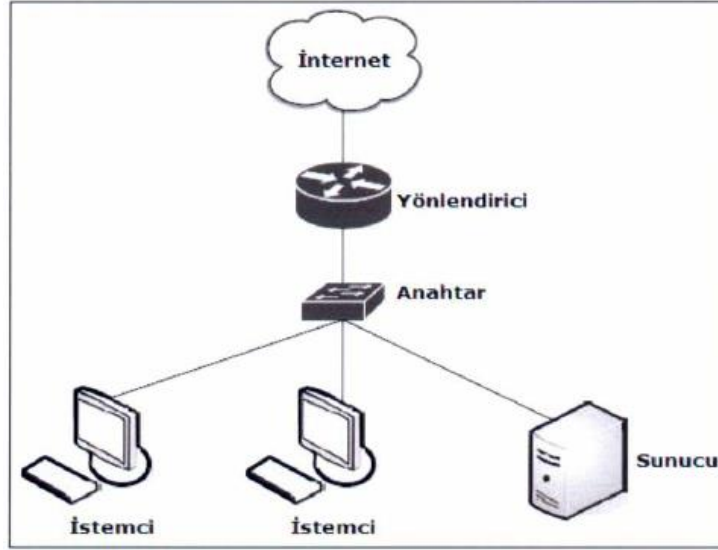
2.1 BULUT BİLİŞİM NEDİR?

Son zamanlarda bilişim siteleri ve sosyal medya, bulut bilişimi ürünleri ve bulut bilişimin faydaları hakkında yazılara yer vermektedir.

Bulut Bilişimi basitçe tanımlanırsa; Kullanıcıların herhangi bir ek yazılım, donanım, servis altyapısı v.b. ihtiyaçları olmadan ve veri, uygulama ya da servislere lokasyondan bağımsız olarak erişim sağlayabilmesine olanak veren bir mimaridir [1].

Bu mimari de; bilgisayar ağı (network) diyagramlarında istemci ve sunucu bilgisayarlar, ağ geçidi (gateway), yönlendirici (router), anahtar (switch) gibi ağ elemanları ve aralarındaki bağlantılar yapıldıktan sonra Şekil 1’ de olduğu gibi bir bulut içine alınarak internete verilmektedir.

Bütün bu özellikleriyle bulut bilişim bir üründen ziyade bir hizmettir ve kullanılan hizmet için ücret ödenir. Örneğin elektrik idaresi bütün altyapı, bakım onarım ve dağıtım hizmetlerini üstlenirken, kişi sadece kullandığı elektiriğin faturadaki miktarını öder. Bulut Bilişimde de benzer olarak kişi sadece kullandığı kadarını öder.



Şekil 1 – Bulut Modeli

ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsüne (NIST) göre ise; “Bulut bilişim, düşük yönetim çabası veya servis sağlayıcı etkileşimi ile hızlı alınıp salıverilebilen ayarlanabilir bilişim kaynaklarının paylaşılır havuzuna, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir modeldir” [2].

Bulut bilişim; daha önceden web hizmetleri sayesinde sosyal paylaşım siteleri, dosya paylaşım portalları gibi web sayfaları üzerinden yapılan bilgi erişimi ve paylaşımını, başka bir boyuta taşıyarak her an her yerde erişilecek bir hale getirmiştir. Bu sayede kişisel ve kurumsal bilgilere ulaşmak daha kolay bir hale gelmiştir.

Bulut bilişim sadece eldeki verinin paylaşımından ibaret değildir, aynı zamanda altyapı hizmetlerinin ortak kullanımı veya kısaca donanım paylaşımı da bulut teknolojisinin getirdiği en büyük avantajlardan biridir. Bu sayede bir altyapı hizmetine uzaktan erişim sağlanarak bulunan altyapı kaynaklarını daha verimli kullanılabilir. Donanım özellikleri ve maliyeti düşük bir bilgisayar ile yapılabilen işlemler sınırlıdır. Ama bu bilgisayarı donanım özellikleri kuvvetli bir başka bilgisayara bağlayarak var olan bu bilgisayarın yapabilecekleri artmış olmaktadır. Bu sayede internet üzerinde kurulu yazılımları

kullanıma hazır bulmakla birlikte, bu yazılımlara sadece kullandıkları miktara bağı fiyatlar ödenmektedir.

2.2 BULUT BİLİŞİMİN GELİŞİMİ

Bulut bilişimin gelişimine bakmak istersenirse önce bilgisayar ve internetin gelişiminden başlanması gerekmektedir.

Her geçen yıl bilgisayar alanında büyük değişimler meydana gelmektedir. Boyutları büyük, işlevleri sınırlı bilgisayarlar ile başlayan çağ, işlem gücü yüksek taşınabilir bilgisayarlara doğru uzanan bir çizgi izlemiştir. 1981 yılında IBM ev kullanıcıları için ilk bilgisayarını tanıttı ve 1984 yılında Apple Macintosh tanıtıldı. Bu terminallerin bellek ve işlemci kapasiteleri, performansları arttıkça ve fiyatları düştükçe, bunların kişisel olarak kullanımı yaygınlaştı. Bu küçük bilgisayarlar daha güçlü hale geldikçe internet gelişiminin önü açılmıştır. Kullanıcıların kendi bilgisayarları üzerinde çeşitli kişisel işlemler yapabilmeleri ile bilgisayar donanımı, işletim sistemi ve kişisel uygulama, yazılım alanlarında çok büyük ilerlemeler sağlanmıştır.

Kişisel bilgisayarların kullanımının artmasıyla beraber internet alanında çok büyük bir hızla atılımlar gerçekleşmiştir. İlk olarak 1990'lı yıllarda ortaya çıkan yerel alan ağları (LAN) ile kullanıcılar birbirleriyle kaynak paylaşımında bulunmuşlar ve haberleşmeye başlamıştır. 1990'lı yılların sonlarına doğru uzaktaki kaynakların ve yerel ağların birbirine bağlanması hedefiyle küresel ağ interneti oluşturulmuştur [3].

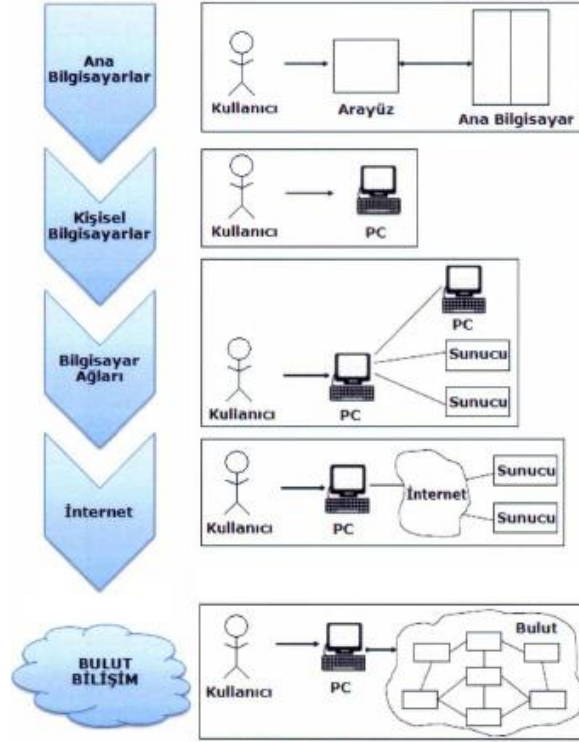
Internet, bilgisayar sistemlerinin birbirlerine bağlı olduğu, tüm dünyaya yayılan ve sürekli büyüyen bir iletişim ağıdır. Bu iletişim ağında bilgisayarlar birbirlerine fiziksel olarak kablolar, uydu bağlantıları, telsiz bağlantısı gibi bağlantılar ile bağlıdır. Geliştirilen bazı özel protokollerle birbirine bağlı bilgisayarlar arasında bilgi alış verişine dayalı dosya alıp verme, sohbet vb gibi birçok işler yapılabilir.

Bilgisayarların bilgiyi saklama (harddisk), bilgiyi çok hızlı işleme (veri tabanı programları, analiz programları) özelliklerinin herhangi iki bilgisayar arasında veri akışını sağlaması ile ortaya çok büyük bilgi paylaşım ortamı çıkar. İnternetin felsefesini oluşturan temel altyapı ana hatlarıyla böyledir.

2013 yılı hesaplamaları ve tahminlerine göre dünyada 100'den fazla ülkede yaklaşık 2,7 milyar insan internet kullanmaktadır [4]. Teknolojideki gelişim ve kullanıcı sayısındaki bu artış, yeni ihtiyaçlar doğurmuş ve internet sağlayıcılarına yenilikler getirmiştir. Başlarda haberleşme amacıyla kullanılan internet, zamanla gerek bant genişliği ve bağlantı hızındaki artış ve ücretlendirmede ki düşüş sayesinde içerik paylaşımı ve günlük hayatta kullanılan birçok işlemin merkezi haline gelmiştir. Artan kullanıcı sayısı ve gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda bu hizmetler yetersiz kalmıştır. Kişiler veya kurumlar belli oranda kendi ihtiyaçlarını internet üstünden karşılasa bile internet kendi kendine hizmet verememe, ihtiyaca göre kaynak arttırımı ya da azaltılması ve farklı cihazlardan ulaşılabilirlik gibi alanlarda yeterli olamamıştır.

Bu süreç içerisinde kullanıcı talepleri; uygulamaları; zaman, mekân ve platformdan bağımsız olarak kullanabilme yönünde gelişmiştir. Bu isteklere cevap verebilmek için, “bulut bilişim (cloud computing)” adı verilen yeni bir girişim gündeme gelmiştir. Bulut Bilişimin gelişimini aşağıdaki Şekil 2 üzerinden daha iyi gözlemleyebiliriz [22].

Şekilde görüldüğü üzere bilgisayar teknolojisi, kullanıcının etkilerinin ve hareket alanının kısıtlı olduğu ana bilgisayardan başlayıp teknolojinin gelişmesiyle beraber kişisel bilgisayarlara taşınmıştır. Kişisel bilgisayarların artmasıyla bilgi paylaşımını temel alan bilgisayar ağlarının ve internetin oluşmasına katkıda bulunmuştur. Son olarak, bulut bilişim ile beraber birçok avantaj ve hareket alanı sağlayarak en üst noktaya ulaşmıştır.



Şekil 2 – Bulut Bilişim Gelişimi [22]

2.3 BULUT BİLİŞİM ENDÜSTRİSİ

Bilişim dünyası günümüzde gelişim, değişim, dönüşüm geçirmektedir. Bulut Bilişim konsepti hızla bilişim endüstrisinde yayılmaya devam ediyor.

Bulut bilişim, bilişim servislerinin kamu hizmeti olarak verilmesi geleceğin en önemli hedeflerinden biridir. “Computing may someday be organized as a public utility” – diyen Amerikalı bilgisayar bilimci John McCarthy bulutun gelecekte nasıl yaygın ve önemli hale geleceğine dikkat çekmiştir [6].

Gün geçtikçe büyüyen bir pazar haline gelen bulut bilişim endüstrisine, Apple’ın eski yöneticisi Steve Jobs şu sözlerle destek olmuştur: “ Benim Apple ofisinde, NeXT ofisinde, PIXAR ofisinde ve evde bilgisayarlarım var. Hepsi arasında istediğim gibi gidip oturum açabiliyorum. Tek bir yerden ağ üzerinden, diğer ofis ya da ev

hesabımdaki bilgilere ulaşabiliyorum. Bu sayede ben nerdeysem bilgilerimde benimle birlikte. Ve hiç biri yerel bir sabit disk üzerinde değil. Eğer sunucudan hızlı bir şekilde hizmet alabiliyorsam, bilgisayarımın sabit diske ihtiyacı yoktur”.

İşin ekonomi boyutuna bakıldığında, Gartner Araştırma Şirketi verilerine göre 2013 yılına gelindiğinde bulut bilişim hizmetlerinin büyüklüğünün 150 milyar dolar seviyesinde olması bekleniyordu. Ayrıca 2014 yılının sonlarına gelindiğinde en büyük 1000 şirketin %30’u bulut altyapısı kullanıyor olması beklenmektedir. Yine Gartner Araştırma Şirketine araştırmalarına göre dünya genelindeki şirketlerin 2016 yılında bulut bilişim hizmetlerine harcamanın 207 milyar dolara civarına geleceğini öngörmektedir. Gartner, bu teknolojilerin sağladığı tasarruf avantajıyla inovasyona daha fazla yatırım yapılacağını ve 2020 itibarıyla gelirlerin 1 trilyon dolar oranında artırılmış olacağını da altını çiziyor [7].

Bulut bilişim teknolojisi eğitim, sağlık, güvenlik, kamu kurum ve kuruluşları, askeri, kişisel, ulaşım ve daha birçok farklı alanda kullanılmaya başlanmıştır. Günlük yaşamda kullanılan araçlar bütünleşmiş edilen bu teknoloji, akıllı ev sistemlerinde de kullanılmaktadır. 2011 senesinde World Economic Forum ve Accenture tarafından yapılan bir araştırmaya göre bulut bilişimin; telekom sektörü dışında medya, devlet, eğitim ve sağlık gibi sektörlerde büyük etkisi olacağı öngörülmektedir.

2.3.1 Eğitim Alanında Bulut Bilişim

Bulut teknolojisi kullanımının eğitim alanındaki faydalarına aşağıdaki maddelerde yer verilmiştir [8]:

- Yedekleme: Otomatik yedekleme özelliği sayesinde kullanıcı için önemli olan verileri, eğitim dökümanlarını kaybetme gibi bir tehlike ile karşılaşmaz. Bilgisayar kaybedilse bile diğer bilgisayarlardan tüm eğitim dökümanlarına ulaşılabilirlik sağlanabilmektedir..

- Depolama: Bulut teknolojisi, kullanıcılarına müzik, belgeler, e-kitaplar, uygulamalar, fotoğraflar ve çok daha fazlası dâhil olmak üzere hemen hemen her türlü içeriği ve veriyi saklamasına olanak sağlar. Örneğin ders notları, makale ve projeler için dijital kampüs kurma fırsatı sağlar.
- Erişilebilirlik: Bulut teknolojisi ile saklanan tüm veriler kolayca telefonlar ya da tabletler gibi mobil cihazlar da dâhil olmak üzere hemen hemen her cihazdan erişilebilir.
- İşbirliği: Bulut teknolojisi sayesinde bir döküman üzerinde birden fazla kullanıcı çalışabilir ve aynı zamanda belge düzenlemek için zahmetsiz bir şekilde paylaşım ve fikir aktarımı sağlar. Bu özellik sayesinde, grup projeleri veya ortak ders planları gibi materyaller hem öğretmenler hem de öğrenciler için optimize edilebilir.
- Kaynak ve Bilinçli Zaman: Çevrimiçi içerik sayesinde, öğretmenler uzun belgeleri veya ders planları baskısı, kopyalanması veya çıktısı için kaynak harcamak zorunda kalmazlar. Şimdi öğrenciler ev ödevleri, ders notları ve diğer malzemelere çevrimiçi olarak erişebilir.
- Güncellik: En son yazılım ve uygulama güncellemelerini alarak sürekli güncel kalmak.

Bu uygulamalara örnek olarak,

2.3.1.1 Open Cirrus

Intel, Yahoo ve HP gibi kuruluşlar bir bulut bilgi işlem araştırma aracı kurulması için 2008 yılında “Cirrus Cloud Computing Testbed” için sponsor oldu. Open Cirrus, çalışmalara güç katmak, yapılan araştırmaları teşvik etmek, araştırmacılar arasında deneyim ve bilgi paylaşımını sağlamak, ortak çalışmalara ortam hazırlamak, AR-GE süreçlerine hız kazandırmak amacıyla test merkezi oluşturulmuştur [9].

2.3.1.2 Virtual Computing Labrotary

Bu hizmet Kuzey Carolina Devlet Üniversitesi tarafından, 2004 yılında çalışmalarına başlanan eğitsel alanlara yönelik bir bulut bilişim uygulamasıdır. Bu uygulama sayesinde, altyapıları yeteri kadar gelişmemiş olan eğitim kurumlarının güçlü hesaplama servislerine erişimleri, her bir öğrencinin bilgisayarına ayrı ayrı kurulma imkânı olmayan uygulamaların ortak bir altyapı üzerinden kullanılabilmesi sağlanmıştır [10]. Herhangi bir geniş bant internet bağlantısı kullanan bir öğrenci kendi kişisel bilgisayarından uzaktan popüler üniversitede bulunan lisanslı yazılımları ücretsiz olarak kullanabilir.

2.3.1.3 BlueSky

Çin Eğitim Bakanlığı tarafından verilen bilgiye göre Temmuz 2006'dan bu yana 780.200 Çinli öğrenci ve öğretmen tarafından kullanılan açık kaynak tabanlı "Blue Sky" uzaktan öğrenim platformuna erişim olanaklarını artırıyor ve bilgi paylaşımını iyileştiriyor. Platformun temel amacı, eğitim hizmetlerinin geniş bir kitleye ulaşmasını sağlamaktır. BlueSky, okullarda verilen temel eğitime destek olmanın yanında, elektronik ortamda bilgi paylaşımı ile işlevsellik ve işbirliği sağlamaktadır [11].

2.3.1.4 Microsoftlive@edu

Microsoft kampüs çözümlerinden biri olan Live@edu; öğrencilere çevrimiçi çalışma ve depolama alanları sunan, bulut bilişim temelli bir hizmetler kümesidir. Live@edu platformu üzerinden öğrenci ve fakülte kaynakları yönetilebilir, dokümanlar ve çoklu ortam içerikleri oluşturulup dağıtılabilir, bilgi paylaşımı yapılabilir [12].

2.3.2 Askeri Alanda Bulut Kullanımı

Savunma bakanlıkları, bulut bilişimin getirdiği avantajlardan askeri alanda yararlanmak amacıyla konuda çalışmalar yürütmeye başlamıştır. Özellikle Amerika'da bu konuda ciddi çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar sadece askeri kurumsal sistemler üzerinde değil aynı zamanda savaş alanı koşullarında da yürütülmektedir. Bu çalışmalar

sayesinde askeri endüstri; maliyet tasarrufu, artan esneklik ve ölçeklenebilirlik, hareketlilik ve geliştirilmiş güvenlik gibi faydalar kazanacaktır.

Askeri alanda kullanıma örnek olarak, Amerikan ordusu “Distributed Common Ground System–Army (DCGS–A)” adıyla operasyon bölgelerinde kullanılmak üzere özel bulut ağı geliştirmiştir.

DCSG-A proje müdürü Charles Wells yaptığı açıklamada, taktik merkezlerine savaş ortamından gelen birçok ve büyük ölçekli sensor bilgilerini ulaştırmak için bulut bilişim teknolojisi son derece önemlidir. Bu teknoloji kullanıcıya çabuk depolama, analiz ve işleme yapma, bu sayede komutanlara hızlı ve güvenilir bilgi sağlama imkânı verir [13].

Bu DCSG-A sistemi ilk olarak 2011 yılında Afganistanda kullanılmıştır. İlk bulut düğümü Bagram havaalanına konuşlandırılıp ve uç birlikleri tarafından savaş ortamında operasyonel anlamda ilk defa kullanılmıştır. Bu sayede gerçek zamanlı istihbarat, komuta kontrol merkezlerince elde edilmiştir. Şimdi bu teknoloji, yazılım geliştirilmesi, daha iyi performans ve yeni bulut düğümlerinin dünya üzerine kurulmasıyla çok daha büyük alanların kapsanması üzerine çalışılmaktadır [13].

2.3.3 Bulut Bilişimin Sağlık Alanında Kullanımı

Bulut bilişim teknolojileri sağlık sektöründe de önemli fırsatlar ve değişimler vadetmektedir. Mobil cihazların gelişmesi ile hasta-doktor-hastane arasındaki etkileşim hızla gelişmekte ve etkinleşmektedir. Daha az paraya daha yüksek kalite sağlık hizmetlerinin verilmesi bulut bilişime olan talebi daha çok artırmaktadır. Bulut bilişim sayesinde hastalara sunulan servislerin artırılması, operasyonel verimliliğin yükseltilmesi ve masrafların dengelenmesi mümkün olmaktadır.

Bu konuda Oracle Türkiye Sağlık Sektörü İş Geliştirme Direktörü Korhan An şunları kaydetti: “Sağlığa erişim arttıkça, yeni teknolojilerle erken tanı ve tedavi yöntemleri geliştikçe ve hastalar bilinçlendikçe bütün gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de ortalama yaşam süresi giderek artacaktır. Bu gelişmelerin sağlık sektörüne olan negatif

etkisi ise yaşlılıkla beraber artan değişik kronik hastalıklar ve bunlarla mücadelenin sisteme getirdiği maliyet yüküdür. Bu yükten ülkemizi kurtarabilecek ve hastalara daha kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sağlayabilecek en önemli şey ise mobil sağlık teknolojileri olacaktır.” [14]

Bulut bilişim uzmanı Rick Blaisdell, bulut bilişim teknolojisinin sağlık sektörüne sunabileceği avantajları beş maddede listelemiştir [15]:

- ✓ İşbirliği: Birçok vakada özel bilgilerin iki farklı yerde, iki farklı sağlık hizmetleri sağlayıcısında aynı anda bulunması gerekebilir. Bulut teknolojileri sayesinde hasta bilgileri gerçek zamanlı olarak iki farklı noktada eş zamanlanabilir ve paylaşılabilir.
- ✓ Hız: Bulut tabanlı araçlar çok az servis kesintisiyle veya hiç olmaksızın hızlı bir şekilde güncellenebilir ve bu araçların özellikleri artırılabilir. Üstelik bu işlem daha düşük bir maliyetle gerçekleştirilebilir. Ayrıca bulut servisleri sağlık hizmetleri sağlayıcılarının ve hastalarının önemli bilgilere daha hızlı şekilde erişimlerini de mümkün kılacaktır.
- ✓ Mobilite: Her bir mobil uygulama bulut alt yapısıyla desteklenmektedir. Bulutta verinin depolanması ve bulutun sağladığı bilişim gücü sayesinde sağlık hizmeti sağlayan kuruluşlar, çalışanlarına bilgiye her an ve her yerde erişim fırsatı sunabilir.
- ✓ Güvenlik ve Gizlilik: Bulut servis sağlayıcılarının sağlık alanındaki çeşitli gizlilik standartlarını karşılamaları gerekmektedir. Yurt dışında şu anda bu alanda uyumluluk sağlayan çeşitli bulut servis sağlayıcıları bulunmaktadır.
- ✓ Düşen Maliyetler: Sağlık enstitülerinin ve doktorların donanımsal altyapıya ve bunların bakımına yatırım yapmalarına gerek kalmayacak, çünkü tüm bu işler bulut servis sağlayıcıları tarafından üstlenilecek.

Bulut bilişim teknolojisinin sağlık alanında kullanımlarına örnek olarak; Almanya’da bulunan hastaneler zinciri Landkreis Passau Gesundheitseinrichtungen (LPG), uzun bir süredir Microsoft’un bulut tabanlı SharePoint Online hizmetini kullanmaktadır ve bu sistem sayesinde özellikle kurumun, gelir-gider kontrolü ve tıbbi malzeme kontrolü üzerinde avantaj elde etmiştir [16].

İngiltere’de Windows işletim sistemi bulunan cep telefonlarında çalışan Health Choices uygulaması ile pek çok kişi National Health Service (NHS) kaynaklarına bulut üzerinden erişebilmekte ve ilaç tedavilerine, dosya sistemlerine ve bağlı hastanelere kolayca ulaşabilmektedirler [16].

2.3.4 Bulut Teknolojisi kullanılan Akıllı Ev Sistemi

Bulut bilişim teknolojisine sahip akıllı ev uygulamaları ile evlerde ihtiyaç duyulan bütün sistemleri esnek senaryolar ile kullanıcı dünyanın her noktasından kontrol edebilmektedir. Tek bir platform ile kullanımı kolay bir arayüz üzerinden kontrol edilebilen uygulama alanları:

- ✓ Aydınlatma Sistemleri Kontrolü
- ✓ Isıtma Sistemleri Kontrolü
- ✓ Soğutma Sistemleri Kontrolü
- ✓ Perde, Panjur Kontrolü
- ✓ Duman Kontrol Sistemi
- ✓ Su Baskını Kontrol Sistemi
- ✓ Hırsız Alarm Kontrol Sistemi
- ✓ IP Tabanlı İnterkom İzleme

- ✓ Garaj Kapısı Kontrolü
- ✓ Televizyon Kontrolü
- ✓ Ses Sistemi Kontrolü
- ✓ Klima Kontrolü

Kullanıcının ihtiyacı olan uygulamalar için esnek senaryolar tanımlanabilir. Örneğin kullanıcının evde olmadığı zamanlar için ısıtıcılar tasarruf modunda çalıştırılabilir, kullanıcı eve gelmeden önce küçük bir değişiklik ile evde moduna getirilebilir. Ayrıca hırsız kontrol sistemi gibi kullanılan bulut bilişim belirli periyotlar dahilinde evin ışıklarını yakarak kullanıcının evde olmadığı durumlarda hırsızlara karşı bir önlem olarak kullanılabilir.

Bu alanda çalışmalar yapan firmalardan biri de Microsoft'tur. Microsoft birbirinden bağımsız cihazların tanımlanmış görevlerini otomatik olarak yerine getirmesinin yanında tüm bu cihazların aynı zamanda birbirleri ile haberleşerek yüzde yüz uyum içerisinde çalışmasını hedeflemektedir. Kendisini kullanıcıya göre ayarlayan bu ev, içi teknolojik cihazlarla dolu olup hepsi birbiri ile kablosuz haberleşebilecektir. Örneğin bir maç seyredirken biri konuşuyorsa ses seviyesini otomatik olarak değiştirebilecek ya da buzdolabına bakarak kullanıcı için alışveriş listesini hazırlayabilecektir [17].

Microsoft Home kullanıcıların sağlığını da göz önünde bulunduracaktır. Sağlıkla ilgili bilgileri barındıran cihaz, aynı zamanda doktorlarla iletişim halinde kalarak kullanıcının alması gereken tedavileri ve sağlıkla ilgili konularda yapılması gerekenleri söyleyebilecektir [17].

Microsoft Home'da birbirine bağlı bulut bilişim destekli farklı cihazlarla (duvar boyutlarındaki ekranlar gibi) farklı bir odada izlenen videonun başka bir odaya gidildiğinde kullanıcı birlikte gelmesi sayesinde kullanıcılara büyük bir özgürlük sağlamaktadır [17].

3. BULUT BİLİŞİMİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde ilk olarak bulut bilişim hizmet modelleri tanımlanmaktadır. Yazılım (SaaS-Software as a Service), Platform (PaaS-Platform as a Service), Altyapı (IaaS-Infrastructure as a Service) bulut bilişim teknolojisinin sağladığı hizmetlerdir. Bu temel hizmet modelleri ayrı ayrı verilebileceği gibi üçü veya ikisi bir araya getirilerek de bir hizmet yapısı oluşturulabilmektedir.

Sonraki bölümde bulut bilişim çeşitlerinden bahsedilmektedir. Bulut bilişim kullanıcıları aldıkları hizmeti 4 farklı modele göre konumlandırabilmektedir. Bunlar özel bulut, topluluk bulut, kamuya açık bulut ve hibrit bulut şeklindedir.

Son olarak da bu bölümde bulut teknolojisiyle kazandığımız avantajlar, getirdiği kolaylıklar ve bulut bilişim tartışma konuları ele alınarak değerlendirilmektedir.

3.1 BULUT BİLİŞİM HİZMET MODELLERİ

NIST tarafından gerçekleştirilen tanıma göre hizmet sağlayıcılar alıcılarına üç farklı model bulut bilişim hizmeti sunmaktadır. Sunulan hizmetin niteliği ve kapsamı hizmet sunum modeline göre değişiklik göstermektedir.

- ✓ Yazılım Hizmet Modelinde Web tarayıcıları vb. ince istemci (thin client) arayüzleri ile,
- ✓ Platform Hizmet Modelinde alıcıya özel program arayüzleri (API) ile,
- ✓ Altyapı Hizmet Modelinde ise sanal makineler ve/veya doğrudan kaynaklara ulaşım kanalıyla hizmet almaktadırlar.

3.1.1. Altyapı Hizmetleri (Infrastructure as a Service –IaaS):

Alt yapı hizmetleri bulut bilişimin altyapısındaki en alt tabakadaki servisleri ifade etmek için kullanılır. Kullanıcı bu modelde ihtiyacı olan işlemci, depolama, ağ kaynağı, bellek

ve diğ er temel bilişim kaynaklarını kendisi yapılandırabilmekte ve bunların üzerine gereği olan işletim sistemi ve uygulamaları kurabilmektedir. Müşterinin alt yapı üzerinde yönetimi ve kontrolü olmamasına rağmen, işletim sistemi seviyesinde sisteme hâkimiyeti bulunmakta ve bazı ağ bileşenlerini (Firewall gibi) yönetebilmektedir [18]. Kullanıcı bu bilgisayarlarının nerde olduklarından, nasıl yapılandırıldıklarından veya bakımlarının nasıl yapıldığından habersizdir, sadece belirlenen kalite standartları içerisinde bu hizmeti talep etmektedir. Sağlayıcılar, tipik bir işlem olarak bu aldığı hizmetleri, tüketilen kaynakların miktarını faturaya yansıtır. Bu hizmet çeşidine örnek olarak Amazon'un sunduğu Elastic Compute Cloud (EC2) hizmeti gösterilebilir.

Amazon Elastic Compute Cloud, bulut boyutlandırılabilir işlem kapasitesini sağlayan bir web servisidir. Bu geliştiriciler için web ölçekli bilgi işlem kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Amazon EC2 genel itibariyle bulut bilişim havzasında IaaS kanadında hizmet vermektedir. Amazon EC2 ortamında ihtiyaç duyulan donanım çözümleri seçilebiliyor ve sunulan donanım çözümleri saat başı ücret olarak kullandığın kadar öde mantığıyla ücretlendiriliyor. Aynı zamanda, ihtiyaca ve isteğe göre değiştirilebilen donanım ortamları EC2' nin ne kadar elastik olduğunu göstermektedir [19].

3.1.2. Platform Hizmetleri (Platform as a Service –PaaS)

Platform hizmetlerinde, hizmet sağlayıcı tarafından geliştirilen veya üçüncü taraflardan tedarik edilen ve hizmet sağlayıcı tarafından desteklenen program dilleri ile oluşturulmuş olan uygulamalar bulut yapısı üstüne yerleştirilir. Kısaca uygulama geliştirmek için kullanılan altyapıyı oluşturur. Platformun servis olarak sunulduğu bu modelde kullanıcı kendi geliştirdiği veya temin ettiği uygulamaları, servis sağlayıcı sayesinde sunulan bulut üzerine kurmaktadır. Kullanıcının kendi kurduğu uygulama dışında, platformun altyapısını oluşturan bileşenler üzerinde herhangi bir kontrolü ve yönetimi yoktur [18]. Dolayısıyla bilgisayar ağı bileşenleri, veri tabanları, sunucular ve işletim sistemlerinden oluşan altyapı üzerinde herhangi bir kontrolü yoktur. Bu modele örnek olarak Google App Engine'e verebiliriz.

Google Uygulama Altyapısı, Google'ın uygulama geliştirme ve barındırma platformudur. Yüksek trafikli altyapıları yönetmek zorunda kalmadan yüksek trafikli web uygulamaları oluşturulmasına olanak sağlar. Google Uygulama Altyapısı'nda oluşturulan uygulamaların hız ve güvenilirlik açısından Google'ın Web sitelerinin temelini teşkil eden teknolojinin aynısını kullanır. Kullanıcı yalnızca kodu sağlar.

İşletmelerin, okulların ve kurumların E-posta, Google Dokümanlar, Google Takvim ve Google Talk dahil çeşitli Google ürünlerini tek bir alanda (örn., www.sirketiniz.com) kullanmasını sağlayan, barındıran bir hizmettir.Örneğin, example.com alan adına sahip olan kişi ve Google Apps hizmetlerine kayıt olan kullanıcı aşağıda sunulan hizmetlere sahip olacaktır [20] :

- ✓ Özel e-posta adresi (kullanici@example.com)
- ✓ Kelime işlem araçları
- ✓ E-tablolar ve sunumlar
- ✓ Paylaşılan takvim sistemi
- ✓ İşiniz için web sayfaları ve siteleri oluşturma araçları
- ✓ Esnek intranet sistemine erişim

3.1.3. Yazılım Hizmetleri (Software as a Service –SaaS)

Hazırlanan bulut uygulamalarının servis edildiği katmanı ifade eder. Bu modelde, servis sağlayıcının bir bulut altyapısı üzerinde çalışan hizmet sağlayıcısına ait uygulamaları, kullanıcıların kullanımına sunulmaktadır. Uygulamalara, internet bağlantısı olan herhangi bir cihaz üzerinden, web tarayıcı gibi araçlar vasıtasıyla zaman ve konum kısıtlaması olmaksızın erişilebilmektedir. Bu serviste, kurumların ihtiyaç duyduğu yazılımlar bu hizmeti veren kurumun sunucularında tutulmakta olup, yazılımın kullanıcıların bilgisayarlarına kurulmadan sunuculardan üzerinden çalıştırılarak işin

yapılması sağlanmaktadır. Bu yazılım aynı zamanda birçok müşterinin de kullanımında olduğu için çok küçük bir bedel karşılığında, herhangi bir lisans ücreti ve daha sonraki yama ve diğer güncelleme sorunlarından etkilenmeksizin alınabilecek bir hizmettir [21]. Kullanıcılar alt yapıdaki ağ bileşenleri, sunucu, işletim sistemi, veri tabanları, yazılım uygulamaları ve depolama aygıtları gibi bileşenleri yönetmez veya denetlemez. Ancak kullanıcıya özel uygulama yapılandırma ayarlarını kullanarak dilediği ayarları yapabilir [17]. Bu modele örnek olarak doküman paylaşımı (Google, Microsoft, Adobe), e-posta (Google, Yahoo), ofis yazılımları (Thinkfree, Zoho, Google), satış otomasyonu ve müşteri yönetimidir (Oracle, Salesforce.com) [21].

Tüm bu hizmet modellerini inceledikten sonra geleneksel kullanımla bu modellerin karşılaştırmasını yapılacak olursa eskiden geleneksel yaklaşımda kurum ve kuruluşlar kendi yerleşkelerinde bulunan veri merkezlerini ya da sistem odalarını tamamen kendilerini yönetmekte ve sadece bilgisayar alt yapı hizmetini internet servis sağlayıcılardan (İSS) almaktadır [22]. Şekil 3’de geleneksel yaklaşımdan, IaaS, PaaS ve SaaS’a doğru geçişle beraber kazanımları ve hizmet modellerinin özetini göstermektedir.



Şekil 3 – Bulut Hizmet Modelleri [22]

3.2 BULUT BİLİŞİM ÇEŞİTLERİ

3.2.1. Genel Bulut

Genel bulut, internet üzerindeki sunucular ile verilen bulut hizmetidir. Genel bulut uygulamaları, depolama ve diğer kaynaklar bir hizmet sağlayıcısı tarafından genel kullanıcılara sunulurlar. Bu hizmetler ücretsiz erişimlidir veya kullanım başına ödeme modeliyle ücretlendirilirler. Örnek olarak, Microsoft ve Google gibi sağlayıcılar kendi altyapılarını işletir ve sadece internet aracılığıyla erişim sunarlar [23].

Bulut çeşitleri içinde genele hitap etmesi nedeniyle en çok tercih edilen çeşittir. Genel Bulut çoğunlukla fazla altyapı gereksinimi ve gelişmiş güvenlik yapısı aramayan kullanıcılar arasında popüler olmaktadır. Bireysel kullanıcıların yanında kurumlarda uygulamalarını daha efektif hale getirmek için genel bulut avantajlarını kullanabilirler. Örnek olarak, gizli olmayan bilgilerin depolanması, çevrimiçi döküman paylaşımı, webmail servisleri gibi uygulama alanları şirketler için belirli bir şekilde genel bulut yapısı altında çok daha kolay olmaktadır.

3.2.2. Özel Bulut

Özel Bulut, bulut servislerinin kullanıcının kendi organizasyonunuza özel kaynaklarca sunulmasıdır ve bu kaynaklar kurumun içinde veya dışında da barındırılabilir. Şirket bünyesinde oluşturulmuş sunucular ile verilen bulut hizmetidir. Özel bulut sadece tek bir organizasyon için işletilen bulut altyapısıdır, dâhili olarak veya üçüncü parti tarafından yönetilebilir ve yine dâhili veya harici olarak barındırılabilir [24].

Özel Bulut'ta, bulut servisleri iki modelde sağlanabilir; Servis Olarak Altyapı (IaaS) ve Servis Olarak Platform (PaaS). IaaS'la beraber altyapı kaynakları (ağ, depolama, işlem) servis olarak kullanılabilirken, PaaS ise tüm uygulama platformunu servis olarak sunar.

Özel Bulut ile Genel Bulutun kendi kendine kullanılabilmesini, ölçeklenebilirliğini ve elastikliğini bulundururken; kaynakların kullanıcıya özel olması sayesinde ek kontrol ve uyarlanabilirlik özelliklerine de sahip olunmaktadır.

Özel Bulut Modeli tarafından sunulan ek güvenlik özelliği, özellikle bilgi gizliliği içeren kurumlar açısından son derece kullanışlıdır. Özel verileri saklamak veya hassas görevleri yerine getiren organizasyonlar için idealdir. Örneğin hassas bilgileri kendi içerisinde saklayıp, çevrimiçi kullanmak isteyen ve bulut teknolojinin avantajlarından yararlanmak isteyen bir finans şirketi tarafından tercih edilebilir.

3.2.3. Topluluk Bulut

Bu yöntem bulut bilişim alt yapısı belirli kurum ve ortak hareket eden kuruluşlar tarafından paylaşılmaktadır. Topluluk üyeleri uygulama ve verilere erişebilmektedir. Topluluk bulutu aynı alaka ve endişeleri (güvenlik, yargı gibi) taşıyan özel bir topluluktaki çeşitli organizasyonlar arasında altyapının paylaşılmasıdır. Masraflar genel buluta göre daha az fakat özel buluttan daha fazla kullanıcıya mal olur. Örnek olarak devlet kuruluşları ortak bir bulut kullanarak bilgi işlem ihtiyaçlarını karşılayabilirler [24]. Topluluk bulutu da özel bulutta olduğu gibi hizmet alıcılarının kendileri veya hizmet sağlayıcılar tarafından yönetilebilmekte ve hizmet alıcıların kendi yerleşkelerinde veya yerleşkeleri dışında konumlandırılabilir.

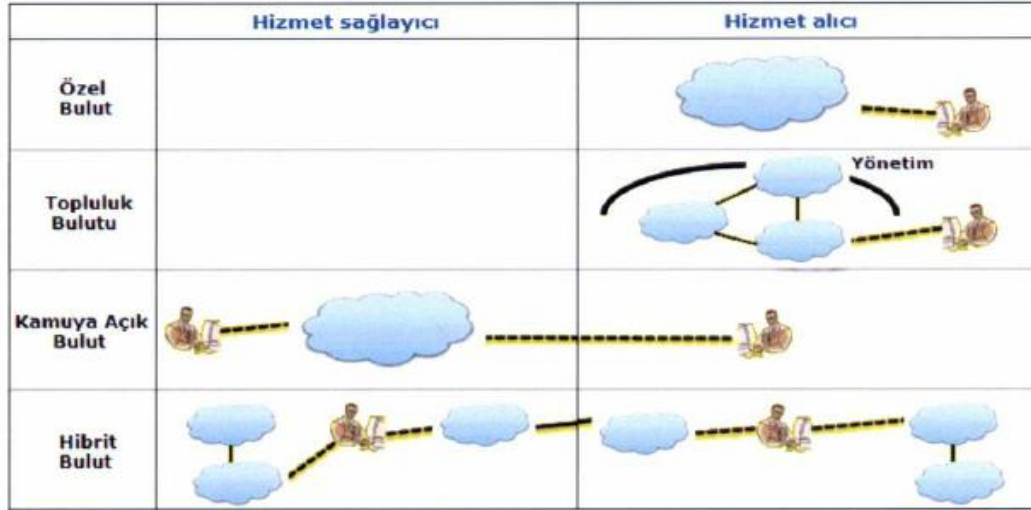
3.2.4. Karma (Hibrit) Bulut

Karma (hibrit) bulut bir şirketin verilerin güvenliği ve bu gibi nedenlere göre hem özel hem de genel bulut kullanması ile ortaya çıkan yapıdır. Hibrit bulut iki veya daha fazla bulutun birleşimidir, bu farklı bulutlar ayrı olarak bulunmaktadır fakat birbirlerine bağlıdır, böylece çoklu yerleştirme modellerinin imkânlarını sunarlar[25]. Hibrit bulutun özel bulut kısmında kritik uygulamalar, genel bulut kısmında ise daha az güvenlik kaygısı duyulan uygulamalar yerleştirilebilir. Hibrit bulut mimarisi hem şirket içi kaynaklara hem de uzak sunucu tabanlı bulut altyapısına gereksinim duyar. Hibrit bulutlarda kurum içi uygulamalar esnek, güvenli ve belirli olmalıdır[25]. İşletmeler normal işleyişte özel bulutunu kullanırken yüksek yük gereksinimlerinde genel buluttan ani kapasite artışlarını karşılayabilmektedir[24].

Hibrid bulut model aşağıda belirtilen şekillerde uygulanabilir:

- ✓ Farklı bulut sağlayıcıları entegre bir hizmet olarak hem özel hem de kamu hizmetlerini sunarak
- ✓ Bireysel bulut sağlayıcıları tam bir hibrid bir bulut paketi sunarak
- ✓ Kendi özel bulutunu yöneten firmalar, yönettiği altyapıyı daha sonra genel bulut sağlayıcısına kaydettirerek

Aşağıdaki Şekil 4'te yukarıda bahsedildenden bulut çeşitlerinin farklı konumlandırma modellerin şekil uyarlaması yer almaktadır [22]. Şekilden de görebildiğimiz üzere, genel bulutun aksine, özel bulutu ve topluluk bulutu hizmet alıcılarının kendileri tarafından yönetilebilmekte ve hizmet alıcıların kendi yerleşkelerinde bulundurulabilmektedir. Hibrit bulut ise genel ve özel bulutun özelliklerini kapsayıcı bir roledir.



Şekil 4 – Bulut Çeşitleri [22]

3.3 BULUT BİLİŞİM AVANTAJLARI

Bulut bilişimin kullanıcılarına sağladığı birçok özellik bulunmaktadır. Bireysel kullanıcıların yanında şirket sahipleri içinde büyük avantajlar getirmektedir. Bulut

bilişime geçiş ile birlikte kurumların; güvenliği arttırılmış ve uzman personel tarafından izlenebilen bir teknik altyapı, maliyet tasarrufu, kaynakların verimli kullanımı, yüksek esneklik ile kaynakların ihtiyacı olan kuruma, istenilen anda kullanılabilmesi, her zaman aynı performansta hizmet verebilme, imkânlarına kavuşturulması mümkün olabilir [26].

Ayrıca şirket içi uygulamalarda özellikle uzak ve çoklu ofisli şirketler için uzaktan toplantı ve telekonferans hizmetleri, uzaktan irtibat listelerini yönetebilme, uzaktan projelerini ve kişisel dökümanlarını yönetebilme ve güncel dökümanlara yerden bağımsız ulaşabilme gibi faydalar getirmektedir [27].

3.3.1. Ölçeklendirilebilirlik

Bulut teknolojisinin en önemli faydalarından biri de firmaların karşılaştığı kaynak dağıtımındaki belirsizliklerin dinamik bir şekilde doğru uygulama gereksinimlerine göre ölçeklendirilmesidir. Eğer müşteri daha fazla kaynağa ihtiyaç durursa dinamik ölçeklendirme sayesinde bu ihtiyacına anında yanıt verilir. Örneğin, eğer bilgisayar ihtiyacı sürekli değişkenlik gösteriyorsa veya büyük bir yükseliş tahmin ediliyor ise bulut teknolojisi bu durumun yönetiminde kullanıcıya yardımcı olabilmektedir. Yeni cihazların satın alınması, yüklenmesi ve yeni donanım yapılandırmak zorunda kalmak yerine, bir üçüncü taraf ek CPU döngüleri veya depolama satın alılabılır [28]. Maliyetler tüketime dayalı olduğundan, donanım satın almak daha masraflı olmaktadır. Kullanıcı ihtiyaçlarını doldurduğunu düşünüyorsa veya ihtiyacından fazlası var olan durumlarda kullanıcı kolayca servis sağlayıcısı ile görüşerek durumu revize etmesini görüşebilir [28]. Aynı zamanda güncelleme masraflarından da kurtarır.

Bilgi teknolojilerine yapılan yatırımların daha efektif ve esnek kullanılması şu anda firmaların bir numaralı önceliğidir. Microsoft ve VMware gibi dev firmaların bu işe bu kadar yatırım yapmasının en önemli sebebi yatırım maliyetlerinde tasarruf sağlamaktır.

Kaynakların, satın alınmaktan ziyade bir nevi ihtiyaç duyuldukça kiralanmasını sağlayan bu özellik [22],

- ✓ Kiralanan kaynaklar için tek seferde değil, ayda bir, iki ayda bir gibi dönemlerde faturalandırılmak suretiyle ödeme yapabilmesi dolayısıyla sermaye maliyetlerinin işletme maliyetlerine dönüştürülmesini,
- ✓ Geleneksel yaklaşımda bilişim teknolojileri yatırımlarına ayrılan maddi kaynağın daha öncelikli işlere aktarılmasını,
- ✓ Bilişim harcamalarının azaltılması niyetiyle lisansız yazılım kullanımı vb. hatalı uygulamalardan kaçınılmasını sağlamaktadır.

3.3.2. Basitlik

Yeni donanım alma masrafından ve bu ekipmanların yapılandırma ve yönetimi için harcanacak olan ciddi IT masraflarını, teknik bilgi gerekliliğini şirketlerin üzerinden almaktadır [28]. Genel bulut dağıtım modelinde sermaye masrafları işletimsel masraflara dönüşmüştür. Bulut özellikle küçük ve orta ölçekli şirketler için imkânlarının yetmeyeceği bilgi teknolojileri altyapı masraflarını ortadan kaldırmıştır.

3.3.3. Güvenlik

Verinin merkezileştirilmesi sayesinde güvenlik gelişmiştir. Örneğin artırılmış güvenlik odaklı kaynaklar, aktif ve pasif etkin kriptolama, güçlü kimlik denetleme, kriptoloji ve güvenli algoritmalar gibi yöntemler sayesinde etkin güvenlik hizmeti sağlanmaktadır [29]. Güvenlik geleneksel sistemlerden çok daha iyidir çünkü sağlayıcıları müşterilerinin gücünün yetmediği güvenlik sorunlarına kaynak ayırabilecek durumdadırlar [30]. Aynı zamanda çoklu yedekli alanlar kullanılırsa, güvenirlilik gelişir. Dünya üzerinde farklı lokasyonlarda bulunan veri merkezleri ile replikasyonu sonucu veriler bir felaket anında dahi ulaşılabilir durumda olacaktır [21].

3.3.4. Performans

Hizmet sağlayıcı kurumlar teknolojinin en son noktasındaki çok büyük ve güçlü donanım ve bant genişliği ile iş gereksinimlerini karşılamaya çalışmaktadır. Sistemin

kesilmesi veya aşırı yüklenmesini engellemek için fazladan yollar ve yük dengeleme sistemleriyle bu hizmetin kesintisiz verilmesine çalışır [13]. Gereklilik anında kullanıcılara performansın artmasına olanak sağlamaktadır. Kaynakların etkin kullanımı ve dağıtımı, performansın anlık olarak takip edilmesi sayesinde özellikle çoklu kullanıcılar (şirketler) dinamik kaynak ayırma ve anlık performans ölçümleri yapılmaktadır.

3.3.5. Esneklik

Bulut hizmetlerine ulaşmak için belirli bir platforma gerek duyulmaz. Servis sağlayıcısının bulunduğu mekânın hiçbir önemi yoktur. İnternet bağlantısının eriştiği her yerden her an hizmet sunulabilir. Windows, Mac, iPhone veya Ipad, Blackberry, Windows Mobile veya Android gibi birbirinden bağımsız tüm platformları kullanılabilir [21].

Ayrıca, kullanıcının birçok değişik kanaldan ulaşılmasını sağlar. İlave bir entegrasyona ihtiyaç duymaksızın telefon dışında e-posta, SMS, web-chat, sosyal medya ve alternatif yollardan hizmet alınabilir.

3.4 BULUT BİLİŞİM TARTIŞMA KONULARI

Bulut bilişim günden güne yaygınlaşmasına karşın, henüz çözümlenmemiş bir takım sorunları barındırmaktadır. Getirdiği birçok avantaja rağmen çözülmeyi bekleyen sorunları yüzünden kullanıcıların bir kısmı bulut teknolojisine temkinli yaklaşmaktadır. Bu sorunların başında uyumlu çalışabilme, hizmet kesintisi, güvenlik, gizlilik, çevreyle ilgili kaygılar, kuruma bağımlılık, sürdürülebilir hizmet, sözleşme ve yasal haklar gelmektedir.

Uyumlu veya birlikte çalışabilme ve hizmet kesintisi konularında sorunun kaynağı bulut bilişim sağlayıcılarının farklı farklı protokol, arayüzler (API) kullanmasından kaynaklanmaktadır. Açık standartları ya da protokolleri kullanmak yerine her bulut bilişim sağlayıcısının farklı standartları benimsemesi, bulut bilişim kullanıcılarının

aldıkları hizmet sağlayıcıları değiştirmesinde güçlüklerle sebep olmaktadır [32]. Buna örnek olarak herhangi bir kurum, kendi veri merkezinde bulunan bir sunucuyu başka bir marka ile değiştirmek istediğinde karşılaacağı maliyet cihaz değişimi için gerekli olan bedel ile kalmayıp, uyumlandırma için sistem ve uygulama yazılımlarının da bedeli kullanıcıya yansıtacaktır.

Bir diğer çekince ise bulut bilişim henüz tam anlamı ile yaygın olmadığından ötürü, bu modelin tam olarak olgunlaşmamış olmasıdır. Bu nedenle hizmet kalitesi tam anlamıyla öngörülememektedir. Hizmet alıcılar, bulut bilişim hizmetlerinin;

- ✓ İsteklere yanıt verme performansı,
- ✓ İhtiyaç duyulduğunda erişilebilirliği,
- ✓ Yoğun dönemde iş yüküne dayanıklılığı,
- ✓ Artan veya azalan ihtiyaca göre esnekliği,
- ✓ Olası aksaklıklar sonunda yeniden toparlanma kabiliyeti,

konularında beklentileri karşılayamaması durumunda, kendi iş süreklililerinin zarar görebileceğine dair endişe duyulmaktadır [22].

Bulut Bilişim hizmet modeline ilişkin en yaygın çekince güvenliğin nasıl sağlanacağı hususudur. Güvenliğin tek bir maddede toplanması mümkün değildir. Verilerin depolama yeri ve biçimi, yetkilendirme, gizlilik kuralları, kriptolama, yasal düzenlemeler gibi birçok etken üzerinden değerlendirmek gerekir. Gelişmekte olan dünyada kuruluşların zayıf savunma mekanizmaları bağlamında güvenlik ve gizlilik sorunları gözden geçirilmelidir.

Bulut bilişimde birbirini tanımayan abonelerin aynı veri kaynaklarını kullanmaları yetkisiz erişime yol açarken sistemin gittikçe büyümesi, bilgisayar korsanlarının saldırıları için bir cazibe merkezi oluşturmaktadır. Saldırgan bulut müşterisi olarak

sisteme dahil olup bulut bileşenlerindeki zafiyetleri istismar ederek diğer müşterilerin sistemlerine yetkisiz erişim sağlayabilir. Bulut bilişim üzerinde bulunan verilerin dış tehditlere karşı daha fazla hedef durumunda olması nedeniyle; internet üzerinde bulunan sıradan bir veri bankasına göre daha fazla teknik önlem alınması önemlidir. Herhangi bir veri kaybının telafi edilebilmesi için yapılacak veri yedekleme işlemlerinin de maliyetleri oldukça yüksektir. Bu nedenle çoğunlukla ücretsiz olarak sunulan bulut hizmetlerinde veri güvenliğinin sağlanması ya da bir saldırı sonucu kaybolan verilerin geri getirilmesi konusunda sorumluluk almamaktadır [33].

Bir başka güvenlik açığı olarak varsayılan konu ise bulut bilişime geçiş ile beraber karşılaşılan sistem karışıklığıdır. Bulutu oluşturan sistem birçok farklı bileşeni içerisinde barındırdığından ve karmaşık bir yapıya sahip olduğundan bilgisayar korsanları tarafından geniş bir saldırı yüzeyine sahiptir. Karmaşıklık düzeyi arttıkça güvenlik açıkları sayısının da artması muhtemeldir. Bu nedenle bulut sisteminin güvenliği, bulutu oluşturan sistemlerin kendi başlarına verimli çalışmalarının yanında birbirleriyle doğru ve uyumlu bir biçimde etkileşmesi ile de alakalıdır [34].

Bulut bilişimdeki güvenlik endişelerinden biri de bu sistemlerin haricen yönetilmesi ve yanlış yönetimler sonucu kaynaklanabilecek sorunlardan endişe edilmektedir. Kurumlar kendi sahipliğindeki ve hayati öneme sahip bilgilerin güvenliğini sağlamakta bile zorlanırken bu bilgilerin üçüncü bir firmaya ait ortamlarda saklanması ciddi bir sorunu gündeme getirmektedir. Bu bilgilerin buluta taşınması ile beraber daha önce kuruluşun doğrudan kontrolünde olan bilgilerin sorumluluğunun bulut hizmet sağlayıcısına verilmesini gerektirir. Bu nedenle sistemin gözlenmesi ya da siber saldırıdan korunması gibi olayların kuruluşun ve hizmet sağlayıcısının işbirliği ile yürütülmesi gerekliliğini ortaya çıkarır. Bu da eskiden hizmet alıcısının üzerinde olan kontrolün paylaşılmasına neden olur [34].

Bulut bilişimde gizlilikle ilgili diğer bir tartışma konusu da, dijital delillerin incelenmesi sırasında, aynı ortamda bulunan ve suç konusu olmayan diğer verilerin de açık hale

gelmesidir. Hizmet alıcıların, silmek istediği verilerin silindiğinden emin olamaması da bu olumsuzluklardan birisidir. Nitekim Google'ın son kullanıcı gizlilik sözleşmesinde, silinen bilgilerin, yedeği alınan bilgi ortamlarından silinemeyeceği belirtilirken, bu silme işleminin hangi sürede gerçekleşeceği bilgisi ise yer almamaktadır [33].

Bir diğer tartışma konusu ise, kesintisiz hizmet konusudur. Bulut bilişim hizmetleri müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için kesintisiz olarak hizmet sunmak zorundadır. Örnek olarak, Salesforce.com Şubat 2008'de 6 saat hizmet veremezken, Amazon'un EC2 bulutunun hizmetinde de kesinti olmuştur. Gene 2008 yılında Amazon S3 hizmeti 8 saat hizmet dışı kalmıştır. Bu tür kesintiler ilerleyen zamanla beraber daha artmış ve 2011 Nisan ayında Amazon'un EC2 bulutu birkaç gün hizmet verememiştir [35]. Günleri bulabilecek verilemeyen hizmet süreleri artık saniyelerin bile çok önemli olduğu günümüz çağında kuruluşları zarara sokarken, bulut bilişim sağlayıcıları ise hizmet kesintileriyle ilgili olarak sorumluluk almamaktadırlar.

Kurtarma işlemi de bulut bilişimde endişe edilen konulardan biridir. Kullanıcı verilerinin nerede tutulduğunu bilmemesinden ötürü bir sorun durumunda bulut sağlayıcısı kullanıcı verilerine ne olacağını açıklamamaktadır [36]. Böyle bir durumda önceden önlemin alınmamış olması kullanıcı açısından büyük bir felakete yol açar. Hizmet alınırken komple bir kurtarma, yedekleme işlemlerinin varlığı ve kurtarma süreleri kullanıcıların hizmeti alıp almamasında belirleyici rol üstlenecektir.

Bir diğer önemli konu ise, telif haklarının ihlalleridir. Kullanıcı kısıtlama olmaksızın bulut bilişim hizmetlerine ulaşabilirken telif hakkına sahip verileri de paylaşabilmektedir. Etkin paylaşım sayesinde telif hakkına sahip içeriğe yetkisiz erişimin önü açılmaktadır. Bunun önüne geçebilmek adına bulut sağlayıcılarının önlemler alması ve kendi kullanıcılarının yapmış olduğu telif hakkı ihlallerine karşı sorumlu olmaları gerekmektedir [37].

4. BULUT BİLİŞİM KURUMSAL KULLANIM

4.1 BULUT BİLİŞİM KURUMSAL KULLANIM GEREKLİLİĞİ

Bulut bilişimin yaygınlaşması ile birlikte pek çok kamu ve özel sektör kuruluşlarında bulut bilişim teknolojisinin kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan araştırmalar ve değerlendirmeler sonunda aslında bulut bilişime geçişin büyük bir yenilik olmasının yanında kuruluşlar için başlı başına ihtiyaç olduğunu görülmektedir.

ABD Bilişim Kurulu tarafından 2011 yılında yayımlanan Federal Bulut Bilişim Stratejisinde, kamu kurum ve kuruluşlarda aşağıdaki olumsuzluklar gözlemlenmiştir:

- ✓ Satın alma ve bakım masrafları,
- ✓ Çalışmaları ve soğutulmaları esnasında harcanan yüksek enerji miktarı,
- ✓ Yönetim ve bakımdan sorumlu yüksek personel harcamaları,
- ✓ Kaynak kapasite kullanım oranlarının düşüklüğü,
- ✓ Tedarik sürelerinin uzunluğu,
- ✓ Talep yapısının parçalı oluşu,
- ✓ Gereksiz tekrarlanan sistemlerin bulunması.

Bu tip sorunların kamu hizmetlerini olumsuz yönde etkilediği ve kurumlara maliyet olarak yük bindirdiği; bunların düzeltilmesiyle beraber kurumların daha etkin hizmet verebileceği aynı zamanda tasarruf edebileceği düşünülmektedir.

4.2 BULUT BİLİŞİMİN KURUMSAL KULLANIMDA SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

Kurumsal kullanımda bulut teknolojisine geçiş ile beraber kurumların [26];

- ✓ Güvenliği arttırılmış ve uzman personel tarafından izlenebilen bir teknik altyapı,
- ✓ Maliyet tasarrufu,
- ✓ Kaynakların verimli kullanımı,
- ✓ Yüksek esneklik ile kaynakların ihtiyacı olan kuruma, istenilen anda kullandırılabilmesi, gerektiğinde büyük işlem gücü,
- ✓ Her zaman aynı performansta hizmet verebilme,
- ✓ Geliştirilmiş birlikte çalışma

imkanlarına kavuşması sağlanabilir.

4.3 KURUMSAL ALANDA BULUT BİLİŞİM UYGULAMALARI

En büyük teknoloji araştırma kuruluşlarından biri olan Gartner araştırma şirketi bulut bilişimin 2016 yılında 207 milyar dolarlık bir hacime ulaşacağını ve kurumların %30'nun bulut alyapısına geçeceğini öngörmektedir [7]. Dünyada birçok ülke kamu kurum ve kuruluşlarında bulut teknolojisini aktif olarak kullanmaya başlamış durumdadır. Özellikle Amerika, Japonya ve İngiltere bu uygulamada öncülük etmektedir. Örnek olarak, Amerikan Ulusal Güvenlik Ajansı istihbarat toplama sistemi için bulut bilişime geçmektedir. Bulut üzerinde yeni senaryolar ve güvenlik tehditleri üzerine de çalışabilmektedirler [26].

Amerikalılar, hazırladıkları plan çerçevesinde öncelikle gereksiz veya düşük kapasiteyle kullanılan kaynakların görev öncelikli sistemlere kaydırılması gerektiğini ve bu sayede yaklaşık 24 milyar dolarlık tasarruf yapılabileceğini tahmin etmektedir [22]. Bu konuda

Amerikada Genel Hizmetler Dairesi (GSA) adı altında kamu hizmetlerinde verimliliğin artırılması, ortak çözümlerin kurumlar arasında paylaşılması ve işbirliğinin sağlanmasına katkıda bulunacak bulut bilişim çözümlerinin kullanılmasına yönelik projeler yürütmektedir [22]. Bu bağlamda GSA, “Apps.gov” alan adlı internet sitesini oluşturmuştur. Apps.gov, kamu kurumlarının kendi bünyelerinde veri merkezi oluşturma ihtiyacını ortadan kaldırmayı ve yüksek maliyetlerden kurtulmalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu sayede bulut bilişim ihtiyaçları tek merkezden tedarik edilecektir [22].

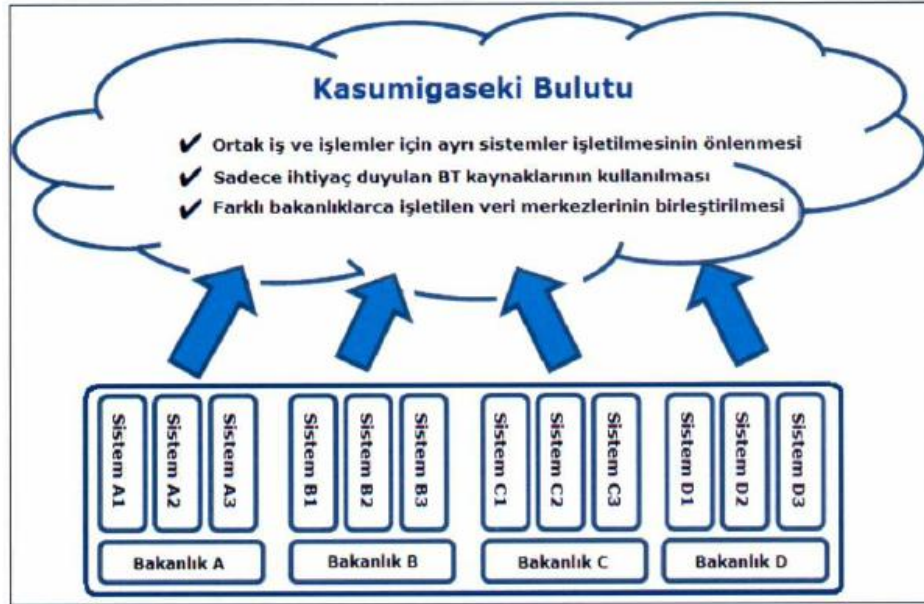
Yukarıda bahsedilenlerin dışında Amerikada bulut bilişimin kamuya göre hizmet şekillerinden örnekler verilmesi gerekirse; savunma bakanlığı bünyesinde asker alma bilgi sistemlerinin 1/20 maliyetle bulut tabanında müşteri ilişkileri yönetimi yazılımı ile yenilenmesi, sağlık alanında kullanılan elektronik sağlık kayıtları sisteminin geliştirilmesi, iç işleri bakanlığının kurum içi e-posta hizmetlerinde farklı sistemlerde tutulan onbinlerce mailin tek bir bulut altyapısında toplaması ve birçok kurumu bir araya getiren e- devlet hizmeti verilebilir [22]. Diğer ülkeler incelendiğinde; İngiltere’de var olan G-cloud adı verilen sistem sayesinde bulut teknolojisi devlet politikası şeklinde yürütülmektedir. G-cloud İngiliz Hükümetinin bulut bilişim teknolojisinin devlet sektöründe kullanımını yaygınlaştırmayı hedefleyen programdır. Bu programın hedefleri doğrultusunda 2013–2014 itibarıyla yıllık kamu harcamalarında 3,2 milyar Pound tasarruf sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşılrken,

- ✓ SaaS, PaaS ve IaaS hizmet modellerinin tamamının G-cloud üzerinden verilmesi,
- ✓ Kamu kurumlarının yararlanabileceği “ Kamu yazılım uygulamaları mağazası “ oluşturulması,
- ✓ Bir kamu kurumu tarafından mevcut durumda kullanılan veya satın alınan bir yazılımın G-cloud merkezlerinde saklanıp diğer kamu kuruluşları ile paylaşılması,

- ✓ Mevcut kamu veri tabanı merkezlerinin birleştirilerek maliyet ve enerji tasarrufu yapılması,
- ✓ Tüm kamu kurumlarının ortak güvenli bir haberleşme ağı ile birbirlerinin altyapılarının paylaşılması

gibi tedbirler alınmıştır [22].

Bulut teknolojisine yatırım yapan bir diğer ülke ise Japonyadır. Japonya hükümeti 2015 yılına kadar, “Kasumigaseki “ bulutu olarak adlandırılan bir kamu bulutu oluşturarak, kamu kurumlarına ait veri merkezlerini tek bir veri merkezi altında birleştirmeyi hedeflemektedir. Bu sayede işletim ve kurulum maliyetleri azaltılırken, diğer bir yandan da ortak çalışılabilirlik, güvenlik ve geliştirilmiş hizmet sunma gibi kazanımlar elde edilmektedir. Aşağıda verilen şekilde kasumigaseki bulut yapısını daha detaylı bir şekilde görülmektedir.



Şekil 5 – Kasumigaseki Bulutu [22]

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

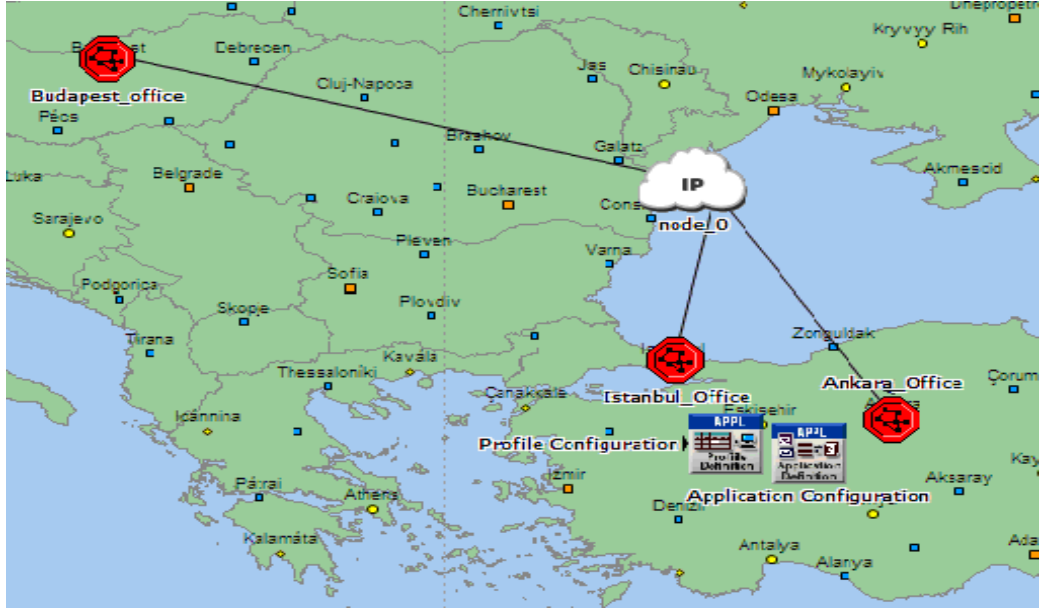
Avantajlarından ve risklerinden bahsedilen bulut bilişim teknolojisinin deneysel çalışma bölümünde orta ölçekli uzak ofisli bir şirket için normal ağ alt yapısı kullanılarak ve bulut bilişim altyapısı kullanılarak maliyet analizi ve performans karşılaştırması yapılacaktır.

Bu çalışma yapılırken OPNET modeller 14,5 sürümü kullanılmıştır. OPNET mühendisler için geliştirilen ağ üzerinde modelleme, performans analizi, ağ tasarımları, trafik izleme, uygulamalar, protokol analizleri gibi birçok işlemi çok ayrıntılı olarak yapmanıza yarayan bir programdır. İstenildiğinde geliştirilen bir protokolün test edilmesine olanak sağlar. Kullanıcılara VOIP, TCP, OSPF, MPLS, Ipv6 gibi geniş bir modelleme ve geliştirme ortamı sağlar [38].

5.1 OFIS UYGULAMALARI İÇİN STANDART AĞ MODELİ

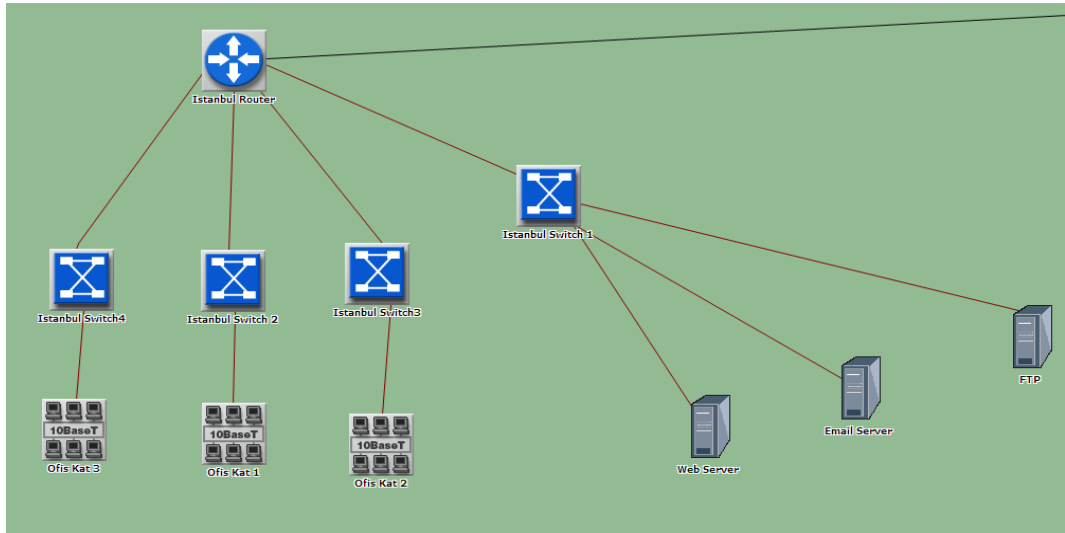
Uzak ve çoklu ofisli bir şirket için normal ağ tasarımı yapılmıştır. Senaryo tasarımı standart ağ mimarisi kullanılarak dizayn edilen ofis ağı Şekil 6'da gösterilmektedir.

Bu senaryo için kullanılan şirket merkez ofis (İstanbul) ve 2 uzak ofisten (Ankara, Budapeşte) oluşmaktadır. Bu topolojide ofisler arası PPP_DS3 fiziksel bağlantısı ve ofis içeresinde ise 10 BaseT LAN bağlantısı kullanılmaktadır.



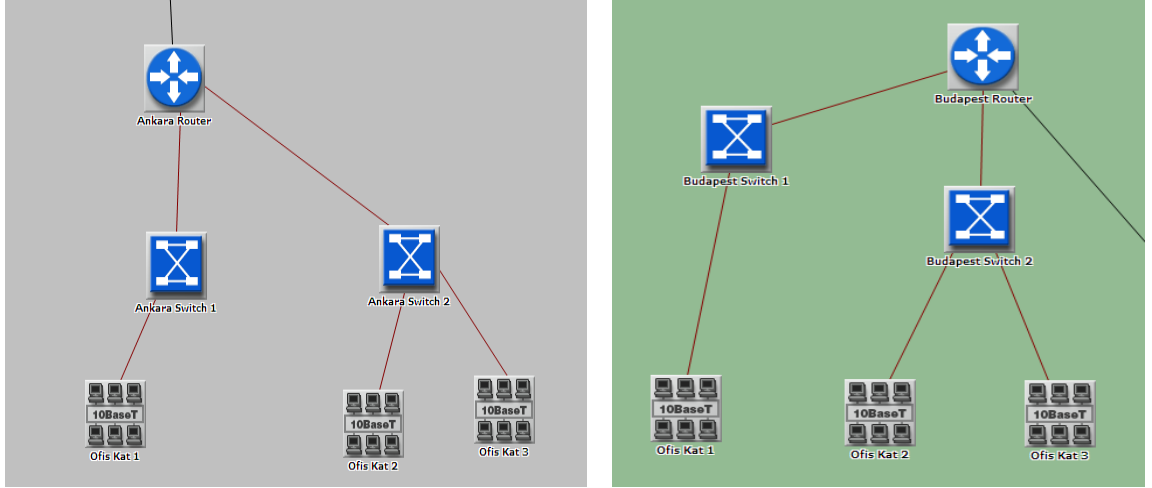
Şekil 6 – Orta Ölçekli Şirket için Standart Ağ Modeli

Şekil 7 merkez ofis tasarımını göstermektedir. Merkez ofis yani istanbul ofisi 3 katlı olup ofis içerisinde 3 adet; Ftp, Email ve WEB sunucularını barındırmaktadır. Merkez ofis bünyesinde araştırmacılar, yönetici birimleri ve destek birimleri gruplarını bulundurmaktadır. Aşağıda şekil 7’de merkez ofis (İstanbul) iç tasarımını görülmektedir.



Şekil 7 – İstanbul Ofis Tasarımı

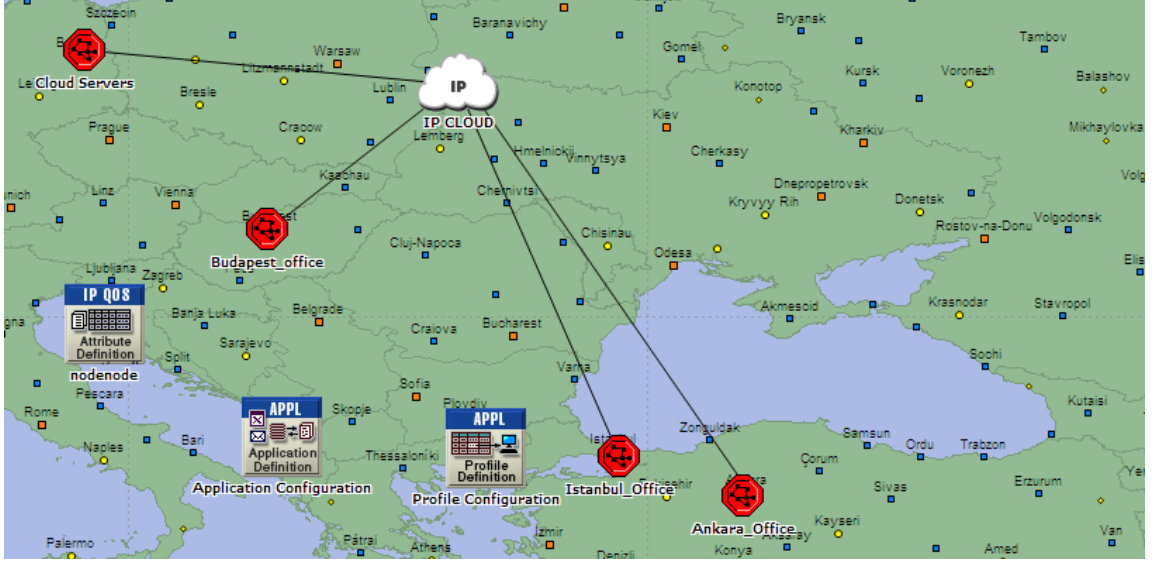
Uzak ofislerin (Ankara, Budapeşte) iç tasarımları Şekil 8 ‘den görebiliriz.



Şekil 8 – Ankara ve Budapeşte Ofis Tasarımı

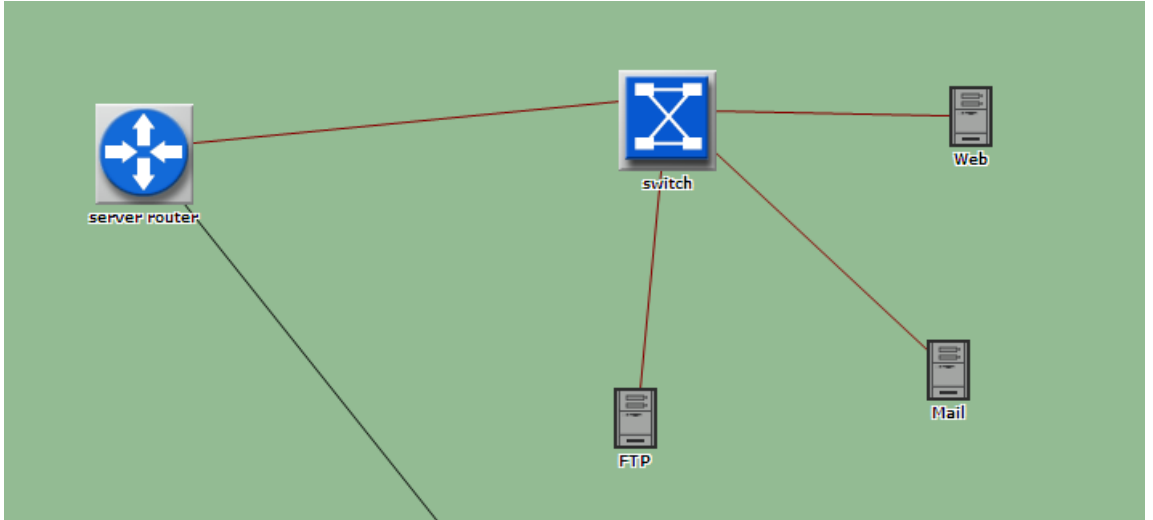
5.2 OFİS UYGULAMALARINDA BULUT AĞ MODELİ

Şekil 9 bulut bilişim kullanılarak tasarlanan aynı şirketin ofis ağını göstermektedir. Bu topolojide ofisler arası PPP_DS3 linkleri, ofis içi 10BaseT LAN bağlantısı kullanılmaktadır. Bu tasarımın normal ağ tasarımından farkı, sunucu hizmeti bulut bilişim sağlayıcıları tarafından karşılandığından şirket bünyesinde sunucu bulundurulmasına gerek kalmamasıdır.

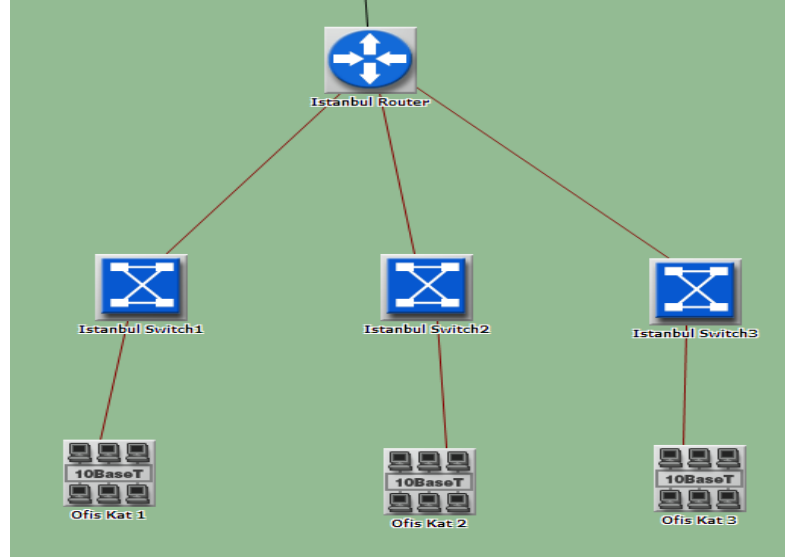


Şekil 9 – Orta Ölçekli Şirket için Bulut Ağ Modeli

Bulut teknolojisi kullanılan bu senaryoda diğer senaryodan farklı olarak sunucular merkez ofisten çıkarılıp uzak merkezli sunucu sağlayıcının merkezlerinde konumlandırılmıştır. Şekil 11 bu senaryo için merkez ofis (istanbul) tasarımını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi sunucular merkez ofisten çıkarılıp, Şekil 10’da iç tasarımını görülen bulut sağlayıcının ofislerinden sunucu hizmeti alınmaktadır.



Şekil 10 – Sunucu Merkezi Tasarımı



Şekil 11 – Bulut Ağı İstanbul Ofisi Tasarımı

5.3 MALİYET KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde önceki bölümde OPNET kullanılarak tasarlanan iki dizaynın maliyet yönünden karşılaştırmaları incelenecektir.

5.3.1. Standart Ağ Maliyet Hesabı

İstanbul Ofis Çalışan Listesi

Tablo 1 – İstanbul Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
80	25	10

Tablo 2 – İstanbul Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Dell Precision T1700	80	1,200
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	25	850
Destek Grubu	Dell Precision T1700	10	1,200
Web Sunucusu	Dell Poweredge R720	1	5,570
FTP Sunucusu	Dell Poweredge R720	1	5,570
Email Sunucusu	Dell Poweredge R720	1	5,570
İşletim Sistemi	Windows XP / 7	115	200-300 *

Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	3	1,000
Sunucu Switch	Cisco Catalyst 3560x 24	1	3,000
Sunucu Lisans	Windows Server 2012 R2Enterprise Standart	3	900 *
Ağ Yönetim Programı	PRTG Network Monitor	1	2,700 *
Firewall	FortiManager-400C	1	10,400*
Log Cihazı	FortiAnalyzer-100C	1	2,000*
<u>Toplam</u>			206,595

Ankara Ofis Çalışan Listesi

Tablo 3 – Ankara Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
50	10	5

Tablo 4 - Ankara Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Dell Precision T1700	50	1,200
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	10	850
Destek Grubu	Dell Precision T1700	5	1,200
İşletim Sistemi	Windows XP / 7	65	200-300
Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	2	1,000
Ağ Yönetim Programı	PRTG Network Monitor	1	2,700*
Firewall	FortiManager-400C	1	10,400*
Log Cihazı	FortiAnalyzer-100C	1	2,000*
<u>Toplam</u>			113,435

Budapeşte Ofis Çalışan Listesi

Tablo 5 – Budapeşte Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
50	10	5

Tablo 6 - Budapeşte Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Dell Precision T1700	50	1,200
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	10	850
Destek Grubu	Dell Precision T1700	5	1,200
İşletim Sistemi	Windows XP / 7	65	200-300 *
Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	2	1,000
Ağ Yönetim Programı	PRTG Network Monitor	1	2,700 *
Firewall	FortiManager-400C	1	10,400 *
Log Cihazı	FortiAnalyzer-100C	1	2,000 *
Toplam			113,435

- ✓ Bu verilere ek olarak ofis başına en az 3 deneyimli IT departmanı çalışanı (kişi başı ortalama yıllık 2500\$-3000\$) ve bakım, kurulum masrafları da katıldığı zaman bu miktar daha da yukarılara çıkmaktadır.
- ✓ * bulunan ürünlerde her yıl yenileme ücreti gerekmektedir.
- ✓ Ayrıca şirket içi kullanılacak programlar için satın alma ve yıllık yenileme ücretleri ödenmesi gerekmektedir.

5.3.2. Bulut Ağı Maliyet Hesabı

İstanbul Ofis Çalışan Listesi

Tablo 7 – İstanbul Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
80	25	10

Tablo 8- İstanbul Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Asus M31AD	80	650
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	25	850
Destek Grubu	Asus M31AD	10	650
Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	3	1,000
Toplam			85,085

Ankara Ofis Çalışan Listesi

Tablo 9 – Ankara Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
50	10	5

Tablo 10 – Ankara Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Asus M31AD	50	650
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	10	850
Destek Grubu	Asus M31AD	5	650
Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	2	1,000
Toplam			48,585

Budapeşte Ofis Çalışan Listesi

Tablo 11- Budapeşte Ofis Çalışan Listesi

Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
50	10	5

Tablo 12 - Budapeşte Ofis Malzeme Listesi

Malzeme	Marka-Model	İhtiyaç Miktarı	Birim Fiyat (\$)
Araştırmacı PC	Asus M31AD	50	650
Yönetici PC	Asus X550LB Notebook	10	850
Destek Grubu	Asus M31AD	5	650
Router	Cisco Router 2901	1	2,335
Kullanıcı Switch	Cisco Catalyst 3750 48	2	1,000
Toplam			48,585

- ✓ Bulut ağ yapısı maliyet hesabı yapılırken işletim sistemi, şirket içi planlanan programlar, lisans ücretleri hesaba katılmamıştır. Bu ücretler kullanım oranıyla ücretlendirildiğinden ötürü standart ağ yapısına göre çok daha avantajlı olmaktadır.
- ✓ Firewall, log cihazı gibi cihazların üzerinden sağlanan güvenlik konusu servis sağlayıcı tarafından çok daha güvenli ve gelişmiş cihazlar üzerinden kullanılan kadar fiyatlandırma yapısıyla kullanıcı için daha avantajlı olmaktadır.

- ✓ Bulut ağı kullanmanın maliyet olarak bir avantajı da seçilen cihazların donanım ve model olarak düşük seçilmesine rağmen bulut sağlayıcıları üzerinden yüksek donanımlı cihazlara sahip olabilme avantajıdır. Bu sayede şirket için temin edilen cihaz modelleri şirketi maliyet olarak yüksek miktarlardan kurtarmaktadır.

5.3.3. Maliyet Karşılaştırması

Tablo 13 – Bulut Ağı / Standart Ağ Maliyet Karşılaştırması

	Standart Ağ (\$)	Bulut Ağı (\$)
İstanbul Ofis	206,595	85,085
Ankara Ofis	113,435	48,585
Budapeşte Ofis	113,435	48,585
<i>Toplam</i>	433,465	182,255*

Tablo 13’te görülen standart ağın 3 ofisli ortalama 300 kişilik bir araştırma şirketi için kurulum maliyeti, IT çalışan ücretleri, kullanılacak program lisansları gibi giderleri hariç maliyeti 430.000\$ – 450.000\$ civarındadır. Diğer yandan bulut ağında ise maliyet 180.000\$ - 200.000\$ rakamlarına inmektedir (* İşletim sistemi ve program yenileme, lisans ücretleri yansıtılmamıştır). IT çalışan ücretleri ve program ücretlerini de yansıttığımız zaman bulut ağ standart ağdan yaklaşık olarak 3’te 1 kadar avantajlı hale gelmektedir.

5.4 SİMULASYON UYGULAMASI PARAMETRELERİ

Simulasyon bölümü öncelikle simulasyon parametrelerinin tanımlanması ile başlamaktadır. Ofisler “yönetici”, “araştırmacı” ve “destek” grupları olmak üzere üç ana kullanıcı gruplarından oluşmaktadır. Aşağıda Tablo 14’te ofislere göre kullanıcıların dağılımı görülmektedir.

Tablo 14 – Ofislerdeki Çalışan Sayısı

	Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
İstanbul Ofis	80	25	10
Ankara Ofis	50	10	5
Budapeşte Ofis	50	10	5

Oluşturulan tasarımın gerçek bir ofisin günlük çalışma saati trafiği oluşturulması açısından 8 saatlik süre boyunca simulasyon üzerinde veri trafiği oluşturulmuştur. Tablo 15'i incelendiğinde her kullanıcı grubunun yarattığı trafiğin yoğunluğunu görülmektedir.

Tablo 15 – Kullanıcı Profilleri Trafik Karakteristiği

	Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
Web Trafik	Yoğun	Düşük	Yoğun
Veri Tabanı Erişim	Yok	Yok	Yoğun
Dosya Transferi (FTP)	Yoğun	Düşük	Yoğun
Video Konferans	Yok	Yoğun	Yok
VOIP	Yok	GSM	Yok
Email	Yoğun	Yoğun	Yoğun

Araştırmacı grubunda yer alan kişiler web trafiğini, dosya transferini ve mail trafiğini yoğun olarak kullanırken, yönetici grubunda yer alan kullanıcılar ise video konferans, VOIP, Email gibi veri trafiğini yoğun olarak kullanılmaktadır. Destek grupları da ağırlıklı olarak web trafik, veri tabanı, dosya transferi ve mail trafiği oluşturmaktadır. Aşağıdaki tablolarda oluşturulan trafiklerin detaylı olarak başlangıç süreleri, tekrarlanma sayıları ve çalışma şekilleri görülmektedir.

Tablo 16 – Araştırmacı Grubu Konfigurasyonu

Araştırmacı Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Uyg. Tekrarlanma Sayısı	Uyg. Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Exponential (10)	Exponential (10600)	Sınırsız	Berber
Email Trafiği	No Offset	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berber
Web Trafiği	Uniform (0,500)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berber

Tablo 17- Yönetici Grubu Konfigurasyonu

Yönetici Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Uyg. Tekrarlanma Sayısı	Uyg. Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Constant(200)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berber
Email Trafiği	No Offset	Simulasyon	Sınırsız	Berber

		Sonu		
Web Trafiği	No Offset	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Beraber
VOIP	Uniform (1000,2000)	Simulasyon Sonu	Uniform(0,5)	Beraber
Video Konf.	Constant(1000)	Simulasyon Sonu	Uniform(0,5)	Beraber

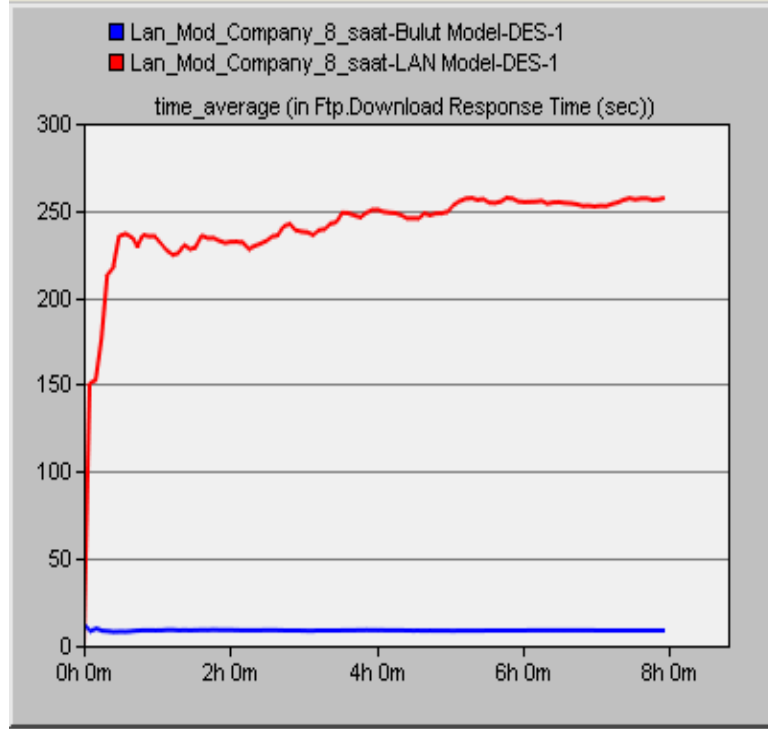
Tablo 18 - Destek Grubu Konfigurasyonu

Destek Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Uyg. Tekrarlanma Sayısı	Uyg. Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Uniform (10,110)	Exponential (10600)	Sınırsız	Beraber
Email Trafiği	Exponential (10)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Beraber
Web Trafiği	Uniform (5,10)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Beraber
Veritabanı Trafiği	Uniform (5,10)	Simulasyon Sonu	Uniform(3,10)	Beraber

5.5 SİMULASYON ANALİZİ

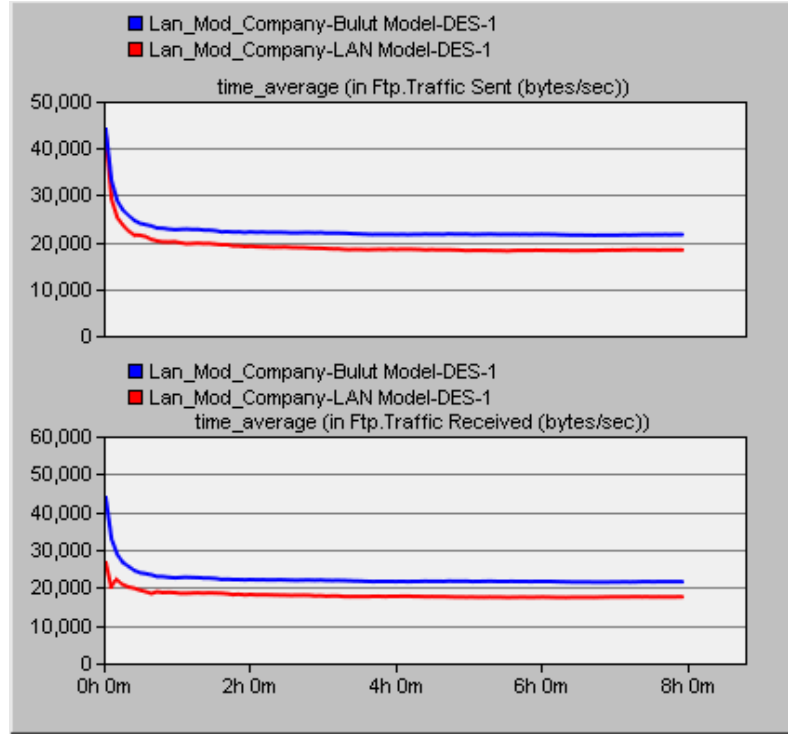
Simulasyon ortamına geçildiğinde gerçek koşullara göre bir şirketin OPNET arayüzü kullanılarak 8 saatlik 1 günlük trafiği incelenmiştir. Simulasyon sonuçlarına göre; e-mail trafiği, web sayfası tepki süresi, ftp yükleme süresi ve ethernet geçikmesi, video konferans ve VOIP üzerinden performans analizi yapılacaktır.

Şekil 12'de FTP uygulamasında LAN ve bulut senaryolarının karşıdan yüklenme (download response time) sürelerini görülmektedir. Bulut modelinin LAN modele oranla tepki süresinin çok daha iyi olduğu grafikten kolayca elde edilebilir.



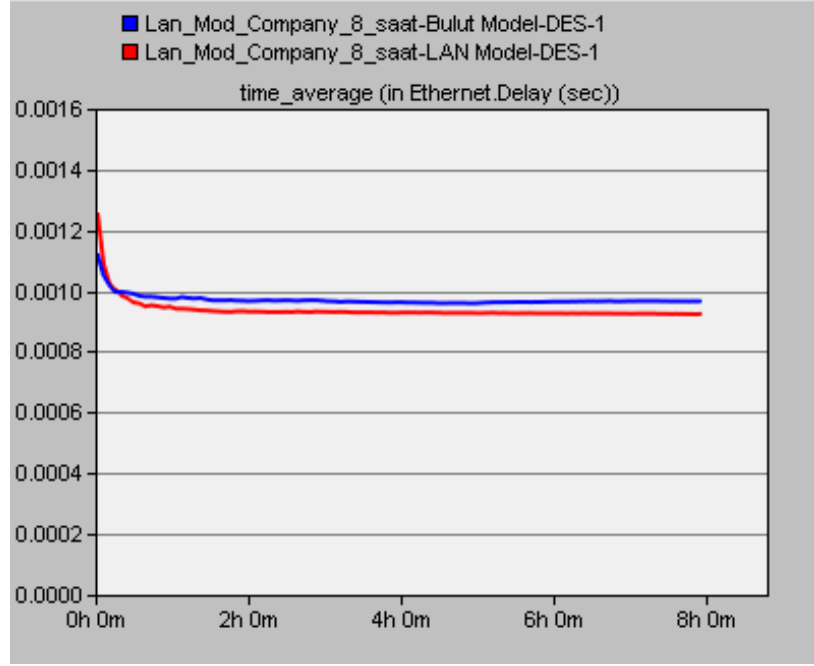
Şekil 12 – FTP Yükleme Tepki Süresi

Şekil 13’te zamana göre alınan ve gönderilen veri trafiğini görülmektedir. Mesai başlangıcı ile birlikte FTP trafiği LAN ve bulut modelinde hızlıca arttığından, yoğun ve biriken FTP trafiği LAN modelin zamanla tepki süresinin artmasına sebep olmaktadır. Ancak bulut modelde güçlü donanım altyapısı sayesinde artan trafiğe göre dinamik kaynak arttırımı yapılabildiğinden artan FTP trafiğine rağmen tepki süresinde önemli bir değişim olmamaktadır.



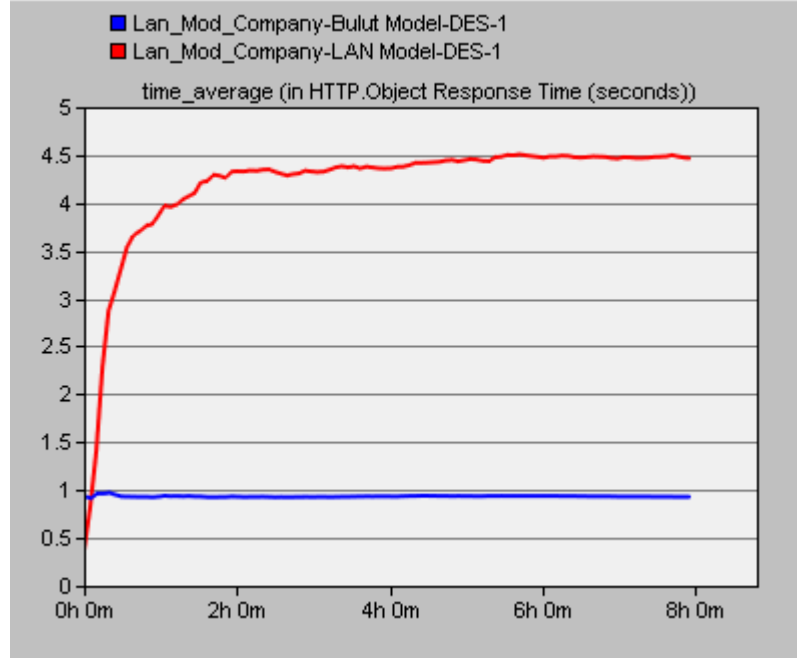
Şekil 13 – FTP Alınan/Gönderilen Trafik

Şekil 14 LAN ve bulut senaryolarının ethernet gecikmeleri açısından aralarında fazla bir fark olmadığını göstermektedir. LAN model çok az bir süre farkıyla bulut modelinden biraz daha iyi bir performans gösterir. Bunun nedeni de bulut modelde sunucularla ofisler arası olan mesafe farkından ve bulut modeldeki sunucularda depolanan verilerin büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Ancak bulut ağdaki bu gecikme süresi gecikme toleranslı ağlarda yer aldığından kullanıcı için bir sorun teşkil etmez. Gecikme toleranslı ağlar, üç şekilde sınıflandırılabilir. Trafik önceliğine göre azalan sırayla hızlandırılmış, normal ve toplu olarak adlandırılabilir. Hızlandırılmış paketlerin ivedilikle diğer paketlerden önce iletimi sağlanır. Hızlandırılmış paketlerin başarıyla iletimi sağlandıktan sonra sırasıyla normal paketlerin ve toplu paketlerin iletimi tamamlanır. Bu sayede bulut ağda yaşanabilecek gecikmeler kullanıcı tarafından hissedilmez ve önemli veri iletiminde herhangi bir gecikme sorunu yaşanmaz.



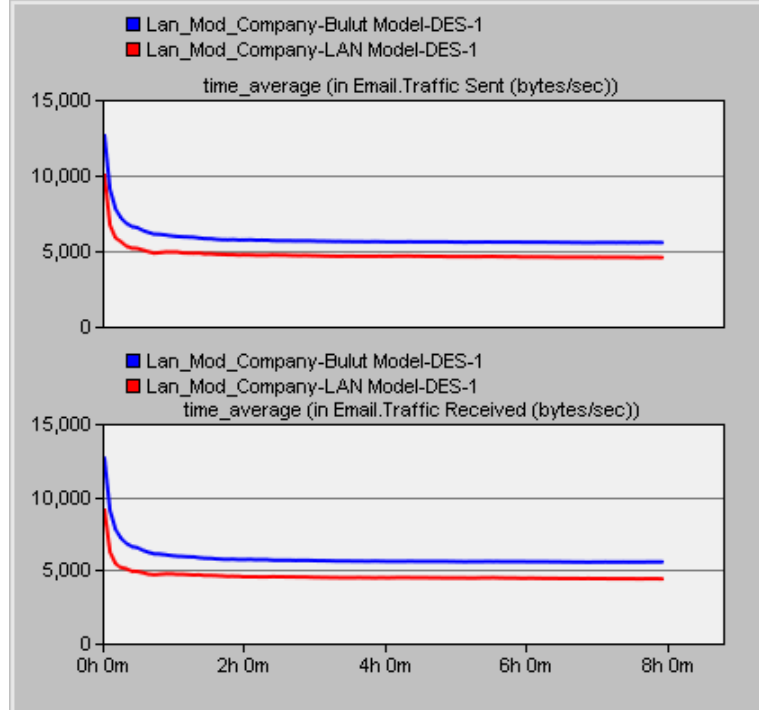
Şekil 14 – Ethernet Gecikmesi

Bir diğer karşılaştırma kriteri ise HTTP sayfa tepki süresidir. Şekil 15’te görüldüğü gibi üzere mesai başlangıcından kısa bir süre sonra sunuculardaki yüklenme sebebi ile LAN modelde giderek yavaşlama ve tıkanıklık görülmektedir. Sayfa tepki süreleri 4 saniyenin üzerine çıkmaktadır. Bulut modelde ise sayfa tepki süresi 3 saniye üzerine çıkmayıp, zamanla ve yoğunlukla beraber değişiklik göstermemektedir.

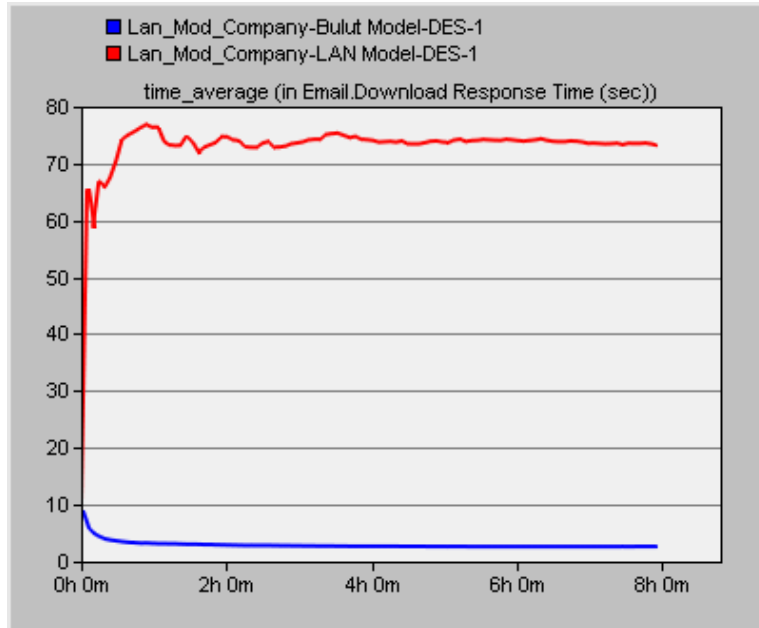


Şekil 15 – HTTP Nesne Tepki Süresi

Şekil 17 e-posta uygulamasında iki senaryonun tepki sürelerini göstermektedir. Şekil 16’da görülen gönderilen ve alınan e-posta trafiğini de dâhil edildiğinde zaman bulut modelinin LAN modele oranla daha iyi performans gösterdiğini görülmektedir. Yoğun e-posta trafiği ve sunucu üzerindeki yük, yoğunluk gibi etkenlerden ötürü; LAN modelin zamanla e-posta tepki süresinin arttığı görülürken; bulut modelde ise tepki süresinin çok düşük olduğu ve zamanla, yoğunluk gibi kavramlardan etkilenmediği görülmüştür.



Şekil 16 – Alınan / Gönderilen E-posta Trafığı



Şekil 17 – E-posta Yükleme Tepki Süresi

6. BULUT BİLİŞİM PERFORMANS İYİLEŞTİRME

Bulut Bilişimin yaygınlığı, kullanım alanları arttıkça, bulut bilişimde performans iyileştirmesi konusu araştırmacılar açısından son zamanlarda oldukça ilgi çekici ve önemli bir konu haline gelmiştir. Yapılan çalışmada Servis Kalitesi (Quality of Service - QoS) parametrelerini kullanarak bulut ağı üzerinde performans arttırımı sağlanması çalışılmaktadır. QoS; farklı uygulamalar, kullanıcı veya veri akımları için farklı öncelik sağlamak için ya da belli bir performans seviyesini garanti yeteneğidir. Birçok QoS parametreleri ve yöntemleri olmakla beraber bu çalışmada IntServ ve DiffServ modellerini kullanarak var olan sistemin verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Çalışmanın bu bölümünde öncelikle IntServ / DiffServ servislerinin farklı ağ yoğunluklarında bulut modeli üzerinde nasıl performans değerleri gösterdikleri incelenecek olup sonrasında IntServ ve DiffServ modelleri beraber kullanılarak yeni bir model tasarlanıp, bu model üzerinde performans artışı gözlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma yapılırken OPNET simulasyon aracı kullanılacak olup; IntServ (RSVP), DiffServ (PQ, CQ, FIFO, RED, WRED) mekanizmalarının bulut mimarisi üzerinde ve farklı trafik çeşitleri ve yoğunluklarında etkileri incelenecektir.

6.1 BULUT BİLİŞİM QoS MODELLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde bulut mimarisinde verimi, kaliteyi arttırmak için kullanılması mümkün QoS modelleri üzerinde durulmaktadır. QoS parametreleri çok çeşitli olup uygulamaya ve trafiğin yoğunluğuna, cinsine göre farklılıklar gösterir. QoS'un daha iyi anlaşılabilmesi bu parametrelere kısaca değinmek gerekir. Bu parametreler; gecikme (delay), seğirme (jitter), bant genişliği(bandwidth), paket kaybı(packet loss), veri hacmi(throughput) [39].

- Delay: Kısaca paketin kaynaktan hedef noktasına ulaşınca kadar geçen süreye verilen isimdir, end to end delay olarak ta adlandırılır. Ayrıca, bir cihazın bir

paketi alıp onu çıkışa yönlendirmesine kadar geçen süreye işlem gecikmesi (processing delay) denir.

- Jitter: Aynı türden paketlerin kaynak ile hedef arasındaki iletimi esnasında geçen süreler arası farklılığı ifade eder. Paket iletimi sırasında gerçekleşen gecikmelerin ağırlıklı ortalamasıdır.
- Throughput: Bir noktadan diğer bir noktaya ortam üzerinde sorunsuz iletilen verilerin oranını verir.
- Bandwidth: Bir kanal boyunca iletilebilecek maksimum veri miktarıdır.
- Packet Loss: Veri iletim esnasında bazı paketlerin hedefe ulaşamamasını ifade eder. Yanlış yönlendirme, iletim esnasında paketlerin zarar görmesi, girişim v.b. yollarla oluşabilir.

İnternet üzerinde kullanılan uygulamaların yukarıda belirtilen parametrelerle olan bağlantıları farklı farklıdır. Örnek olarak, ses haberleşmesinde çok yüksek bant genişliğine ihtiyaç duyulmazken, paket kaybı duyarlılığı düşük olmak zorundadır. Ayrıca jitter ve gecikme duyarlılığı da yüksek olmalıdır. Bir FTP uygulamasında bant genişliği yüksek seviyelerde olduğu durumda kullanıcılar etkin bir şekilde dosya paylaşımı yapabilirler ayrıca paket kaybı duyarlılığı, gecikme ve jitter duyarlılığı da düşük olmalıdır. Video uygulamalarında bant genişliği ihtiyacı yüksek olmalıdır aksi durumda kullanıcılar için çok yavaş iletim sağlanır. Paket kaybı duyarlılığı, gecikme ve jitter duyarlılığı ise yüksek seviyelerde olmalıdır. Bu uygulamaların diğer uygulamalarla birbirlerini etkilemeyecek şekilde çalışmasını sağlamak için QoS kullanılmaktadır. Bu sayede ağ üzerinde var olan kaynaklardan verimli bir şekilde yararlanılmış olunmaktadır.

Her modelin ayrı ayrı görevleri ve farklı öncelikleri vardır. Bu durum internet ortamında trafik çeşitlerinin farklı öncelik sıralarıyla gruplandırılmasından ortaya çıkar. Her paket aynı önceliğe sahip olamaz. Öyle bir durumda internet ortamının büyük tıkanıklık ve kaos

yaşanırdı. Örneğin, Video konferans veya VOIP destekli bir ağ içerisinde görüntülü veya sesli konuşma yapılmaktadır. Kullanılan hat yoğun ise VOIP paketleri gönderilememekte ya da gecikmeli gönderilmektedir. Sesin ve görüntünün 5–10 dakikalara varan gecikmelerle ulaşması durumunda sağlıklı iletişim kurulamamaktadır. Bu nedenle bu tip paketlerin beklememeleri ve bu paketlere öncelik sırası verilmesi gerekir. Bu nedenle VOIP, video konferans gibi yüksek öncelikli paketlerin üstünlük durumuna göre gönderilirler.

Servis kalitesini tanımlayan servis hizmetlerini öncelik durumuna göre sıralayacak olursak 3 farklı servis hizmeti görülmektedir.

- 1- Best-Effort Modeli: Paket kendi imkânları ile öncelik bulmaya çalışır. Paketler kendilerine özgü, ağ cihazlarından bağımsız bir öncelik bilgisini taşır. Best effort sistemlerde iletmek istediğiniz bilginin alıcıya ulaştığına dair bir bildiri gelmemektedir.
- 2- Integrated Service Modeli: Bu modelde pakete yardımcı paketler ile yol açılması sağlanır ancak yolun yoğunluğu sıkıntı yaratmaktadır.
- 3- Differentiated Service Modeli: Paket yola çıkmadan ağ denetlenir ve ağın durumuna göre yol belirlenip ya belirlenen yoldan gidilir ya da yeni bir yol tahsis edilip o yoldan gönderilir.

QoS ile amacımız paket kayıplarını, gecikmeleri azaltıp ya da tamamen ortadan kaldırarak kaliteli bir servis verilmesini sağlamaktır.

6.1.1. Best Effort Modeli

Best Effort için kısaca QoS'in olmadığı durum denilebilmektedir. Trafik tipleri için herhangi bir tanımlama ya da kurallama yoktur. Default olarak bütün networkler bu model ile çalışır. Servis garantisi yoktur, paketlerin gittiği ancak tam olarak ulaştığı

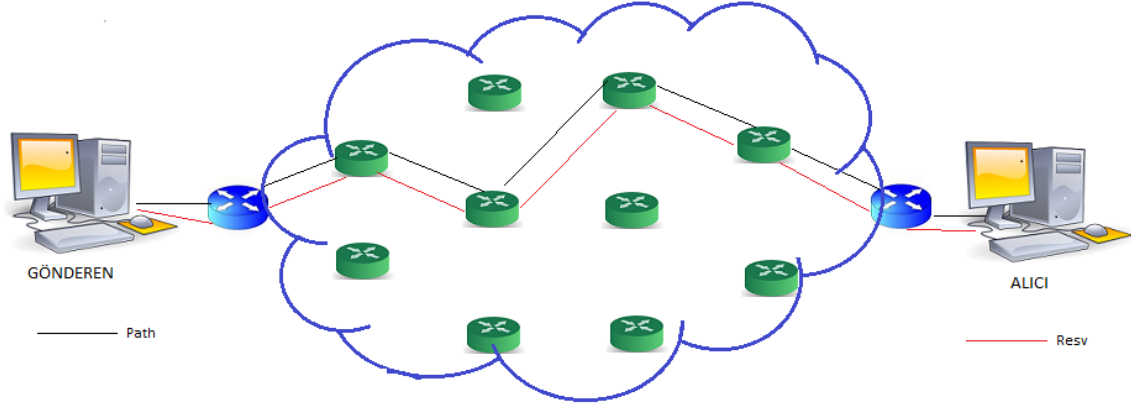
zaman anlaşılabilirlikindedir. İmkânlar dâhilinde hedefe gönderilir. Bir paketin ses paketi ya da P2P bir uygulamaya ait bir paket olması pek birşey ifade etmez. Paketlerin iletilmesi esnasında öncelik göz edilmez [40]. Best Effort hizmeti alan tüm kullanıcılar, güncel trafik yüküne bağlı olarak, tanımlanmamış değişken bit hızı ve teslim süresi elde ederler.

6.1.2. Integrated Service Modeli (IntServ)

Veri/paket iletimi yapılırken ağ üzerinde gerçekleşen yönlendirme gecikmeleri, tıkanıklık gibi etkenlerden dolayı gerçek-zamanlı uygulamalar best effort servisleri üzerinde iyi bir şekilde çalışamazlar. Video konferans, video yayını, ses konferansı uygulamaları garanti edilmiş bant genişliklerine ihtiyaç duyarlar [41]. IntServ bu ihtiyaca garanti edilmiş bant genişliği sağlayarak çözüm üretir.

IntServ modelinde iletim için gereken gereksinimler, veriler ortama iletilmeden kontrol edilir. Uygulama özelliklerini ağa bildirir ve bant genişliği, gecikme vb. ihtiyaçlarını karşılayacak ölçüde kaynak ayrılmasını ister. Kaynaktan hedefe kadar olan tüm bağlantılar boyunca, gönderilecek paketler için bant genişliği ayırılır; gecikme, paket kaybı gibi sorunlarla karşılaşmadan paketler hedefe ulaştırılır. Yönlendiricilerden birisi gereksinimleri sağlayamazsa, uygulamalar veri transferini başlatmayacaktır.

IntServ değişik QoS gereksinimleri karşılamak amacıyla birden fazla servis modeli sunar. IntServ tarafından ağ boyunca bir trafik türüne ayrılan bant genişliğini başka bir trafik türü tarafından kullanılamaz. Rezerve edilmiş bant genişliği eğer kullanılmazsa boşa harcanmış olur. Burada gerekli bant genişliğinin yol boyunca ayrılıp ayrılmadığını kontrol eden kenar yönlendiricileridir. Bant genişliği ayırımı RSVP (Resource Reservation Protocol) ile sağlanır [5]. Şekil 18'de seçilen yol üzerinde gerekli bant genişliğinin ayrıldığını ve bu durumu kontrol eden kenar yönlendiriciler görülmektedir.



Şekil 18 – RSVP Modeli ve Yol Tahsisi

6.1.1.1 RSVP (Resource Reservation Protocol)

RSVP ağ üzerinde kaynakların ihtiyaç doğrultusunda ayarlanmasını sağlayan bir taşıma protokolüdür. Karıştırılmaması gereken bir nokta; RSVP bir yönlendirme protokolü değil, bir kontrol protokolüdür. Bu protokol ile birlikte uygulamalar ve yönlendiriciler arasında gönderilen mesajlar yardımıyla kaynak ayrılması işlemi tamamlanır. Bu sayede gecikmeye duyarlı olan multimedya trafiğinin taşınmasını sağlar. Ayrıca önceden bant genişliği ayrımı yapılması, bant genişliğinden tasarruf edilmesine yardımcı olunur. RSVP kaynak ayrımını tek yönlü iletim için talep eder; bu iletim göndericiden tek bir alıcıya ya da daha fazla alıcıya şeklinde tek yönlü olarak gerçekleşir [42].

Bir RSVP veri akışı işleminde öncelikle gönderici alıcıya, ara cihazların QoS kabiliyetlerini ve ağın durumunu belirten PSVP mesajını gönderir. Bu mesaj; gönderici IP adresi, alıcı IP adresi, veri akış ayrıntıları içermektedir. Bu veri akış ayrıntıları veri aktarımı için gereken QoS bilgilerini içermektedir. Alıcı, veri alacağı durumda talebini ağdaki yönlendiricilere rezervasyon talebi olarak gönderir. Bu talep gönderen IP adresi, alıcı IP adresi, veri akış ayrıntıları ve giriş kontrolü ve kontrol politikasını içerir. Giriş kontrolü QoS için yeterli bantgenişliğinin mevcut olup olmadığını kontrol eder. Kontrol

politikası ise alıcının rezervasyon isteğinin kabul görüp görmediğine bakar. Sonraki adımda eğer her iki kontrol de başarılı ise, gönderici uç, ortam müsaitse veri gönderimini başlatır. Eğer yönlendiriciler yeterli kaynak rezerve edemez ise, bu rezervasyon toplam bantgenişliğinde yer almayacaktır. Veri gönderilmemesi durumunda kaynak harcanmayacaktır.

6.1.3. Differentiated Service (DiffServ)

DiffServ modern internet ağlarında trafiğin basit, ölçeklendirilebilir şekilde sınıflandırılmasına ve yönetilmesine olanak sağlayan bir QoS mimarisidir [43].

Ağ trafiği çeşitli trafik sınıflarından oluşur. DiffServ ağ trafiğinin farklı sınıflara ayrılıp, aynı çeşit veri trafiğinin aynı tür bir servise tabi tutulmasıyla gerçekleşir. Bu sayede her bir trafik sınıfına ayrı ayrı işlem uygulanabilir. DiffServ mimarisindeki temel prensip, ağ mimarisi mümkün olduğunca basit tutulup bu sayede trafiğin tek yönlü olarak çeşidine göre sınıflara ayrılması sağlanır.

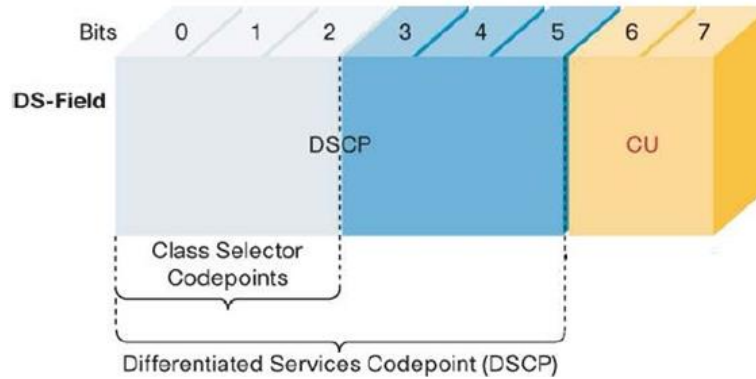
DiffServ de IntServ gibi önceden bir rezervasyon söz konusu değildir. Paket/frame ler bir cihaza gelir ve o cihazda sınıfına göre bir uygulamaya tabi tutulur. RSVP'ten farklı olarak DiffServ gönderici tabanlıdır, gönderici QoS ayarlarından sorumludur [44]. DiffServ QoS karakteristiklerinin (jitter, bant genişliği vb.) diğerlerinden bağımsız olarak her bir cihazda ayrı ayrı uygulanması prensibi ile çalışır. Bu yolla, bir tür trafiğe uçtan uca aynı seviyede iletim garantisi verilemez. Aynı zamanda paket/frame'lerin ayrı ayrı sınıflar halinde değerlendirilmesi ile IntServ hizmetine göre iletim yapılırken daha esnek bir yapıya olanak sağlar. Daha önemli olan paketler sonradan tanınmak üzere işaretlenir ve her düğüm farklı kurallar belirlenir. Her bir paket tipi için farklı kurallar belirlenebilmesi imkânı büyük bir esneklik sağlar. Esneklik dışında bir diğer avantajı ise, her akış başına işlem, ağ çekirdekleri (network core) yerine ağ kenarda noktalarında (network edge) yapıldığından uygulaması IntServ mimarisine göre çok daha basittir. Paketler networkte ilerlerken her cihaz, paketin sınıfını tanır ve tanımlı QoS uygular. Böylelikle IntServ mimarisinde karşılaşılan akış başına işlemin büyük ağlarda yol

açabileceği işlem yoğunluğunun önüne geçilmiş ve bu sayede kritik uygulamalarda genellikle DiffServ tercih edilmesine neden olunur [44].

Trafiğin yönlendirilmesi noktasında ise, sınıflarına ayrılan paketler önceliklerine göre iletilirler. Bu yaklaşım sayesinde aynı karakteristiğe sahip veri trafiklerinin aynı trafik kuralları ile çoklu ağlara yönlendirilmesi gerçekleşir [45].

DiffServ mimarisi iyi tanımlanmış, küçük bloklardan oluşur. Bu bloklar içinde en önemli olanı paket iletimi işlemini sağlayan DS field'dır. DS field IPv4 başlığında Type of Service (ToS) kısmını; IPv6 da Traffic Class Octet'ini kullanmaktadır.

ToS octeti içerisindeki ilk 3 bite göre paketler sınıflara ayrılmaktadır. İlk 3 bitten sonra gelen 3–5 arasındaki bitler ile paketlere gecikme, yük ve güvenilirlik değerleri verilmektedir. Bu atamalar Differentiated Services Code Pointler yardımıyla yapılmaktadır. DiffServ mimarisinde paketin karşı tarafa nasıl iletileceğini belirleyen Differentiated Services Code Point'lerdir(DSCP) [46]. Bu işlem ağdaki her paketi bir DSCP koduyla işaretleyerek ve karşılık gelen hizmet düzeyi için ayırarak gerçekleştirilir. DSCP verileri, DiffServ'i desteklemeyen cihazların bulunduğu durumlarda da işleyişine devam edebilmesi için bu değerler ile uyumluluk göstermektedir. Aşağıdaki şekilde her düğümde akış başına davranışı (per-hop behaviour) gösteren 6 bit uzunluğundaki DSCP örneği mevcuttur [44].



Şekil 19 – DSCP Kodu [53]

Şekil 19’da görüldüğü üzere QoS işlemi ilk 6 bit içerisinde yapılmaktadır. Paketin sınıfını belirlemeye yardımcı olan ilk 3 bit, Class Selector Codepoints olarak adlandırılır. Bu ilk 3 bite göre yapılacak sınıflandırmalarda paketler üzerinde belirlenmiş per-hop behaviour sayesinde, yönlendirici cihazlar tarafından tekrar tekrar durum işlemi yapılamayacağından yoğunluğun azaltılmasında çok büyük fayda sağlamaktadır. Aşağıda bulunan tabloda öncelik seviyelerine göre işlevleri görülmektedir.

Tablo 19 – Katman Öncelik Seviyeleri

Öncelik Seviyesi	İşlevi
111	2. katman protokolleri için kullanılır
110	Yönlendirme protokolleri için kullanılır
101	Express Forwarding (EF)
100	Assured Forwarding (AF) Class 4
011	Assured Forwarding (AF) Class 3
010	Assured Forwarding (AF) Class 2
001	Assured Forwarding (AF) Class 1
000	Best Effort (BE)

Bir diğer önemli blok ise Per-Hop Behaviour (PHB) olarak adlandırılır. PHB, kısaca DiffServ düğümlerinde önceden belirlenmiş bir DiffServ davranışına göre yönlendirme yapılmasına verilen isimdir. Teknik olarak açıklanırsa PHB, her düğümde yönlendirme, sınıflandırma, zamanlama ve paket düşürme işlemlerinin kombinasyonu olarak isimlendirilebilir [44].

Aynı zamanda PHB, paketlerin nasıl zamanlanacağını kontrol eden yönlendirici içindeki parametreler olarak tanımlanır. Farklı önem sırasına göre farklı kuyruklar (queues) oluşturulur ve kuyruk uzunlukları, paket düşürme algoritmaları ya da düşürülme tercihleri oranları ayarlanır [41]. Çoğunlukla kullanılan 4 çeşit per-hop behaviour çeşidi vardır. Bunlar,

- ✓ Default PHB
- ✓ Expedited Forwarding (EF)
- ✓ Assured Forwarding (AF)

- ✓ Class Selector PHB

Çalışma süresince Expedited Forwarding ve Assured Forwarding üzerine yoğunlaşmaktadır.

6.1.3.1 Expedited Forwarding (EF)

Expedited modeli DiffServ modelinde düşük kayıp, düşük gecikme, düşük seğirme (jitter) ve bant genişliği gerektiren ses, video, VOIP ve diğer gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılan servis çeşididir. EF modeli genellikle en katı önceliğe sahip modeldir. EF için ayrılmış kaynakların (bant genişliği, işlemci yüzdesi vs) aşılması durumunda artan paketler düşürülür. EF trafiğindeki aşırı yüklenme kuyruk gecikmeleri ve jitter, gecikme toleransı gibi değerleri etkiler. EF ile uygulamalar için belirtilen oranda bant genişliği ayrılır ve bu bant genişliğinden önceliklendirilmiş trafik aktarılır [47].

6.1.3.2 Assured Forwarding (AF)

Assured Forwarding (AF) modeli farklı veri uygulamalara öncelik değerlerini sağlamak için kullanılır. Bu hizmet modeli sayesinde ağdaki tıkanıklık durumlarında bile müşterilerine güvenilir hizmet verilmektedir. Sınıflandırma ve kurallandırma öncelikle kenar yönlendiriciler (edge router) tarafında yapılır [48]. AF modeli 4 ayrı sınıf ve 3 düşürülme (drop) önceliğinden oluşmaktadır ve AF_{xy} şeklinde ifade edilir. X paketin sınıfını, y ise paketin düşürülme önceliğini göstermektedir. Sınıflar AF1, AF2, AF3, AF4'ten oluşmaktadır ve sınıflara ihtiyaca göre bandwidth ve bellek ayrılabilir. Düşürülme önceliği bir paketin tıkanıklık durumunda kuyruktan düşürülme olasılığını belirtir. Tıkanıklık olması durumunda AF_{x4}'ün düşürülme olasılığı hepsinden fazladır [41]. Aşağıdaki tabloda belirtilen bir sınıftaki bir paket diğer AF sınıflarındaki paketlerden bağımsız olarak yönlendirilir ve DiffServ düğümü her bir sınıf için ayrı ayrı kaynaklar ayırmak durumundadır.

Tablo 20 – Assured Forwarding Düşürülme Değerleri

Düşürülme Önceliği	Class #1	Class #2	Class #3	Class #4
Düşük	(AF11) 001010	(AF21) 010010	(AF31) 011010	(AF41) 100010
Orta	(AF12) 001100	(AF22) 010100	(AF32) 011100	(AF42) 100100
Yüksek	(AF13) 001110	(AF23) 010110	(AF33) 011110	(AF43) 100110

AF modundaki uygulamalara belirli bir bant genişliği ayrılır. Ayrıca ağın uygun olması koşulunda AF bant genişliğinde arttırıma gidilebilir. AF modelinde sınıflar içindeki düşürülme önceliği aktif bir kuyruk (queue) yönetimi gerektirir. Random Early Detection (RED) algoritması kullanılarak paketler düşürülme önceliklerine göre düşürülürler. AF uyarlamalarında RED kullanılarak uzun vadeli tıkanıklık en aza indirilmeye çalışılır. Kısa vadeli tıkanıklıklarla da paketlerin bellekte sıraya alınmasıyla çözüm üretilmeye çalışılır [41].

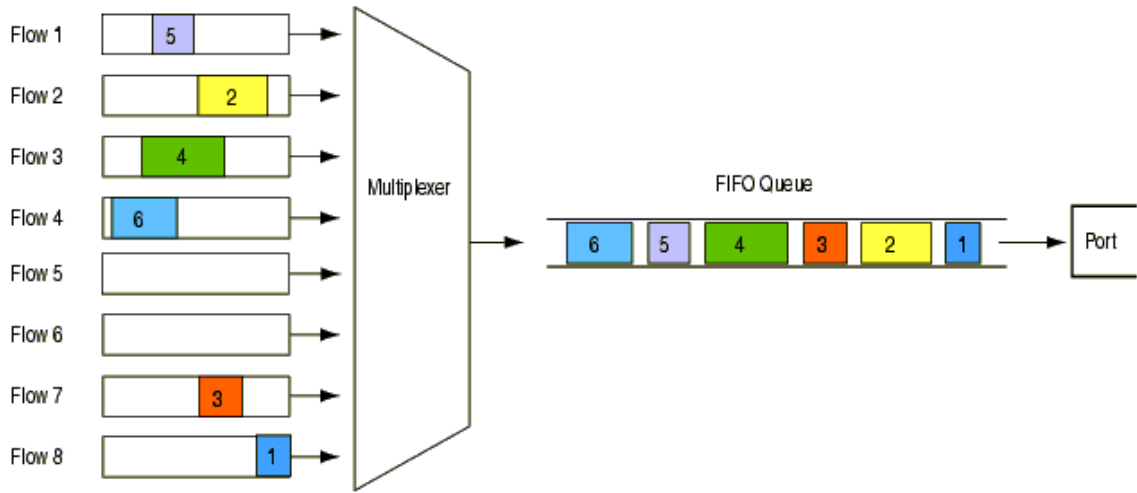
DiffServ modeli Best-Effort ve IntServ modellerindeki kısıtlamaların üstesinden gelmek amacıyla dizayn edilmiştir. DiffServ, IntServ deki gibi garanti edilmiş bir servis sunamasa da buna çok yakın bir servisi daha az bir maliyet ve ölçeklenebilirlikle birlikte sunar.

6.1.4. Kuyruk Disiplini (Queuing Discipline)

QoS servisleri üzerinde çalışılmaya başlamadan önce kullanılacak olan kuyruk disiplinlerinin de kısaca tanımlanmasında fayda vardır. Kaynak tahsis mekanizmasının bir parçası olarak, her bir yönlendirici aktarılmayı bekleyen paketler için bazı kuyruk disiplini uygulaması gerekir. Uygulanan kuyruk disiplini paketin iletilmeden önce ne kadar beklemesi gerektiğinin yanı sıra hangi paketin düşürülüp hangi paketin iletilmesi gerektiğini de kontrol eder [49]. En çok kullanılan kuyruk disiplinleri First-In-First-Out (FIFO), Priority Queuing (PQ), Weighted-Fair Queuing (WFQ), Class Based Queue (CBQ) 'dır.

6.1.4.1 First-In-First-Out (FIFO)

Temel mantığı ilk giren paket yönlendirici tarafından ilk olarak iletilmesidir. Her paket aynı önem seviyesine sahiptir, paketler arasında öncelik ayrımı yapılmaz. Kuyruğun sonsuz kapasiteli olmadığı durumlarda, kuyruk dolduktan sonra gelen paketler ise yönlendirici tarafından önemine bakılmaksızın kuyruğu alınmaz [50]. Şekil 20’de görsel olarak FIFO’nun iletim şeklini görebiliriz.



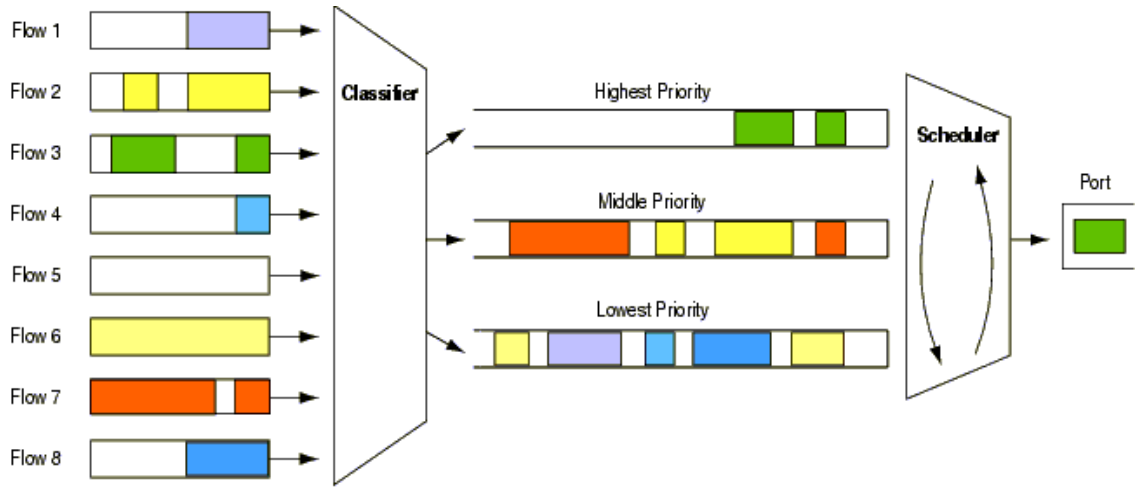
Şekil 20 – FIFO Modeli [54]

Yönlendirme sırasında bekleme olmadığı ve basit bir mantıkla çalıştığı için nispeten hızlı iletim gösterir. Ağda yoğunluk, tıkanıklık gibi olmadığı durumlarda sorunsuz çalışabilir ancak bekleme toleransı olmayan paketler için ağın yoğun olduğu durumlar sorun teşkil eder. Bant genişliği limitlerinin olduğu, yoğun trafiğin bulunduğu durumlarda daha gelişmiş bir mekanizmaya ihtiyaç olabilir.

6.1.4.2 Priority Queuing (PQ)

FIFO disiplininin biraz geliştirilmesi ile oluşturulmuştur. Temel olarak paketlere önem sıraları atanır, yönlendirici tarafında iletim öncelik sırasına göre yapılır. Yönlendiriciler farklı önem sınıflarına göre birden fazla FIFO kuyrukları uygularlar. Yüksek öncelikli paketler her zaman sıranın önüne geçer mantığı ile çalışır [49].

Şekil 21’de görsel olarak nasıl çalıştığını görülmektedir. Öncelik sıralarında aynı önceliğe sahip kişilerin nasıl sıradan çıkacakları da ayrıca bir problem olarak görülebilir. Bu durumda da geliş sıraları göz önüne alınır. Önemli veri trafiği için son derece uygundur. En önemli grubun veri gönderme işlemi bitmeden diğer kuyruklardan veri gönderilemez bu nedenle video ve ses dışındaki önem sırası düşük olanların trafiği çok olumsuz etkilenir. PQ problemlerinden biri de yüksek öncelikli kuyrukta bir paket olması durumunda bile önceliği daha az olan kuyruklardan iletim yapılamamasıdır. Bu nedenle ağa sürekli olarak kontrolsüz bir şekilde yüksek öncelikli paket verilmesinin önlenmesi gerekmektedir. Bunun bir yolu kullanıcıların yüksek öncelikli paketler için servis sağlayıcısı tarafından daha yüksek miktarda fiyatlandırılmasıdır [49]. PQ bant genişliğini yönetmediği için genellikle CBQ gibi algoritmalarla beraber kullanılır.

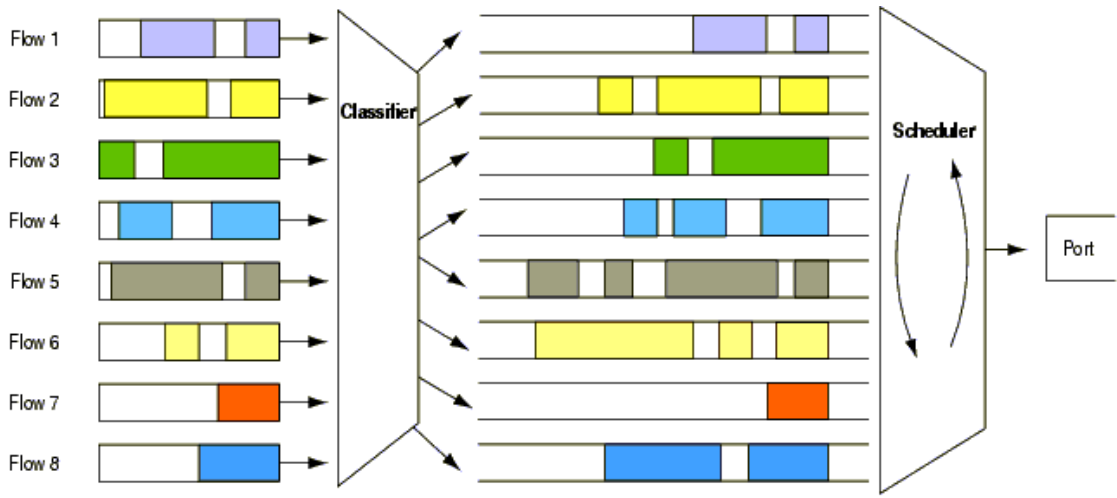


Şekil 21 – Priority Queuing Modeli [55]

6.1.4.3 Fair Queuing (FQ) ve Weighted Fair Queuing (WFQ)

FIFO algoritmasında trafik kaynaklarındaki paketlerin yönlendirme işlemi için tek bir kuyruk yapısı bulunması yönlendirmenin sadece tek bir kuyruğa bağlı olarak yürütülmesi zorunluluğunu getirmektedir. Bu sorunun giderilmesi için tek bir kuyruk yapısı yerine birçok kuyruk kullanılarak Fair queuing algoritması geliştirilmiştir. Bu yapıda her bir akış için bir kuyruk yapısı kullanılması ön görülmüştür. Bu algoritma ile

her bir trafik kaynağından sırasıyla paketler çekilerek kuyruktaki paketlerin azaltılması temeline göre çalışmaktadır [49]. FIFO algoritmasına göre hızlı veri akış hızı ve büyük paketlerin iletilmesi gibi artılar sunar. Genellikle yerel alan ağları ve internet arasındaki uygulamalarda kullanılır. Şekil 22’de işleyişi görülmektedir. Yüksek önceliğe sahip olan kuyrukta bulunan paketler iletimi tamamladıktan sonra sırasıyla daha düşük önceliğe sahip kuyruktaki paketlerin iletimi gerçekleştirilecektir.



Şekil 22 – Fair Queuing Modeli [56]

Weighted Fair Queuing algoritmasının çalışma şeklinde ise, sistemde birden fazla kuyruğun bulunduğu görülmektedir. Kuyruklara kendi aralarında öncelik ve ağırlık verilerek sistemin çalışması sağlanmaktadır. Bu ağırlık ve öncelik her bir kuyruktan her seferinde kaç bit veri iletileceğini belirler. [49] Örnek olarak, kullanıcıda 3 adet farklı ağırlıklarda kuyruk olsun; birinci kuyruğun ağırlığı 2, ikinci kuyruğun ağırlığı 1, üçüncü kuyruğun ağırlığı ise 3 şeklinde değer almaktadır. Her kuyrukta iletmeyi bekleyen paketler olduğunu varsayırsa birinci kuyrukta iletim için mevcut bant genişliğinin üçte birini alırken; ikinci kuyruk ise ancak altıda birini alabilecektir. Üçüncü kuyruk ise mevcut bant genişliğinin yarısından faydalanacaktır. Paketlerin kuyruğu terk etme zamanları göz önüne alınarak gerektiğinde adil kuyruklamanın sıralı mantığı terk edilir. Böylece kuyruğa gelen uzun bir paketin ardındaki kısa paketin iletim zamanını etkilemesinin önüne geçilmeye çalışılır.

6.1.4.4 Class Based Queuing (CBQ)

CBQ; temel mantığı bant genişliğinin sınıflara eşit oranda dağıtılması prensibine dayanır. Sınıflara ayırım yapılırken öncelik sırası, bağlantı türü gibi çeşitli parametreler göz önüne alınır. Her sınıfa bant genişliği garanti edilir. Ses gibi önem düzeyi yüksek trafik için pek tercih edilmez.

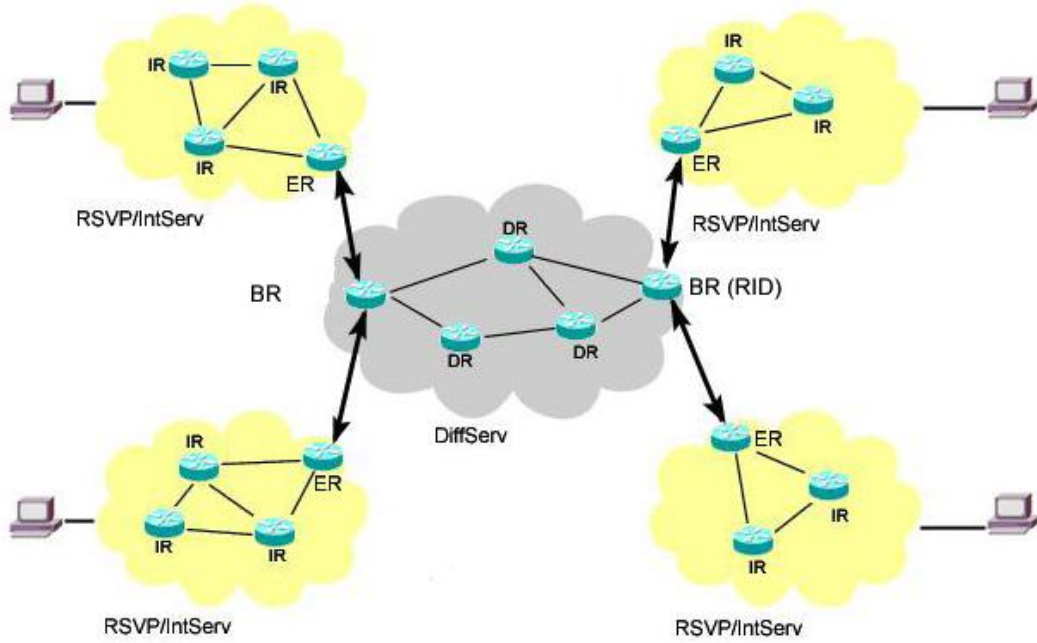
6.1.4.5 Random Early Detection (RED)

RED algoritması; servislerin ve kullanıcıların Internet kullanımına yüklenmesinden dolayı bazı paketlerin kuyruklarda düşürülmek zorunda olduğu durumlarda hangi paketin düşürüleceğinde öncelik tanıma hakkı verir. Geleneksel kuyruk düşürme algoritmalarında yönlendiriciler alabileceği kadar paketi tampon bölgeye kabul eder ve edemediği noktalarda ise ağ tıkanmış olur, sonra gelen paketler düşürülür. RED ise, ortalama kuyruk büyüklüğünü ve düşürülmesini takip eder. Eğer tampon bölge boş ise tüm paketler kabul edilir. Kuyruk arttıkça gelen paketlerin düşürülme olasılığı artar. Tampon bölge dolduğu zaman olasılık 1 olur ve gelen tüm paketler düşürülür.

6.2 DIFFERENTIATED SERVİSİ ÜZERİNDE INTEGRATED SERVİS KULLANILMASI

Bu çalışma boyunca internet ağı üzerinde iki önemli QoS mekanizmaları; integrated service ve differentiated service incelendi. Mevcut internet yapısı ve gelişmekte olan bulut ağı için iki mekanizmanın avantajları olduğu kadar dezavantajları da mevcuttur. Bulut ağı için iki mekanizmasında avantajlarından faydalanmak adına bu iki modelin beraber çalıştırılması amaçlanmıştır. IntServ tarafından sağlanan uçtan uca QoS garantisi aynı zamanda büyük ağlar için ölçeklendirilememe ve karmaşık, maliyetli ağ yapısına sebep olmaktadır. DiffServ, kolay sınıflandırılabilme, karmaşık olmayan ağ yapısı bulundurmasının yanında garanti edilmiş bir servis yapısı sunmamaktadır. Bu iki yapının beraber kullanılması ile tek başlarına kullanıldığı durumlardaki kısıtlamaların üstesinden gelineceği öngörülmüştür. Bu iki mekanizmayı kullanışlı bir şekilde bir araya getiren en etkin yöntem literatürde [51]; merkezde yer alan bir DiffServ alanına

(ana düğüm) bağlanacak olan uç noktaların IntServ mekanizmasına göre çalışması yöntemine dayanır. Bahsedilen modele uygun bir görsellik Şekil 23'te görülmektedir. IntServ alanı içinde yer alan Inner Router (IR) RSVP çalışma şekline göre çalışır ve dış alanla doğrudan bir iletişimi yoktur. Ağımızda farklı alanları birbirine bağlayan Edge Router (ER) ve Border Router (BR) isimli iki ağ cihazı çalışmada mevcuttur.



Şekil 23 – DiffServ Üzerinde IntServ Modeli

Uçtan uca tüm trafik özetlendiğinde;

- ✓ Gönderici taraf tarafından RSVP yol mesajı oluşturulur.
- ✓ IntServ alanında RSVP yol mesajı normal şekilde taşınır.
- ✓ Yol mesajı DiffServ geçiş ağı üzerinden şeffaf bir şekilde taşınır.
- ✓ Yol mesajı DiffServ geçiş ağı üzerinden IntServ sonlandırma ağına iletilir.
- ✓ Alıcı taraf gönderene bir RSVP Resv yanıtı oluşturur.

- ✓ DiffServ ağı üzerinde bir DiffServ kabul kontrol sistemi (DiffServ Admission Control System-DACS) çağrılır. Eğer istek mevcut kaynak durumuna uyuyorsa DACKS bu gelen kaydı ve ilişkili DSCP'yi kaydeder ve Resv mesajını DiffServ ağ üzerinden geçirir.
- ✓ Sonrasında RESV mesaj IntServ ağ üzerinden göndericiye iletilir.
- ✓ Son aşamada göndericinin trafik akışını başlatmasına izin verilir.

IntServ tarafından yeterli olarak gerçekleştirilemeyen trafik kontrol ölçeklendirilebilirlik açığı DiffServ yardımıyla doldurulmuş olunur. Öte yandan DiffServ ise kendisi için düzgün kaynak yönetimi gibi hizmetleri için bir mekanizma olarak RSVP kullanarak kazanç sağlayacaktır. DiffServ bölgesinde RSVP kullanımı, kaynak yönetimi avantajının yanı sıra dinamik önleme ve topoloji farkındalık kabul kontrolü gibi faydalar sağlar.

6.2.1. DiffServ Üzerine IntServ Atanması (Mapping)

IntServ içerisinde kaynak rezervasyonları, trafik özellikleri (Tspec) olarak bilinen parametreler kümesi tarafından belirlenen bir hizmet türünü isteyerek yapılır. Her set uygun bir öncelik düzeyini belirler. Belirlenmiş bir öncelik düzeyindeki bir bağlantı DiffServ alanına eşlendiği zaman, aşağıda belirtilen temel gereksinimleri sağlamalıdır.

- ✓ Her bir talep edilen IntServ hizmeti için DiffServ içerisinde ona uygun PHB değerleri uygun olarak seçilmelidir.
- ✓ DiffServ alanında kenar yönlendiricilerde (edge router) gerekli kurallar, şekillendirme ve işaretlemeler yapılmalıdır.
- ✓ IntServ alanından gelen trafik için kaynak uygunluğu hesaba katılarak trafik kontrolü yapılmalıdır.

6.2.1.1 Eşlenme Fonksiyonu (Mapping Function)

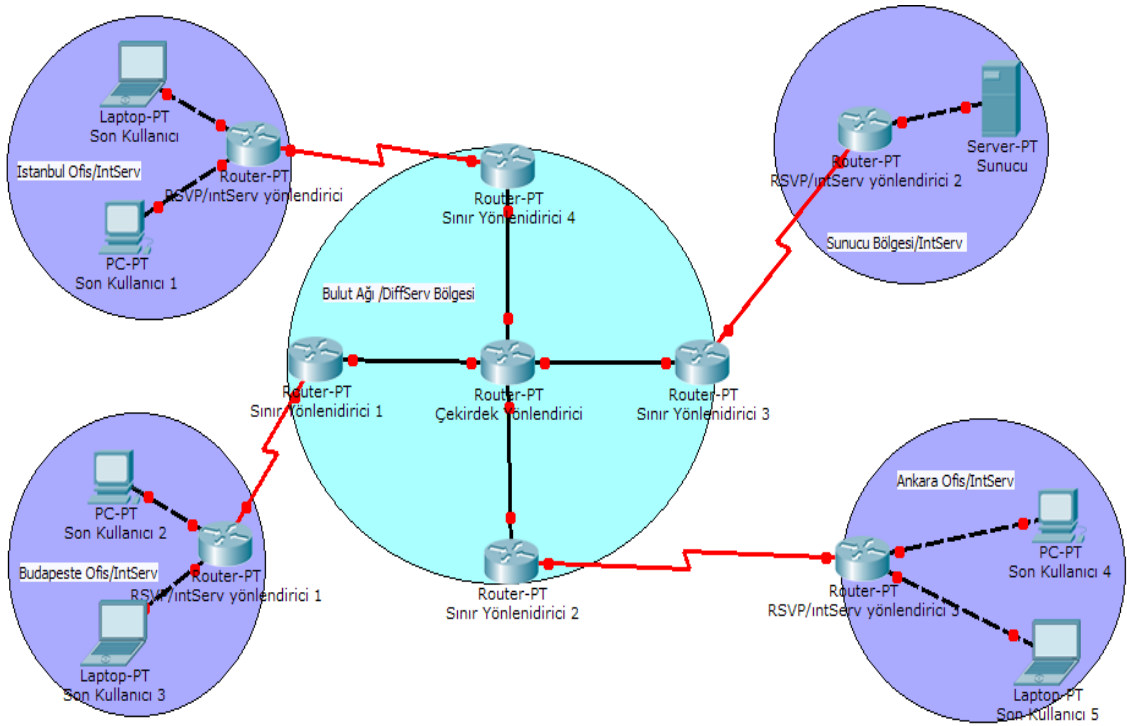
DiffServ ve IntServ mekanizmalarının birbirleri ile doğru bir şekilde çalışabilmesi için eşlenmeleri gerekir. Eşleme fonksiyonu IntServ alanından Tspec parametreleri ile belirtilen bir akıştan gelen paketlere uygun bir DSCP kod ataması için kullanılır. Bu sayede DiffServ üzerinde gerçekleşen IntServ akışlarında QoS kullanımı sağlanmış olunur. IntServ üzerinde yer alan Best Effort (BE), Guaranteed Service (GS), Controlled-Load Service (CLS) servisleri; DiffServ üzerinde Best-Effort (BE), Expedited Forwarding (EF) ve Assured Forwarding (AF) üzerine eşleşir. DiffServ alanında sınır yönlendiriciye (Border Router) bir eşleştirme işlevi tanıtılmalıdır. Bir IntServ alanındaki akışlardaki her paket IP (İnternet Protokolü) başlığında bir akış kimliği (flow ID) içerir. Tspec parametreleri ile atfedilen akış kimliği paketin hangi akışa ait olduğunu gösterir. IntServ alanındaki Tspec parametreleri ile belirtilen paketler, öncelikle DiffServ alanı içerisinde eşlenme fonksiyona göre uygun DSCP atanarak alakalı bir PHB ile eşleştirilirler. Bu paketler onlara atanan DSCP kodlarına uygun olarak DiffServ alanında yönlendirilirler [52]. Paketler DiffServ bölgesinde davranışları durumlarına göre gruplanırlar. Kısaca IntServ üzerinde DiffServ eşlendirmesi yapılırken aşağıda var olan adımlar izlenir:

- ✓ Talep edilen servis için uygun PHB seçilmesi
- ✓ DiffServ alanında sınır yönlendiricilerinde uygun kurallama yapılması
- ✓ IntServ parametrelerinin DiffServ alanına aktarılması
- ✓ IntServ istekleri üzerinde kabul denetimi yapılması

Eşleştirme yapılırken kuyruk disiplini (queuing discipline), trafik sınıflandırma, filtreler ve kurallama gibi etkenler göz önüne alınmalıdır.

6.3 NETWORK MODELİ

Yukarıda anlatılan DiffServ/IntServ birleştirilmesi bu bölümde ağ modeline entegre edilecektir. Ağ modelinde, DiffServ servisi WAN kısmına uygulanırken buna bağlı IntServ tarafından servis sunulan birden fazla LAN bağlantısının WAN kısmına bağlanması ile ağ tasarımı sağlanmış durumdadır. Arada var olan alanlar arasındaki geçişler ise sınır yönlendirici ve RSVP destekleyici yönlendirici üzerinden sağlanacaktır. Aşağıdaki şekil 24’te önceki bölümde maliyet ve performans konularında incelenen üç ofisli şirketin bulut ağında DiffServ ve IntServ kombinasyonu ile oluşturulan hibrit modelini görülmektedir. Ortadaki DiffServ bölgesine IntServ üzerinden bağlanan yerel ağ ofislerini bulunmaktadır.



Şekil 24 – Bulut Ağı IntServ/DiffServ Modeli

Bu modelin işleyisi, kaynak nokta iletime kendi yerel ağı içerisinde RSVP kullanarak rezervasyon yaptırarak başlar. Akış başına durumları yerel ağdaki yönlendiriciler tarafından kayıt edilir. Veri akışları DiffServ alanına girdiği zaman birleştirilir ve akışlara DSCP kodları atanır. DiffServ alanındaki yönlendirici bu kodlara göre akışları sınıflandırır ve PHB göre yönlendirmeleri yapılır. Sınır yönlendiriciye gelen paketler, yönlendirici tarafından RSVP kurallarına göre yerel ağ içine iletilip oradan hedef noktasına ulaştırılırlar.

Çalışmada kullanılan ağda ortaya sunulan eşleme fonksiyonu önerisi aşağıda tablo 21’te gösterilmiştir.

Tablo 21 – Tasarlanan IntServ-DiffServ Modelleri Eşlenmesi

	IntServ	DiffServ
Model 1	Guaranteed Service (GS)	Expedited Forwarding (EF)
	Controlled-Load Service (CLS)	Expedited Forwarding (EF)
Model 2	Guaranteed Service (GS)	Expedited Forwarding (EF)
	Controlled-Load Service (CLS)	Assured Forwarding (AF) Yüksek Öncelik
Model 3	Guaranteed Service (GS)	Expedited Forwarding (EF)
	Controlled-Load Service (CLS)	Assured Forwarding (AF) Düşük Öncelik

Tablo 21 kullanılan ağ modelinde denenmeye müsait birbirinden farklı IntServ / DiffServ eşleştirme olasılıklarını göstermektedir. Olasılıkların sadece yukarıdaki ile sınırlı kalınmadan farklı senaryolar için çeşitli olasılıklar kurulabilmesi mümkündür.

Best Effort servisini IP ağlarında default olarak kullanıldığından yeni bir senaryo olarak çalışmaya eklenmemiştir. Guaranteed Service (GS), RSVP’de belirtilen gereksinimleri karşılayacak şekilde verilen servistir. Genellikle yüksek veri hacmine ihtiyaç duyan uygulamalarda tercih edilir. Limitli bir gecikme ve kayıpsız garanti edilmiş bir trafik sağlar. Bu açılarından DiffServ mekanizmasındaki Expedited Forwarding (EF) ile benzerlik gösterir. EF servisi düşük gecikme, garanti edilmiş veri hacmi, sınırlandırılmış gecikme gibi özellikleri sayesinde GS ile uygun bir eşlenik oluşturur. Ses, video gibi VOIP gibi uygulamalarda kullanılabilir. Controlled-Load Service (CLS), katı bir garanti

sunmaz. Çalışma prensibi best-effort servise benzemektedir. Bu sayede iletilen veriler ağ üzerinde en az kesintiye uğrayacak şekilde iletilir. Assured Forwarding (AF), uygulanma şekli olarak IntServ'deki CLS uygulamasına kabaca benzemektedir. Yüksek trafiğin, tıkanıklığın olmadığı, paket kaybının göz ardı edilebileceği trafiklerde tercih edilir. Farklı öncelik durumlarına göre farklı sınıf ayrımları sunar. IntServ seviyesinde eşlendirilmesinde ise CLS ile uyumluluk gösterir. GS uygulaması ile kolay olmasa da eşleştirilebilir.

Eşlendirme yapılırken seçilen servise uygun kuyruk profillerinde seçilmesi son derece önemlidir. Tablo 22'de servis türleri ile uyumlu çalışabilen kuyruk profilleri bulunmaktadır.

Tablo 22 – QoS Türü ve Kuyruk Disiplini Eşlenmesi

<u>Servis Türü</u>	<u>Kuyruk Disiplini</u>
Expedited Forwarding	Priority Queuing, Weighed Fair Queuing
Assured Forwarding	Weighted Random Early Detection
Controlled-Load Service	Weighted Fair Queuing
Guaranteed Service	Weighted Random Early Detection

Guaranteed Service seçtiğimiz zamanlarda kullanacağımız kuyruk disiplini Weighted Random Early Detection (WRED) olacaktır. Eğer servis olarak Controlled Load kullanılacaksa Weighted Fair Queuing (WFQ) yoluyla sağlanacaktır. Assured Forwarding uyarlamalarında ise Weighted Random Early Detection (WRED) kullanılarak uzun vadeli tıkanıklık minimize edilmeye çalışılacaktır. Son olarak Expedited Forwarding kullanılacağı zaman Priority Queuing (PQ) ve Weighted Fair Queuing (WFQ) kullanılması gecikmeyi ve jitter'ı minimize etmeye yardımcı olur.

IntServ-DiffServ eşleştirmesi yapılırken son olarak simulasyonda yer alacak olan uygulama türlerinin trafik gereksinimlerini göz ardı edilmelidir. Aşağıda verilen tablo 23'te uygulama türü ve trafik gereksinimleri görünmektedir.

Tablo 23 – Uygulama Türü ve Trafik Gereksinimleri

Uygulama Türü	Trafik Gereksinimleri	
	Bant Genişliği	Gecikme
Video, Ses Uyg. (VOIP, Video Conf.)	Yüksek	Düşük
Mail Uygulamaları	Düşük	Orta
FTP Uygulamaları	Düşük	Orta
HTTP Uygulamaları	Düşük	Orta

6.4 VARSAYIMLAR

Simulasyon ortamına geçildiğinde sonuçları analiz etme açısından bazı varsayımlar yapılması gerekmektedir:

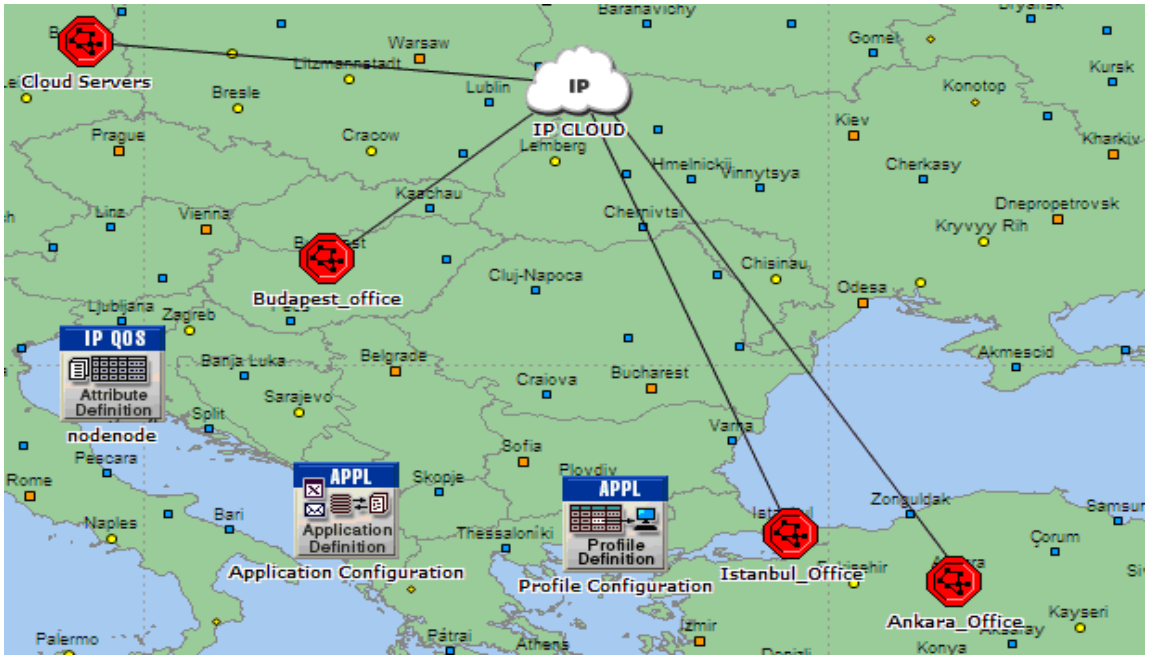
- ✓ IntServ alanındaki tüm yönlendiriciler ve sunucular, RSVP mekanizmasını desteklemektedir.
- ✓ DiffServ alanındaki çekirdek yönlendiriciler, RSVP mekanizmasını desteklememektedirler ancak PHB mekanizmasını desteklemektedirler.
- ✓ DiffServ alanındaki sınır yönlendiriciler, hem RSVP mekanizmasını PHB hem de desteklemektedirler.
- ✓ DiffServ alanındaki çekirdek yönlendiriciler, DSCP kodlarını değiştirme olanağına sahiptirler.
- ✓ DiffServ ve IntServ alanındaki tüm yönlendiriciler, çoklu gönderim servisini desteklemektedirler.

6.5 OPNET SİMULASYONU

Bulut ağı ve Standart ağ karşılaştırması yaparken kullanılan bulut ağ modelinin bu bölümde QoS servisleri kullanılarak QoS ayarları yapılmamış ağ ile farklı modellerdeki DiffServ-IntServ mekanizmaları eşlenmesi ile performansta iyileştirme hedeflenmiştir. Simulasyon boyunca e-posta trafiği, ftp indirme, video konferans gibi gerçek zamanlı

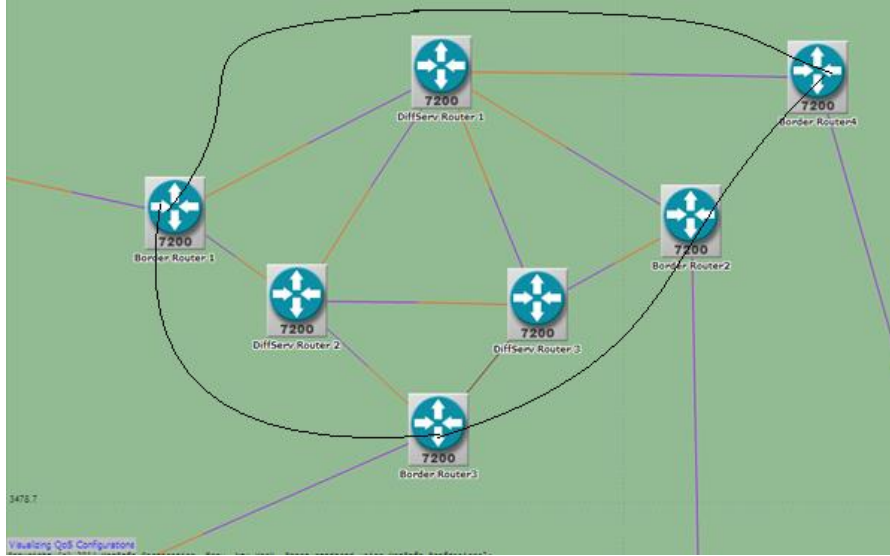
bulut uygulamaları için; uçtan uca gecikme (end to end delay), gecikme değişimi (delay variation) , verim (throughput), paket kaybı (packet loss) gibi QoS matrislerini analiz edilmesidir.

Simulasyon esnasında kullanılan bulut ağı modeli Şekil 25’te gösterilmiştir. Normal bulut ağında olduğu gibi gibi uzak ofisler (Ankara ve Budapeşte) ve merkez ofis (istanbul) bulut ağı üzerinden servis sağlayıcıların sunucularına bağlanmaktadır.



Şekil 25 – IntServ/DiffServ Bulut Modeli

Şekil 26’da ise DiffServ yönlendirmelerinin yapıldığı bulut ağı üzerinde DiffServ tasarımı görülmektedir. Ofislerden gelen trafik sınır yönlendiricilerinde (border router) uygun kurallama yapılması ve IntServ parametrelerinin DiffServ alanına aktarılması işlemleri ile beraber çekirdek yönlendiriciler tarafından tekrar sınır yönlendiricilere gönderilirken DiffServ alanını terk ederler. Aynı zamanda IntServ alanına doğru yola çıkıp hedef noktasına ulaşırlar. Siyah sınır çizigisi DiffServ alanını göstermektedir ve sınır üstündeki yönlendiriciler ise, DiffServ, IntServ alanındaki geçiş görevini yerine getirmektedir.



Şekil 26 – DiffServ Alanı

6.6 SİMULASYON PARAMETRELERİ

Ofisler; daha önceki simülasyonlarda olduğu gibi “yönetici”, “araştırmacı” ve “destek” grupları olmak üzere üç ana kullanıcı gruplarından oluşmaktadır. Aşağıda tablo 24’de ofislere göre kullanıcıların dağılımını görülmektedir.

Tablo 24 – Ofis / Çalışan Sayıları

	Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
İstanbul Ofis	80	25	10
Ankara Ofis	50	10	5
Budapeşte Ofis	50	10	5

Gerçek bir ofisin günlük çalışma saati trafiğinin oluşturulması açısından 8 saatlik süre boyunca simülasyon üzerinde veri trafiği alınmıştır. Tablo 25 incelendiğinde her kullanıcı grubunun yarattığı trafiğin yoğunluğunu görülmektedir.

Tablo 25 – Kullanıcı Profili Trafik Türleri

	Araştırmacı	Yönetici	Destek Grubu
Web Trafik	Yoğun	Düşük	Yoğun
Veri Tabanı Erişim	Yok	Yok	Yoğun
FTP Transferi	Yoğun	Düşük	Yoğun

Video Konferans	Yok	Yoğun	Yok
VOIP	Yok	GSM	Yok
Email	Yoğun	Yoğun	Yoğun

Araştırmacı grubundaki kişiler web trafiğini, dosya transferini ve mail trafiğini yoğun olarak kullanırken, yönetici grubunda yer alan kullanıcılar ise video konferans, VOIP, Email gibi veri trafiğini yoğun olarak yaratmaktadır. Destek grupları web trafik, veri tabanı, dosya transferi ve mail trafiği oluşturmaktadır. Aşağıdaki tablolarda oluşturulan trafiklerin başlangıç süreleri, tekrarlanma sayıları ve çalışma şekilleri görülmektedir.

Tablo 26 – Araştırmacı Grubu Konfigurasyonu

Araştırmacı Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Tekrarlanma Sayısı	Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Exponential (10)	Exponential (10600)	Sınırsız	Berberer
Email Trafiği	No Offset	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berberer
Web Trafiği	Uniform (0,500)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berberer

Tablo 27 - Yönetici Grubu Konfigurasyonu

Yönetici Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Tekrarlanma Sayısı	Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Constant(200)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berberer
Email Trafiği	No Offset	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berberer
Web Trafiği	No Offset	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Berberer
VOIP	Uniform (1000,2000)	Simulasyon Sonu	Uniform(0,5)	Berberer
Video Konf.	Constant(1000)	Simulasyon Sonu	Uniform(0,5)	Berberer

Tablo 28 - Destek Grubu Konfigurasyonu

Destek Grubu	Uyg. Başlangıç Zamanı (sn)	Uyg. Süresi (sn)	Tekrarlanma Sayısı	Çalışma Şekli
Dosya Transferi (FTP)	Uniform (10,110)	Exponential (10600)	Sınırsız	Beraber
Email Trafığı	Exponential (10)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Beraber
Web Trafığı	Uniform (5,10)	Simulasyon Sonu	Sınırsız	Beraber
Veritabanı Trafığı	Uniform (5,10)	Simulasyon Sonu	Uniform(3,10)	Beraber

Cihazların konfigurasyonu ve yapılan tasarıma uygulanacak modellerin detayları ilerleyen tablolarda bulunmaktadır.

6.6.1. IntServ – DiffServ Konfigurasyonu

Model 1

Tablo 29 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 1

Cihaz İsmi	Qos Profili	QoS Mekanizması	Kuyruk Disiplini
Istanbul Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Budapest Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Ankara Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Cloud Server Router	RSVP / IntServ	Guaranteed Service (GS)	Weighted Fair Queuing
BorderRouter1/Cloud	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Weighted Fair Queuing
Border Router2/Ist	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Priority Queuing
Border Router3/Bdpt	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Priority Queuing
Border Router4/Ank	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Priority Queuing
Core Router 1	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 2	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 3	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection

Model 2:

Tablo 30 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 2

Cihaz İsmi	Qos Profili	QoS Mekanizması	Kuyruk Disiplini
Istanbul Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Budapest Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Ankara Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Cloud Server Router	RSVP / IntServ	Guaranteed Service (GS)	Weighted Fair Queuing
BorderRouter1/Cloud	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Weighted Fair Queuing
Border Router2/Ist	DiffServ	Assured Forwarding (AF) Düşük Öncelik	Weighted Random Early Detection
Border Router3/Bdpt	DiffServ	Assured Forwarding (AF) Düşük Öncelik	Weighted Random Early Detection
Border Router4/Ank	DiffServ	Assured Forwarding (AF) Düşük Öncelik	Weighted Random Early Detection
Core Router 1	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 2	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 3	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection

Model 3:

Tablo 31 – IntServ/DiffServ Konfigurasyonu Model 3

Cihaz İsmi	Qos Profili	QoS Mekanizması	Kuyruk Disiplini
Istanbul Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Budapest Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Ankara Router	RSVP / IntServ	Controlled-Load Service (CLS)	Weighted Fair Queuing
Cloud Server Router	RSVP / IntServ	Guaranteed Service (GS)	Weighted Fair Queuing
BorderRouter1/Cloud	DiffServ	Expedited Forwarding (EF)	Weighted Fair Queuing
Border Router2/Ist	DiffServ	Assured Forwarding	Weighted Random

		(AF) Yüksek Öncelik	Early Detection
Border Router3/Bdpt	DiffServ	Assured Forwarding (AF) Yüksek Öncelik	Weighted Random Early Detection
Border Router4/Ank	DiffServ	Assured Forwarding (AF) Yüksek Öncelik	Weighted Random Early Detection
Core Router 1	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 2	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection
Core Router 3	DiffServ	Best Effort	Random Early Detection

Kuyruk disiplini profilleri:

Tablo 32 – WRED Konfigurasyonu

	Eşlenme Tipi	Üstel Ağırlık Sabiti	Maksimum Eşik (paket)	Minumum Eşik (paket)
WRED EF Profili	DSCP	9	200	100
WRED AF1 Profili	DSCP	9	200	100
WRED AF2 Profili	DSCP	9	200	100

Tablo 33 – WFQ Konfigurasyonu

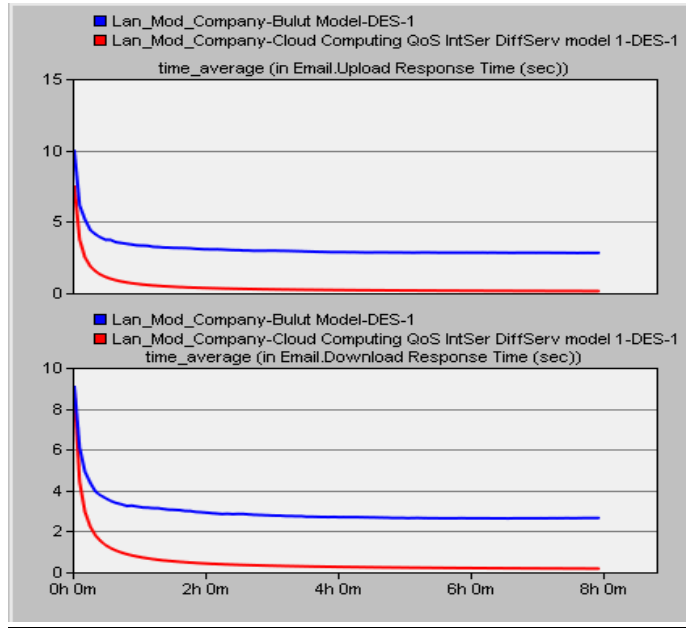
	Bant Genişliği (%5)	Öncelik	Kuyruk Limiti (Paket)
WFQ EF Profili	5	Etkin	500
WFQ AF1 Profili	20	Etkin Değil	500
WFQ AF2 Profili	10	Etkin Değil	500

6.7 SİMULASYON ANALİZİ

Simulasyon ortamına geçildiğinde, IntServ / DiffServ eşlenmesi yapılarak tasarlanan bulut modellerinin gerçek koşullara göre bir şirketin altyapısı üzerinden OPNET arayüzü kullanılarak 8 saatlik 1 günlük trafiği incelenmiştir. Simulasyon sonuçları önceki bölümde anlatılan genel bulut modeli ile karşılaştırılacaktır. Simulasyon sonuçlarına göre; e-mail trafiği, web sayfası tepki süresi, ftp yükleme süresi ve ethernet geçikmesi, video konferans ve VOIP üzerinden karşılaştırması yapılacaktır.

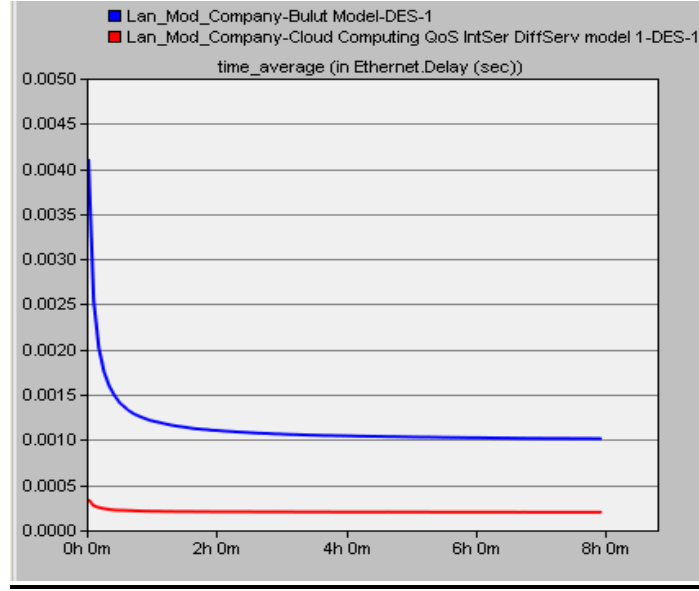
6.7.1. Model 1

E-posta uygulamasında bulut ağının ve IntServ/DiffServ eşlenmesi yapılmış modelin e-posta yükleme ve indirme süreleri şekil 27’de gösterilmektedir. Konfigure edilmiş bulut modelinin diğer modele oranla daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Yoğun e-posta trafiği ve sunucu üzerindeki yük, yoğunluk gibi etkenlerden iki modelinde etkilenmediği ve tepki süresinin çok düşük olduğu gözlenmiştir. Hizmet kalitesini arttırmak için paketlerin sınıflandırılıp önem sırasına göre kuyruğa alınması yeni tasarlanan modelde performans ve verimlilikte artış getirmiştir. WFQ kuyruk disiplinin etkisi ile düşük bant genişliği gerektiren uygulamalara tanınan yüksek öncelik sayesinde e-posta uygulamasında iyileşme gözlemlenmiştir. Ayrıca ağda yoğunluk olduğu durumlarda bile CLS sayesinde uygulamalar best-effort prensibine göre iletilmekte ve bu sayede büyük bir gecikmeye takılmamaktadır.



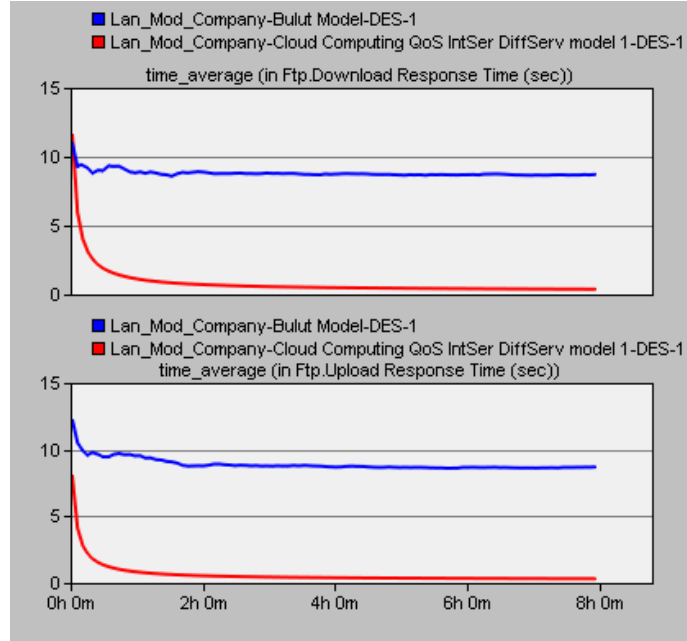
Şekil 27 – E-posta İndirme/Yükleme Tepki Süresi

Model 1 ve bulut senaryolarının ethernet gecikmeleri açısından aralarında çok büyük bir fark olmadığı görülmektedir. Model 1 az bir süre farkıyla bulut modelinden daha iyi bir performans göstermektedir.



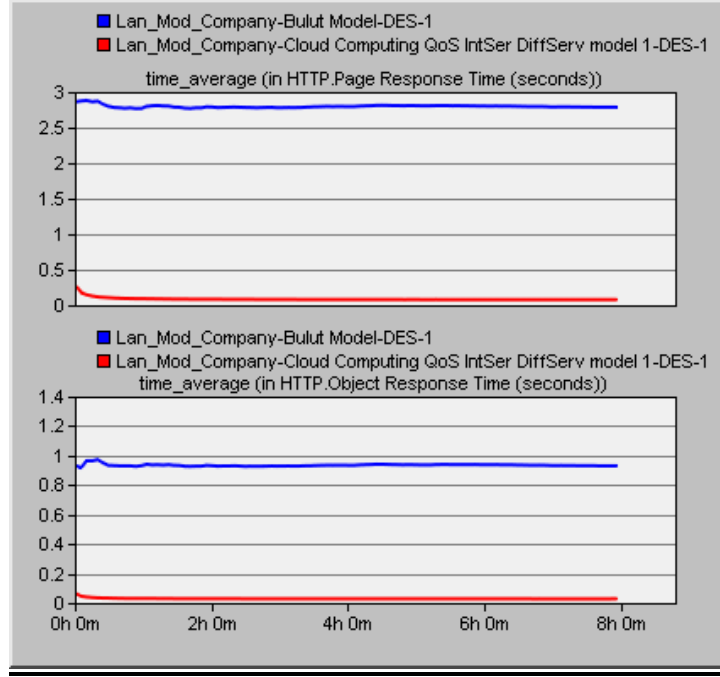
Şekil 28 – Ethernet Gecikmesi

Şekil 29’da ftp uygulamasında Model 1 ve bulut senaryolarının karşıdan indirme tepki süreleri verilmiştir. Model 1 tasarımı bulut modele oranla indirme süresinde belirli bir düşüş sağlamaktadır. Aynı sonuç sunucuya yükleme zamanlarını da görülmektedir. Model 1 tasarımı indirme zamanında olduğu gibi yükleme süresinde de bulut modele göre daha iyi performans göstermektedir. Bu sonuçlardan CLS hizmetinin simulasyonun başında devreye girip indirme ve yükleme sürelerinde belirgin bir azalışa sebebiyet verdiği sonucuna varılmaktadır. Best-effort modeli gibi çalışıp paketlerin hızlıca iletilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 29 – FTP İndirme/Yüklenme Tepki Süresi

Bir diğer karşılaştırma kriteri ise HTTP sayfa tepki ve nesne süresidir. Şekil 30 ‘da HTTP uygulamasında Model 1 ve bulut senaryolarının karşılıklı tepki süreleri verilmiştir. Bulut modelde sayfa tepki süresi 3 saniye dolaylarında sabit kalırken; bu süre Model 1 tasarımında yarım saniyenin altına düşmektedir. Aynı şekilde bulut model için nesne tepki süresi 1 saniye civarında görülürken, model 1’de 0.2 saniyeye kadar gerilemiştir. WFQ mekanizması yüksek bant genişliğine ihtiyaç duymayan uygulamalar için bile öncelik sağladığından, FTP, VOIP gibi öncelik sırası daha yüksek uygulamaların mevcut olduğu ve trafiğin yoğun olduğu durumlarda bile HTTP uygulaması büyük bir gecikmeye uğramaz. Diğer kuyruklara sıra gelmesi için en öncelikli kuyruktaki verinin bitmesi için PQ’ dekinin aksine beklenmez. Yöntemin adil olması buradan gelmektedir. Belli bir bant genişliğinin altında olan uygulamalar bu mantığa, üstünde olanlar ise best effort şekline göre çalışmaktadır.

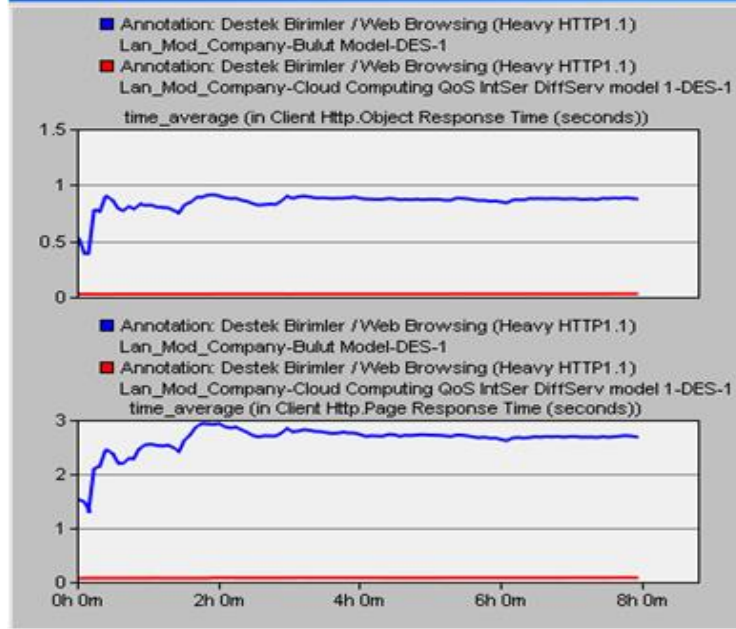


Şekil 30 – HTTP Sayfa/Nesne Tepki Süresi

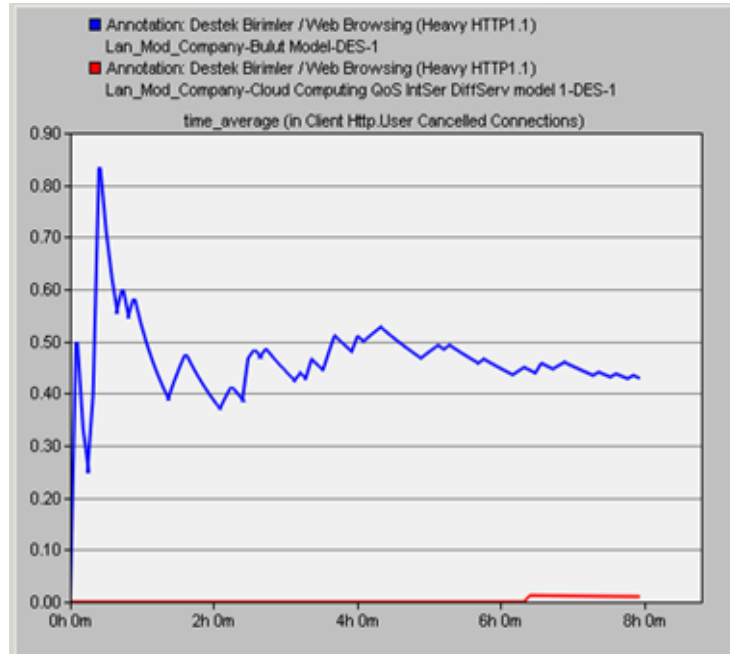
Yukarıda verilen grafikler, tüm ağda var olan ortalama trafik üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda ortaya çıkan genel sonuçları göstermektedir.

Aşağıda yer alan bölümde Model 1’de var olan yerel ağ sonuçları değerlendirilecektir. İncelenen konum İstanbul ofisinde 2. Kat ve 3. Katta yer alan kullanıcıların sonuçlarının genel ağdaki sonuçlarla nasıl bir uyum gösterdiği analiz edilecektir.

Şekil 31’de İstanbul ofiste yer alan destek birimlerin web trafiği görülmektedir. Ortalama süreyle karşılaştırıldığında aynı sonuçları görülmektedir. Ayrıca şekil 32 dikkate alındığında model 1 tasarımı kullanıldığı zaman kullanıcı tarafından sayfa geç açılmasından dolayı reddelilen bağlantı sayısı neredeyse sıfırdır ve bulut ağına göre daha verimli çalışmaktadır.



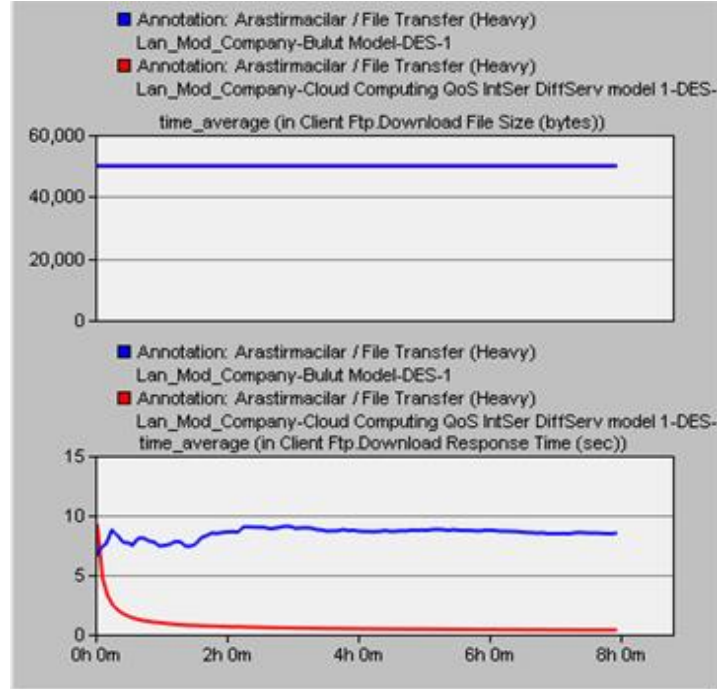
Şekil 31 - İstanbul Ofis HTTP Tepki Süresi



Şekil 32 – HTTP İptal Edilen Bağlantı Sayısı

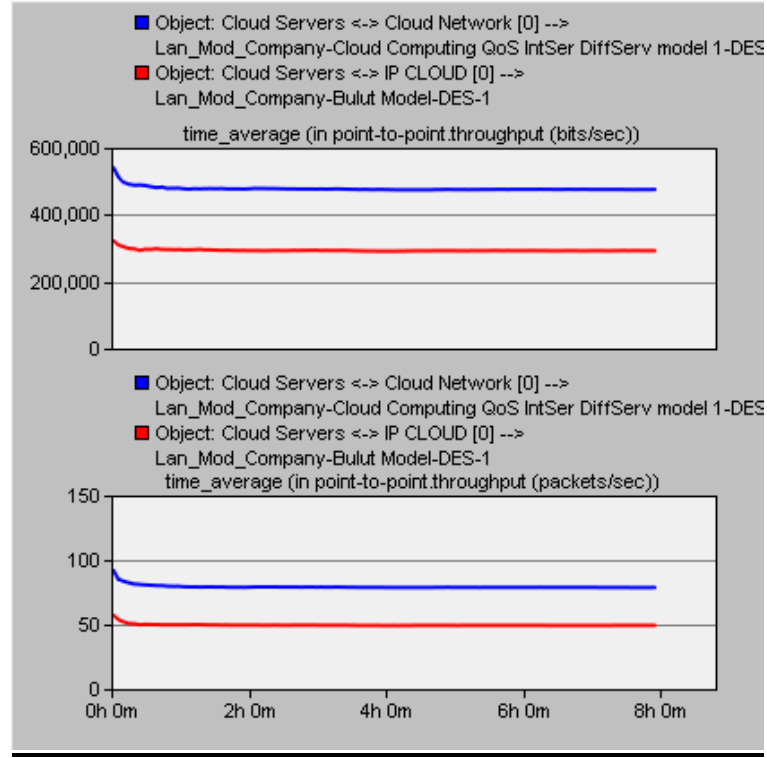
Şekil 33'te ftp uygulamasında Model 1 ve bulut senaryolarının karşıdan indirme tepki süreleri verilmiştir. Model 1 tasarımı bulut modele oranla indirme süresi genel

sonuçlarla uyum göstermektedir. Ayrıca aynı şekilde zamanla ortalama indirilen trafiğin boyutunu da görülmektedir. Her iki senaryoda da aynı boyutta trafik akışı vardır.



Şekil 33 – İstanbul Ofis FTP İndirme/Yüklenme Tepki Süresi

Şekil 34 'te Model 1 ve bulut senaryolarının sunucuların bağlı olduğu bulut ağına olan verimlilik değerleri verilmiştir. Ağ üzerinde gönderilen veya alınan paketlerin toplam büyüklüğünün zamana oranı şeklinde gösterilmiştir. Aynı zamanda bir ağın performansını göstermektedir. Model 1 performans olarak bulut ağının önünde yer almaktadır.



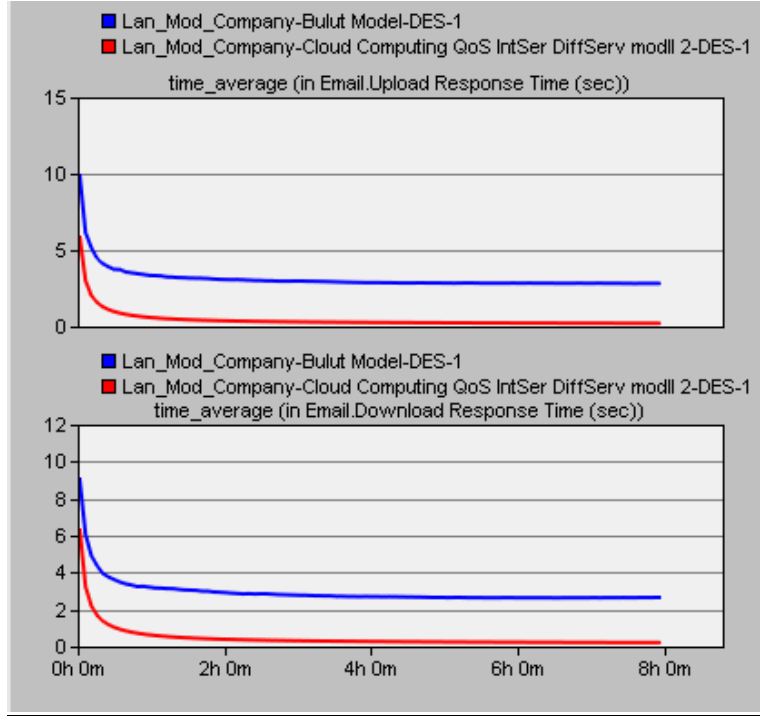
Şekil 34 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri

6.7.2. Model 2

Tipik bir uygulamada, bir şirketin coğrafi olarak dağıtılmış siteleri birbirine bağlamak için Internet kullanmaktadır. Her şirket kendisine tahsis edilen profilin içerisinde maksimum yüksek öncelikli olarak iletilmesini ister. Guaranteed Service'in Expedited Service, Controlled-Load Service'in ise Düşük Öncelik Assured Service mekanizması ise eşlendirildiği Model 2; ethernet gecikmesi, e-posta trafiği, FTP tepki süreleri ve HTTP tepki süreleri üzerinden genel bulut modeli karşılaştırılacaktır. Ayrıca sunucuların bulut ağına bağlantı noktasındaki verimlilik değerleri de gözlemlenmektedir.

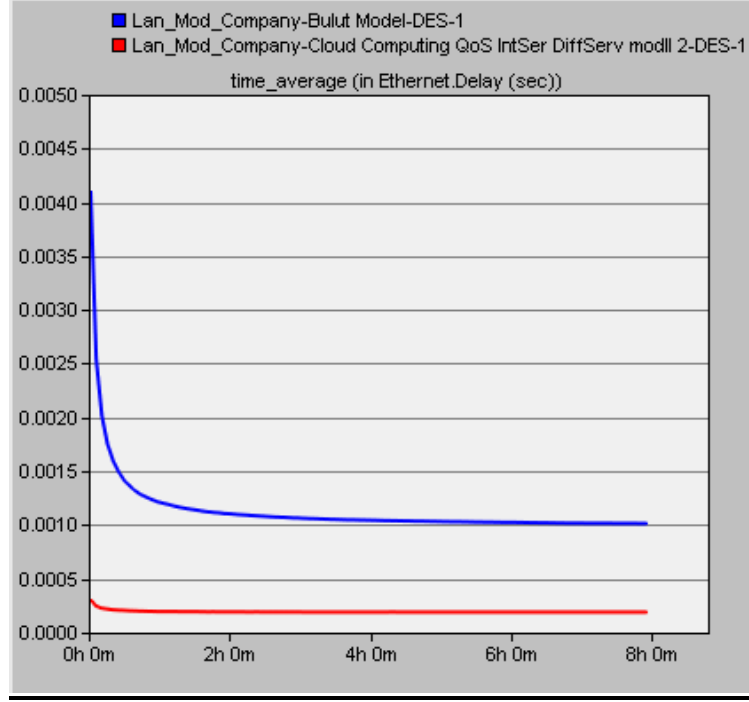
Şekil 35 e-posta uygulama sırasında bulut ağının ve Model 2 'nin e-posta yükleme ve indirme sürelerini göstermektedir. Konfigure edilmiş bulut modelinin diğer modele oranla daha tepki süresinin çok daha düşük olduğu görülmektedir. Hizmet kalitesini arttırmak için paketlerin sınıflandırılıp önem sırasına göre kuyruğa alınması yeni tasarlanan bu modelde performans ve verimlilikte artış getirmiştir. WFQ kuyruk

disiplinin etkisi ile düşük bant genişliği gerektiren uygulamalara tanınan yüksek öncelik sayesinde e-posta uygulamasında iyileştirilme gözlemlenmiştir.



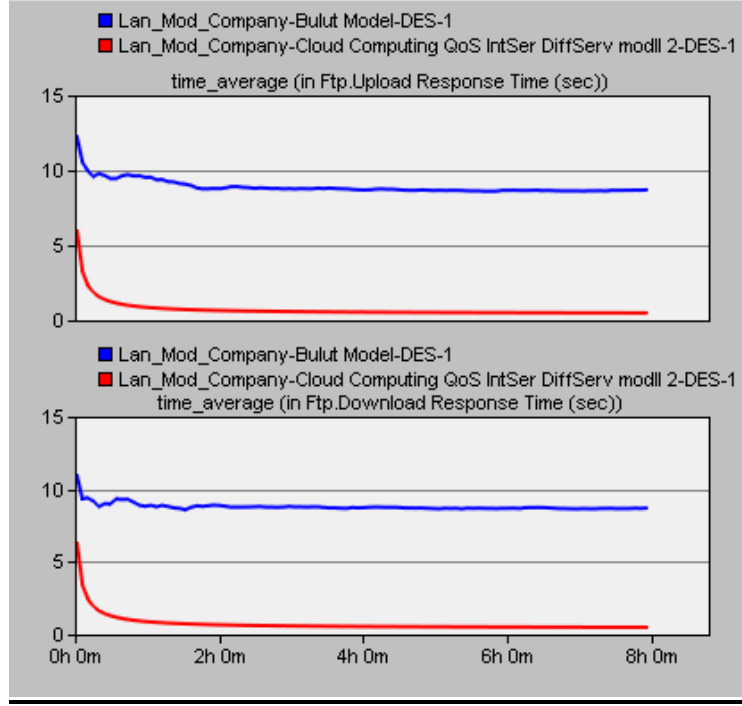
Şekil 35 – E-posta İndirme / Yükleme Tepki Süresi

Model 2 ve bulut senaryolarının ethernet gecikmeleri açısından aralarında çok büyük bir fark olmadığını görülmektedir. Model 2, az bir süre farkıyla bulut modelinden biraz daha iyi bir performans göstermektedir. Assured Forwarding uyarlamalarında Weighted Random Early Detection (WRED) kullanılarak uzun vadeli tıkanıklık minimize edilmeye çalışılmakta ve bu sayede ortalama ethernet gecikmesi değerinin düşük tutulması sağlanmaktadır.



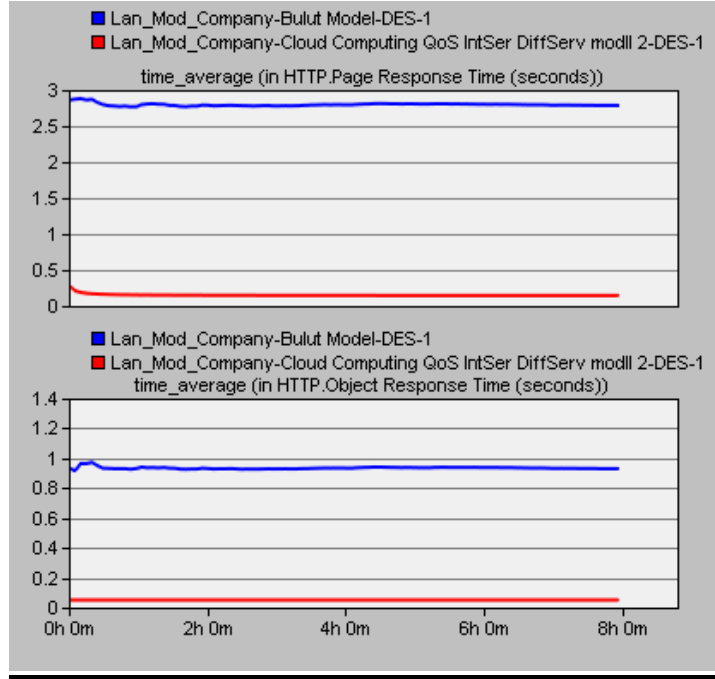
Şekil 36 – Ethernet Gecikmesi

Şekil 37 ‘de FTP uygulamasında Model 2 ve bulut senaryolarının karşıdan indirme tepki süreleri verilmektedir. Model 2 tasarımı bulut modele oranla indirme süresinde belirli bir düşüş yakalamıştır. Aynı şekilde sunucuya yükleme zamanlarında görülmektedir. Model 2 tasarımı indirme zamanında olduğu gibi yükleme süresinde de bulut modele göre daha iyi performans göstermektedir. Bu sonuçlardan CLS hizmetinin simulasyonun başında devreye girip indirme ve yükleme sürelerinde belirgin bir azalışa sebebiyet verdiği sonucuna varılmaktadır. Neredeyse best-effort modeli gibi çalışıp paketlerin hızlıca iletilmesine olanak sağlamak ve iletilen paketler DiffServ alanına girdiğinde servis sağlayıcı veya gönderici tarafından öncelik sıraları atanmakta ve düşürülme sıraları belirlenmektedir. Bu sayede yüksek öncelikli ve düşürülme önceliği az olan paketler best effort prensibiyle sınır yönlendiriciler tarafından yerel şirket ağlarına doğru iletilirler. Bir kalabalık DS düğümü tercihen daha yüksek düşürülme değeri ile işaretlenmiş paketleri atarak daha düşük düşürülme değeri ile işaretlenmiş paketleri korumaya çalışır.



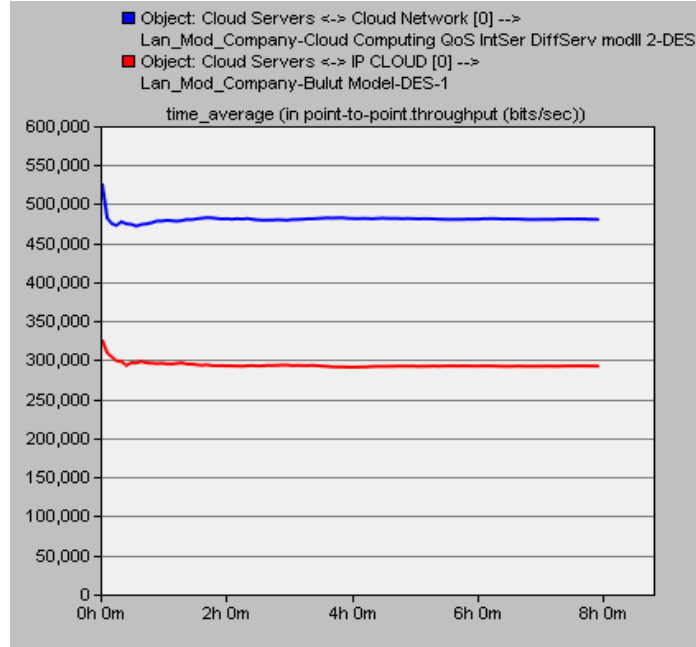
Şekil 37 – FTP Yükleme / İndirme Tepki Süresi

Bir diğer karşılaştırma kriteri ise HTTP sayfa tepki ve nesne süresidir. Şekil 38’de HTTP uygulamasında Model 2 ve bulut senaryolarının karşılıklı tepki süreleri verilmektedir. Bulut modelinde sayfa tepki süresi 3 saniye dolaylarında sabit kalırken bu süre Model 2 incelendiğinde yarım saniyenin altına düşmektedir. Aynı şekilde bulut model için nesne tepki süresi 1 saniye civarında olurken, model 2’de 0,2 saniyeye kadar gerilemektedir.



Şekil 38 – HTTP Sayfa / Nesne Yüklenme Tepki Süresi

Son karşılaştırma alanı sunucuların bulut düğümüne olan verimlilik değerleridir. Ağ üzerinde gönderilen veya alınan paketlerin toplam büyüklüğünün zamana oranı ve performansını aşağıda gösterilmektedir. Model 2 performans olarak bulut ağının önünde yer almaktadır. Model 2 tasarımında sunucular üzerindeki trafikte bulut ağına göre 1,5 kat daha fazla verim alınabildiği görülmektedir.

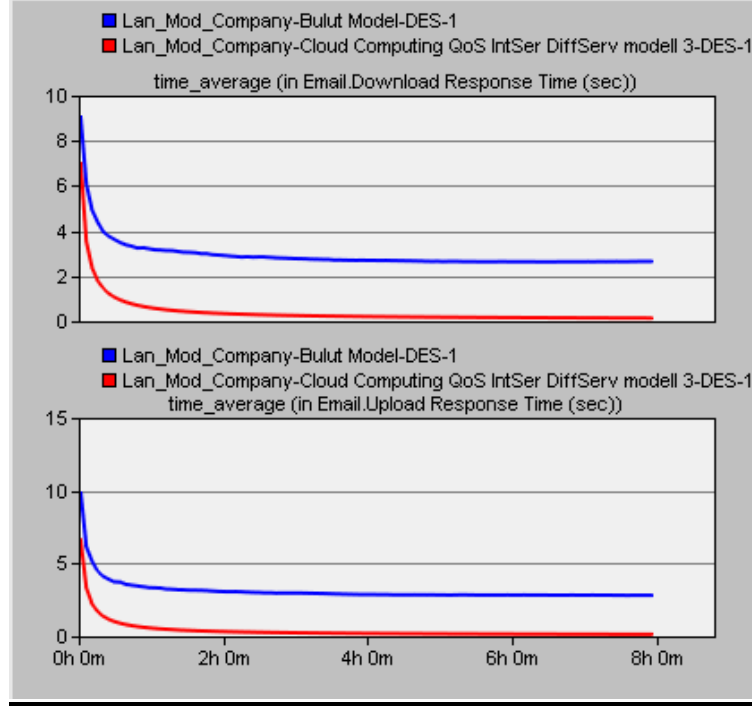


Şekil 39 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri

6.7.3. Model 3

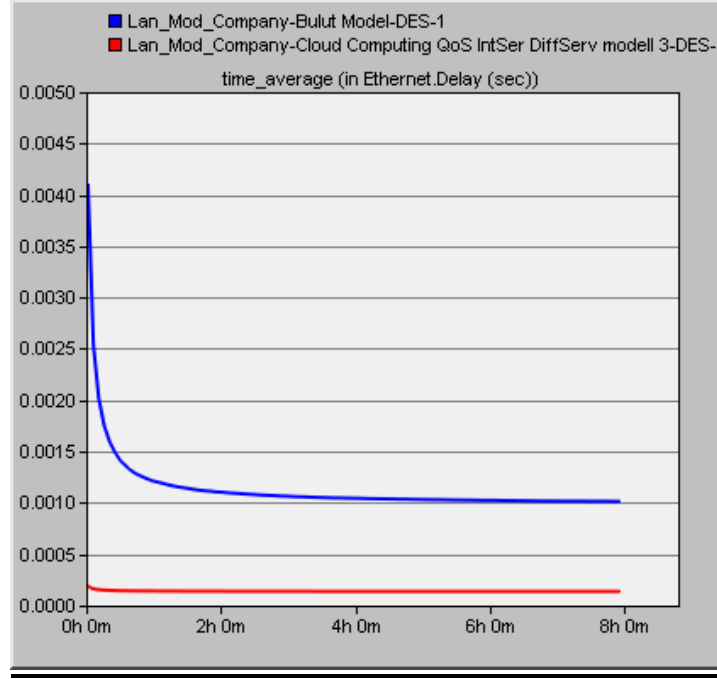
Bu modelde; Guaranteed Service'in Expedited Service, Controlled-Load Service'in Yüksek Assured Service mekanizması eşlendirilmesi ile oluşturulmuştur. Ethernet gecikmesi, e-posta trafiği, FTP tepki süreleri ve HTTP tepki süreleri üzerinden genel bulut modeli karşılaştırılmaktadır. Ayrıca sunucuların bulut ağına bağlantı noktasındaki verimlilik değerleri de analiz edilmektedir.

Şekil 40, e-posta trafiğinde bulut ağının ve Model 3 'ün davranışlarını göstermektedir. Model 3'ün diğer modele oranla daha tepki süresinin çok daha düşük olduğu görülmektedir. Hizmet kalitesini arttırmak için paketlerin sınıflandırılıp önem sırasına göre kuyruğa alınması yeni tasarlanan bu modelde performans ve verimlilikte artış getirmektedir. E-posta uygulaması DiffServ alanında yüksek öncelik sayılmamasına rağmen WFQ kuyruk disiplinin etkisi ile her kuyruğa sıra hakkı verilmektedir ve bu sayede öncelik sırası daha gerilerde olan trafiğin de etkin bir şekilde iletilmesi sağlanmaktadır.



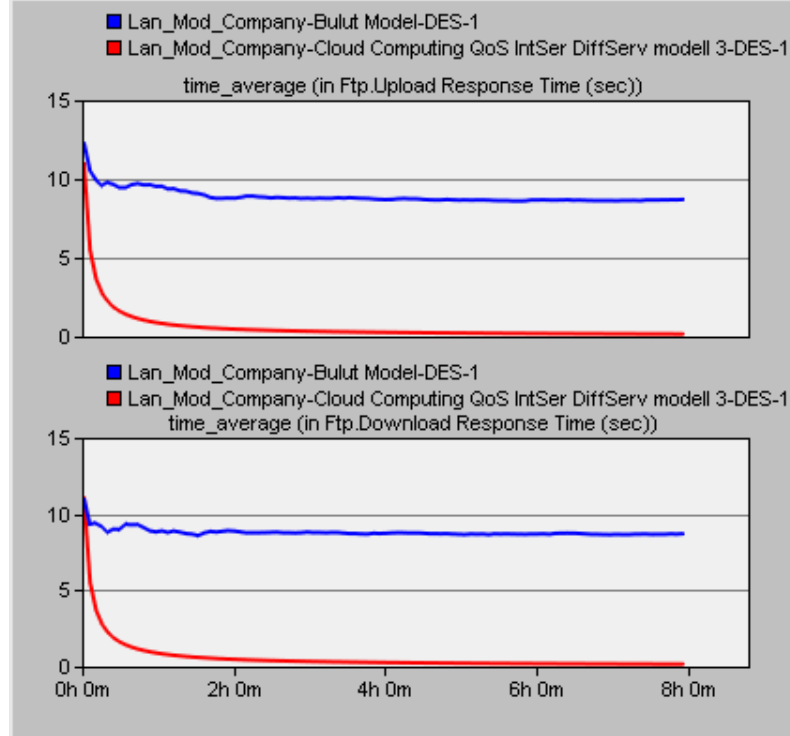
Şekil 40 – E-posta İndirme / Yükleme Tepki Süresi

Model 3 ve bulut senaryolarının ethernet gecikmeleri açısından aralarında var olan fark dikkate alınmayacak kadar düşüktür. Model 3, az bir süre farkıyla bulut modelinden biraz daha iyi bir performans göstermektedir. Assured Forwarding uyarlamalarında Weighted Random Early Detection (WRED) kullanılarak uzun vadeli tıkanıklık minimize edilmeye çalışılmakta ve bu sayede ortalama ethernet gecikmesi değeri düşük tutulması sağlanmaktadır.



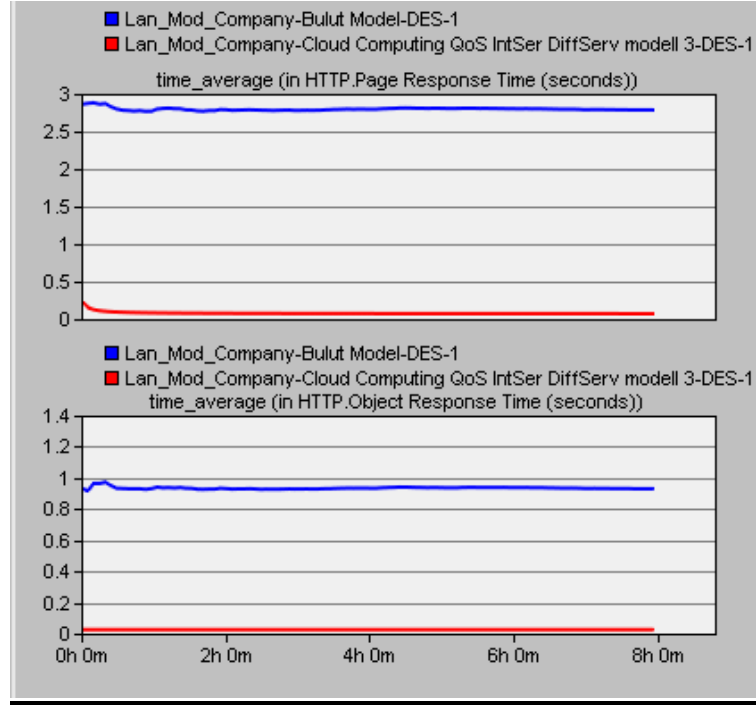
Şekil 41 – Ethernet Gecikmesi

Şekil 42 ‘de ftp uygulamasında Model 3 ve bulut senaryolarının sunucudan indirme ve sunucuya yükleme tepki süreleri verilmektedir. Model 3 tasarımı bulut modele oranla indirme süresinde ciddi bir performans artışı sağlamaktadır. Verilen şekilde sunucuya ait yükleme zamanlarını da görülmektedir. Model 2 tasarımı indirme zamanında olduğu gibi Model 3’ün yükleme süresi bulut modele göre daha iyi performans göstermektedir. IntServ/DiffServ eşlenmesi sonucunda birlikte çalışan bu iki mekanizma, yerel ağda verilen CLS hizmeti sayesinde FTP paketleri yüksek öncelikli olarak hızlı bir iletimden geçerek yüksek öncelikli olarak iletilecekleri DiffServ alanına gelmektedir. DiffServ alanına girdiğinde servis sağlayıcı veya gönderici tarafından öncelik sıraları atanmakta ve düşürülme sıraları belirlenmektedir. Bu sayede yüksek öncelikli ve düşürülme önceliği az olan paketler best effort prensibiyle sınır yönlendiriciler tarafından yerel şirket ağlarına doğru iletilmektedir.



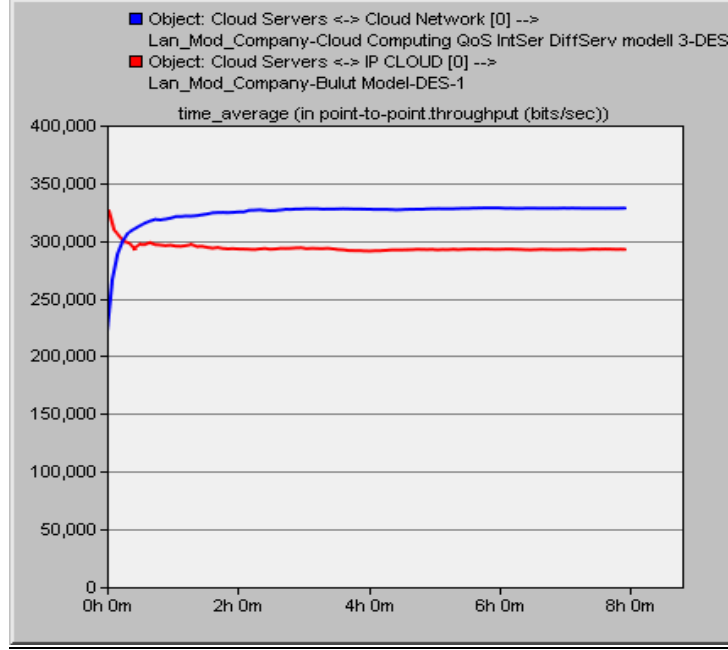
Şekil 42 – FTP Yükleme / İndirme Tepki Süresi

Bir diğer karşılaştırma kriteri ise HTTP sayfa tepki ve nesne süresidir. Şekil 43 'te HTTP uygulamasında Model 3 ve bulut senaryolarının karşılıklı tepki süreleri verilmektedir. Bulut modelinde sayfa tepki süresi 3 saniye dolaylarında sabit kalırken bu süre Model 2 incelendiğinde sıfıra yaklaşmaktadır. Aynı şekilde bulut model için nesne tepki süresi 1 saniye civarında olurken, model 3'de neredeyse sıfır olmaktadır.



Şekil 43 – HTTP Sayfa / Nesne Yükleme Süresi

Son karşılaştırma alanı sunucuların bulut düğümüne olan verimlilik değerleridir. Ağ üzerinde gönderilen veya alınan paketlerin toplam büyüklüğünün zamana oranı aşağıda gösterilmektedir. Model 3 performans olarak başta öncelikli olmayan düşürülen paketler nedeni ile düşük performans gösterse de tıkanıklığı azaltan kuyruk algoritmaları sayesinde performans bulut ağının önünde yer almaktadır.



Şekil 44 – Sunucu Bulut Ağı Verimlilik Değeri

6.7.4. IntServ / DiffServ Modellerinin Karşılaştırması

Bulut ağı modellerinin birbirleri arasındaki farkları aşağıdaki tablodan daha net bir şekilde görülmektedir.

Tablo 34 – Modellerin Karşılaştırılması

	Bulut Ağı	Model 1	Model 2	Model 3
Ethernet Delay (sec)	0,0010	0,00020	0,00019	0,00014
E-posta yükleme süresi (sn)	2,8	0,15	0,21	0,23
E-posta indirme süresi (sn)	2,7	0,18	0,22	0,24
FTP yükleme tepki süresi (sn)	9	0,35	0,50	0,15
FTP indirme tepki süresi (sn)	8,5	0,40	0,50	0,14
HTTP nesne tepki süresi (sn)	0,9	0,028	0,050	0,0025
HTTP sayfa tepki süresi (sn)	2,8	0,08	0,15	0,07
Voip Paket Gecikmesi (sn)	1,15	0,15	0,65	0,35
Video Konf Paket Gecikmesi (sn)	1,05	0,1	0,55	0,4
Sunucu-Bulut Düğüm Verimlilik (bits/sn)	290,000	475,000	480,000	330,000

Bulut ağına bakıldığı zaman tüm trafik sınıflarında tasarlanan modellerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Ethernet gecikme süreleri karşılaştırıldığında Model 3 en iyi performansı sunmaktadır. Yüksek tercihli Assured Forwarding uyarlamalarında WRED kullanılarak uzun vadeli tıkanıklık minimize edilmiştir. Bu sayede ortalama ethernet gecikmesi değerinin düşük tutulması sağlanmıştır. Önceliği düşük olan paketlerin düşürülmesi sayesinde tıkanıklığın önüne geçilmektedir. Ethernet gecikmesinde olduğu gibi FTP trafiğinde de Model 3 en iyi performansı göstermektedir. Kullanıcı tarafında veya DiffServ bölgesinde yüksek öncelik verilen FTP paketleri best effort prensibiyle DiffServ alanında ve CLS hizmeti ile best effort'a yakın bir hizmetle IntServ alanında iletilir. Sunucuların bulut ağı ile olan bağlantılarında en iyi verimliliği Model 2'nin sağladığı görülmektedir. Düşük öncelikli paketlerin dahi yüksek öncelikli paketler karşısında düşürülmeden ilerleyebilmesi tercihi ve WFQ tarafından sağlanan adil kuyruk disiplini yöntemi ile saniyede en yoğun paket iletimi Model 2'de olmaktadır. Son olarak VOIP, Video konferans gibi uygulamalarda PQ kuyruk disiplini ses ve görüntü dosyalarına öncelik atayarak bu paketlerin sorunsuz ve çabuk bir şekilde iletilmesini sağlar. EF hizmetinde PQ 'in atanması ile beraber veri kaybı ve gecikme garanti altına alınmakta ve ses ve görüntü trafiği için en ideal seçim Model 1 olarak belirlenmektedir. Modellerin karşılaştırıldığı grafikler Ek A'da verilmiştir.

7. SONUÇ

Bulut Bilişim alt yapısı her bir kullanıcı profilleri için Internet bağlantısı olan herhangi bir yerden herhangi bir zamanda aynı yazılımı, aynı veritabanı, aynı altyapı kullanmasına olanak sağlar. Aynı zamanda, müşterilerin şikâyet veya memnuniyetleri derhal tespit edilip ve en kısa sürede cevap verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, sağlanacak olan hizmetlerde kalite ve esneklik sağlandığı gibi maliyet avantajları da elde edilebilir. Bu uygulama ile gereksiz performans, elektrik kullanımı ve işçiliğinin önlenmesi mümkündür. Global ölçekte tasarruf elde edilebilir.

Çalışmanın ilk bölümünde, iki ağ altyapısı (Bulut ve LAN modeli) tasarlanmıştır. İlk karşılaştırma kriteri maliyet üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bulut modelinin, standart ağ yapısına göre 3'te 1 oranında fiyat tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Sonraki aşamada bu modellerin performansları gerçek zamanlı uygulamalardan HTTP, E-posta, FTP trafik, Ethernet gecikmesi üzerinden karşılaştırılmıştır. Bunun bir sonucu olarak, bulut modeli belirtilen şartlar altında, her trafik çeşidinde LAN modelinden daha iyi bir performans sergilemiştir.

İkinci bölümde ise ilk bölümde kullanılan bulut modelinin geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. En çok kullanılan QoS mekanizmalarından IntServ ve DiffServ servisleri incelenip, bu iki mekanizmanın eşlenmiş ve bulut mekanizması üzerinde birlikte çalışması sağlanarak yeni modeller ortaya çıkarılmıştır. IntServ modeli trafik hacminin düşük olduğu ve tahmin edilmesi zor olan ağlarda garanti trafik sağlamaktadır. Bunun yanında geniş alan ağlarda DiffServ kullanılması sayesinde ölçeklendirilmiş ve daha istikrarlı bir ağ yapısına sahip olunmaktadır. IntServ modelleri yeni modellerin QoS ayarları yapılmamış bulut modeli ile gerçek zamanlı uygulamalardan HTTP, E-posta, FTP trafik, Ethernet Gecikmesi, Video Konferans ve VOIP üzerinden karşılaştırılması yapılmıştır. Ethernet gecikmesi ve FTP trafiğinde Model 3 en iyi performansı göstermiştir. Sunucuların bulut ağı ile olan bağlantılarında en iyi verimliliği Model 2'nin sağladığı görülmüştür. Son olarak, ses ve görüntü trafiği için en ideal

seçimin Model 1 olarak gözlemlenmiştir. Simulasyon sonuçlarında açıkça görülmüştür ki, iki QoS mekanizmasının bulut ağı üzerinde kombinasyonu sayesinde gelişim kazanılmıştır.

Çalışmamızın başında var olan sorulara cevap verilebilirliği açısından çalışma başarılı olmuştur. Bulut ağı kullanılmasının gelişmesi ve getirdiği avantajlar sayesinde bu alanda yapılan çalışmalar gün geçtikçe artacaktır. Bu projede tek bir şirketin ağ üzerinde var olan trafiği çalışılmıştır. Tasarlanan modellerin arasındaki farkın daha net görülebilmesi için farklı şirketlerin ve trafiklerin olduğu bir simulasyon ortamının olması gerekmektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar için, değişkenlik gösteren QoS ihtiyaçlarının DiffServ/IntServ mekanizmalarının farklı modellerde eşlenmesi ile kullanıcı ihtiyaçları daha etkin bir şekilde karşılanabilir ve daha büyük ağlarda bunun gerçekleştirilmesi sağlanabilir.

8. KAYNAKLAR

[1] National Institute of Standards and Technology (NIST) Department of Commerce, Herbert C. Hoover Building, 14th St. & Constitution Ave., NW, Washington, DC 20230, May 2010

[2] P. Mell, T. Grance “NIST Definition of Cloud Computing” NIST Special Publication 800-145, Gaithersburg, September 2011

[3] “Negus, K., Petrick, A., “History of Wireless Local Area Networks (WLANs) in the Unlicensed Bands” George Mason University Law School Conference, April 2004.

[4] “ICT Facts and Figures” ICT Data and Statistics Division, February 2013, erişim adresi: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2013-e.pdf> erişim tarihi: April 2014

[5] Wroclawski, J., “The Use of RSVP with IETF Integrated Services”, RFC 2210, IETF, September 1997.

[6] S. Garfinkel “The Cloud Imperative” erişim adresi: <http://www.technologyreview.com/news/425623/the-cloud-imperative/>, October 2011, erişim tarihi: Nisan 2014

[7] “Gartner Predict Cloud Computing Spending to Increase by 100% in 2016, Says AppsCare,” PRWeb.com, 2012, erişim adresi: <http://www.prweb.com/releases/2012/7/prweb9711167.htm> erişim tarihi: Mart 2014

[8] Weaver, D. “Six Advantages of Cloud Computing in Education”, Pearson School Systems, April 2013, erişim adresi: <http://www.pearsonschoolsystems.com/blog/?p=1507#sthash.QCAL0LKR.dpbs> erişim tarihi: Nisan 2014

[9] Campbell, R., Gupta, I., “Open Cirrus TM Cloud Computing Testbed: “Federated Data Centers for Open Source Systems and Services Research” May 2009.

[10] Averitt, S., Bugaev, M., Peeler, A., Shaffer, H., Sills, E., Stein, S., Virtual computing laboratory (VCL). Proceedings of the International Conference on Virtual Computing Initiative (ss. 1–16). NC: IBM Corp., Research Triangle Park, 2007.

[11] Dong, B., Zheng, Q., Quiao, M., Shu, J., Yang, J., BlueSky cloud framework: an elearning framework embracing cloud computing. Lecture Notes in Computer Science, 5931, 577–582, 2009

[12] Walsh, K., “Microsoft’s Live@edu versus Google Apps for Education” September 2009, erişim adresi: <http://www.emergingedtech.com/2009/09/microsoft-live-edu-versus-google-apps-for-education/> erişim tarihi: Nisan 2014

[13] Wong, W., “The Army Brings the Cloud to the Battlefield” FedTech Magazine, July 2013, erişim adresi: <http://www.fedtechmagazine.com/article/2013/07/army-brings-cloud-battlefield> erişim tarihi: Nisan 2014

[14] “Sağlık alanındaki yeni eğilim bulut bilişim”, Kasım 2013, erişim adresi: <http://www.bthaber.com/saglik-alanindaki-yeni-egilim-bulut-bilisim/>, erişim tarihi Nisan 2014

[15] Blaisdell, R., “Cloud Computing Advantages for the Healthcare Industry”, May 2013, erişim adresi: <http://www.rickscloud.com/5-cloud-computing-advantages-for-the-healthcare-industry/>, erişim tarihi: Nisan 2014

[16] Ceylan, B., “Sağlık Sektörünün Geleceği Bulut Bilişim”, erişim adresi: <http://www.tekdozdijital.com/saglik-sektorunun-gelecegi-bulut-bilisim.html>, erişim tarihi: Nisan 2014

[17] O’Neill, S., “Microsoft’s Home of the Future: A Visual Tour” erişim adresi: http://www.cio.com/article/597693/Microsoft_s_Home_of_the_Future_A_Visual_Tour erişim tarihi: Mart 2014

[18] Kaplan, Y., “Bulut Bilişim ve İş Sürekliliği”, erişim adresi: <http://www.yasinkaplan.com/tr/docs/Cloud.pdf> erişim tarihi: Mart 2014

[19] “Amazon EC2” erişim adresi: <http://aws.amazon.com/ec2/> erişim tarihi: Mart 2014

[20] “Google Hesabı ile Google Apps Hesabı arasındaki fark?” erişim adresi: <https://support.google.com/accounts/answer/72709?hl=tr> erişim tarihi: Mart 2014

- [21] Yıldız, Ö. R., “Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim ve Denetim” Sayıştay Dergisi, Sayı 74-75, sf. 8-10 Temmuz 2009.
- [22] Mirzaoğlu, A., G., “Bulut Bilişimin Teknik, Uygulama ve Düzenleme Boyutuyla Değerlendirilmesi, Dünya Örnekleri ve Ülkemize İlişkin Öneriler”, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2011.
- [23] “Defining "Cloud Services" and "Cloud Computing.”” IDC, September 2008, erişim adresi: <http://blogs.idc.com/ie/?p=190>, erişim tarihi: Mart 2014,
- [24] The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Science and Technology, Temmuz 2011.
- [25] Steven, A.,” When hybrid clouds are a mixed blessing.” May 2011.
- [26] Korkmaz, Y., “Bulut bilişim:Türkiye için fırsatlar”, erişim adresi: <http://www.tubitak.gov.tr>, erişim tarihi: Mart 2014.
- [27] M. Miller “Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and Collaborate Online” sf. 19–21, August 2008, USA.
- [28] “Encrypted Storage and Key Management for the cloud”, erişim adresi www.CryptoClarity.com. Erişim tarihi: Mart 2014.
- [29] Mills, E., "Cloud Computing Security Forecast".CNET. January 2009.
- [30] Serin, T., “Cloud Computing”, Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgisayar Bölümü, Nisan 2010.
- [31] Gu D., Zhang J., "QoS enhancement in IEEE 802.11 wireless local area networks", IEEE Communication Magazine, vol. 41, no. 6, pp 120–124, June 2003.
- [32] Sultan, N., “Cloud Computing: A Democratizing Force”, International Journal of Information Management, 33,s.810-815, 2013.
- [33] Henkoğlu, T., Külcü, Ö.,“Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme” Bilgi Dünyası,14 sf 62-86, 2013

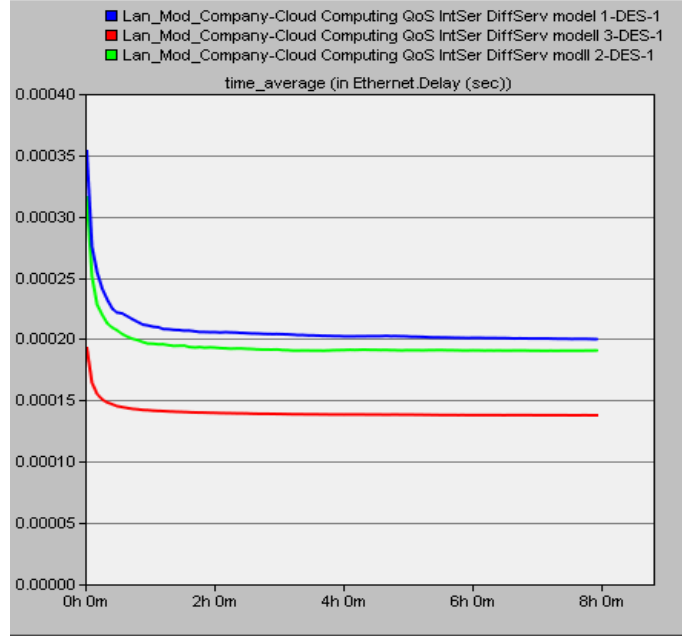
- [34] “Bulut Bilişim Güvenlik ve Kullanım Standardı” Türk Standartları Enstitüsü, sf 11-14, 2013
- [35] Brender, N. ve Markov, İ., “Risk Reception and Risk Management in Cloud Computing: Results from a Case study of Swiss Companies”, Internatinal Journal of Information Management”, s.726-733, 2013.
- [36] Brodtkin, J. G., “Seven Cloud-Computing Security Risks”, s.l, Gartner, 2008.
- [37] Nelson, M.R., “The Cloud, the Crowd and Public Policy”, 2009.
- [38] OPNET Technologies, Inc., “OPNET Modeler: Network Simulation”, erişim adresi: http://www.opnet.com/solutions/network_rd/modeler.html erişim tarihi: Ekim 2013.
- [39] Ayup, A., Awan, S., “QoS and Integrating Issues of Real Time Traffic within Wireless Environment”, Electric-Electronics Engineering Thesis, Blekinge Institute of Technology, July 2009.
- [40] Sheldon, T., “McGraw-Hill's Encyclopedia of Networking and Telecommunications”, MCGraw-Hill Osborne Media, 2001.
- [41] G. Costa, “IntServ over DiffServ for IP QOS in Radio Access Networks” Dept. Of Department of Computer Engineering, University of Helsinki, 2003.
- [42] Braden, R., Clark, D., “Resource Reservation Protocol (RSVP) Functional Specification”, September, 1997.
- [43] Kilkki, K., "Differentiated services for the Internet", Macmillan Technical Publishing, Indianapolis, USA, June 1999
- [44] Blake, S., Black, D., Carlson, M., Davies, E., Wang, Z., Weiss, W., “An Architecture for Differentiated Services”. Internet Engineering Task Force, Request for Comments (RFC) RFC 2475, December 1998.
- [45] Taylor, S. “ DiffServ”, Network World Convergence Newsletter, November 2001.

- [46] Miller, P., “TCP/IP- The Ultimate Protocol Guide: Volume 1 – Data delivery and Routing” sf 201-205, USA, 2009.
- [47] Heinanen, J., Baker, F., Weiss, W., Wroclawski W., “Assured forwarding PHB group.” June 1999.
- [48] Akhtar, S ., Ahmed, E., Saha, A., Arefin, K., “Performance Analysis of Integrated Service over Differentiated Service for Next Generation Internet” JCIT Journal, 2010.
- [49] Peterson L., Davie, B., “Computer Networks: A Systems Approach”, sf 467-474, Vol. 4, USA, 2007.
- [50] Aboelela, E., “Networks Simulation Experiments Manual”, sf 188-120, Massachusetts Dartmouth University, April, 2003.
- [51] Bernet, Y., “A Framework For Integrated Services Operation Over Diffserv Networks”. Internet Engineering Task Force, Request for Comments (RFC) 2998, November 2000.
- [52] Bai, H., Ivancic, W., “Running Integrated Services Over Differnetiated Service Networks: Quantative Performance Measurements” Proceedings of SPIE Vol. 4866, 2002.
- [53] Cisco Systems “Qulatiy of Service – The Differentriated Service Model”
http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/ios-nx-os-software/differentiated-services/product_data_sheet0900aecd8031b36d.html
- [54] Balliache L., “Practical IP Network QoS - FIFO queuing discipline”
<http://web.opalsoft.net/qos/default.php?p=ds-22>
- [55] Balliache L., “Practical IP Network QoS - PRIO queuing discipline”
<http://web.opalsoft.net/qos/default.php?p=ds-23>
- [56] Balliache L., “Practical IP Network QoS - SFQ queuing discipline”
<http://web.opalsoft.net/qos/default.php?p=ds-25>

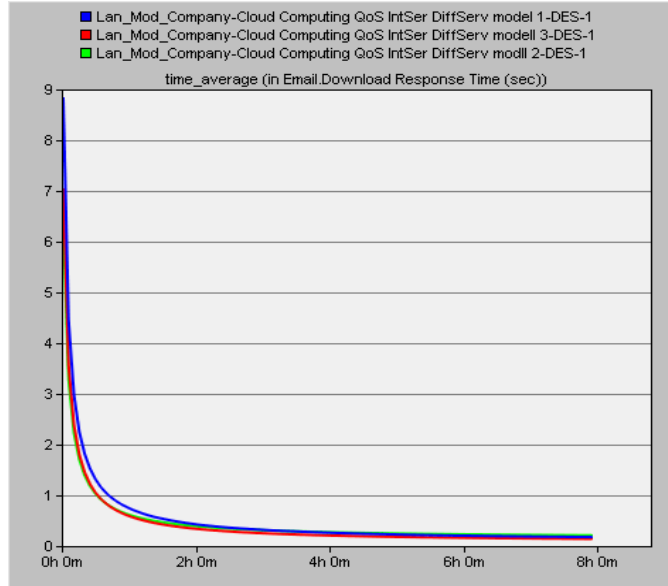
EKLER

9. QoS MODELLER KARŞILAŞTIRMASI GRAFİKLER

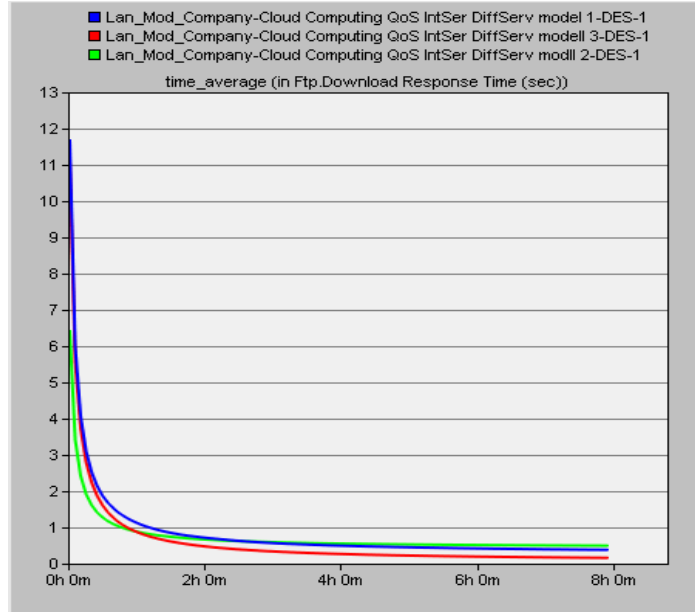
Çalışmanın ikinci bölümünde tasarlanan QoS modellerinin karşılaştırma grafikleri bu bölümde sıralanmıştır.



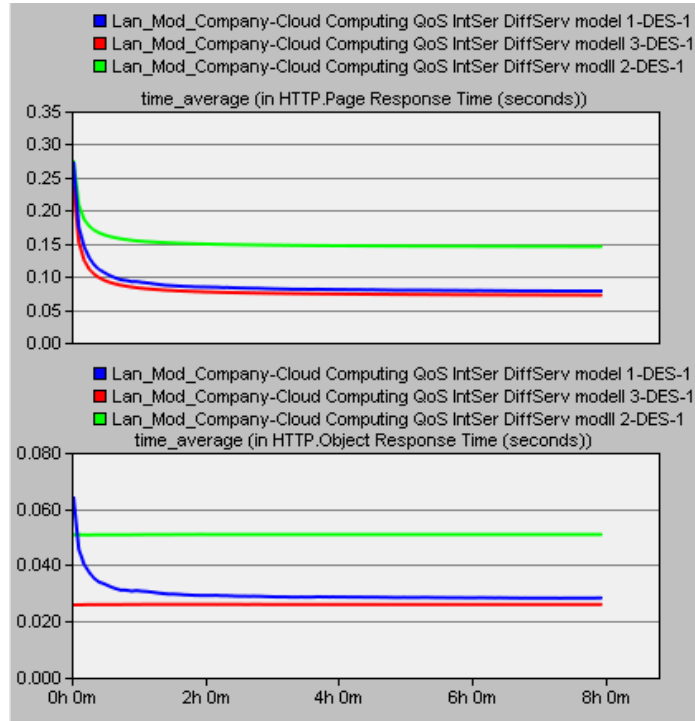
Şekil 45 – QoS Modelleri Ethernet Gecikmesi



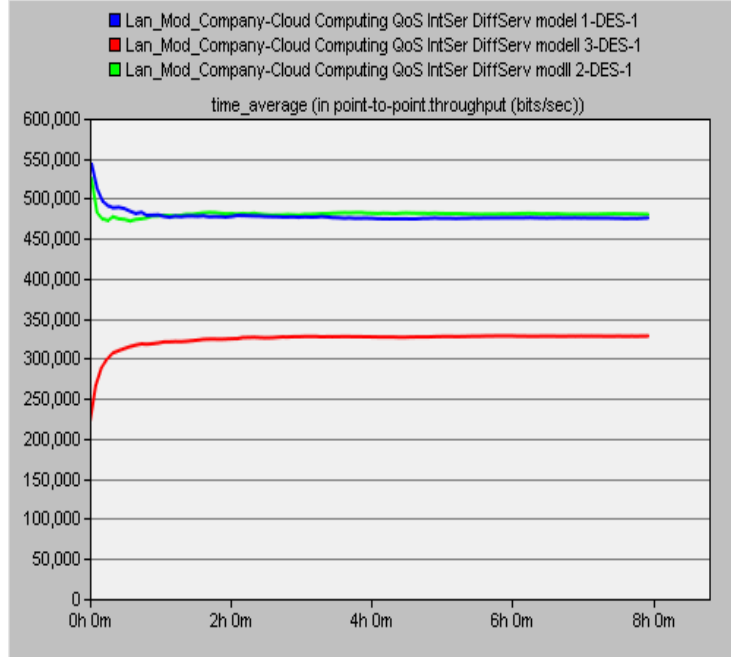
Şekil 46 - QoS Modelleri E-posta Yükleme Süresi



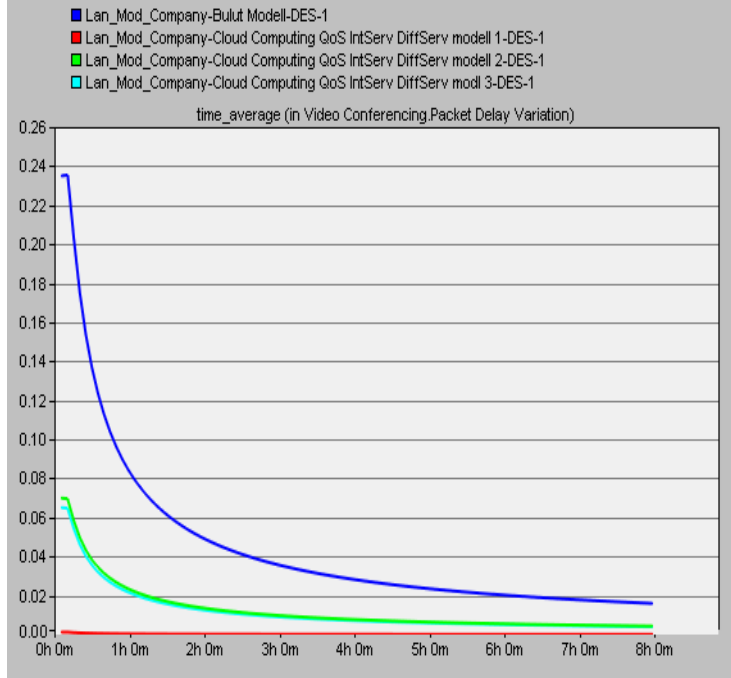
Şekil 47 - QoS Modelleri FTP İndirme Tepki Süresi



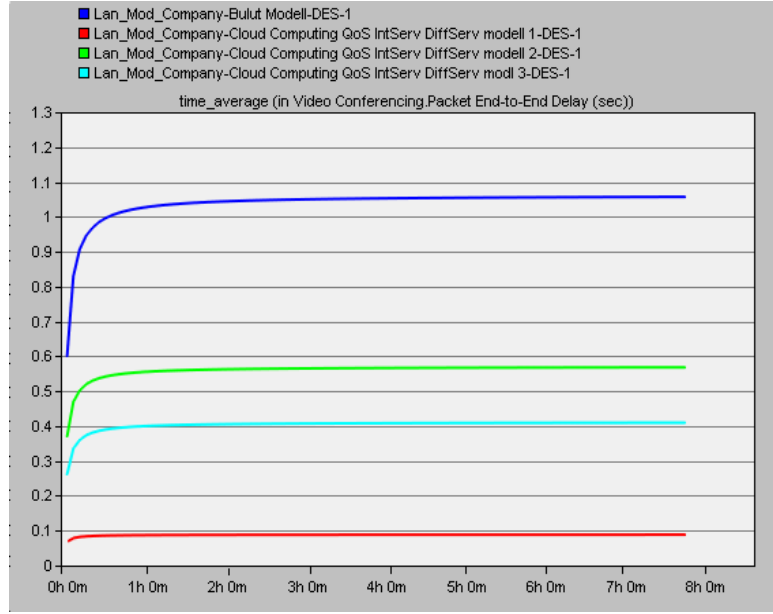
Şekil 48 - QoS Modelleri HTTP Sayfa/Nesne Tepki Süresi



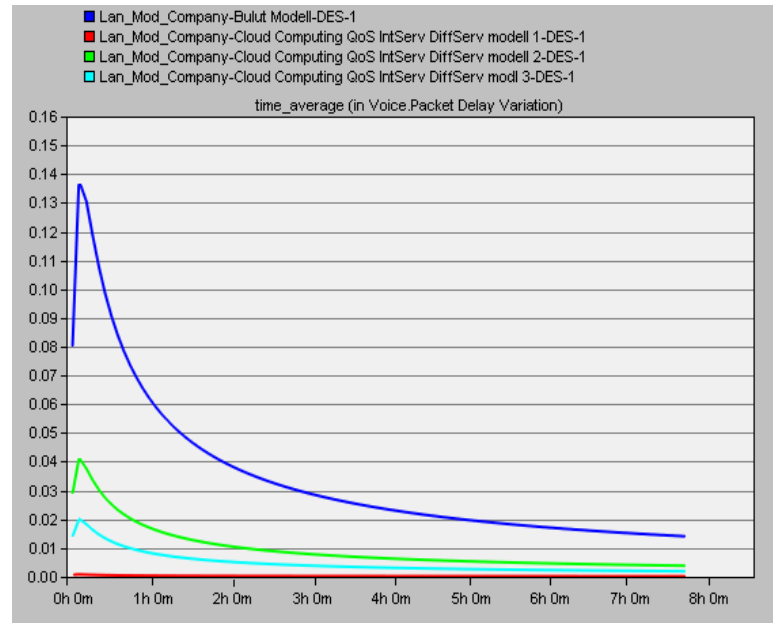
Şekil 49 - QoS Modelleri Verimlilik Karşılaştırması



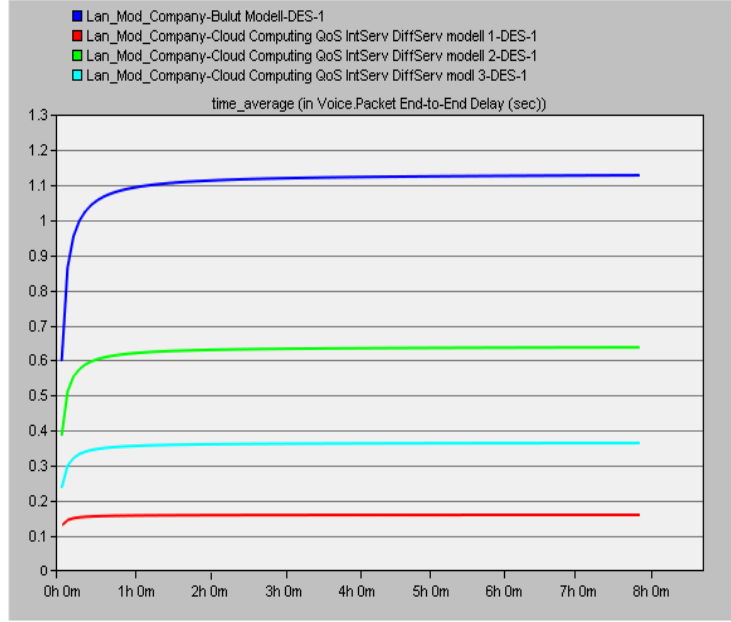
Şekil 50 - QoS Modelleri Video Konf. Paket Gecikme Değişimi



Şekil 51 - QoS Modelleri Video Konf. Paket Gecikmesi



Şekil 52 - QoS Modelleri VOIP Paket Gecikme Değişimi



Şekil 53 - QoS Modelleri VOIP Paket Gecikme Süresi

10. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILDIRIM, Abdullah Sinan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.09.1986 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 533 514 04 81
E-mail : asyildirim@etu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Y.Lisans	TOBB ETÜ, Elektrik-Elektronik Müh.	2014
Lisans	Bilkent Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Müh.	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-Halen	Aydın Yazılım Elektronik A.Ş.	Sistem Mühendisi
06.2008-07.2008	TRT	Stajyer
06.2007-07.2007	Tübitak-Sage	Stajyer

Yabancı Dil

İngilizce (Çok iyi)

Yayımlar

- Abdullah Sinan Yıldırım, Yrd. Doç. Tolga Girici "Bulut Bilişimin Kurumsal Alanda Kullanım Avantajları", İlk Bildiriler Konferansı 2013, TOBB, Ankara, Türkiye
- Abdullah Sinan Yıldırım, Yrd. Doç. Tolga Girici "Cloud Technology and Performance Improvement with Intserv over Diffserv for Cloud Computing", FiCloud2014, IEEE Comp. Society, Barcelona, Spain.