

**BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETLERİNİ DAĞITMAK
İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI**

OSAMAH FADHİL TAHER TAHER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2013
ANKARA**

**BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETLERİNİ DAĞITMAK
İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI**

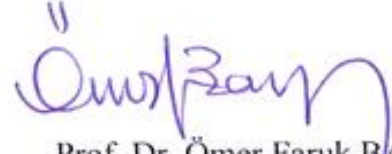
OSAMAH FADHIL TAHER TAHER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2013

Osamah Fadhil taher TAHER tarafından hazırlanan BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETLERİNİ DAĞITMAK İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


Prof. Dr. Ömer Faruk BAY
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans olarak kabul edilmiştir.

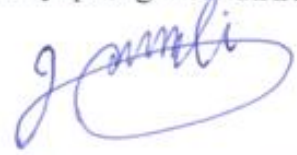
Başkan : Doç. Dr. Serçin KARATAŞ
Üye : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY
Üye : Yrd. Dr. İbrahim Alper DOĞRU
Tarih : 26/06/2013



Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

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.



Osamah Fadhil Taher TAHER

BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETLERİNİ DAĞITMAK İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Osamah Fadhil Taher TAHER

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ
Haziran 2013**

ÖZET

Günümüzde pek çok üniversite ve özellikle bilgisayar ile ilgili olan bölümlerde bilgisayar laboratuvarları bulunmaktadır. Bu tür bilgisayar laboratuvarlarını kurmak için hem laboratuvarın kurulacağı alana hem de birçok donanım ve yazılıma ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuçta bu tür ihtiyaçlar maliyetin artmasına ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Ayrıca üniversite öğrencisi MATLAB, SPSS, AutoCAD vb. uygulamalara ihtiyaç duyduğunda geleneksel bilgisayar laboratuvarlarına gitmesi gerekir fakat kullanıcının kişisel bilgisayarı yüksek özelliklere sahip olmadığına bazı 3B ve yüksek performanslı uygulamaları çalıştırmayabilir. Bulut Bilişim Platform ve Yazılım Hizmeti Teknolojisi bu tür olumsuzluklar için bir çözüm yoludur.

Bu çalışmada, Gazi Üniversitesi'nde bilgisayar laboratuvarlarına ihtiyacı olan bölümler ile kullanıcılara katkı sağlamak için bir uygulama geliştirilmektedir. Bu uygulama Bulut Bilişim Platform ve Yazılım Hizmeti'nin kullanımını sağlamak için geliştirilen Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL)

uygulamasıdır. WSL'nin geliştirilmesinde bulut bilişim ve sanallaştırma metotları kullanılmaktadır. WSL, Oracle veritabanı, VB.NET ve Uzak Masaüstü Protokolü (Remot Desktop Protokol) teknolojilerine dayanmakta, Oracle SPARC M5 sunucusu üzerinden web sayfasından işletim sistemlerini platform hizmeti olarak sağlamaktadır. Kullanıcı üniversitedeki yerel ağ üzerinden web sayfasından farklı işletim sistemlerini (Microsoft, Linux, Mac) uzaktan bir platform hizmeti olarak kullanabilmektedir. WSL office programlarını da (Word, Excel, PowerPoint) yazılım hizmeti olarak web sayfası üzerinden kullanıcıya sunmaktadır. Hem donanım hem de yazılım açısından maliyeti düşürerek mali açıdan olumlu katkı sağlamaktadır.

Bilim Kodu : 902.1.014
Anahtar Kelime : bulut bilişim, sanal laboratuvar, yazılım ve platform hizmeti, sanallaştırma, sanal makina.
Sayfa Adedi : 86
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

DESIGN OF WEB-BASED VIRTUAL LAB TO DEPLOY CLOUD COMPUTING PLATFORM AND SOFTWARE AS A SERVICE

(M.Sc. Thesis)

Osamah Fadhil Taher TAHER

**GAZI UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE**

JUNE 2013

ABSTRACT

Cloud computing is a growing trend, particularly in higher education, currently most of computer labs in many universities using different types of hardware and software that need to be physically installed and configured, These types of labs will be very costly because of the need for servers, high performance computers and software licenses (MATLAB, SPSS, AutoCAD etc), besides that students that need to use such kind of software's should come to the lab because their personal computers doesn't have the features to run these programs. So, cloud computing platform and software as a service technology is a solution for these kinds of problems because students can access necessary software's and applications from their personal computers without need high performance and configuration.

In this study, the application being developed to contribute users and departments which are need computers labs in Gazi University. The application was developed to ensure the use of cloud computing platform and software as a service is Web-based Virtual Lab (WVL) application. Cloud computing and

virtualization are used as methods in the development of Web-based Virtual Lab application. WVL providing platform as a service by web page based on Oracle database, VB.NET codes and Remote Desktop Protocol as technologies through the Oracle SPARC M5 server. Users can use (Microsoft, Linux and Mac) different operating systems remotely as platform as a service via Webpage through local network. Also WVL offer to users use (Word, Excel and PowerPoint) Microsoft office applications as software as a service through Webpage application. From the financial perspective WVL in term of both hardware and software provides a positive contribution to reduce the cost.

Science Code : 902.1.014
Key Words : cloud computing, virtual labs, software and platform service, virtualization, virtual machine.
Page Number : 86
Adviser : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

TEŞEKKÜR

Eğitim sürem boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam, sayın Prof.Dr.Ömer Faruk Bay'a, yardım ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Ayad Al-Khalidy, Periyantha Cooray, Mehmet ŞEN, Müslüm ALKURT, Ökkeş TEMÜROĞLU, Samet EVYAPAN, Abubekir DORAID, Abbass NECAROĞLU ve bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme, dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	x
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. BULUT BİLİŞİM	3
2.1. Bulut Bilişim Tanımı	3
2.1.1. Bulut bilişimin tarihçesi	4
2.1.2. Bulut bilişimin faydaları ve özellikleri.....	5
2.1.3. Bulut bilişim evrimi	8
2.1.4. Bulut bilişim mimarisi.....	10
2.2. Bulut Bilişim Hizmet Modelleri.....	11
2.2.1. Yazılım hizmeti (Software as a Service (SaaS)).....	12
2.2.2. Platform hizmeti (Platform as a Service (PaaS))	12
2.2.3. Altyapı hizmeti (Infrastructure as a Service (IaaS))	13
2.3. Bulut Bilişim Dağıtım Modelleri	14
2.3.1. Özel bulut - Private cloud.....	14
2.3.2. Genel bulut - Public cloud.....	15
2.3.3. Topluluk bulutu – Community cloud.....	15
2.3.4. Karma bulut- Hybrid cloud.....	16
2.3.5. Bulut bilişimin hizmet modelleri faydaları.....	16
2.4. Bulut Bilişim ve Maliyet.....	17
2.4.1. Tüketici görünüm maliyeti	17
2.4.2. Sağlayıcı görünüm maliyeti.....	18
2.4.3. Bulut bilişimin maliyete etkisi.....	19
2.5. Bulut Bilişim ile Veri Merkezi Karşılaştırması.....	24

2.5.1. Mimari	25
2.5.2. Kaynak yönetimi	28
2.5.3. Programlama modeli	33
2.5.4. Uygulama modeli.....	35
2.5.5. Güvenlik modeli.....	36
3. SANALLAŞTIRMA	39
3.1. Sanallaştırma Kavramı ve Tarihi.....	39
3.2. Sanallaştırmanın Tanımı	40
3.2.2. Sanallaştırmanın avantajı.....	43
3.2.3. Sanallaştırmanın dezavantajı	44
3.2.4. Sanallaştırma teknolojisinin türleri	45
4. BULUT BİLİŞİMDE GÜVENLİK VE GİZLİLİK.....	48
4.1. Güvenlik ve Gizlilik Bakışı.....	48
4.2. Bulut Bilişimde Güvenlik Riskleri	49
5. BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETİNİ DAĞITMAK İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI	53
5.1. Sanal Laboratuvar.....	53
5.2. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Uygulama Geliştirmesinde Kullanılan Teknolojiler	53
5.3. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Mimarisi	54
5.4. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar İçin Gereksinimler	56
5.5. Web-tabanlı Sanal Laboratuvarın Mantıksal Tasarımı.....	58
5.6. Web-tabanlı Samal Laboratuvar (WSL) Arayüz Görüntüleri ve Çalışması	70
6. SONUÇ	78
7. KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ.....	86

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bulut bilişim NIST çalışma tanımı	11
Şekil 2.2. Grid merkezine uygulanan Bulut Bilişimdeki SaaS, PaaS, IaaS hizmet modelleri.....	14
Şekil 2.3. (Grid Protokol mimarisi)	26
Şekil 2.4. Bulut bilişim mimarisi	27
Şekil 2.5. Yeni nesil internet bilişiminin üçgen modeli	30
Şekil 3.2. Fiziksel makinalar	42
Şekil 3.3. Tek bir fiziksel sunucu üzerindeki sanal makinalar	42
Şekil 5.1. Web-tabanlı sanal laboratuvar mimarisi	55
Şekil 5.2. Web-tabanlı sanal laboratuvar tasarımı	56
Şekil 5.5. Platform rezervasyon aktivite diyagramı	63
Şekil 5.6. Platform hizmetine bağlanma aktivite diyagramı	64
Şekil 5.7. Kullanıcı sınıf diyagramı	66
Şekil 5.8. İşletim sistem tipi sınıf diyagramı	67
Şekil 5.9. İşletim sistem sürümü sınıf diyagramı	67
Şekil 5.10. Rezervasyon sınıf diyagramı	68
Şekil 5.11. WSL Giriş sayfası	70
Şekil 5.12. WSL Anasayfası	71
Şekil 5.13. Sekmeler menüsü	71
Şekil 5.14. Yeni rezervasyon sayfası	72
Şekil 5.15. Rezervasyonum sayfası	73
Şekil 5.16. Masüstü ayarlama ve bağlanama sayfası	74
Şekil 5.17. Platform hizmeti	75
Şekil 5.18. Doküman uygulamaları sayfası	76
Şekil 5.19. Excel yazılım hizmeti sayfası	77

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte Aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
API	Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
ENIAC	Electronic Numerical Integration Computer (Elektronik Sayısal Birleştirici ve Bilgisayar)
GRAM	Grid Resource Access and Management (Izgara Kaynak Erişim ve Yönetimi)
GPFS	General Parallel File System (Genel Paralel Dosya Sistemi)
GQL	Google Query Language (Google Query Language dili)
HPC	High Performance Computing (Yüksek Performanslı Bilgi İşlem)
HTC	High Throughput Computing (Yüksek Verimli Bilgisayar)
IaaS	Infrastructure as a Service (Altyapı Hizmeti)
LMR	Local Resource Manager (Yerel Kaynak Yöneticisi)
LINQ	Language Integrated Query (Language Integrated Query dili)
MTC	Many Task Computing (Çok Görevli Bilgisayar)
MPI	Message Passing Interface (Mesaj Geçirme Arayüzü)
MPMD	Multiple Program Multiple Data (Çoklu Program Çoklu Veri)

Kısaltmalar	Açıklama
NFS	Network File system (Ağ Dosya sistemi)
OGSA	Open Grid Service Architecture (Açık Izgara Servis Mimarisi)
PaaS	Platform as a Service (Platform Hizmeti)
PBS	Portable Batch System (Taşınabilir Yama Sistemi)
PVFS	Parallel Virtual File System (Paralel Sanal Dosya Sistemi)
QoS	Quality of Service (Hizmet kalitesi)
RAID	Redundant Array of Independent Disks (Bağımsız Disklerin Yedek Dizisi)
SaaS	Software as a Service (Yazılım Hizmeti)
SGE	Sun Grid Engine (Sun Izgara Motoru)
SOAP	Simple Object Access Protocol (Basit Nesne Erişim Protokolü)
SY	Sistem Yöneticisi
SK	Sistem Kullanıcısı
VTG	Veritabanı Gereksinimleri
VO	Voice Over
WSRF	Web Services Resource Framework (Web Hizmeti Kaynak Yapısı)

1. GİRİŞ

Son zamanlarda bilişim teknolojisi ortamlarında sıkça konuşulan bir kavram olarak Bulut Bilişim ‘Cloud computing’ ortaya çıkmıştır. Bulut bilişim paylaşılan bir düzenlenebilir bilişim kaynakları havuzuna (ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar, ve hizmetler gibi) uygun bir şekilde, talebe bağlı olarak ağ erişimini mümkün kılmak için bir modeldir. Günümüzde pek çok üniversite ve özellikle bilgisayar ile ilgili olan bölümlerde bilgisayar laboratuvarları bulunmaktadır. Bu tür bilgisayar laboratuvarlarını bir üniversitede kurmak için hem laboratuvarın kurulacağı alana hem de birçok donanım ve yazılıma ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuçta bu tür ihtiyaçlar maliyetin artmasına ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Aynı zamanda geleneksel laboratuvarlarda bazen kullanıcı laboratuvarında bulunan bilgisayar üzerinde kurulu işletim sisteminden farklı bir işletim sistemini kullanmaya ihtiyaç duyar. Örneğin; bir bilgisayar üzerinde Microsoft Windows Xp sistemi kuruluysa kullanıcı o anda Linux sistemini kullanmak istediğinde bilgisayarın biçimlendirilmesine ihtiyaç duyar. Bilgisayarın üzerinde iki farklı işletim sistemi kurulu olması ise bilgisayarın yavaşlamasına sebep olur. Aynı zamanda laboratuvarında bilgisayarlar üzerinde bulunması gereken bazı yüksek maliyetli yazılımların kurulması için lisans veya yama alınması gerekir.

2006 yılın sonlarında North Carolina State Üniversitesine IBM tarafından VCL (Virtual Computing Lab) 30,000+ satır koddan oluşan bir sanal bilgisayar laboratuvar sistemi geliştirilmiştir. VCL, North Carolina State Üniversitesi bünyesinde IBM’in geliştirdiği VCL bilgi işlem merkezinde (IBM Blade server) sunucu üzerinden 30,000 kullanıcıya hizmet sağlamaktadır [Vouk ve Ark, 2009].

Bu çalışmada geliştirilen Bulut bilişim teknolojisine dayanan Web-tabanlı Sanal Laboratuvar uygulaması geleneksel laboratuvarın eksikliklerine en iyi çözümü sağlayan bir uygulamadır. 2010-2012 yılları arasında Bulut Bilişim hizmet modellerinin sağlanması için farklı şirketler tarafından farklı uygulamalar sunulmaya başlandı. Web üzerinden bir yazılım hizmeti olarak Google firması tarafından sağlanan (Google Apps) uygulamaları yazılım hizmetlerinin en iyi örneklerindendir.

Kullanıcı kendi hesabında olan dökümanlarını web üzerinden yönetebilir. Bulut Bilişim teknolojisinde sunulan platform hizmetleri sanal makinalar üzerinden sağlanmaktadır. Sanallaştırma teknolojisi katkısıyla, bugün basit bir şekilde internet üzerinden bir kaç adımla bir altyapı olarak sunucumuzu oluşturabilme imkanını sağlamaktadır. Bir firmanın belki iki haftada getiremeyeceği bir fiziksel sunucu donanımını, 5-10 dakika süresinde web üzerinden hizmet olarak elde edilebilir. Platform ve altyapı hizmetlerini sunan Amazon firması buna bir örnektir. Bu çalışmada geliştirdiğimiz WSL uygulaması, platform ve yazılım hizmetlerini Web üzerinde uzaktan kullanıcıya sunmaktadır. WSL, bir Bulut Bilişim uygulaması olarak Platform ve Yazılım Hizmeti sağlamakta, sanallaştırma teknolojisi kullanılarak çalışmaktadır. Sanallaştırmada VMware Esx server yöntemini kullanmakta kaynak fiziksel sunucuyu birden fazla sanal sunucuya bölerek farklı platformlar ile birlikte bir kaynak havuzuna dönüştürmektedir. WSL, Oracle veritabanı, VB.NET kodları ve Uzak Masaüstü Protokolü (Remot Desktop Protocol (RDP)) teknolojilerine dayanmakta, Oracle SPARC M5 sunucusu üzerinden web sayfasını kullanarak, işletim sistemlerini bir platform hizmeti olarak sunmaktadır. Bu çalışmada Oracle SPARC M5 sunucusu 32 TB'lık sabit disk ve 32 adet işlemciye (CPU) sahiptir, Oracle SPARC M5 30,000'den fazla kullanıcıya platform ve yazılım hizmetleri sunulması hedeflenmektedir.

Bu tez altı bölümden meydana gelmektedir. İkinci Bölümde; Bulut Bilişimin tanımı ve genel kavramı, Bulut Bilişim hizmet modelleri, Bulut Bilişim dağıtım modelleri ve Bulut Bilişimin maliyete etkisi konuları incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise Sanallaştırma teknolojisi kavramı, tarihçesi ve tanımından bahsedilmektedir. Dördüncü bölümde; Bulut Bilişimde güvenlik ve gizlilik konularından bahsedilmektedir. Beşinci bölümde ise; tezde yapılan Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) uygulama tanımı, WSL geliştirmede kullanılan teknolojiler, WSL tasarımı, WSL mimarisi, WSL gereksinimleri, WSL'nin nasıl çalıştığı ve kullanıcı tarafından nasıl kullanılacağından bahsedilmektedir.

2. BULUT BİLİŞİM

Son zamanlarda bilişim teknolojisi ortamlarında sıkça konuşulan bir kavram olarak Bulut Bilişim ‘Cloud computing’ ortaya çıkmıştır. Bu bölümde Bulut Bilişimin tanımı ve genel kavramı, Bulut Bilişim hizmet modelleri, Bulut Bilişim dağıtım modelleri ve Bulut Bilişimin maliyete etkisi konuları incelenmiştir.

2.1. Bulut Bilişim Tanımı

Bulut Bilişim (cloud computing) : Bilgi işlem hizmetlerini masaüstü, dizüstü bilgisayara ve mobil cihazlarına internet üzerinden talep edilen hizmeti uzak bir yerden sunabilme imkanını sağlamaktadır. Başka bir söyleyişle de web üzerinden bir sağlayıcı uygulamaları, işlem gücü ve depolama gibi hizmetleri bir kuruma sunmaktadır [Wyld, 2009].

Bulut bilişimin tam olarak ne olduğu hakkında pek çok tartışma vardır. U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST, Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknolojiler Enstitüsü) bulut bilişimin tanımı konusunda bir çaba göstermiştir. NIST göre bulut bilişim tanımı şöyledir (NIST 2009a):

Bulut bilişim paylaşılan bir düzenlenebilir bilişim kaynakları havuzuna (ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar, ve hizmetler gibi) uygun bir şekilde, talebe bağlı olarak ağ erişimini mümkün kılmak için bir modeldir. Bu asgari düzeydeki yönetimsel çaba veya hizmet sağlayıcı etkileşimi ile hızlı şekilde temin edilebilir ve sürülebilir. Tanımı kısaca açıklarsak; “asgari düzeydeki yönetimsel çaba veya hizmet sağlayıcı etkileşimi” ile birlikte “uygun, talebe bağlı ağ erişimi”, kullanıma hazır olan kaynaklara kolay ve ivedi ağ erişimi anlamına gelir. “Paylaşılan kaynak havuzu” ile olması; bir bulut sağlayıcının kullanılabilir bilişim kaynakları bütün kullanıcılara hizmet edecek büyük bir toplam olarak birleştirilmiştir.

Bulut bilişim halen evrilmekte olan bir paradigmadır. Nitelikleri, konuşlandırma ve sunma modelleri bunun yanı sıra altında yatan riskler, teknolojiler, sorunlar ve

faydalar gerek kamu gerekse özel sektör tarafından enerjik tartışma yoluyla artırılacaktır.

2.1.1. Bulut bilişimin tarihçesi

“Bulut” ifadesi, geçmişte telefon ağını temsilen [Neamtiu, 2012], sonrasında da temsil ettiği altyapının soyutlaması olarak bilgisayar ağı çizimlerinde İnterneti betimlemek için [Soni ve Ark, 2012] kullanılan bulut çizimi baz alınarak, İnternet için bir metafor olarak kullanılmaktadır.

Bulut bilişim, sanallaşmanın, servis odaklı mimari, otonom ve kamu hizmetleri bilişimin yaygın olarak kabul edilışinin doğal bir evrimidir. Bilgiler, kendilerini destekleyen “bulut”taki teknolojideki uzmanlığa ihtiyacı ya da bunlar üzerindeki kontrolü sona ermiş olan son kullanıcılardan elde edilir [Bhardwaj ve Ark, 2010].

Bulut bilişimin altında yatan anlayış, John McCarthy’nin “bilişim, bir gün bir kamu hizmeti şeklinde düzenlenecektir” görüşünü öne sürdüğü 1960’lara dayanmaktadır. Bulut bilişimin günümüzdeki neredeyse tüm özellikleri (elastik sunum, bir kamu hizmeti olarak sunulması, çevrim içi olması, sınırsız kaynak illüzyonu), elektrik endüstrisi ile karşılaştırılması ve resmi, özel, kamu ve topluluğa ait biçimleri, Douglas Parkhill’in 1996 yılında çıkardığı “Challenge of the Computer Utility” kitabında kapsamlı bir şekilde incelenmiştir [Rojendran, 2012].

“Bulut” kelimesi, 1990’lara kadar öncelikli olarak noktadan-noktaya tahsis edilmiş veri devreleri sunan telekomünikasyon şirketlerinin, benzer hizmet kalitesini çok daha düşük maliyetle sunan Sanal Özel Ağ (Virtual Private Network – VPN) sunmaya başlaması ile, telefon sistemlerinden ödünç alınmıştır [Nawal ve Ark, 2012]. Bu sistemler, uygun gördükleri şekilde, kullanımı dengelemek için trafiği aktarmak suretiyle, ağın toplam bant genişliğini çok daha etkin bir şekilde kullanabiliyorlardı [Dubey ve Ark, 2010]. Bulut simgesi, sunucunun sorumluluğundaki ile, kullanıcın sorumluluğundaki noktanın sınırını ifade etmek için kullanılmıştır. Bulut bilişim, bu sınırı, sunucular (server) ile ağ altyapısını kapsayacak şekilde genişletmektedir [Dubey ve Ark, 2010].

“Bulut bilişim” kavramının akademik anlamda ilk kullanımı, 1997 yılında, Rammath Chellappa tarafından, bir konferansta gerçekleşmiştir.

2007 yılında, Google, IBM ve bir kaç üniversite, geniş çaplı bir bulut bilişim araştırma projesine girişmişlerdir [Oladimeji ve Ark, 2011].

2008’in başlarında, Eucalyptus, özel bulutların konuşlandırılması için, ilk AWS API uyumlu açık kaynaklı platform olmuştur. Avrupa Komisyonu’nun finanse ettiği RESERVOIR’de geliştirilen OpenNebula, özel ve hibrit bulutların konuşlandırılması ve bulutların birleştirilmesi için ilk açık kaynaklı yazılım olmuştur [Oladimeji ve Ark, 2011]. Aynı yıl, Avrupa Komisyonu’nun finanse ettiği IRMOS projesi çerçevesinde, bulut-tabanlı altyapılar için QoS garantileri (gerçek zamanlı interaktif uygulamaların ihtiyaç duyduğu) sunmak üzere çalışmalar yapılmıştır [Raga, 2011].

2008’in ortaları itibarıyla, Gartner, “bilişim hizmetlerinin tüketicileri, bilişim hizmetlerini kullananlar ve bunları satanlar arasındaki ilişkiyi şekillendirmek” açısından bulut bilişim için bir fırsat olduğunu görerek, “kuruluşlar, şirketin sahip olduğu donanım ve yazılım varlıklarından uzaklaşarak, kullanım başına hizmet bazlı modellere yönelmektedirler” gözleminde bulunmuş ve “öngörülen bulut bilişime geçiş” sonucunda, bazı alanlardaki bilişim ürünlerinde büyük bir büyüme gerçekleşirken, diğer alanlarda ciddi düşüşlerin görüleceğini öngörmüştür [Oladimeji ve Ark, 2011].

2.1.2. Bulut bilişimin faydaları ve özellikleri

“Bulutlar”, özel bir teknolojiyi değil, gelişmiş kapasiteleri olan genel bir sunum paradigmasını ifade ettiklerinden, bu yönlerinin ayrıntılarıyla anlatılması, zorunludur. Bulutları, “eski bir fikir için sadece yeni bir isim” olarak kabul etme yönünde güçlü bir eğilim vardır ve bunun nedeni, büyük ölçüde, bulut kavramı ile, yakın ilgili olduğu Platform ve yazılım hizmeti paradigmaları arasındaki karışıklıklardır. Ayrıca benzer yönlerinin, ilgili “bulut” ifadesi kullanılmadan da ele alınmış olmasıdır. Bulut bilişimin önemli bazı işlevsel olmayan yönleri vardır. Bu yönlerden bazıları şunlardır [Jeffery ve Lutz, 2010]:

- Esneklik, bulut sistemlerinin temel özelliği olup, altyapının, değişken, işlevsel olmaması muhtemel koşullara, örneğin bir uygulama tarafından desteklenen verinin miktarı ve boyutu, eşzamanlı kullanıcıların sayısı, vb gibi koşullara adapte olabilme kapasitesini kapsar. Örneğin değişken miktardaki taleplere yanıt verebilme durumlarının miktarını ifade eden yatay ölçeklenebilirlik ile, bu durumların boyutlarının kendisi anlamına gelen ve böylece, boyutu korumak için gereken kaynak miktarına dahil olan dikey ölçeklenebilirlik arasında ayırım yapılabilir. Bulut ölçeklenebilirliği (hızlı) yukarı – aşağı ölçeklendirmeyi içerir. Ancak esneklik, bir adım daha ileri gider ve fiziksel kaynakların, altyapıya dinamik olarak dahil edilmesine ve çıkarılmasına da izin verir. Uygulama perspektifinden bakıldığında, ölçeklendirme ile aynı görünse de, özel yazılım yönetimi perspektifinden bakıldığında, esneklik, özellikle güvenilirlikle ilgili ek koşullar gerektirmektedir. Genel olarak, kaynak altyapısındaki değişikliklerin, önce özel yazılım yöneticisine iletildiği varsayılır, ancak daha geniş çaplı sistemlerde bu değişikliklerin otomatik olarak gönderilmesi hayati önem taşımaktadır.

- Güvenilirlik, tüm bulut sistemleri için temel öneme sahiptir – günümüzün veri merkezi türü uygulamalarını bir bulut üzerinde desteklemek için, güvenilirlik, bulut kapasitelerinin kullanılmasının önemli bir özelliği olarak değerlendirilmektedir. Güvenirlik, sistemin, kesintiler (veri kaybı, çalışırken şifrenin sıfırlanması vs) olmaksızın, sürekli çalışabilme kabiliyeti anlamına gelmektedir. Güvenilirlik, tipik olarak bol kaynak kullanımı ile elde edilir. İlginç bir şekilde, güvenilirliğin bir çok yönü donanım bazlı çözümlerden, yazılım bazlı çözümlere doğru kaymaktadır (dosya sistemlerindeki bolluğa karşı, RAID (Redudant Array of Independent Disks- Bağımsız Disklerin Yedek Dizisi) denetleyiciler; durumsuz (statless) ön kullanıcı sunucularına karşı UPS, vb). Özellikle, kullanılabilirlik ile güvenilirlik arasında güçlü bir ilişki vardır. Ancak, güvenilirlik, özellikle kaybın (veri ya da işletim ilerleyişi) önlenmesine odaklanır.

- Servis Desteğinin Kalitesi, özel koşulların, dışarıdan temin edilen servislerle ve/veya kaynaklarla karşılandığı bir çok kullanım durumunda gereklidir. İş

ortamlarında, en azından yanıt süresi, verimlilik vb gibi temel QoS ölçütleri, bulut kullanıcısının kalite güvencelerinin yerine getirilmesinin sağlanması için garanti edilmelidir. Güvenilirlik, özel bir kalite koşulunu oluşturan, QoS'in ayrı bir yönüdür.

- Atıklık ve uyum sağlayabilme, bulut sistemlerinin temel özellikleri olup, esneklik imkanları ile yakından ilgilidir. Talep miktarlarındaki ve kaynak büyüklüklerindeki değişikliklere zamanında tepki verebilmeyi ve aynı zamanda, örneğin farklı kaynak tipleri, farklı kalite ve farklı hatlar vb. gerektiren çevresel koşullardaki değişime adapte olabilmeyi içerir. Dolaylı olarak, atıklık ve uyum sağlayabilme, kaynakların (ya da en azından kaynakların yönetiminin), otomatik olmasını gerektirmekte olup, kendiliğinden yeterlilikler sunabilmesini sağlamalıdır.

Başka bir deyişle, bulut bilişimin daha fazla faydası vardır ve bu faydalar, bir eğitim kurumunu desteklerken karşılaşılabileceği bazı ortak zorlukların çözümüne yardımcı olabilir. Bu faydalar şunlardır [Mallikharjuna ve Ark, 2010]:

Maliyet: Söz konusu kuruluşun iş modeline uygun olarak, abonelik ya da bazı durumlarda kullandığın kadar öde tarifelerini seçilebilir.

Esneklik: Altyapı, yatırımları maksimize edecek şekilde ölçeklendirilebilir. Bulut bilişim, talepte dalgalanma oldukça, dinamik ölçeklendirme yapılabilmesine olanak tanır.

Erişilebilirlik: Bu, verilerin ve hizmetlerin, hassas bilgileri savunmasız bırakmadan, herkese açık olmasını sağlamaya yardımcı olur. Bazıları, kaynak yetersizliğinden ötürü bir bulut bilişim sağlayıcıya başvururken, bazılarının ise, kendi bulut bilişim uygulamalarını oluşturabilecek kaynakları, platformları ve donanımları vardır. Ancak her iki durumda da bileşenler, mobil terminaller kullandığımızda optimal performans beklentisiyle uygulanmalıdır.

İstemci – Son Kullanıcı: İstemci ile her şey biter (mobil). Donanım bileşenleri, uygulama ve bulut bilişim için geliştirilen diğer her şey, istemcide kullanılacaktır. İstemci olmadan, hiçbir şey mümkün değildir. İstemci, iki biçimde olabilir:

Donanım bileşeni ya da donanım ve yazılım bileşenlerinin kombinasyonu. Bulut bilişimin yalnızca buluta (internet) dayalı olduğuna dair genel bir algı olsa da, sorunsuz geçiş için önceden yüklenmiş uygulamalar gerektiren bazı sistemler mevcuttur.

Bulut bilişim özellikleri özeti

- *Cihaz ve Konum Bağımsız Olması:* Kullanıcıların nerede olduklarının ya da hangi cihazla bağlandıklarının bir önemi olmaksızın servislerini sağlamaya devam ederler.
- *Çok Kullanıcı Olması:* Geniş bir kullanıcı havuzunda verilerin paylaşılmasını sağlar.
- *Ölçeklendirilebilir Olması:* Aynı servisi bazı kişiler/şirketler çok az kullanıyorken, bazı kişi/şirketler yoğun olarak kullanabilir. Bulut bilişim sistemleri bu farklı ihtiyaçların tamamını karışlayabilir düzeyde olmalıdır.
- *Kullandığın Kadar Öde ile Fiyatlandırılabilmesi:* Bulut bilişimde insanlar kullandıkları kadar öderler. Elektrik faturası gibi aylık/yıllık faturalandırma ile hizmet satın alırlar.
- *Yatırım Gerekmemesi:* Buluttaki uygulamalar kullanılarak, bu tarz uygulamalar için gerekli altyapı oluşturma süresi ve yatırım ve bakım, lisanslama maliyetleri ortadan kaldırılır.

2.1.3. Bulut bilişim evrimi

Günümüzde Bulut bilişim yeni bir yaklaşım olarak farklı yenilikler ortaya koymaktadır. Bulut bilişim teknoloji açısından, sanallaştırma kavramlarını uygulayarak daha verimli donanım kullanmaktadır.

Bilgisayar tarihinde bilindiği gibi modern bilgisayar Z3'in 1941 yılında Konrad Zuse tarafından yapılmıştır. Zuse'nin yaptığı bilgisayar makinası ikili matığa, programlamaya dayanan ilk dijital olan makinadır [Rojas, 1997].

1945 yılında John Mauchley ve J. Presper Eckert tarafından Elektrik Mühendisliği Moore Okulunda yapılan ENIAC (Electronic Numerical Integration Computer -

Elektronik Sayısal Birleştirici Bilgisayar) tam elektronik tüplü bilgisayar olarak kabul edildi. Bu bilgisayar Birleşmiş Devletler (US) orduya destek olarak yapılmıştır.

ENIAC elektrikle çalışan ve elektronik veri işleme kapasitesine sahip ilk bilgisayardır. II. Dünya Savaşı esnasında ABD'li bilim adamları tarafından inşa edilen ENIAC ilk çıkan bilgisayardı [Kloet ve Tilburg, 2006].

1947 yılından transistörün icadı ile ilerlemede en iyi bilgisayar gelişimi ortaya çıkmıştır. 1969 yılında birinci 4004 mikroişlemci yapılması ile 1970'lerde ilk kişisel bilgisayar geliştirmesi başlamıştır. Sonra 1971 yılında İntel tarafından ilk geliştirilen 8- bit 8008 mikroişlemci ilk genel kullanım için ev bilgisayar geliştirmiştir [Mechael ve Ark, 1997].

1981 yılında IBM tarafından (segment ve coined) adlı kişisel bilgisayar piyasaya girmişti. Tam o zamanlarada Microsoft firması tarafından IBM firmasına bir işletim sistemi geliştirilip standart platform olarak kullanılmıştır [Onifade, 2011].

Ayrıca bu gelişmeler esnasinde en önemli olan şey internetin ortaya çıkmasıdır. İnternet'in başlangıcı, Amerikan Federal Hükümeti Savunma Bakanlığı'nın araştırma ve geliştirme kolu olan Savunma İleri Düzey Araştırma Projeleri Kurumu'na (DARPA- Defence Advanced Research Project Agency) dayanır . 1969'da çeşitli bilgisayar bilimleri ve askeri araştırma projelerini desteklemek için Savunma Bakanlığı, İleri Düzey Araştırma Projeleri Ağı (ARPANET- Advanced Research Projects Agency Network) adında Paket Anahtarlama Ağı (Packet Switching Network) oluşturmaya başladı. 1973 yılında, ağ için bir protokol seti geliştirmek amacıyla Stanford Üniversitesi'nde bir ağ yapılandırma projesi başlatıldı. 1978'e kadar İletim Kontrol Protokolü'nün (TCP - Transmission Control Protocol) dört uyarlaması geliştirildi ve denendi. 1980'de bu küme sabitleşti ve ARPANET'e bağlı bilgisayarlar arasındaki iletişimi kolaylaştırdı. 1983'te tüm ARPANET kullanıcıları İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü (TCP/IP-Transmission Control Protocol/İnternet Protocol) olarak bilinen yeni protokole geçiş yaptı ve günümüzde kullanılan internetin temeli oluşturuldu [Erdoğan, 2008].

1986 yılında, ABD Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation-NSF), İnternet'in gelişimine katkı sağlayarak bugün dahi kullandığımız İnternet omurga yapısının temellerini atmıştır. Bildiğimiz anlamda internetin sivil kullanıma açılabilmesi Yüksek Kapasiteli Bilgi İşlem Kanunu (High Performance Computing ACT) kabul edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. ARPANET ağ üzerindeki tüm yönetim haklarını NSFNET'e devretmesiyle birlikte bugün bilinen internet ağı ortaya çıkmıştır [Yalçın, 2012].

Daha sonrası word wide web gelişim sırasında kullanılan PHP, Ajax ve Java gibi web geliştirme amaçlı programlama dilleri aracı ile bir çok web siteleri geliştirildi ve bu gelişmeler sayesinde internet üzerinden çok türlü alışverişi ve farklı imkanları sağladı . Bu alanda son gelişmelere bir örnek olarak sosyal ağ siteleri Facebook, Twitter ve benzeri uygulama bir hizmet olarak (Software As a Service) hizmetini sunmaktadır.

Bulut bilişim terimi genellikle 2007 yılında icat edildi. Bulut bilişim kavramı ağı ortak bir donanım ve yazılım dağıtım kapsıyor. Bulut bilişimle ilgili ilk araştırmalar Google ve IBM ile Amerika'dan altı tane Üniversite tarafından yapılmıştır [Lohr, 2007].

2.1.4. Bulut bilişim mimarisi

NIST (National Institute of Standards and Technology, Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknolojiler Enstitüsü) bilgi teknolojilerinde dünyada en iyi çalışan kurumdur [Saleem, 2011]. NIST Bulut bilişim mimarisin beş gerekli olan özellikler ile tanımlıyor. Bu özellikler aşağıdaki noktalarda özetlenmiş ayrıca NIST tanımına göre mimari olarak Şekil 2.1.'de gösterilmiştir :

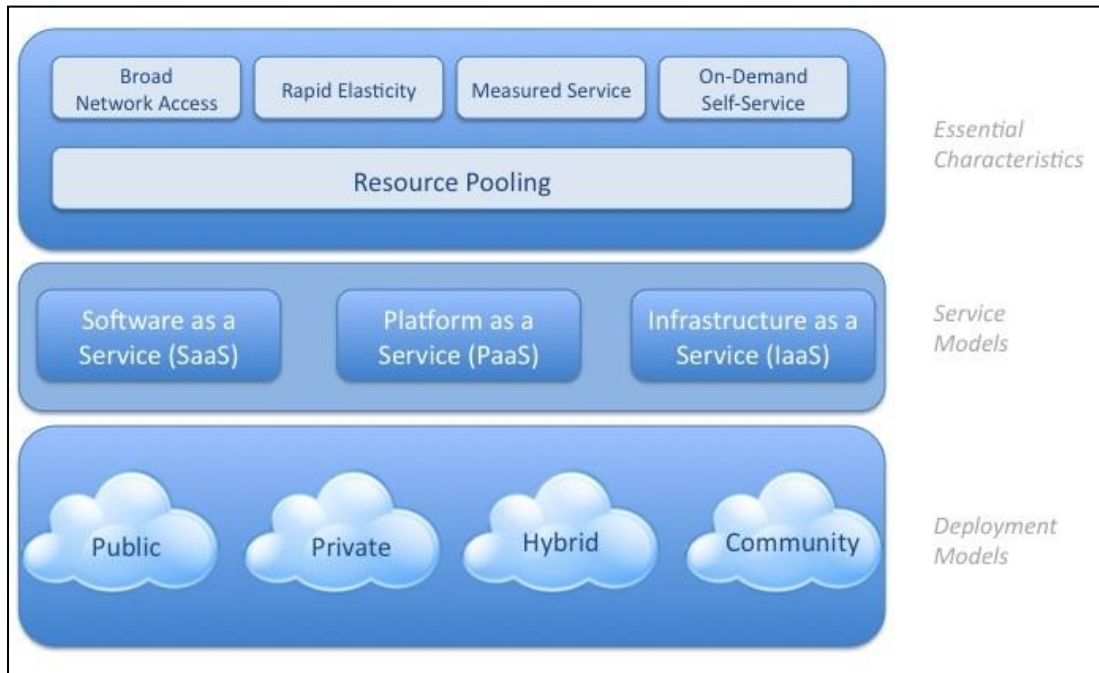
Talep edildiğinde sunulan self servis: Tüketici, ihtiyaç duyduğunda, hizmet sağlayıcı ile insani bir etkileşimde bulunmadan hizmetleri temin edebilir ya da geri sunabilir.

Geniş Ağ Erişimi: Ağ üzerinde bazı imkanları vardır ve standart mekanizmalarla erişilebilir.

Havuzlu Kaynak: Sağlayıcının bilgi işlem kaynaklarını, çok-kiracılı bir model kullanan çoklu tüketicilere hizmet vermek için, müşteri talebine bağlı olarak dinamik olarak tahsis edilen, çeşitli fiziksel ve sanal kaynaklarla birleştirilir.

Hızlı Esneklik: Hizmetler, hızla ve esnek bir şekilde sunulur.

Ölçeklenebilir Bir Servis: Bulut Bilişim sistemleri otomatik olarak kontrol ve hizmet türü için bir ölçüm yeteneği sağlayarak (depolama, işleme, bant genişliği veya etkin kullanıcı hesapları) gibi kaynaklar kullanımını ağ üzerinden optimize edebilmektedir.



Şekil 2.1. Bulut bilişim NIST çalışma tanımı. Kaynak: [Saleem, 2011].

2.2. Bulut Bilişim Hizmet Modelleri

Bulut bilişimin hizmet modelleri (yazılım hizmeti, platform hizmeti ve altyapı hizmeti) üç sınıfa ayrılıyor. Bulut bilişim modelleri sayesinde ölçeklenebilir donanım ve yazılımları kullanılarak bilgisayarların kapasiteleri daha etkin bir şekilde kullanılacak, firmalar da BT uygulamalarını daha hızlı ve daha düşük maliyetler ile hayata geçirebileceklerdir [Syrek, 2011].

2.2.1. Yazılım hizmeti (Software as a Service (SaaS))

Bulut bilişim yazılım hizmeti tüketiciye bulut bilişim altyapısı üzerinde çalışan yazılımların kullanabilme imkanını sağlamaktadır. Tüketici yazılımlara kendi makinasından web tarayıcı uygulamalarını kullanarak uzaktaki uygulamalara erişebilir [Bolin, 2010]. Tüketici bulut bilişimin altında çalışan altyapıyı yönetemeyecek veya kontrol edemeyecektir, ancak uygulamaya özel kullanıcı yapılandırma ayarlarını sınırlandırabilir [Noltes, 2011].

Müşteri BT bölümü her hangi bir yazılımın yüklemesine veya dağıtılmasına gerek duymayacaktır, uygulamaları artık internet üzerinden bir hizmet olarak kullanılabilir. Bulut bilişim yazılım hizmetinde müşteri sadece uygulamayı kullandığı süre kadarına ödeyecektir [Noltes, 2011]. Sonuç olarak müşteri uygulamaların almasına veya daha sonrası uygulama için her hangi bir lisans veya yama almaya ihtiyaç duymayacaktır. Yazılım hizmetine Gmail, Office 365 ve Salesforce en iyi örneklerdir [Noltes, 2011]. Ayrıca Goolge Docs, SaaS için en iyi örneklerdendir. Kullanıcı uygulamaları kullanmak için sadece bir web tarayıcısına Mozilla Firefox veya Internet Explorer gibi araçlara ihtiyacı olacaktır [Taylor, 2011]. Bu tez çalışmasında da geliştirilen Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) uygulamasında bulut bilişim teknolojisine dayanarak tüketiciye yazılım hizmeti sağlanmaktadır.

2.2.2. Platform hizmeti (Platform as a Service (PaaS))

Platform hizmeti tüketici için işletme ve geliştirme platformları gibi hizmetleri sunmaktadır. Tüketici kendi uygulamalarını geliştirmek ve çalıştırmak için bulut bilişim altyapısı desteği ile bir platformu hizmet olarak kullanılabilir. Tüketici bulut bilişimin altında çalışan (Ağ, sunucu, işletim sistemi ve depo alanı) altyapıları yönetemeyecek veya kontrol edemeyecektir, ancak dağıtılan uygulamalar kontrol edilebilir ve uygulamaları barındıran çevre yapılandırması sağlanabilir [Kok, 2010].

Google uygulamaları motoru bilinen (Google Apps) platform hizmetli için örneklerden birisidir. Google App kullanıcılara aynı sistem üzerinden google uygulamaları aracılığıyla web uygulamaların oluşturulması ve barındırılmasını sağlar.

Google app ve benzeri platform hizmeti sağlayan firmalar sayesinde kullanıcılar artık uygulamaların çalıştırılması için pahalı platform alınmasına ihtiyacı olmayacaktır çünkü bu firmalar platformu kullanıcıya bir hizmet olarak sunmaktadır [Taylor, 2011]. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar uygulamasında (Microsoft, Linux ve Mac) farklı işletim sistemlerini kullanıcıya bir platform hizmeti olarak sunmaktadır. Ayrıca kullanıcı platform hizmetini kullanarak başka (Java runtime ve veritabanı vs) geliştirme platformlarını kurup kullanabilmektedir.

2.2.3. Altyapı hizmeti (Infrastructure as a Service (IaaS))

Altyapı hizmeti bulut bilişime dayanan hizmet modellerinden birisidir. IaaS hizmeti tüketici tarafına bilgisayar altyapısını bir hizmet olarak vermektedir [Skúlason, 2011]. Tüketici artık sunucu, ağ ve depo gibi altyapıların alınması yerine IaaS aracılığıyla bir hizmet olarak kullanacaktır ve kullandığı kadar hizmeti veren tarafa ödeme yapacaktır. Amazon ve Rackspace Cloud altyapı hizmetini veren firmalar IaaS için en iyi örneklerdir [Skúlason,2011].

Temel olarak IaaS birkaç katmandan oluşmaktadır. Şu katmanlar aşağıdaki gibidir [Rittinghouse ve Ransome, 2010].

Donanım: Bir bilgisayar sisteminin fiziksel donanımı sunmaktadır.

Ağ: Cihazlar arasındaki etkileşim için tasarlanmış bir katmandır.

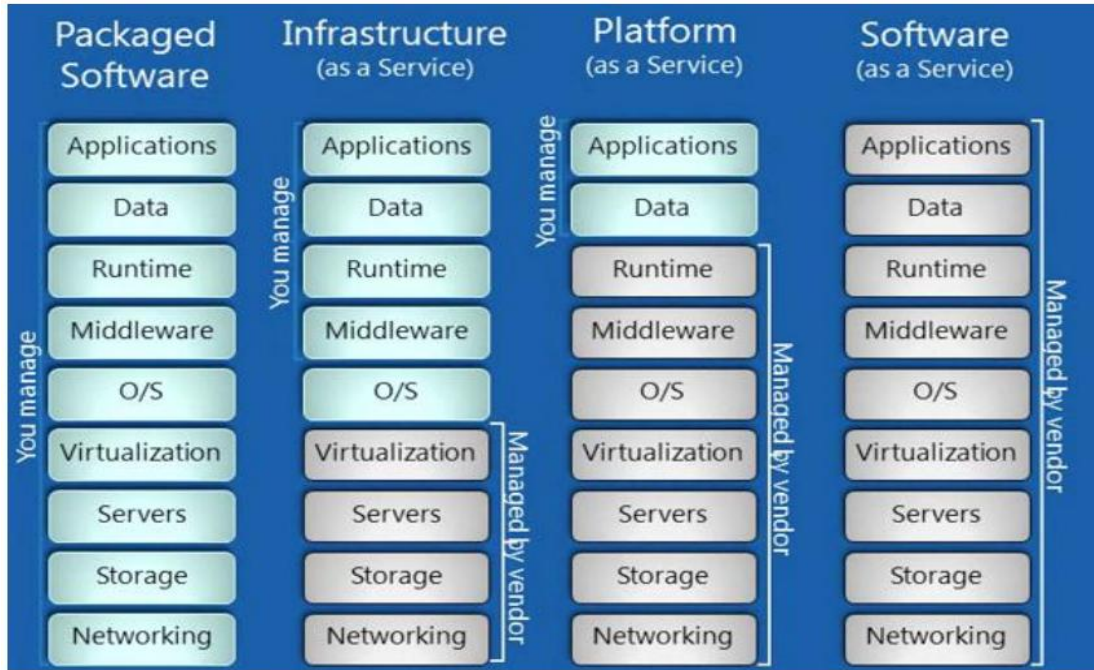
İnternet bağlantısı: Dışarı tarafa erişilebilirliği sağlar.

Sanallaştırma ortamı: Soyut bir platformdur, fiziksel donanımı sanal ortamda oluşturur.

Hizmet düzeyi anlaşmaları: Hizmet sözleşmeleri, hizmet seviyesini tanımlaması

Kullanım faturası : Kullanılan kaynaklar, hizmetler ve sağlayıcı faturalandırması. Bulut bilişim hizmet modellerini daha iyi bir şekilde aşağıda şekil 2.2.'de gösterilmektedir.

Şekil 2.2. bir Grid merkezine uygulanan Bulut Bilişimdeki SaaS, PaaS, IaaS hizmet modellerini göstermektedir.



Şekil 2.2. Grid merkezine uygulanan Bulut Bilişimdeki SaaS, PaaS, IaaS hizmet modelleri. Kaynak: [Taylor, 2011].

2.3. Bulut Bilişim Dağıtım Modelleri

Önceki bölümlerde tartıştığımız hizmet modellerine benzer bir konudur. Bulut bilişim farklı modellerde dağıtılır [Ruehl, 2010]. Bulut bilişim uç ana modellerden oluşur.

2.3.1. Özel bulut - Private cloud

Skúlason'a göre özel bulut bir firmanın yada bir kurumun sadece kendine ait olan veya da kiraladığı bulut bilişim alt yapısıdır [Skúlason, 2011]. Ruehl'e göre özel bulut firmanın kendi tarafından kurulan veya üçüncü tarafta kullanılabilir altyapısıdır [Ruehl, 2010]. Özel bulut bir kurumun kendi bünyesinde inşa edebilir, bu kurum kendi verileri üzerine güvenlik, hizmet kalitesi ve büyük denetimi sağlayabilir. Özel bulutlar genellikle bir kurum (Organizasyon veya Üniversite) kendi güvenlik duvarı arkasında olur ve sadece bu kurumun içerisinde çalışan insanlar bulut kaynağına erişebilir [Moothoor ve Bhatt, 2009].

Özel bulutta en iyi örnek bulutlu üniversitelerdir. Iceland Üniversitesi bir küme sahibi olarak Grid olarak kuruldu, yalnız bir grid üzerinde çalışan yazılımlar çok kısıtlıdır ve bulut örneklerine göre son kullanıcıya çalışması çok karmaşık olabilir. Artık Grid üzerinde okaliptüs kurması işi bitti ve şu an bulut teknolojisinde olan altyapı hizmeti (IaaS) nerede kullanıcılara (Öğrenci veya Öğretim elemanı) yöneticiye gerek kalmadan kendi yazılımlarını kendi bilgisayarları üzerinden kurabilir [Skúlason, 2011].

2.3.2. Genel bulut - Public cloud

Genel bulutu, bir web uygulaması aracılığıyla, birbiriyle bağlantısı olmayan bir çok müşteriye paylaşılan kaynaklar sunmaktadır [Antedomenico, 2010]. Bulut, halka ya da büyük bir endüstri grubuna sunulur ve bulut hizmetleri sunan bir kuruluşa aittir. Kaynaklar, dışarıdan kaynak paylaşılan bir üçüncü parti sağlayıcı tarafından sunulur [Jäätmaa, 2010].

Genel bulutunda, veriler ve uygulamalar, üçüncü taraf olarak şirketler tarafından barındırılır ve kontrol edilir. Kullanıcı, bu verilere yalnızca sağlayıcının uygulamaları aracılığıyla erişebilir; bu sağlayıcılar geneldir, bu da, her şirketin buluta katılıp hizmet alabileceği anlamına gelir. Günümüze kadar, genel bulutu hizmetleri olarak SaaS, daha yaygındır [Kokkinos ve D'Cruze, 2010].

2.3.3. Topluluk bulutu – Community cloud

Topluluk bulutları, birçok istemciye hizmet sunar ve bir genel ya da özel bulutun bütünlüğü içerisinde yer alır ve bu nedenle, bir kuruluş ya da üçüncü tarafça bina içerisinden ya da dışarısından yönetilebilir [Antedomenico, 2010]. Bir topluluk bulutunda, bilgi işlem kaynakları ve hizmetlerine bir kullanıcılar topluluğu adına sahiplenilir. Sahip olduğu özel nitelikler nedeniyle farklı olarak değerlendirilse de, topluluk bulutunun aynı zamanda bir genel bulutu olduğu da öne sürülebilir [Hertzler, 2010].

Topluluk bulutu, bilgi işlem maliyetlerini paylaşmak, iletişim kurmak ve kaynaklarını daha sorunsuz bir şekilde paylaşmak isteyen şirketler ya da gruplar için büyük teşvikler sunar. Bulutun yeri, şirket ya da kullanıcı grubu içerisinde, dahili ya da harici olabilir. Karakteristik olarak, genel bulutundan farklıdır çünkü kaynaklara erişim, bulutun topluluk üyeleriyle sınırlıdır [Hertzler, 2010].

2.3.4. Karma bulut- Hybrid cloud

Karma bulut iki veya daha fazla bulut (Özel, Genel veya Topluluk) modelinden oluşur [Villalonga, 2011]. National Institute of Standards and Technology (NIST) tanımına göre karma bulut iki veya daha fazla bulut modelinin kompozisyonudur. Bulutlar kendi özelliklerini kaybetmeden yazılımın ve verinin taşınmasına izin verecek şekilde standardize edilmiş ya da özel teknoloji ile bağlanmıştır [Wyld, 2009].

2.3.5. Bulut bilişimin hizmet modelleri faydaları

Üniversiteler için, bulut-tabanlı hizmetlere taşınmak, geliştirilmiş işbirliği ve araştırma imkanları sunmalarını sağlar. Öğrenciler ve fakülteler, her yerden ve bulut-tabanlı uygulamalar kullanan her cihazdan çalışma ve iletişim kurma imkanından yararlanabilirler [Wyld, 2009].

Bulut bilişim, aşağıdakilerle ilgili potansiyel de dahil olmak üzere bir çok yarar sağlar:

- Hızlı ölçeklenebilirlik ve dağıtım kapasitesi (zamanında bilişim gücü ve altyapısı sunma).
- Düşük bakım/yükseltmeler.
- Geliştirilmiş kaynakların esnekli ve verimli bir şekilde kullanılması.
- Geliştirilmiş ölçek ekonomisi.
- Geliştirilmiş işbirliği imkanları.
- Kullanım bazlı ücretlendirme yapabilme, programlamayı yüksek bir genel masraf içeren sabit bir sermaye harcaması yerine, değişken bir harcama haline getirmesi.

- Hem önden yapılan harcamalar, hem destek maliyetleri açısından düşük bilgi işlem (IT) altyapı ihtiyaçları.
- Talebe dayanan altyapı ve programlama gücü için yüksek kapasite.

2.4. Bulut Bilişim ve Maliyet

Bulut bilişim, harcamaların azaltılmasında çeşitli faydalar sağlamaktadır. Harcamalardaki kesintiler, bulut bilişimin ileri özelliklerinin kullanılmasının bir sonucudur. Harcamaların azaltılması, kullanıcıların yalnızca kullandıkları kadar ödedikleri ve sağlayıcının, düşük maliyetle faaliyet gösterdiği bir bulut tasarımı ve iş modelinden kaynaklanır [Yrjola, 2011]. Bulut Bilişimi kullanan işletmeler, kendileri ile Bulut Bilişim sağlayıcıları arasındaki anlaşmaya bağlı olarak farklı ücretler öderler. Genellikle Bulut Bilişim sağlayıcılarının, kullanıcıları kullanım başına ücretlendirmeye dayalı olarak faturalandırmak için ayrıntılı maliyet modelleri bulunmaktadır [Saleem, 2011].

2.4.1. Tüketici görünüm maliyeti

Bulut Bilişim, gerektiğinde kısa vadeli olarak, bilişim kaynakları için kullanım başına ödemeyi ve gerekmediğinde bunları serbest bırakan bir ücretlendirme modeli sunar. Böylelikle, bu yolla, artık kullanışlı olmadıkları zamanda, makinaları ve depoları bırakırsınız [Armbrust, 2009]. Örneğin, Amazon Web Services'ten (AWS) Elastik Bilişim Bulutu (EC2), saati 10 cent ücretle, 1.0-GHzx86 ISA “dilimleri” satmakta ve yeni bir “dilim” ya da durum eklemek istediğinizde, 2 ile 5 dakika arasında eklenebilmektedir. Amazon'un Ölçeklenebilir Depolama Hizmetleri (Scalable Storage Services - S3), gigabayt başına aylık 0.12 ile 0.15\$ arasında ücretlendirme yapmaktadır ve ek bant genişliği istediğinizde, verileri AWS'den internete aktarmak için gigabayt başına 0.10 ile 0.15\$ arasında ücret talep etmektedir. Böylelikle, Amazon, hem istatistiki olarak çoklu örnekleri tek bir fiziksel kutuda çoklayarak, bu kutunun, birbirlerine müdahale etmeyecek olan bir çok müşteriye kiralanabileceğini ifade etmektedir [Armbrust, 2009].

Armbrust (2009) bu ücretlendirme modelini, “kullandığın kadar öde” (“pay as you go”) olarak adlandırmaktadır. Örneğin, Bulut Bilişimden bir kaç saat satın alırsanız, bunlar, ağ topluluğunda, zamanla tek tip olmayacak şekilde dağıtılabilir; örneğin bugün 200 server-saat kullanıp yarın hiç server-saat kullanılmadığında, yalnızca kullanılan kadar ücret ödenir.

Her ne kadar bu kullandığın kadar öde ücretlendirme sistemi, benzeri bir serverı aynı dönem için satın almaktan daha pahalı olabilse de, Armbrust, Bulut Bilişimin, esneklik ve risk transferi faydalarının, maliyetin yanında ağır bastığını öne sürer. Bulut Bilişimdeki esneklikle ilgili olarak, kaynakları ince tanecikli (fine grain) kaynakları ekleme ya da çıkarma imkanı (her defasında bir server) ile birlikte, saatler ya da haftalar yerine kullanılan dakika miktarı, iş yüküne göre kaynakların daha yakın eşleştirilmesini sağlamaktadır.

Tüketici’nin perspektifiyle piyasada başka modeller de vardır. Bunlar, üç biçimden birine aittir: kademeli ücretlendirme, birim başına ücretlendirme ve abonelik bazlı ücretlendirmedir [Saleem, 2011].

GoGrid Bulut, kullanıcılara ana bellek tahsis kullanımını sunar ve sistemleri için kullanım birimi olarak “RAM/saat” anlamına gelir. Bu yöntem, kullanıcıların, belleğin konumunu kendi ihtiyaçlarına göre yeniden tahsis etmelerine olanak sağladığı için, kademeli ücretlendirmeden daha esnektir [Saleem, 2011].

2.4.2. Sağlayıcı görünüm maliyeti

İşletmeler için Bulut Bilişim maliyetine yatırım yapmanın yanı sıra Bulut Bilişim hizmetinin sunulmasının maliyetini bilmek de çeşitli nedenlerle önemlidir. Birincisi, işletmelerin, yasal olarak genel bulutlarına taşınamamaları olasılığı mevcuttur, böylelikle de özel bulutların kullanımı, daha önemli hale gelmektedir. İkincisi, eğer işletmeler, özel bulut kullanmaya başlarsa, boştaki Bilgi İşlem alanını her zaman için kiralayabilirler. Bu nedenlerden ötürü, işletmelerin, özel bir buluta sahip olmanın maliyetini bilmeleri faydalıdır [Saleem, 2011].

Bazı araştırmacılar, bulut veri merkezlerinin maliyetleri konusunda çalışmışlardır. Greenberg vd., bulut veri merkezi maliyetlerinin, serverlar, altyapı, enerji ve ağ maliyetlerini göz önünde bulundurarak nasıl düşürülebileceğini tanımlamışlardır. Onlara göre, maliyetler, soğutma maliyetini azaltmak için veri merkezlerini daha düşük sıcaklıklarda çalıştırarak ve bant genişliği maliyetini azaltmak için mikro veri merkezleri inşa edilerek düşürülebilir [Saleem, 2011].

2.4.3. Bulut bilişimin maliyete etkisi

Bulut Bilişim, devrim değil, evrimdir. Bulut bilişimin evrimi, işletmelerin, grid bilişim teknolojisinden, bulut bilişim teknolojisine taşınmaları anlamına gelmektedir. “Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS” (“Bulut Taşıma: Bir İşletmenin bilgi işlemini, IaaS’a geçirmek hakkında bir olay incelemesi) çalışmasında. Eğer üçüncü bir taraf bulutunun altyapısı sunulursa, bu şirketlerin hem finans personeli hem müşteriler için gelirlerinin ve çıkışlarının yönetiminin iyileştirilmesi için birçok fırsat sunar [Hosseini ve Ark, 2010].

Üçüncü taraf bulutunun altyapı çözümlerinin sunulması, hem şirketlerin hem finans personeli hem müşteriler için gelirlerinin ve giderlerinin yönetiminin iyileştirilmesi için birçok fırsatı içerisinde barındırır. Üçüncü taraf bulut altyapı çözümleri, bulut ücretlendirme modelinin asgari önden ödeme ve aylık fatura maliyeti olduğundan, finans personeli için nakit akışı yönetimini kolaylaştırmaya yardımcı olurken, aynı zamanda da elektrik harcamalarındaki değişkenliği de en aza indirir. Bunlar bir kazançtır, buna rağmen bina içi veri merkezlerinin donanım satın almanın ön ödeme maliyeti yüksek olduğundan ve müşterilerin ödemesinin yavaş olabilmesi dolayısıyla nakit akışı sıkıntılarına neden olabilir. Ayrıca, enerji maliyetleri, önemli bir gider kaynağıdır ve harici bir sağlayıcı kullanarak, şirketler, sağlayıcıların toptan fiyatına enerji anlaşması yapabilme imkanlarından da faydalanmış olurlar [Hosseini ve Ark, 2010]. Ayrıca, Bulut bilişim platformları, bir şirketin yüksek performanslı bilişim ve depolama altyapısına web hizmetleri aracılığıyla kolay bir erişim sağlar. Bulut bilişimle amaç, bilgi işlem altyapı yönetiminin karmaşıklığını kullanıcılardan saklamaktır. Aynı zamanda bulut bilişim platformları muazzam ölçeklenebilirlik,

%99.999 güvenilirlik, yüksek performans ve özellikleri değiştirilebilir konfigürasyon imkanı sağlarlar. Bu imkanlar, tahsis edilmiş altyapılara kıyasla, görece düşük maliyetlerle sunulurlar [Kondo ve Ark, 2010].

Üçüncü taraf bulut altyapı çözümleri, ayrıca kendilerine yeni ücretlendirme modelleri sunulabileceğinden, müşteriler ile satış ve pazarlama personeli için geliri yönetmek bakımından bir çok fırsatı açığa çıkarır. Bu, önden ödenen yüksek ücretlere ek olarak aylık destek maliyetlerinden (nakit akışı meseleleri nedeniyle) oluşan bir ücretlendirme gerektiren dâhili veri merkezlerinin aksine, bir fayda sağlamaktadır çünkü, müşterilere nasıl ödeme yapmak istediklerine dair daha fazla seçenek sunulabilir ya da alternatif olarak, finans departmanı, dışarıdan kaynak sağlayan şirkete, müşterileri doğrudan faturalandırarak, finans departmanının idari yükünü azaltmayı tercih edebilir [Hosseini ve Ark, 2010].

Bu tezde, bulut bilişimin maliyet üzerindeki etkisini göstermek için kamulara bulut bilişim kullanımı hakkında bir kaç örnekten bahsedilecektir.

Microsoft şirketi tarafından National Bank of Kuwait üzerinde yapılan bu olay incelemesi, bulut bilişime geçtikten sonra maliyetlerin azaldığını göstermektedir. 2008’de National Bank of Kuwait, Microsoft System Center ailesinin ürünlerine ek olarak, Windows Server 2008 Hyper-V teknolojisini uygulamaya koydu. Bu teknoloji, altyapının %75’lik bir kısmını sanallaştırdı (30 fiziksel sunucu ile 125 sanal makina) ve özel bir bulut altyapısı geliştirdi. Bankanın sanallaştırılmış altyapısı, fiziksel bir altyapıdan %40 daha az maliyetli oldu ve lisans maliyetleri de %20 azaldı. Banka, atıklığını ve iş dünyasının ihtiyaçlarına talep verebilme becerisini artırdı ve şu anda, bankanın büyümesini desteklemeye yardımcı olan bir altyapıya sahip [Microsoft, 2011].

National Bank of Kuwait, Mısır ve Türkiye’deki, her biri 30’dan fazla şubeye sahip yerel bankaları bünyesine katarak, ciddi bir büyüme yakaladı. Büyüyen faaliyetlerini desteklemek için, şirket, merkezileştirilmiş bilgi işlem altyapısı kullanmakta ve birincil veri merkezi, Kuveyt’teki genel merkezinde bulunmaktadır. Altyapının yüzde sekseni, merkezi işlem birimi teknolojisi üzerine inşa edilen temel bankacılık

sistemlerinden oluşmaktadır. Altyapının kalan yüzde yirmilik kısmı, Windows Server 2003 işletim sistemine ve tescilli UNIX tabanlı bir işletim sistemi olan IBM AIX üzerine inşa edilmiştir [Microsoft, 2011].

2009’da, merkezi işlem teknolojisinin sahip olmadığı, sürekli büyümeyi destekleyecek ölçeklenebilir bir altyapı ihtiyacı neticesinde, National Bank of Kuwait’in bilgi işlem departmanı, altyapı mimarisini yeniden tasarlamaya karar verdi. Şirket, temel bankacılık sistemleri için ağırlıklı olarak merkezi işlem teknolojisine dayanmak yerine, öncelikli olarak, Windows Server 2008 R2 Enterprise ve Microsoft SQL Server 2008 veri yönetim yazılımı da dahil olmak üzere Microsoft ürünlerine ve teknolojilerine dayalı olarak inşa edilen bir bilişim modeline yönelmeye karar verdi.

Ancak, şirket, yeni mimarisini yeniden tasarlamaya başlayınca, Kuveyt’teki elektrik kısıtlamalarının, arzulanan sunucu-bazlı model için bir sıkıntı oluşturacağını fark etti. National Bank of Kuwait’in Bilişimden Sorumlu Genel Müdür Yardımcısı Muntaser Ayyash, “Kuveyt’te elektrik, oldukça ucuz, bu nedenle, bu bizim için bir sorun değildi” açıklamasında bulundu. “Ancak, burada kapasite çok düşük. Sınırsız fiziksel çıkış kapasitemiz yok, bu nedenle de, kişisel üretim sunucularını elektriğe bağlamak için yerimizin bitmesi uzun sürmeyecekti”.

Ayrıca, şirket, Windows platformunda çalışan hizmetlere gittikçe daha fazla güvenmeye başladıkça, National Bank of Kuwait’in geliştirme ekipleri, ek gelişme ve test ortamları talep ettiler. “Bu ekipler, müşteriler için internet bankacılığı özellikleri ve otomatik yanıt sistemi ortamları gibi yeni hizmetler geliştirmekten sorumlu, bu nedenle de, müşterilerimiz için en iyi deneyimi sunmak için gereken altyapının sağlanması önemli” diyor Ayyash. “Üretim sunucusu ortamımıza ek olarak, güçlü gelişme, test ve kullanıcı kabulleniş ortamlarını desteklemek için ek bir sunucu altyapısına ihtiyaç duydular ve bu da bizim hali hazırda sınırlı olan elektrik kapasitemizi zorluyordu”.

Bankanın karşı karşıya olduğu enerji kapasitesi kısıtlamaları ile, hem temel ticari faaliyetlerini desteklemek için artan sunucu ihtiyacı ve şirket içi geliştirme ekiplerinin ihtiyaçları arasında, National Bank of Kuwait, sunucu yüklerini birleştirmek için kullanabileceği bir çözüm aradı. “Bire bir sunucu oranımızı desteklememiz ve bilgi işlem altyapımızda istediğimiz iyileştirmeleri yapmamız açıkçası mümkün değildi.” diyor Ayyash.

National Bank of Kuwait’in, merkezi işlem teknolojisine bağımlılığını azalttığı bir dönemde, Microsoft’un bir çözümü olarak banka, elektrik kapasitesiyle ilgili olarak karşılaştığı sıkıntılara bir çözüm olarak sanallaştırmanın, sunucuların birleştirilmesi için en iyi seçenek olduğuna karar verdi. Böylelikle, 2009’da, National Bank of Kuwait, Hyper-V teknoloji Windows Server 2008 R2 Enterprise’ı uygulamaya koydu.

Banka, her biri Hyper-V teknoloji Windows Server 2008 R2 üzerinden çalışan 15 fiziksel sunucu barındıran iki adet IBM BladeCenter sunucu çatısı ekledi. Bu 30 sunucu ile, şirket, ön uç ve orta kademe sunucu ortamları için gereken 125 sanal sunucu barındırmaktadır. National Bank of Kuwait, yüksek kullanılabilirlik ve performans sağlamak için hedeflenen sunucularda Hyper-V için en iyi uygulamaları kullandı [Microsoft, 2011].

Hyper-V teknolojisi ve System Center çözümleri kullanarak gelecekteki büyümesi için hazırlanan National Bank of Kuwait, bilgi işlem altyapısının, devam etmekte olan ticari büyümeye hazır olmasını sağlamaya yardımcı olan bir özel bulut altyapı modeli tesis etti. “Son yıllarda, Orta Doğu bölgesindeki genişleme ve dünyanın diğer bölgelerindeki banka satın almaları da dahil olmak üzere, ciddi bir büyüme kaydettik” diyor Ayyash. “Özel bulut modeline geçmek suretiyle, artık bu büyümeyi destekleyebileceğimiz konusunda rahatım. Artık internet bankacılığı gibi hizmetleri, ülke dışında tamamen yeni bir altyapı kurmaya gerek kalmaksızın sunabiliyoruz. Şubeler artık kendi temel bankacılık sistemlerini Kuveyt’teki veri merkezimize bağlamak için kendi arayüz adaptörlerini ve özel yazılımlarını inşa etmek zorunda değiller. Bunun yerine, özel bulutumuza bağlanıyorlar – bunu ise, başka bir model kapsamında başarmamız mümkün olamazdı.”

Banka, özel bir bulut altyapısına taşındığından, bilgi işlem departmanı, bankanın başarıya hazırlanmasına yardımcı olan stratejik bilgi işlem çalışmalarına odaklanabilir. Önceden bilgi işlem departmanı, çabalarının çoğunu geliştirme ekiplerinin ek test ortamı ihtiyaçları gibi özel sunucu taleplerinin karşılanmasına harcarken artık stratejik hizmetlerin sunulmasına dair sorunların çözümüne yoğunlaşabilmektedir. Örneğin, sunum ve yönetim değişikliği görevlerinin otomasyonunu sağlayan birlikte çalışabilen yönetim araçları gibi bir özel bulut altyapısı için, temel bileşenlerin uygulanması suretiyle, bilgi işlem departmanı, artık yerine getirmesi gereken taleplerle boğulmamaktadır. Bunun yerine, odak noktasını mobil bankacılık gibi sadece ticari faaliyetleri desteklemekle kalmayıp, bunları ileri taşıyan yeni hizmetlerin sunumuna kaydırabilmektedir.

Sanallaştırılmış sunucu ortamına geçerek, enerji maliyeti perspektifini” raporlayan National Bank of Kuwait, temel hedeflerinden birisine ulaşmıştır: enerji kapasitesine bağımlılığı azaltmak. Terk ettiği eski merkezi işlem teknolojisinin, 100’den fazla fiziksel sunucuya ihtiyaç duyacağı öngörülüyordu. National Bank of Kuwait, istenen sunucu sayısını, 30 fiziksel sunucu ve 125 sanal sunucuya düşürdü. “Kuweyt’teki elektrik kapasitesi kısıtlarımız ve alan yetersizliğimiz ile, öngördüğümüz sunucu ortamını desteklememiz mümkün olmayacaktı, büyüyecek yer yoktu,” diyor Ayyash. “Hyper-V kullanarak, gereken fiziksel sunucu sayısını %75 oranında azalttık ve işlerimizi desteklemek için ihtiyaç duyduğumuz esnek, atık bir altyapıya kavuştuk.”

Ayrıca, sunucuları birleştirerek, donanım maliyeti ve fiziksel sunucu donanım maliyetlerinin azaltıldığı da rapor edilmiştir. “Biz büyümeye devam ettikçe, geleneksel bire bir sıralanmış sunucu modeli ile ihtiyaç duyacağımız altyapı, sanallaştırma ortamımızdan en az %40 daha büyük olmalıydı” diye belirtiyor Ayyash. “Bu, altyapımızın boyutu düşünüldüğünde, etkileyici bir tasarruf ve bu durum bizi sanallaştırma çabalarımıza devam etmeye gerçekten teşvik ediyor.”

Öte yandan, National Bank of Kuwait Microsoft’un hacimli lisansından faydalananak, yazılım lisanslarının maliyetlerinin de azaldığını bildirmiştir. Örneğin, sanallaştırma ortamında, National Bank of Kuwait Windows Server 2008 Hyper-V ortamında, tek bir sunucu lisansı ile aynı anda dörde kadar örnek çalıştırabilmektedir.

Ayrıca, bir Microsoft System Center Server Management Suite Enterprise lisansı ile, banka fiziksel işletim sistemi ortamını ve tek bir lisanslı sunucu ile dörde kadar sanal sunucusu yönetebilmektedir. “Microsoft’un sanallaştırma için sunduğu lisans seçenekleri bu muazzam girişimin maliyetinin daha karşılanabilir olmasına yardımcı oldu” diyor Ayyash. “Üç yıllık bir dönem için lisans yenileme ücretleri de dahil olmak üzere, sanallaştırma ortamı ile, benzeri fiziksel altyapılara kıyasla %20 tasarruf yapmayı umuyoruz.” [Microsoft, 2011]. Microsoft tarafından gerçekleştirilen diğer olay incelemeleri, aşağıda verilmiştir:

Florida Atlantic University

Üniversite, maliyetleri 600.000\$ azaltarak, Hyper-V’de Linux-tabanlı Blackboard kullanmaktadır. “Yenilikçi ürünlerin, düşük maliyet ve performansla birleşimi, Microsoft’u, bulut bilişim için en iyi ortam haline getirmektedir.” [Microsoft, 2013].

Kentucky Eğitim Bakanlığı

Bakanlık, bulut tabanlı mesajlaşma sistemi ile 6.3 Milyon\$ tasarruf etmektedir. “Aynı anda hem kuruluş genelindeki kapasiteyi artırmak hem işlevselliğe ciddi katkıda bulunmak hem de çalışma maliyetini azaltmak çok nadirdir, ama yaptığımız şey tam da budur.” [Microsoft, 2013].

2.5. Bulut Bilişim ile Veri Merkezi Karşılaştırması

Bulut bilişim, dağıtılmış bilişim çevrelerinde yeni moda bir kelime olarak ortaya çıkmıştır [Dillon ve Ark, 2010]. Bulut bilişim, bilişim teknolojisi için tamamen yeni olup, Kişisel Bilgisayarlardan (PC) ve İnternette sonra, bilişimdeki üçüncü devrim olarak kabul edilmektedir. Daha açık olmak gerekirse, Bulut Bilgi İşlem, dağıtılmış bilişimin, paralel bilişimin, Grid bilişim ve dağıtılmış veri tabanlarının gelişmiş halidir. Bulut Bilişimin temel prensibi, görevleri yerel bilgisayarlara ya da uzaktaki sunuculara değil, çok sayıdaki dağıtılmış bilgisayarlara dağıtmaktır [Sanchati ve Kulkarni, 2011].

Başka bir ifadeyle, kişisel bilgisayarlarda, cep telefonlarında ve diğer cihazlarda depolanmış olan büyük miktarlardaki bilgiyi ve kaynağı bir araya getirmek suretiyle, Bulut Bilişim bunları birleştirebilir ve bunları kullanıcılara sunulan halka açık bir buluta (havuza) koyabilir [Sanchati ve Kulkarni, 2011].

Grid bilişim, gelişmiş bilimsel araştırmalarda ortaya çıkan gerçek sorunların ortaya çıkardığı donanım ve yazılım alt yapısıdır. Dillon ve Arkadaşlarına göre, Grid bilim ve mühendislik gibi üst düzey hesaba dayalı (kompütasyonel) uygulamalara “eşgüdümlü kurumsal çapta kaynak paylaşımı” sunan dağıtılmış bir bilişim “özel yazılımı”dır. Bulut bilişim ile Grid bilişim arasında bazı açık benzerlikler söz konusudur. Öncelikle, her ikisi de, kaynakların sanallaştırılmasını başarmayı amaçlamaktadır [Dillon ve Ark, 2010].

Grid ile Bulut bilişim kıyaslarken, mimari, güvenlik modeli, iş modeli, programlama modeli, sanallaştırma, veri modeli, bilişim modeli, kaynak ve uygulamalar gibi, bir dizi perspektif açıklanmalıdır.

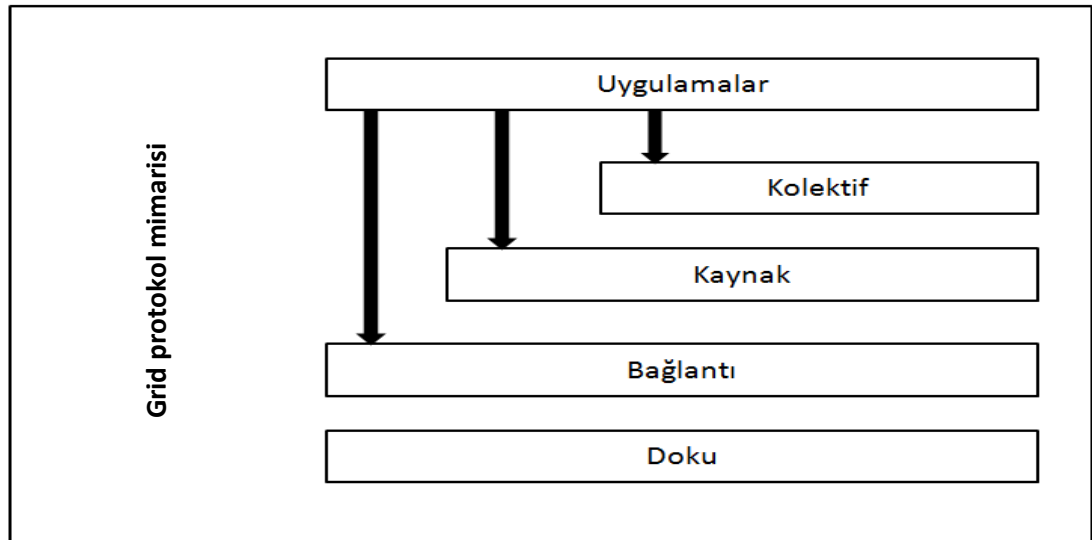
2.5.1. Mimari

Grid, 1990’ların ortalarında, o tarihlerde yalnızca süper bilgisayarlarla ve bu iş için ayrılmış kümelerle çözülebilen, büyük çaplı bilişim sorunlarına ticari bilgisayarların kaynaklarını paylaşan bir ağ kullanarak yanıt vermek üzere ortaya çıkmıştır. Temel gerekçeleri, bu yüksek performanslı bilişim kaynaklarının, pahalı ve erişiminin zor olmasıydı. Böylece, çıkış noktası, coğrafi olarak dağıtılmış kuruluşlardaki bilişim, depolama ve ağ kaynaklarından oluşan birleştirilmiş kaynakları kullanmaktı ve bu kaynaklar da genellikle heterojen ve dinamiktir [Foster ve Ark, 2009]. Grid, mevcut kaynakları, donanımlarla, işletim sistemleriyle, yerel kaynak yönetimiyle ve güvenlik altyapısıyla bütünleştirmeye odaklıdır. “Sanal Kuruluşlar” adı verilen dağıtılmış kaynakların, aynı kuruluş içerisindeymişçesine bulunabileceği ve paylaşılabileceği mantıksal birimlerin oluşturulmasını desteklemek için, Grid, bu protokollerin üstünde, bir dizi standart protokol, özel yazım, araç kutusu ve hizmet tanımlar ve sunar [Foster ve Ark, 2009]. Kaynaklar, hem küresel, hem yerel kaynak kullanım politikaları olan farklı idari alanlardan, farklı donanım, yazılım

konfigürasyonlarından, platformlarından gelebileceği, kullanılabilirlik ve kapasite açılarından da farklılık arz edebileceği için, Grid bilişim altyapısının öncelikli endişeleri, birlikte çalışabilirlik ve güvenlidir.

Grid, Grid protokol mimarisinde tanımlanan beş farklı protokol ve hizmet sunar (bkz. Şekil 2.3) [Foster ve Ark, 2009].

Doku katmanında, Gridler, bilişim, depolama ve ağ kaynakları, kod havuzu gibi farklı kaynak tiplerine erişim sağlamaktadırlar. Gridler, genellikle yerel kaynak gibi mevcut doku bileşenlerine dayanırlar.



Şekil 2.3. (Grid Protokol mimarisi). Kaynak : [Foster ve Ark, 2009].

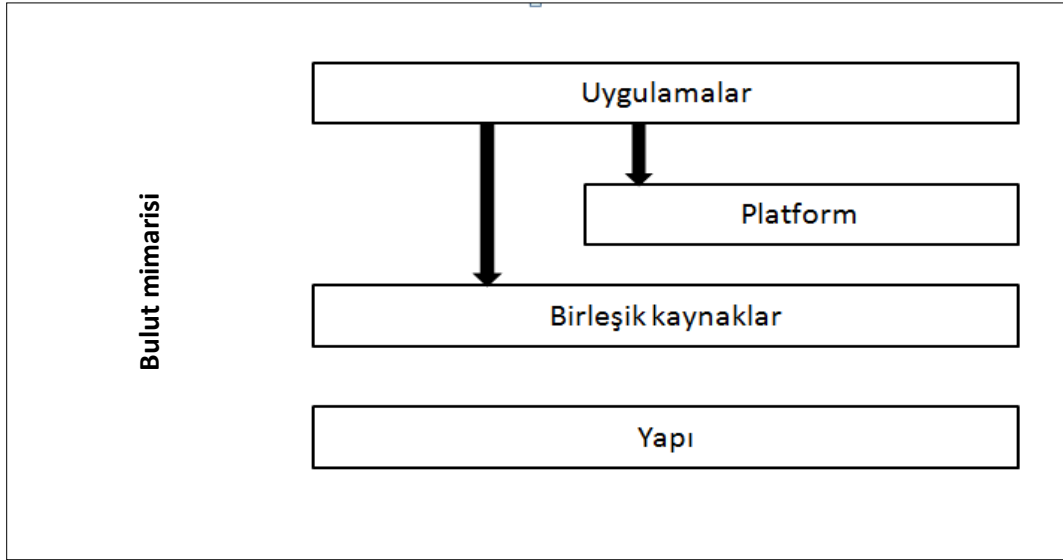
Bağlantı katmanı, basit ve güvenli ağ işlemleri için temel iletişim ve doğrulama protokollerini ifade eder. GSI (Grid Security Infrastructure- Grid Güvenlik Altyapısı) protokolü, her Grid işleminin altında yatar.

Kaynak katmanı, bireysel kaynaklar üzerindeki paylaşım işlemlerinin yayın, keşif, görüşme, izleme, muhasebe ve ödemesini ifade eder. GRAM (Grid Resource Access and Management – Grid Kaynak Erişimi ve Yönetimi) protokolü, bilişim kaynaklarının tahsisi ve bu kaynaklar üzerindeki bilişim hizmetlerinin izlemesi ve kontrolü için kullanılır. Grid FTP ise veri erişimi ve yüksek hızda veri transferi için kullanılır.

Kolektif katmanı, kaynak koleksiyonlarındaki işlemleri kapsar, MDS (İzleme ve Keşif Hizmeti) gibi izin hizmetleri VO kaynaklarının izlenmesine ve keşfine olanak tanır. Ayrıca Condor-G ve Nemrut-G düzenleme, planlama ve aracılık hizmetleri örnekleridir.

Uygulama katmanı, yukarıdaki protokollerin ve API'ların (Application Programming Interface – Uygulama programlama Arayüzü) üzerine inşa edilen tüm kullanıcı uygulamalarından oluşur ve VO (Voice Over) ortamlarında çalışır. Buna iki örnek, Grid iş akışı sistemleri ve Grid portallarıdır (QuarkNet e-öğrenme ortamı, Ulusal Sanal İzleme Kurumu, TeraGrid Science ağ geçidi).

Bulutlar, bazı varsayımların, Grid'dekilerden farklı olduğu internet ölçeğindeki bililim problemlerine yanıt verebilmek üzere geliştirilmiştir. Bulutlardan genellikle, geniş bilişim ve/veya depolama havuzları olarak bahsedilir ve bunlara soyut bir arayüz ile standart protokolleri üzerinden erişilebilir. Foster'e göre Bulut Bilişim mimarisi Şekil 2.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Bulut bilişim mimarisi. Kaynak : [Foster ve Ark, 2009].

Doku katmanı, bilişim, depolama ve ağ kaynakları gibi ham donanım düzeyi kaynakları içerir. Birleştirilmiş kaynaklar, (genellikle sanallaştırma yoluyla) soyutlanan/kapsüllenen kaynakları içerir, böylelikle, üst katmana ve son kullanıcılara, örneğin sanal bir bilgisayar/küme, bir mantıksal dosya sistemi, bir veri

tabanı sistemi gibi tümleşik kaynaklar olarak sunulabilirler. Platform katmanı, bir geliştirme ve/veya dağıtım platformu sunmak için, birleştirilmiş kaynakların üstünde, bir özel araçlar, özel yazılımlar ve hizmetler koleksiyonunun üzerine eklenir.

Örneğin, bir Web barındırma ortamında, bir programlama hizmetinde, vb. Son olarak, uygulama katmanı, Bulutlarda çalışacak uygulamaları içerir. Bulutlar, yukarıda açıkladığımız gibi genellikle üç farklı düzeyde hizmet sunarlar (IaaS, PaaS ve SaaS) ancak bazı sağlayıcılar, birden fazla düzeyde hizmet sunmayı tercih edebilirler.

2.5.2. Kaynak yönetimi

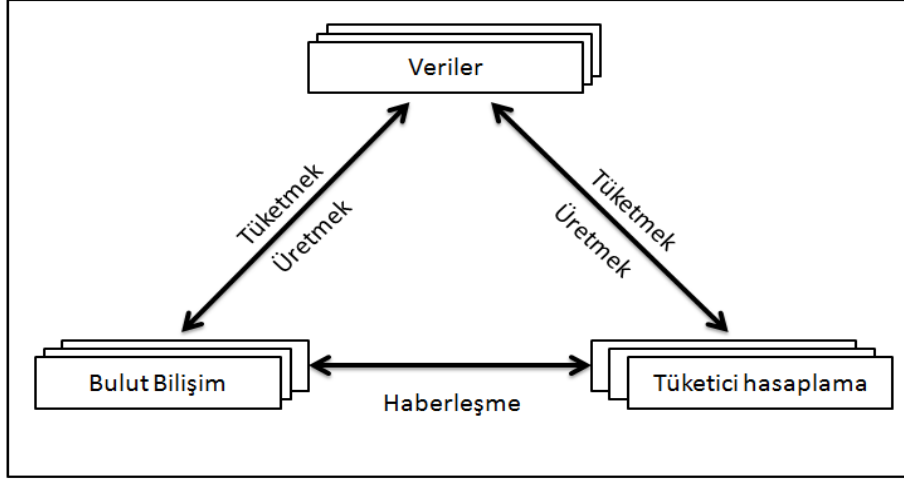
Bu bölümde, Gridlerde ve Bulutlarda bulunan kaynak yönetimi tanımlanmakta ve bilişim modeli, veri modeli, sanallaştırma, izleme ve kaynak gibi konular ele alınmaktadır. Bu konular, Grid'lerin ve Bulutların bugün karşı karşıya kaldıkları ve gelecekte üstesinden gelmemiz gerekecek olan temel zorlukları anlamak için son derece önemlidir [Foster ve Ark, 2009].

Bilişim modeli: Gridlerin bir çoğu, PBS, Condor, SGE'in bir Grid sitesi için bilişim kaynaklarını yönettiği gibi bir yerel kaynak yöneticisinin (Local Resource Manager LRM) toplu-programlı bilişim modeli kullanır ve kullanıcılar, bazı kaynakları belli bir süreliğine talep etmek için toplu işleri (GRAM aracılığıyla) sunarlar. Bir çok Grid'in, bu toplu işlerin, muhasebe ve güvenlik amaçlı olarak çalışacağı kullanıcının kimliğini ve bilgilerini, gereken işlemci sayısını ve tahsisin süresini tespit etmeye zorlayan politikaları vardır. Örneğin, bir iş, söz gelimi bir URL'den yerel depolama alanına girdi verilerini yönlendirip uygulamayı 60 dakika boyunca 100 işlemci üzerinde çalıştırabilir ve sonuçları bir FTP sunucusuna yönlendirebilir. Bu iş 100 işlemci 60 dakika müsait oluncaya kadar LRM'nin bekleme sırasında bekleyecek ve bu noktada 100 işlemci iş süresi boyunca uygulamaya tahsis edilecektir. Bu pahalı programlama kararları, veriyi içeriye ya da dışarıya yönlendirme ve muhtemel uzun bekleme sırası süreleri nedeniyle bir çok Grid, interaktif uygulamaları orijinalinde desteklememektedirler, ancak Grid topluluğunda bir çok kısa süreli görevin Gridlerde verimli olarak çalıştırıldığı uygulamalara imkan vermek için, çok düzeyli

programlama yoluyla kaynaklara daha düşük gecikmeyle ulaşılması için bazı çabalar söz konusudur. Bulut Bilişim bilgi işlem modeli, Buluttaki tüm kaynakların tüm kullanıcılar tarafından aynı anda paylaşılması nedeniyle muhtemelen çok farklı görünecektir (bir sıralama sistemi ile yönetilen tahsis edilmiş kaynakların aksine). Bu da, gecikmeye duyarlı uygulamaların, orijinal olarak Bulutlarda çalışmasına olanak sağlayacaktır [Foster ve Ark, 2009].

Veri modeli: Bazı insanlar, iddialı bir şekilde gelecekteki internet bilişiminin bilişim, depolama ve diğer her türlü kaynağın temelde Bulut tarafından sağlanacağı şekilde Bulut Bilişim merkezli olacağı tahmininde bulunurken, bizler yeni nesil internet bilişiminin, Şekil 2.5.'te gösterildiği şekilde üçgen modelinde olacağını öngörüyoruz: İnternet bilişim Veriler, Bulut Bilişim ve İstemci Bilişim etrafında toplanacaktır. Bulut Bilişim ve İstemci Bilişim bir arada var olacak ve el ele evrilirken veri yönetimi (eşleme, ayırma, sorgulama, taşıma, ön belleğe alma, kopyalama, vb), artan veri-yoğun uygulamalarla birlikte hem Bulut Bilişim hem İstemci Bilişim için gittikçe daha önemli hale gelecektir. Bulut Bilişimin hayati rolünden bahsetmeye gerek yoktur ancak İstemci Bilişimin önemi aşağıdaki nedenlerden ötürü göz ardı edilemez:

- 1) Güvenlik nedeniyle insanlar bulutun önemli görev uygulamalarını çalıştırmaya ve hassas bilgilerini işlenmek ve depolanmak üzere buluta göndermeye istekli olmayacaktır.
- 2) Kullanıcılar internet ve Bulut çıktığında ya da ağ iletişimi yavaş olduğunda dahi işlerinin yapılmasını istemektedirler.
- 3) Çok çekirdekli teknolojiye gelişmelerle gelecek on yıl, 100'lerce ve 1000'lerce donanım dizileri/çekirdekleri olan masaüstü süper bilgisayarlara sahip olma imkanlarını beraberinde getirecektir. Ayrıca, bir çok son kullanıcının görseller ve multimedya yürütme işlemleri gibi çeşitli donanım bazlı son işlevleri olacak ve bunlar tipik olarak yerel olarak çalıştırılacaktır.



Şekil 2.5. Yeni nesil internet bilişiminin üçgen modeli. Kaynak : [Foster ve Ark, 2009].

Verilerin önemi son on yılda Grid topluluğunun dikkatini çekmiştir; sanal veri kavramının hayati bir rol oynadığı Veri Gridleri, Grid ortamlarındaki veri yoğun uygulamaları işlemek için özel olarak tasarlanmıştır. Sanal veri kavramı veriler, programlar ve işlemler arasındaki ilişkiyi kavrayarak bir veri Grid'inin sağlayabileceği çeşitli soyutlamalar önerir. Verilerin verinin konumuyla ilgisi olmaksızın talep edilebildiği konum şeffaflığı, her bir veri parçasının (kopyalarıyla birlikte) grid sitelerindeki konumunun izlenebilmesi için bir dağıtılmış üst veri katalogu kullanılır ve gizlilik, erişim kontrolü uygulanır; materyalizasyon şeffaflığı verilerin kullanılabilirliğine ve yeniden işlemenin maliyetine bağlı olarak ya o anda işlenir ya da talep üzerine taşınır. Ayrıca, verilerin gerçekteki fiziksel formatları ne olursa olsun tüketilip üretildiği temsil şeffaflığı söz konusudur, veriler soyut bazı yapısal temsillerle eşlenerek bu şekilde işlenirler.

Verilerin yerelliği: CPU döngüleri daha da ucuzladığından ve veri dizileri her yıl boyut olarak ikiye katlandığından, uygulamaların etkin şekilde ölçeklenmelerindeki ana zorluk, verilerin kullanılabilir bilişim kaynaklarına göre olan konumudur – verileri tekrar tekrar uzaktaki bir CPU'ya taşımak şişe ağzı etkisi oluşturmaktadır. IO hızlarında, yerel disk depolamadan, geniş alan ağlarına büyük farklılıklar söz konusudur ve bu durum uygulamanın performansını ciddi şekilde etkileyebilir.

Bulutlar, Gridler ve bunların uygulamaları için İnternet ölçeğinde iyi bir ölçeklenebilirlik elde etmek için veriler bir çok bilgisayara dağıtılmalı ve işlemler iletişim maliyetlerini en aza indirmek için işlenebileceği en iyi yere yönlendirilmelidir [Foster ve Ark, 2009].

Sanallaştırma: Sanallaştırma, neredeyse her bulut için, vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir ve bunun da en açık nedenleri, soyutlama ve kuşatmadır. Diziler, kullanıcılara, bilgisayarın tüm dizileri eş zamanlı olarak çalıştırdığı ve her bir dizinin tüm kullanılabilir kaynakları kullandığı “illüzyonunu” sunmak için ortaya çıkarıldığı gibi, bulutlar da, birden çok (ya da bazen binlerce hatta milyonlarca) kullanıcı uygulamasını çalıştırmak zorundadırlar ve tüm uygulamalar, kullanıcılara, eş zamanlı olarak çalışıyormuş ve buluttaki tüm kullanılabilir kaynakları kullanabilecekmiş gibi görünür. Sanallaştırma, altta yatan dokunun (ham bilgi işlem, depolama, ağ kaynakları), bir kaynak havuzu birleştirilebileceği gerekli soyutlamayı sağlar (örn. Veri depolama hizmetleri, Web barındırma (hosting) ortamları) ve kaynak katmanını bunların üzerine inşa edilebilir. Sanallaştırma, ayrıca her uygulamanın, konfigüre edilebileceği, dağıtılabileceği, başlatılabileceği, taşınabileceği, duraklatılabileceği, devam ettirilebileceği, durdurulabileceği vb şekilde sarmalanmasını ve böylece de daha iyi güvenlik, yönetilebilirlik ve yalıtım sağlar. Bulutların, sanallaştırmayı benimseme eğiliminde olmasının diğer birçok nedeni de vardır:

- 1) Sunucu ve uygulamaların birleştirilmesi, birden çok uygulama, aynı sunucuda çalıştırılabileceği için kaynaklar çok daha etkin kullanılabilir
- 2) Ayarlanabilirlik, farklı uygulamaların kaynak koşulları ciddi miktarda değişebileceğinden ve kaynakların dinamik olarak ayarlanabilmesi ve çeşitli nedenlerle bir araya getirilebilmesi için bazılarının daha geniş depolama, bazıları işlem gerektireceğinden, bunu donanım düzeyinde gerçekleştirmek mümkün olmadığı için sanallaştırma gereklidir.
- 3) Uygulamaların kullanılabilirliğinin artması, sanallaştırma, sanal ortamların, hizmette bir kesinti olmaksızın yedeklenebilmesi ve taşınabilmesi nedeniyle planlanmayan kesintilerden sonra hızlı kurtarmaya olanak tanır.
- 4) Hızlı yanıt süresi: kaynak sunumu, izleme ve bakımı, otomatik hale getirilebilir ve ortak kaynaklar ön belleğe alınıp yeniden kullanılabilir. Sanallaştırmanın tüm bu

özellikleri, bulutların iş ortamındaki kesin SLA (Service Level Agreement – Hizmet Düzeyi Sözleşmesi) koşullarını karşılaması için gerekli zemini sağlar ve bu da, sanallaştırılmamış bir ortamda, maliyet-etkin bir yolla kolaylıkla başarılabilir, çünkü sistemler zirve yüklerini işleyebilmek için aşırı hizmet sunacak ve boşta olduğu durumlarda da kaynak israfı olacaktır. Sonuç itibarıyla, bir sanallaştırma altyapısı, bilgi işlem kaynaklarından iş dünyasının ihtiyaçlarına doğru bir eşleştirme olarak düşünülebilir.

Ayrıca, sanallaştırmanın geçmişte bazı uygulamalar için ciddi performans kayıplarına yol açtığı da dikkate değerdir ve bu husus sanallaştırmanın kullanımının en önemli dezavantajlarından birisi olmuştur. Ancak, son bir kaç yıl içerisinde, AMD ve Intel gibi işlemci üreticileri sanallaştırma için donanım desteği sunmaya başlamışlardır. Bu ise, sanallaştırmaz geleneksel işletim sistemlerinde çalışan uygulamalar ile sanallaştırılmış kaynaklar üzerinde çalışan uygulamalar arasındaki performans farkını daraltmaya yardımcı olmaktadır [Foster ve Ark, 2009].

İzleme: Sanallaştırmanın Bulutlar için getirdiği bir başka zorluk da, kaynakların izlenmesiyle ilgili olarak hassas kontroldeki muhtemel zorluktur. Birçok Grid (örneğin TeraGrid) bir kullanıcının ne tür sensörler ya da uzun süre çalışan hizmetleri başlatabileceği hususunda kısıtlamalar uygularsa da, Bulut izleme, Gridlerdeki kadar düz değildir çünkü Gridlerin genelde, kullanıcıların kimlik tahsisleri aracılığıyla, farklı Grid sitelerindeki kaynaklara erişebilecekleri ve araştırabilecekleri farklı bir güvenlik modeli vardır ve Grid kaynakları, Bulutlardaki gibi yüksek derecede soyutlanmamış ve sanallaştırılmamıştır; örneğin Ganglia'nın dağıttığı (ve hiyerarşik olan) izleme sistemi, bir kümeler topluluğunu ve Gridleri izleyebilir ve bu, Grid topluluğunda yaygın olarak benimsenmiştir [Foster ve Ark, 2009].

Bir bulutta, farklı hizmet düzeyleri bir son kullanıcıya sunulabilir ve kullanıcı yalnızca önceden tanımlanmış bir API'yi görebilir ve düşük düzeyli kaynaklar kullanıcı için anlaşılabilir her ne kadar bazı sağlayıcılar, bu düzeylerde izleme bilgisini ifşa etseler de (özellikle PaaS ve SaaS düzeyinde) kullanıcının, kendi izleme altyapısını dağıtma özgürlüğü yoktur ve kullanıcıya iletilen sınırlı bilgi kullanıcının

kaynak durumunun ne olduğunu anlayabilmesi için gerekli ayrıntı düzeyini içermez. Aynı sorun, Bulut geliştiriciler ve yöneticiler için de potansiyel olarak geçerlidir, çünkü soyut/birleştirilmiş kaynaklar genelde bir sanallaştırmadan, bazıları ise bir kuşatma sürecinden geçerler ve tabandaki yazılım/donanım yığınlarına dair hususların izlenmesi, daha zor olabilir. Temelde, Bulutlarda izleme, ticari uygulama izlemesi, işletme sunucu yönetimi, sanal makina izlemesi ve donanım bakımının ince bir dengesini gerektirir ve daha geniş benimseme ve dağıtma söz konusu olduğundan bu durum, Bulut Bilişim için ciddi bir zorluk teşkil edecektir. [Foster ve Ark, 2009].

Kaynak: Kaynak, tüm veri kaynakları, ara veri ürünleri ve veri ürününü üretmek için uygulanan tüm süreçler de dahil olmak üzere bir veri ürününün elde edilme geçmişi anlamına gelir. Kaynak bilgisi, belli veri ürünleri ile bunun elde edilmesinde kullanılan uygulamaların ve programların anlaşılmasında, keşfedilmesinde, onaylanmasında ve paylaşılmasında hayati önem arz etmektedir.

Bulut ortamlarında kaynak çeşitli hizmet sağlayıcılardaki (farklı platform görünürlüğü ve erişimi politikalarına sahip olan) ve aynı sağlayıcı bünyesindeki farklı yazılım ve donanım soyutlama düzeylerindeki veri üretiminin izlenmesi gibi daha zorlu meselelerle ilgilenmemiz gereken araştırılmamış bir alandır. Başka bir ifadeyle, Gridlerde hali hazırda bir kaç kaynak sistemi ve inisiyatifi mevcut olduğundan, Bulut ortamlarında kaynağın belirlenmesi ve yönetilmesi, Gridlerde olduğundan daha zor olabilir, ancak ölçeklenebilir kaynak sorgulama ve kaynak bilgisine güvenli erişim hala hem Gridler hem Bulut ortamları için açık sorunlardır [Foster ve Ark, 2009].

2.5.3. Programlama modeli

Grid ortamlarındaki programlama modeli, geleneksel paralel ve dağıtılmış ortamlardakinden temelde farklılık arz etmese de, çoklu idari alanlar; kaynak heterojenliği, stabilite ve performanstaki büyük çeşitlilik ve yüksek düzeyde dinamik olan ortamlarda (kaynakların her an girip çıkabilmesi nedeniyle) istisnaların ele alınması vs. gibi sorunlarla karmaşıklaşmaktadır. Gridler, öncelikle büyük ölçekli bilimsel hesaplamaları hedef almaktadırlar, bu nedenle de büyük rakamları / kaynak

miktarlarını destekleyecek şekilde ölçeklenmelidirler. Ayrıca, doğal olarak Grid ortamlarında programların hızlı ve verimli çalışmalarını isteyeceğiz ve programların doğru bir şekilde sonuçlanmaları da gereklidir. Bu nedenle, güvenilirlik ve hata toleransı da göz önünde bulundurulmalıdır. Burada, Gridlerdeki genel programlama modellerinden bir örnek tartışılacaktır [Foster ve Ark, 2009].

Microsoft, Cosmos dağıtılmış depolama sistemini ve Dryad işleme çerçevesini geliştirmiş olup, depolama ve programlama altyapısının üstünde bir bildirimsel programlama modeli olarak DryadLINQ ve Scope'u sunmaktadır.

DryadLINQ nesne odaklı LINQ sorgu dizinini kullanırken, Scope, Select, Join, Aggregation vb gibi, SQL'de olana benzer ana operatörler sunar ve her ikisi de soyut açıklamaları ayrıntılı bir yürütme planına dönüştürür. Farklı sağlayıcıların hizmetlerini ve uygulamalarını entegre etmenin kolay bir yolu olmadığından, Mesh-up's ve komut dizinleri (Java Script, PHP, Phyton, vb), Bulut dünyasında iş akışı sistemlerinin yerini almaktadır. Bunlar, bir hizmet/uygulamadan çıktıları alıp dönüştürdükten sonra diğerine aktardıklarından esasen veri entegrasyonu yaklaşımlarıdır. Google App Engine, modifiye bir Phyton programlama kullanır ve Web uygulama geliştirmelerinde Phyton komut dizisi dilini seçerler, altında yatan BigTable depolama sistemi her ne kadar bunlar değişecek olsa da, SQL'den kalma tescilli bir sorgu dilidir (tahmin edeceğimiz üzere GQL olarak adlandırılmıştır). Bulutlar (Amazon Web Services, Microsoft Azure Services Platform) genel olarak kullanıcıların Web Hizmetleri gibi sunulan önceden tanımlanmış API'ları kullanarak Bulut hizmetlerine erişebildikleri, ayarlayabildikleri ve programlayabildikleri Web Hizmetleri API'larını benimsemişlerdir ve bu hizmetler için tercih edilen ortak protokoller, http ve SOAP'dır. Bulutlar, http ve SOAP gibi bazı ortak iletişim protokolleri benimsemiş olsalar da kullanıcılar tek bir Bulut sağlayıcı yerine bir Bulutlar topluluğundan faydalanmaya gereksinim duyduklarından bu hizmetlerin ve uygulamaların entegrasyonu ve birlikte çalışabilirlikleri, en büyük sorun olarak durmaktadır [Foster ve Ark, 2009].

2.5.4. Uygulama modeli

Gridler, genellikle, yüksek performanslı hesaplardan (High Performance Computing- HPC) yüksek verimli hesaplama (high throughput computing – HTC) kadar farklı uygulama türlerini desteklemektedirler. HPC uygulamaları, düşük gecikmeli ara bağlantılı belli bir makina içerisindeki sıkıca eşleştirilmiş paralel işlerin gerçekleştirilmesinde etkilidir ve genel olarak geniş alan ağı Gridlerinde kullanılmazlar; bu uygulamalar, gereken süreç-arası iletişimi sağlamak için tipik olarak mesaj geçme arayüzü (MPI) kullanırlar. Diğer yandan, Gridler ayrıca iş akışı sistemleri ya da diğer gelişmiş ve karmaşık uygulamalar aracılığıyla yönetilmeye ve çalıştırılmaya yatkın olan daha zayıf eşleştirilmiş uygulamaların çalıştırılmasında büyük başarı göstermişlerdir. HTC uygulamaların zayıf eşleştirilmiş yapısıyla ilgili olarak, Çoklu Program, Çoklu Veri (Multiple Program Multiple Data – MPMD), MTC, kapasite programlama, kamu hizmeti programlama gibi kendi konumlarında can sıkıcı derecede paralel olan diğer uygulama sınıfları vardır [Foster, 2011].

Zayıf eşlenmiş uygulamalar, daha büyük uygulama hedefine ulaşabilmek için çoklu idari sınırlar boyunca birçok programlama kaynakları üzerinde ayrı ayrı zamanlanabilen birçok görevden oluşabilir (bağımsız ve bağlı görevler). Görevler büyük ya da küçük, tek işlemcili ya da çok işlemcili, program-yoğun ya da veri-yoğun olabilirler. Veri dizileri statik ya da dinamik, homojen ya da heterojen, zayıf ya da güçlü bir şekilde eşleştirilmiş olabilir. Toplam görev sayısı programlama miktarı ve veri hacimleri küçük olabileceği kadar aşırı derecede büyük de olabilirler. Diğer yandan, Bulut Bilişim prensipte benzer uygulamalar dizisinin ihtiyaçlarına karşılık verebilir. Bulut Bilişim’de ulaşılması muhtemelen zor olacak bir istisna (ancak Gridlerde son derece başarılı olmuştur), birçok işlemciye etkili ölçeklendirme için hızlı ve düşük gecikmeli ağ ara bağlantıları gerektiren HPC uygulamalarıdır.

Gridlerdeki ortaya çıkan bir başka uygulama sınıfı ise, zayıf eşleştirilmiş olanlardan, sıkı eşleştirilmiş olanlara kadar her türlü uygulamanın ön ucu olan bilimsel ağ geçitleridir. Bir bilimsel ağ geçidi, bir portal aracılığıyla, ya da bir uygulamalar takımıyla entegre olan bir araçlar, uygulamalar ve veri toplama dizisidir. Ağ geçitleri

bir tarayıcı tabanlı kullanıcı arayüzü aracılığıyla (karmaşıklıkların çoğunun bu şekilde saklanabileceği öne sürülebilir) iş akışları, görselleştirme, kaynak keşfi ve iş yürütme hizmetleri de dahil olmak üzere, çeşitli imkanlara erişim sağlar. Bilimsel ağ geçitleri çeşitli Web 2.0 teknolojilerini benimsemeye başlamaktadır ancak günümüze kadar Gridlerdeki ve Web 2.0'daki gelişmelerin bir çoğu bunların kendi aralarındaki etkileşimle paralel olarak gerçekleşmiştir. Bu yeni teknolojiler, ağ geçitlerinin hizmetlerle etkileşimde bulunma ve zengin bir kullanıcı etkileşimi sunma yöntemleri için önemli gelişmelerdir [Foster ve Ark, 2009].

Gridlerdeki bilimsel ağ geçitleri yakın zamanda ortaya çıkmış olsa da Bulutların son kullanıcı etkileşimi için neredeyse sadece Bulut Kaynaklarına yönelik ağ geçitlerinin kullanımını benimsemiş görünmektedir. Tarayıcı ve Web 2.0 teknolojileri kullanıcıların gelecekte Gridler ve Bulutlarla nasıl etkileşimde bulunacaklarında şüphesiz merkezi bir rol oynayacaklardır.

2.5.5. Güvenlik modeli

Bulutlar genellikle aynı kuruluşa ait olan tahsis edilmiş veri merkezlerinden oluşurlar ve her veri merkezinde donanım ve yazılım konfigürasyonları ve destekleyici platformlar, genellikle Grid ortamlarındakilere kıyasla daha homojendir. Muhasebe sisteminizi Amazon EC2'de çalıştırırken, diğer ticari işlemlerinizi Google altyapısıyla gerçekleştirdiğinizi düşündüğünüzde, birlikte çalışabilirlik, veri merkezleri arası, idari alanlar arası etkileşim önemli bir mesele haline gelebilir. Ancak Gridler, kaynakların heterojen ve dinamik olduğu ve her Grid sitesinin kendi idari alanına ve işletim özerkliğine sahip olduğu varsayımı üzerine inşa edilmiştir. Böylelikle, güvenlik, temel Grid altyapısı üzerinde tasarlanmıştır. Göz önünde bulundurulan temel meseleler, kullanıcıların yalnızca bir kez giriş yaparak birden fazla Grid sitesine erişebilmesi için tek giriş ki bu aynı zamanda muhasebe ve denetimi de kolaylaştıracaktır; bir programın, kullanıcı adına kaynaklara erişebilmesine yetki verebilmesi ve diğer programlara yetki verebilmesi için yetkilendirme; gizlilik, bütünlük ve ayırım, bir kullanıcıya ait olan kaynaklara yetkilendirilmemiş kullanıcılarca erişilemez ve transfer sırasında müdahale edilemez;

hem küresel hem yerel kaynak kullanım politikalarını gözetmek suretiyle koordine kaynak tahsisi, rezervasyon ve paylaşım. Doğrulama, iletişim, koruma ve yetkilendirme için genel-anahtar tabanlı GSI (Grid Security Infrastructure – Grid Güvenlik Altyapısı) protokolleri kullanılır.

Bulut altyapısı son kullanıcılar için hesap bilgisi üretmek ve yönetmek için tipik olarak (SSL üzerinden) Web formlarına dayanır ve kullanıcıların güvenliksiz ve şifrelenmemiş bir ortamda e-posta yoluyla şifrelerini sıfırlamalarını ve yeni şifrelerini almalarını sağlar. Yeni kullanıcıların bir kredi kartı ve/veya e-mail adresi aracılığıyla Bulutları görece daha kolay ve neredeyse hemen kullanmaya başladıklarına dikkat ediniz. Bunun aksine Gridler güvenlik konusunda daha katıdır. Örneğin, her ne kadar web formlar kullanıcı hesaplarını yönetmek için kullanılsa da yeni hesaplar ve şifrelerle ilgili hassas bilgiler kişinin kimliğinin tespiti için kişisel bir görüşme yapılmasını belki de halihazırda bir hesabı bulunan sponsor bir kişi üzerinden doğrulama yapılmasını gerektirir ve şifreler yalnızca faks ya da posta ile gönderilecek ancak hiçbir koşulda e-posta ile gönderilmeyecektir. Güvenlik Bulut Bilişimin benimsenmesindeki en önemli endişelerden birisidir. Bir Bulut kullanıcısının geçiş yapmadan önce sağlayıcılarla görüşmesi gereken yedi risk tespit ettik:

İmtiyazlı kullanıcı erişimi: binanın dışında işlenen hassas veriye yalnızca imtiyazlı kullanıcıların erişebileceği ve yalnızca bunlara dağıtılacağı konusunda güvenceye ihtiyaç bulunmaktadır.

Düzenleyici uygunluk: Müşteri, Bulut sağlayıcının dış denetim ve güvenlik sertifikalarının olup olmadığını ve altyapının bazı düzenleyici güvenlik koşullarına uygun olup olmadığını teyit etmelidir.

Veri konumu: bir müşteri, verilerinin nerede saklanacağını bilmediği için, Bulut sağlayıcının, verileri özel yetki alanlarında saklamayı ve depolamayı taahhüt etmesi ve müşteri adına yerel gizlilik koşullarına uymayı taahhüt etmesi önemlidir.

Veri ayrımı: Müşterinin verilerinin, diğer bir müşterinin verilerinden tamamen ayrı olarak saklandığının güvencesini vermelidir.

Kurtarma: bir çökme olduğu takdirde, verilerin kurtarılabilmesi için bir Bulut sağlayıcının, etkili bir çoğaltma ve kurtarma mekanizmasının olması önemlidir.

Sorgulama desteği: Bulut hizmetleri, özellikle zor soruşturulabilir ve bu müşteri için önemli ise söz konusu destek sözleşmesel bir taahhüt olarak sağlanmalıdır.

Uzun ömür: verileriniz, Bulut sağlayıcı başka bir şirkete geçse dahi yaşayabilmelidir.

3. SANALLAŞTIRMA

Sanallaştırma, 1960'larda, kullanıcıların delgi makinaları (key punch) kullandığı ve toplu işleri bir sunucu zaman paylaşımı sistemine dayalı olarak sunduğu bir dönemde IBM tarafından bulunmuştur [Bolin, 2010]. Sanallaştırma, hesaplama kaynaklarını havuzlar olarak tanımlama düşüncesidir. Bir görev, sanallaştırılmış bir ortamda yerine getirildiğinde, gereken kaynaklar, farklı havuzlardan elde edilir [Toivanen, 2003].

3.1. Sanallaştırma Kavramı ve Tarihi

IBM'in System VM/370'i ve 1967'de bir önceki sistemi olan VM/360, bugün bildiğimiz sanal makina mimarisinin temellerini oluşturmuştur. O tarihlerde, verimlilik açısından bir ana bilgisayarın gücünün arka plandaki donanımı paylaşan çoklu yürütme ortamlarını farklı girişlerin çalıştırmasına imkan sağlayarak tamamen kullanılması çok önemliydi. VM/360'ın, fiziksel bir makinayı yönetebilme ve kaynaklarını (CPU, depolama ve Giriş/Çıkış aygıtları) aynı anda birden fazla kullanıcıya açabilme yeteneği vardı [Tsifountidis, 2011].

Sanallaştırma teknolojisi, ana bilgisayarları bölebilmek için gereken işlevselliği sunarak 1980'lerde hem endüstri, hem akademik araştırmalarda gelişmeye başlamıştır. Ancak, modern çoklu görev işletim sistemleriyle donatılmış kişisel bilgisayarların ortaya çıkması ve donanım maliyetlerindeki azalma, sanallaştırmanın kullanımında azalmaya neden olmuştur. X86 mimarisi, ortaya çıkmış ve piyasalara büyük ölçüde hakim olmuştur. Ancak yeni bilgisayar mimarisi, sanallaştırmanın verimli olarak kullanılmasını sağlayacak olan ideal Komut Kümesi Mimarisini (Instruction Set Architecture – ISA) sunmamıştır. Ana bilgisayarlar, bunun sonucunda, zamanla yerlerini kişisel bilgisayarlara bırakmaya başlamıştır [Tsifounditis, 2011].

Popek ve Goldberg'in hazırladığı 1974 tarihli bir makalede, VMM, üç koşulu karşılayan bir yazılım olarak tanımlanmıştır. Öncelikle, bir VMM, kaynakların kullanılabilirliği ya da zamanlaması dışında, simüle ettiği makinanınkiyle temelde

aynı olan bir ortam sağlamalıdır. İkincisi, VMM, simüle edilen yazılımı orijinaline yakın bir hızda çalıştırmalıdır. Üçüncüsü, VMM, sanal makinanın kaynaklarının tamamı üzerinde kontrolünü ortaya koymalıdır [Pfaff, 2008].

3.2. Sanallaştırmanın Tanımı

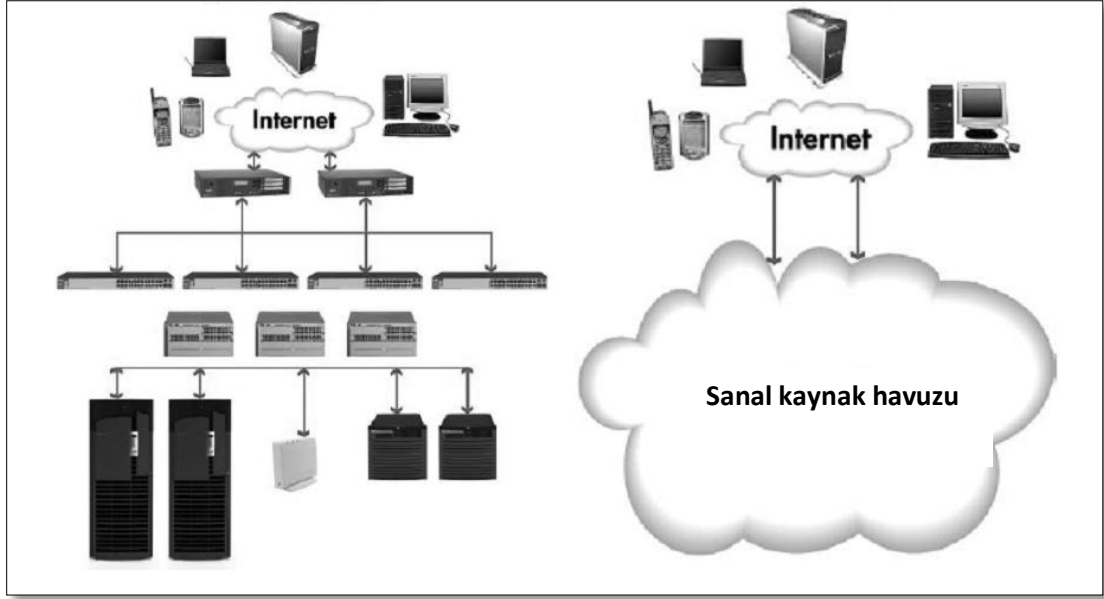
Sanallaştırmanın tanımlanmasında üç farklı türde sanallaştırma vardır ve hepsi için yeterli olacak bir tanıma ulaşmak kolay değildir. Singh, sanallaştırmayı “donanım ve yazılım ayırma, zaman paylaşımı, kısmi ya da tam makina simülasyonu, emülasyon, hizmet kalitesi gibi konseptlerin ya da teknolojilerin birini ya da daha fazlasını uygulayarak, bir bilgisayarın kaynaklarını, çoklu yürütme ortamlarına ayırmasının çerçevesi ya da yöntemidir” şeklinde tanımlar [Reiser, 2009]. Hans Reiser’e göre, sanallaştırma, bir çerçeve olarak, kaynaklarının bölünmesi, zaman paylaşımı, emülasyon ve ayırma tekniklerinin birini ya da birden fazlasını kullanarak, çevre çokluğuna izin vermek suretiyle yürütme ortamından bir cihazın kaynaklarının bölünmesidir [Reiser, 2009].

3.2.1. Sanallaştırma teknolojisi

Sanallaştırma, genellikle donanım platformları, işletim sistemleri, depolama/bellek aygıtları ya da ağ kaynakları gibi çeşitli bilgisayar kaynaklarının bir ya da birden çok sanal versiyonlarının (gerçekteki versiyonlarına kıyasla) yaratılması sürecini ifade eder [Chen, 2011]. IaaS bulut platformu kapsamında, sanallaştırma genellikle çoklu sanal makina yaratılması teknolojisiyle sınırlı olup, özellikle sistem sanal makinalar sistemi VM, ana bilgisayar İşletim Sistemi içerisinde tam ve izole bir konuk İşletim Sistemi kurulumudur. Sistem VM teknolojisinin yardımıyla çoklu İşletim Sistemi ortamları aynı bilgisayarda aynı anda bulunabilir; bu durumda arka plandaki fiziksel kaynaklar, tüm VM’ler arasında paylaşılır ve bir VM içerisinde çalışan uygulamalarca kullanılmakta olan kaynaklar VM tarafından sunulan kaynaklarla sınırlıdır [Chen, 2011].

Sanallaştırmanın kapsamı, tek bir cihazdan büyük çaplı veri merkezlerine kadar değişiklik gösterebilir ve sanallaştırma sunucular, ağlar depolama sistemleri ve

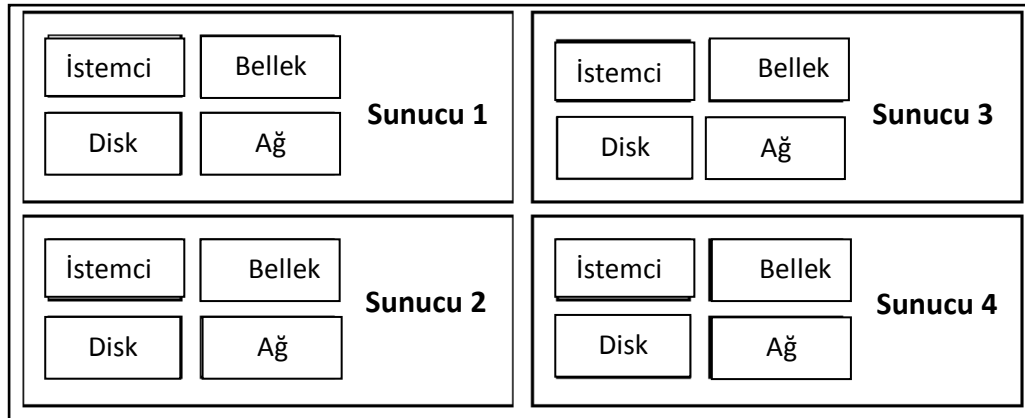
uygulamalar gibi farklı alanlara uygulanabilir. Geleneksel bir veri merkezi ile sanal bir veri merkezi arasındaki fark, Şekil 3.1.'de gösterilmiştir [Toivanen, 2003].



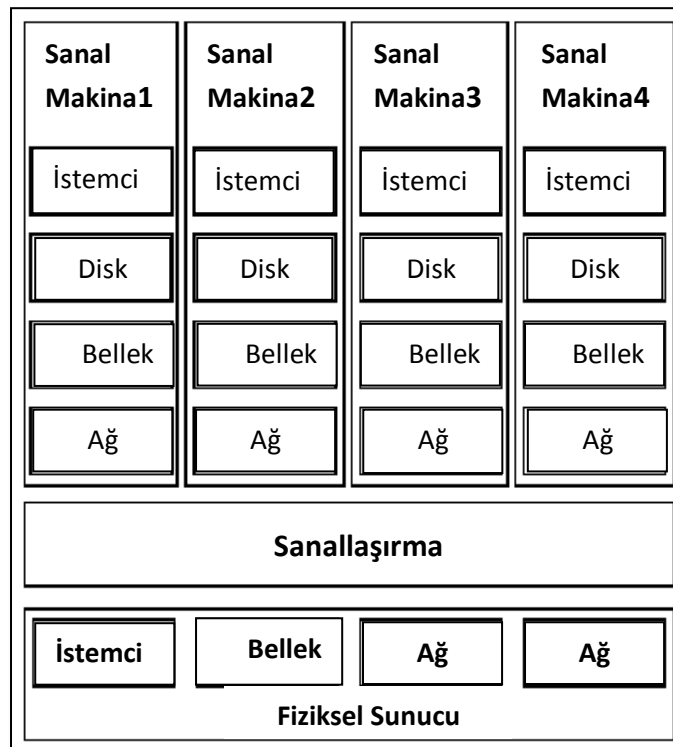
Şekil 3.1. Geleneksel ve sanallaştırılmış bir ortamda sunulan bir ortak veri merkezi.
Kaynak: [Toivanen, 2003].

Sunucu sanallaştırmasının odak noktası normal bir sunucu donanımı ve bir sanal makina yazılımı kullanarak sanal makinalar ve sanal ortamlar oluşturmaktır. Sanal makina yazılımı fiziksel donanımı sanal makina denen bir kaç örnek arasında paylaşımını sağlar [Toivanen, 2003].

Paylaşım, fiziksel donanımı, sanal makinalar tarafından görülen sanal aygıtlara dönüştüren özel bir sanallaştırma katmanı oluşturmak suretiyle yapılır. En görünür değişim, aynı donanım içerisinde farklı işletim sistemlerini (Operating Systems-OS) bir arada çalıştırma imkanıdır. Şekil 3.2. ve Şekil 3.3., fiziksel sunucular ile sanal makinalar arasındaki farkı gösterir. Şekil 3.2., her birisinin kendi işlemcisi, belleği, yerel diski ve ağ bağlantısı olan dört sunucuyu gösterir. Şekil 3.3., dört sanal makina ve bir sanallaştırma katmanını sunar [Toivanen, 2003].



Şekil 3.2. Fiziksel makinalar. Kaynak: [Toivanen, 2003].



Şekil 3.3. Tek bir fiziksel sunucu üzerindeki sanal makinalar. Kaynak: [Toivanen, 2003].

3.2.2. Sanallaştırmanın avantajı

Bugün, yalnızca yönetilmesi gereken sunucu sayısı nedeniyle işletmelerdeki veri merkezleri karmaşık ve karışıktır. Sanallaştırma geleneksel “her sunucu için tek uygulama” modelini “performansın izin verdiği sayıda sanal sunucu” modeline dönüştürme imkanı sağlamaktadır. Fiziksel sunucuların ortalama iş yükü, bazı tepe noktaları göz ardı edilirse, düşüktür [Aumueller, 2010]. Sunucu kapasitesinin büyük kısmı israf edilmektedir. Birleştirme sürecinin analiz edilmesi ve planlanması donanım gereksinimlerini 10’a 1 oranında hatta daha fazla azaltmaya yardımcı olur (sunucu başına ortalama iş yüküne bağlı olarak). Birleştirme, kalan fiziksel sunucuların düzenli bir şekilde yüksek iş gücüne sahip olurken aynı zamanda tepe noktaları için de yedek kapasitesinin bulunmasını sağlar [Aumueller, 2010].

Sanallaştırmanın üç temel avantajı vardır:

Sanal bir makina kullanmanın birinci avantajı uyumluluktur. Sanal bir makina fiziksel bir bilgisayar gibi kendi benzetilmiş donanım bileşimlerine, işletim sistemine ve uygulamalara sahiptir. Bunun sonucu, sanallaştırılmamış bir bilgisayarda çalıştırıldığında gerekli sürücülerin ve uygulamaların X86 mimarisi için tüm işletim sistemlerine paralel olmasıdır [Aumueller, 2010].

İzolasyon ikinci avantajdır. Birkaç farklı sanal makina, üzerinde bulundukları aynı donanım kaynaklarını kullansa dahi kendi fiziksel sunucusu üzerinde çalışıyormuş gibi muhafaza edilirler. Eğer bir sanal makina bir hata ile arızalanıyorsa diğerleri etkilenmez. İzolasyonun avantajı yüksek bir güvenlik ve kritik uygulamalar için kullanılabilirliktir [Aumueller, 2010].

Üçüncü avantaj sarmalamadır (kapsülleme). Bir sanal makina tüm donanım, işletim sistemi ve uygulamaları içeren bir konteynır gibidir. Bu da sorumlu yöneticiler için daha kolay yönetim imkanını ve sanal makinanın taşınabilir olmasını sağlar [Aumueller, 2010].

Sanallaştırmanın ve bulut bilişimin sunduğu faydalar, aşağıdaki şekilde özetlenebilir [Tsifountidis, 2011]:

- Sunucuların birleştirilmesi, fiziksel sunucuların verimli kullanımı ve daha düşük güç tüketimi.
- İşletmenin sürekliliğini sağlamak için acil kurtarma ve yedekleme planı.
- Donanım maliyetinin azaltılması.
- Bakım için daha az fiziksel sunucu ile geliştirilmiş sunucu yönetimi
- Donanım bağımsızlığı
- Geliştirme ve üretim sistemlerinin ayrılması
- Bulut bilişim hizmetleri ile eşsiz işlem gücü ve veri depolaması.

3.2.3. Sanallaştırmanın dezavantajı

Piyasa analisti RAAD Research (www.raad-research.de), Aralık 2008’de 1.400’den fazla Bilgi İşlem müdürü ile SAP sektöründe sanallaştırma hakkında görüştü. Genel görünüm oldukça olumluydu ancak sanallaştırmanın bazı dezavantajlarından da bahsedildi [Aumueller, 2010].

Yönetimde yüksek çabalar ve karmaşıklık ortaya çıkabilir. Sanallaştırma projelerine başlamak başlangıçta zaman ve paraya mal olur. Bir göç planı geliştirmek için, bilgi işlem altyapısında halihazırdaki “olduğu gibi” olarak tanımlanabilecek olan durumun tam bir analizinin yapılması gereklidir. Sanallaştırma için göçün ve öğrenme becerilerinin geliştirilmesi ve hazırlanması, yöneticinin üzerine iki kat yük yükler [Aumueller, 2010].

Fiziksel donanım üzerinde sanal makinaların çalışmasına yönelik güven temel bir unsurdur. Fiziksel donanımın arızalanmasına dair endişeler sanallaştırmanın önündeki ikinci en yaygın zorluktur.

Birkaç sanal makina, tek bir fiziksel ana makina üzerinde barındırıldığında dahi, uygulama karartması riski yüksektir. Yüksek düzeyde kullanılabilirliği garanti etmek için fiziksel donanımın arızalanması ihtimaline karşılık olarak alınması gereken uygun önlemler mevcuttur [Aumueller, 2010].

Eskiden kalan uygulamaların sanallaştırma şansları yoktur çünkü bazı eski uygulamalar, özel donanımlara bağlıdır. Diğer yandan, yöneticiler muhtemel performans kaybı nedeniyle veri tabanlarını sanal makinalara taşımak istememektedirler. Bu özel durumlar, göç sürecinde göz önünde bulundurulmamış olup, lisans ve uygulama maliyetleri yüksekse, tartışmaya açıktır [Aumueller, 2010].

3.2.4. Sanallaştırma teknolojisinin türleri

Sanallaştırma teknolojisinin yaygın olarak kullanılmakta olan çeşitli türleri vardır: Sunucu sanallaştırması, depolama sanallaştırması, Ağ sanallaştırması ve Uygulama sanallaştırması.

Sunucu sanallaştırması

Gayriresmi olarak, sunucu sanallaştırması, tek bir fiziksel sistem içersinde birçok sanal sistem yaratmak olarak görülebilir. Bunu yapabilmek için üç yaklaşım benimseyebiliriz: fiziksel katman, sanallaştırma katmanı ve OS katmanı. Donanım ayırma, misafir sistem ara katmanı, fiziksel donanım ile aynı fiziksel donanımı paylaşacak olan çoklu işletim sistemleri arasına bir ek katman yerleştirirken tek bir fiziksel sunucuyu her bir bölümün bir işletim sistemini çalıştırabileceği bölümlere ayırır [Reiser, 2009].

Depolama sanallaştırması

Depolama sanallaştırması ile, tek bir depolama havuzu olarak görünecek olan bir çok cihazın fiziksel depolama birimlerini birleştirmek mümkündür [Reiser, 2009]. Bulut bilişim, depolama için iki senaryodan yararlanır: birincisi, buluttaki bir hizmet olarak depolama ve ikincisi, arka plandaki saf bellek. Bir hizmet olarak depolama ile, müşteriler, bilgi işlem altyapılarına sahip olmaya kıyasla daha makul maliyetlerle kendi işletmeleri için ölçeklenebilir depolama alabilirler. Saf bellek verileri saklamak ya da sanal makinaları barındırmak için alan anlamına gelir [Aumueller, 2010].

Depolama sanallaştırması, sunucu sanallaştırması için bir koşul olmamakla birlikte, bir mantıksal depolama birimi (Logical Unit – LUN) tahsisine dayalı olduğu ancak

yalnızca ihtiyaç duyulduğunda sunulduğu için avantajlıdır. Örneğin, 500 GB'lık bir mantıksal depolama birimimiz varsa ancak bunun yalnızca 20 GB'ını kullanıyorsak, yalnızca 20 GB'lık gerçek depolama sunulmaktadır. Bu, yalnızca ihtiyacımız olduğu kadarını kullandığımız için depolama maliyetini düşürür. Depolama sanallaştırması, görevleri yedekleme olarak yönetmek, arşivlemek ya da kurtarmak daha kolay olduğu için ayrıca depolama yöneticisine de yardımcı olur [Reiser, 2009].

Ağ sanallaştırması

Tüm sanal sunucular arasında geçiş yapmak için fiziksel sunucunun içerisinde şimdi uygulanan sanal ağlar, doğrudan WAN aktarımına bağlanmak suretiyle çok katmanlı, çok yönlü ağ kanallarına bir alternatif sunar [Sarathy ve Ark, 2010].

Ancak, ağ sanallaştırmasından bahsediyorsak, bundan daha fazlası söz konusudur. En çok kullanılan ağ sanallaştırmaları [Reiser, 2009]:

- *Sanal LAN (Virtual LAN - VLAN)*: IEEE 802.1Q standardında tanımlanmış olup, paylaşılan bir fiziksel ağ kullanarak bağımsız ağlar oluşturma yöntemidir. VLAN, yayın alanlarını mantıksal olarak ayırmak ve farklı ağ bölümleri arasındaki etkileşimi kontrol etmek için kullanılır. VLAN'lar, bölümü diğerlerinden ayıran çoklu sanal ağ oluşturmaya olanak sağlayan, tüm modern Ethernet anahtarlarında ortak bir özelliktir. Tüm kullanılabilir kaynaklar, bölümlerdir ve bu bölümler için tahsis edilirler. Bu nedenle, VLAN paylaşılan bir fiziksel ağ içerisinde bağımsız ve izole ağlar oluşturmak için güvenli bir yöntemdir.
- *Sanal IP (Virtual IP – VIP)*: VIP, belli bir bilgisayar ya da ağ arayüzü ile bağlantılı olmayan ancak normalde bir ağ trafiğinin yolu üzerindeki bir cihaza tahsis edilen bir IP adresidir. Gelen paketler VIP'e gönderilir ancak alıcı ana makinenin ya da makinaların gerçek ağ arayüzüne yönlendirilir. Bunlar çoklu sistemlerin ortak bir uygulamasının olduğu ve ağ aygıtı tarafından yeniden yönlendirilen akışı alabilen High-Available ve Load-Balancing (Yüksek-kullanılabilirlik ve yük-dengeleme) gibi çözümlerde kullanılmaktadırlar.

- *Sanal özel ağ (Virtual Private Network – VPN):* İnternet gibi genel ağı kullanan bir özel iletişim ağıdır. Amacı, güvenli olmayan bir ağ kanalı üzerinde bir yerden diğerine gizliliği garanti etmektir. Normalde, uzaktaki çalışanların ev ağlarını şirket ağına bağlamanın bir yöntemi olarak kullanılır. Bu normalde özel bir yazılım (Cisco VPNClient gibi) kullanılarak yapılır ancak bağlantı kurulduktan sonra ağ üzerindeki diğer kaynaklarla yapılan tüm etkileşim bilgisayar aynı ağa fiziksel olarak bağlanmış gibi gerçekleştirilir, ancak bu husus, güvenlik politikalarının uygulanış şekline bağlıdır.

Uygulama sanallaştırması

Günümüzde, normal kullanıcıların ya da yönetici gibi diğer kullanıcıların bilgisayarlarını masaüstü uygulamaları doldurmaktadır. Masaüstü uygulamaları, her zaman yöneticilerin başlarını ağrıtmışlardır. Her zaman, bunların davranışlarına engel olan DLL'lerin eksik ya da yanlış versiyonları ya da yanlış kayıt defteri anahtarları ya da diğer programlarla (antivirüs yazılımları gibi) ilgili sorunlar olmuştur [Reiser, 2009].

Uygulama sanallaştırması, bir sanallaştırma katmanını ve uygulamanın bir kullanıcının masa üstünde çalışması için gereken tüm kaynakları kapsülleyerek, masaüstü uygulaması sorununu çözmeye çalışır. Sanallaştırma katmanı, uygulama ile işletim sistemi arasında kanal oluşturulmasından sorumlu olandır ve böylece bir çok izole uygulamanın, hatta aynı uygulamanın farklı versiyonlarının da birbirlerine engel olmadan çalışması sağlanır. Java Virtual Machine, Uygulama Sanallaştırmasının bir örneğidir [Reiser, 2009].

4. BULUT BİLİŞİMDE GÜVENLİK VE GİZLİLİK

Güvenli bir bulut alanının oluşturulması ve yönetilmesi, güvenli bir klasik Bilgi İşlem ortamının oluşturulmasından daha zorlu bir görevdir. Bu teknolojinin henüz olgunlaşmamış olduğu düşünüldüğünde, yeni kaynakların ve geleneksel kaynakların yeniden dağıtımı, tam olarak test edilmemiştir ve halen araştırılmakta olan yeni riskleri beraberinde getirmektedir.

4.1. Güvenlik ve Gizlilik Bakışı

Bulut bilişim hakkında konuşmadan önce, geleneksel veri merkezlerindeki güvenlik risklerinin incelenmesi gerekmektedir. Geleneksel bir veri merkezi, verimliliği ve güvenliği artırmak için aynı ortamda bulunan büyük bir sunucular dizisidir. Veri merkezinin güvenliği, iki konumdan bulunabilir: fiziksel ve ağ. Fiziksel olan kolaydır çünkü yöneticilerin sunuculara ve ağ altyapısına olan fiziksel erişiminin kısıtlanmasını içerir [Matveev, 2010].

Ağ güvenliğinin anlamı, bir güvenlik duvarı ve ihlal savunmasını içeren güvenilir bir alan savunmasının oluşturulmasıdır. Ana işlevi olan korumanın yanında, güvenlik duvarı, dahili ağı, farklı güvenlik düzeylerine ayrılmasını sağlar (internetten ulaşılabilen sunucular ile, yalnızca dahili ağdan ulaşılabilen sunucular, vb.) [Matveev, 2010].

Buluta geçtikten sonra, bulut bilişim yalnızca yeni teknolojiler ve ticari işlemler değil, yeni güvenlik koşulları ve zorlukları da yaratmaktadırlar. Bilindiği üzere, bulut bilişim teknolojileri tedarikçiler tarafından son kullanıcılara servis olarak verilmekte ve sağlanmaktadır. Kuruluşların ya da son kullanıcıların, yönetilen hizmet sağlayıcılarda olduğu gibi, veri kaybından ya da verilerine erişememe durumlarından kaçınmak için tedarikçi hizmetlerini kullanmadan önce tedarikçilerin veri güvenliği politikalarını araştırmaları gerekecektir. Teknoloji analisti ve danışmanlık şirketi Gartner, bir bulut bilişim tedarikçisiyle görüşülmesi gereken yedi güvenlik hususunu listeler [Rittinghouse ve Ransome, 2010].

İmtiyazlı kullanıcı erişimi: Kimlerin veriye özel erişiminin olduğunu ve bu yöneticilerin işe alınması ve yönetimini sorgulayın.

Düzenlemelere uygunluk: Tedarikçinin dış denetimlerden ve/veya güvenlik sertifikasyonu süreçlerinden geçmeye istekli olduğundan emin olun.

Verilerin yeri: Sağlayıcı, verilerin yeri üzerinde herhangi bir kontrole izin veriyor mu?

Verilerin bölünmesi: Şifrelerin her aşamasında şifreleme yapılabileceğini ve bu şifreleme şemalarının, profesyonel uzmanlarca tasarlandığından ve test edildiğinden emin olun.

Kurtarma: Bir felaket (çökme) durumunda verilere ne olacağını öğrenin. Tam bir geri getirme sunuyorlar mı? Evetse, ne kadar süre alacak?

Sorgu desteği: Tedarikçinin, herhangi bir uygunsuz ya da yasadışı faaliyetini sorgulayabilecek durumda mı?

Uzun vadeli yaşayabilirlik: Şirket, ticari faaliyetlerine son verirse verilere ne olacak? Olursa veriler nasıl ve hangi formatta iade edilebilir?

4.2. Bulut Bilişimde Güvenlik Riskleri

Bir kurumun işlerindeki bir başka unsur olarak başka bir tarafı kapsayan bulut bilişimden bahsettiğimizde güvenlik risklerini tanımlamak önemlidir. Bulut bilişime geçmek yeni teknolojiler ve kaynaklar içerir ve bu yeni teknolojiler yeni riskleri ve sorumlulukları da beraberinde getirir.

Bulut bilişimin kullanılmasında [Neamtiu, 2012] tarafından belirlenen ana risk, aşağıdakilerdir:

Sorumlulukların yanlış anlaşılması

Geleneksel bir senaryoda, verilerin güvenliğinin tüm yükü verilerin sahibi olan şirketin omuzlarındadır. Bulut bilişim senaryosunda ise, sorumluluklar, iki aktör arasında paylaşılır: bulut sağlayıcı ve müşteri. Kullanılan farklı bulut hizmetleri

türleri, servis sağlayıcı ile müşteri için farklı sorumluluklar anlamına gelecektir. Bir IaaS servis modeli kullanılırsa, sağlayıcı, fiziksel güvenlikten, ortam güvenliğinden ve sanallaştırma yazılımının güvenliğinden sorumluyken, tüketici ise işletim sistemi, uygulamalar ve veriler de dahil olmak üzere bu katmanın üzerindeki her şeyin güvenliğinden sorumludur. Ancak, bir SaaS bulut servis modelinde, sağlayıcı sadece fiziksel güvenlikten ve ortamın güvenliğinden değil aynı zamanda ilgili servisin müşteriye sunulmasında kullandığı tüm yazılım servislerinden de sorumludur. Bu durumda, tüketicinin güvenlik alanındaki sorumlulukları, büyük ölçüde azalmaktadır [Neamtiu, 2012].

Veri güvenliği gizlilik konuları

Buluta geçerken insanların yaşadığı en büyük güvenlik endişelerinden birisi verilerin güvenli ve gizli olarak saklanması sorunudur. Bu hususta belli sorunlar ortaya çıkmaktadır: verileri kim hazırlayabilir, veriler nerede saklanır, kimler verilere ulaşabilir ve değişiklik yapabilir, veriler silindiğinde ne olur, kurtarma nasıl olur, veri transferi nasıl gerçekleşir, vb. Bunların tümü, veri güvenliği yaşam döngüsü olarak bilinir ve Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Veri güvenliği yaşam döngüsü. Kaynak: [Neamtiu, 2012].

Yaşam döngüsü klasik mimaride de vardır ancak bir bulut ortamında aşamaları çok daha karmaşıktır, çok daha yüksek güvenlik risklerini barındırır ve çok daha dikkatli

yönetilmeyi gerektirir. Bu hususta, bir bulut müşterisinin, bulut sağlayıcısının veri işleme uygulamalarını etkin bir şekilde kontrol etmesinin ve bu şekilde verilerin uygun şekilde işlendiğinden emin olmasının çok daha zor olduğunu hatırlatmak gereklidir.

Bu türden bir riske karşılık olarak, veri şifreleme, özel ortak anahtar altyapısı, veri ayırma, API'lerin standardizasyonu vb gibi seçenekler güvenli ve güvenilir bir ortam oluşturmak için müşterilere güvenlik önlemleri olarak önerilmektedir [NEAMTIU, 2012].

Standartların olmaması

Bu teknolojinin olgunlaşmamış olması kapsamlı ve genel kabul gören bir standartlar dizisi geliştirmeyi zorlaştırmaktadır. Bunun sonucunda, özelliklerin araştırılması ve geliştirilmesi amacıyla birçok standart geliştirme kuruluşu kurulmuştur. Bulut Bilişim Birliği, Avrupa Ağ ve Bilgi Güvenliği Ajansı, Bulut Standartları Müşteri Konseyi vb gibi kuruluşlar, en iyi uygulama düzenlemelerini ve önerilerini geliştirmişlerdir. Dağıtılmış Yönetim Görev Gücü, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü, Open Grid Forumu, Açık Bulut Konsorsiyumu, Ulusal Standartlar ve Teknoloji, Depolama, Ağ Oluşturma Endüstrisi Derneği vb gibi diğer kuruluşlar faaliyetlerini bulut teknolojisinin farklı alanları için çalışma standartlarının geliştirilmesine yoğunlaştırmışlardır. Bulutla ilgili heyecan yoğun standart telaşına ve açık kaynak faaliyetine neden olmuş ve bu da pazarda kafa karışıklığına yol açmıştır. Bu nedenle, Bulut Standartları Koordinasyonu, TM Forum vb. gibi bazı çalışma grupları bu alanda faaliyet gösteren kuruluşlar arasındaki işbirliğini, koordinasyonu, bilgi ve kaynak paylaşımını geliştirmek için faaliyette bulunmaktadır [Neamtiu, 2012].

Birlikte çalışabilirlik meseleleri

Bulut bilişim teknolojisi daha önce hiç ulaşılmamış bir kaynak ölçeklenebilirlik düzeyi sunmaktadır. Şirketler ihtiyaçları olduğu zamanlarda tepe yük taleplerini desteklemek için büyük yatırımlar olmaksızın ek bilişimsel ihtiyaçlarından, depolama alanından, bant genişliği tahsisinden vb faydalanabilmektedirler. Talep

geri çekilirse (düşürülürse) ek kapasite herhangi bir donanım ekipmanı boşa durmaksızın artırıldığı gibi, aynı şekilde hızla kapatılabilir. Bu büyük avantajın aynı zamanda bir dezavantajı da vardır. Diğer bulut müşterileriyle paylaşılan bir ortamda (bilişim, depolama ve ağ) verilerin yönetilmesi riskini de beraberinde getirir. Ayrıca, bir şirketin birlikte çalışabilir olması gereken farklı servisler için birden fazla bulut sağlayıcısı olabilir. Zamanla, şirketler farklı nedenlerle servislerini başka bir buluta kaydırmaya karar verebilirler ve bu durumda birlikte çalışabilirliğin olmaması bu süreci engelleyebilir ya da ciddi bir engel oluşturabilir. Bulut sağlayıcılar, müşterinin sistem içinde kilitlenmesini cazip bulabilirler ancak müşteriler için birlikte çalışabilirlik meseleleri, fiyat artışlarına, ihtiyaçlarını karşılamayan servis kalitesine, bir ya da birden fazla bulut hizmetinin kapanmasına, sağlayıcının iflas etmesine ya da bulut sağlayıcı ile olan anlaşmazlıklara karşı savunmasız oldukları anlamına gelmektedir [Neamtiu, 2012].

5. BULUT BİLİŞİM PLATFORM VE YAZILIM HİZMETİNİ DAĞITMAK İÇİN WEB-TABANLI SANAL LABORATUVAR TASARIMI

Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) bir üniversite bünyesindeki kullanıcılara farklı işletim sistemlerini platform hizmeti olarak sunmakta, 8000 satır kod ile geliştirilen bir uygulamadır. Ayrıca kullanıcılara doküman yönetim office uygulamalarını (Word, Excel, PowerPoint) yerel ağ üzerinden bir yazılım hizmeti olarak web sayfası aracılığıyla sağlamaktadır.

5.1. Sanal Laboratuvar

Günümüzde pek çok üniversite’de bilgisayar ile ilgili olan bölümlerde geleneksel bilgisayar laboratuvarları bulunmaktadır. Bu tür bilgisayar laboratuvarlarını bir üniversitede kurmak için hem laboratuvarın kurulacağı alana hem de birçok donanım ve yazılıma ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuçta bu tür ihtiyaçlar maliyetin artmasına ve zaman kaybına sebep olur. Aynı zamanda geleneksel laboratuvarlarda bazen kullanıcı laboratuvarında bulunan bilgisayar üzerinde kurulu işletim sisteminden farklı bir işletim sistemini kullanıma ihtiyacı duyar. Örneğin; bir bilgisayar üzerinde Microsoft Windows Xp sistemi kuruluysa, kullanıcı o anda Linux sistemini kullanmak istediğinde bilgisayarın biçimlendirilmesine ihtiyacı duyar. Bilgisayarın üzerinde iki farklı işletim sistemi kurulu olması ise bilgisayarın yavaşlamasına sebep olur. Aynı zamanda laboratuvarında bilgisayarlar üzerinde bulunması gereken bazı yüksek maliyetli yazılımların kurulması için lisans veya yama alınması gerekir.

5.2.Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Uygulama Geliştirmesinde Kullanılan Teknolojiler

Bulut Bilişim teknolojisine dayanan Web-tabanlı Sanal Laboratuvar uygulaması geleneksel laboratuvarın eksikliklerine en iyi çözümü sağlayan 8000 satır koddan oluşan bir uygulamadır. WSL, platform ve yazılım hizmetlerini Web üzerinde uzaktan kullanıcıya sunmaktadır. WSL, bir Bulut Bilişim uygulaması olarak Platform ve Yazılım Hizmetlerini sağlamakta, sanallaştırma teknolojisi kullanılarak çalışmaktadır. WSL, Oracle veritabanı, VB.NET kodları ve Uzak Masaüstü

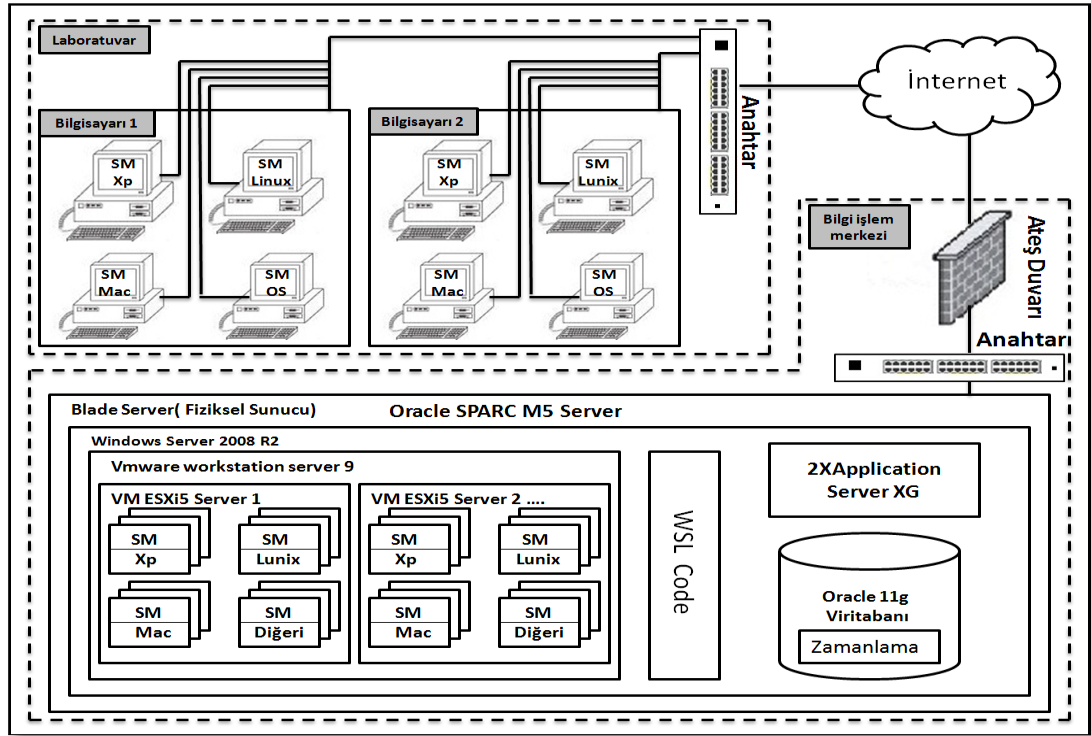
Protokolu - Remot Desktop Protocol (RDP) materyallerine dayanmakta, Oracle SPARC M5 sunucusu üzerinden web sayfasını kullanarak, işletim sistemlerini bir platform hizmeti olarak sunmaktadır. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Uygulaması Geliştirmesinde Kullanılan Teknolojiler şunlardır.

- Visual Studio 2010
- ASP.NET 2010
- VB.NET 2010
- AJAX
- CSS
- HTML
- JAVA Scripts
- VB Scripts
- Oracle Database 11g Release 2
- Virtualization Technology
- VMware Workstation 8.0.3 Server Edition
- ESX\ESXi 5 server platform
- 2X Application Server XG
- RDP Remote Desktop Protocol

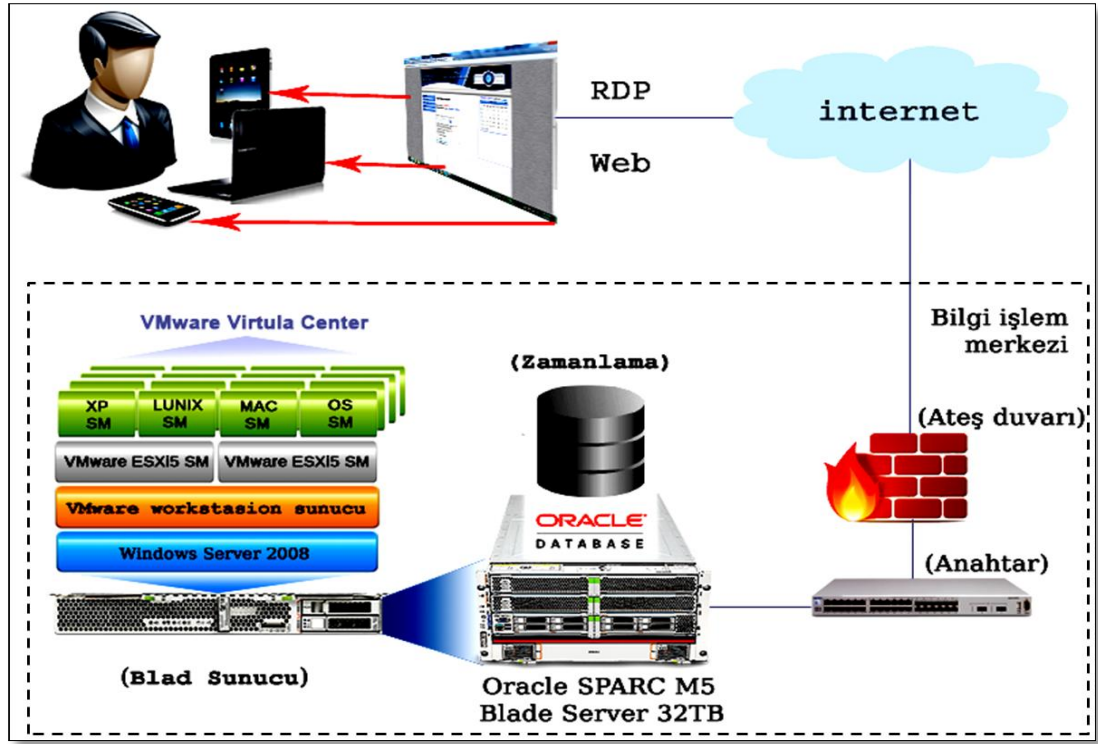
5.3. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Mimarisi

WSL uygulaması tasarımında yüksek performans sağlayan, kaliteli, hızlı ve esnek bir hizmet vermek için (Oracle SPARC M5 Server) sunucu olarak seçildi. Oracle SPARC M5 sunucu 32 adet işlemci (CPU) ve 32 TB Disk kapasitesine sahip yüksek performanslı, ölçeklenebilir bir donanımdır. Ayrıca artan kullanım için tek bir sunucu kabine ihtiyaç duyan en kapsamlı sanallaştırma teknolojisi özelliğine sahiptir. Ayrıca Oracle SPARC M5 sunucunun ve Oracle veritabanının seçme nedenlerinden önemlisi de sistemin gelecekte deha kapsamlı şekilde geliştirilmesi ve artan kullanıcı sayısı için sağlam bir alt yapı olmasıdır. Oracle SPARC M5 sunucusu üzerinde, Windows Server 2008 R2, platform olarak kurulur. Bu platform üzerinde diğer sanal sunucular ve sanal makineler VMware sanallaştırma teknolojilerini kullanarak oluşturulur. Sanal makinelerin yüksek performansla, hızlı ve daha esnek bir şekilde çalışması ve pekiştirilmesi için sanal VMware ESX server üzerinde kurulur.

VMware ESX server ana fiziksel sunucusunu ayrıntılı sanal bilgisayar makine havuzuna dönüştürebilir. ESX server platformu aracılığıyla fiziksel sunucuyu birden fazla güvenli küçük sunuculara ayırma imkanı sağlar. Bu özellik birden fazla sanal makina oluşturulmasını ve bu sanal makinalar üzerinde farklı platformlar kurma imkanı sağlar. Şekil 5.1.'de ve Şekil 5.2.'de Web-tabanlı sanal laboratuvar mimarisi ve tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Web-tabanlı sanal laboratuvar mimarisi



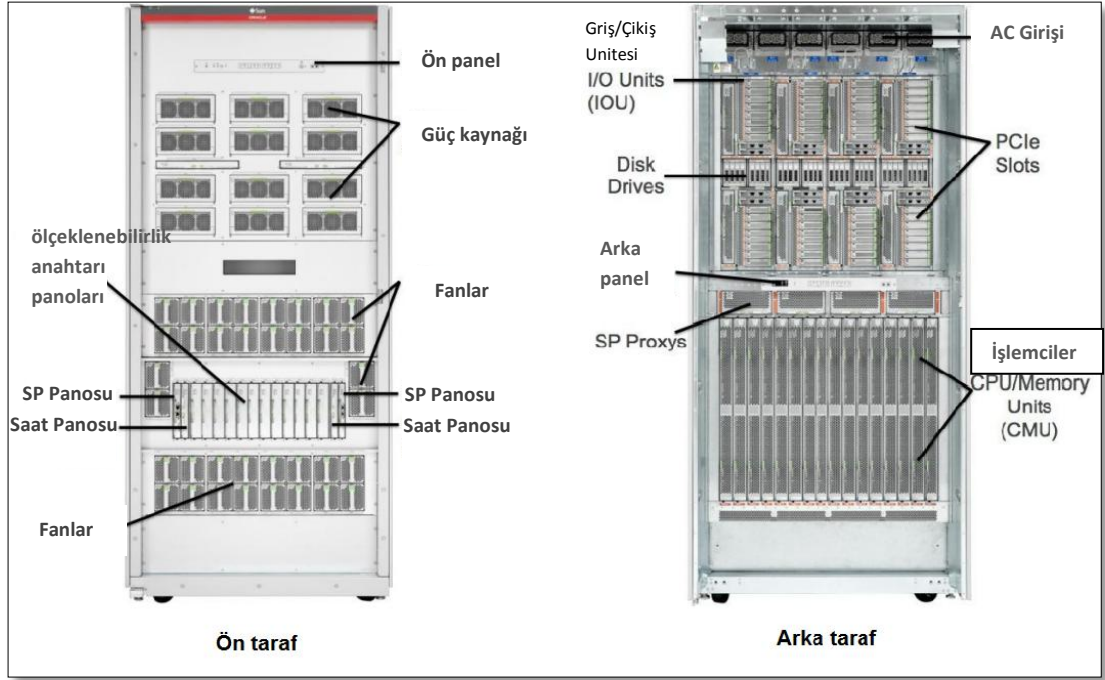
Şekil 5.2. Web-tabanlı sanal laboratuvar tasarımı

5.4. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar İçin Gereksinimler

Web-tabanlı Sanal Laboratuvar gereksinimleri ikiye ayrılır, donanım ve yazılım.

Donanım

Kullanılacak donanım performans kalitesi Sanal laboratuvarın en önemli kısmıdır. Mantık açısından bakacak olursak, büyük sayıda sanal makinaları yüksek performansla çalıştırmak için yüksek kapasiteli sabit disk, yüksek performanslı ve sanallaştırmayı destekleyen işlemci (CPU) ve yüksek bellek özelliklerine sahip olan bilgisayar lazım. Dolayısıyla Oracle SPARC M5 bu tür gereksinimlere en iyi performans sağlamakta , sunucu olarak seçildi. Oracle SPARC M5 özellikleri aşağıda Tablo 1.1’de gösterilmiştir. Ayrıca Resim 5.1’de Oracle SPARC M5 sunucuyu göstermektedir.



Resim 5.1. Oracle SPARC M5 T32 sunucu. Kaynak: [Oracle, 2013].

Tablo 5.1. Oracle SPARC M5 sunucu özellikleri	
Çevirme	Bir dolap
SPARC M5 İşlemcisi	• 3.6 GHz – 48 MB 3 Katman önbellek • 32 tane Altı- Çekirdek SAPRC M5 işlemci • Her Çekirdek başına 8 İp • Her 2 tane SPARC M5 İşlemcisi başına 2 tane işlemci bellek
Bellek	• 32 TB • Her CMU başına 64 DIMM yarık • 16 GB ve 32 GB MIMMs Destekliyor
İç Griş/Çıkış yarık	• 64x8 PCI nesil 3 Önbellek • Sıcak bir takılabilir taşıyıcı üzerinde düşük profilli kartları
İç Depolama	• 32 Tane ekli seri SCSI (SAS) sürücüler
Dinamik Alanı	• 4 Tandedn fazla fizik alanı
Mantıklı Alan	• 512 Taneden fazla konuk

Tablo 5.1. Oracle SPARC M5 sunucu özellikleri

Yazılım

Web-tabanlı Sanal Laboratuvar mimarisinde kullanılan yazılım kısmı ikiye ayrılır; platform ve uygulamalar.

Plaform: Web-tabanlı Sanal Laboratuvarı ağ üzerinden hizmet sağlamakta, Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) ve Remot Desktop Protocol (RDP) protokollarına dayanan bir uygulamadır. Dolayısıyla işletim sistemi Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) protokolunu destekleyecek olmalıdır. Bu nedenle kurulacak işletim sistemin türü platform olarak oldukça önemlidir. Bu projected Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) protokolunu ve sanallaştırma teknolojisini destekleyecek Windows Server 2008 R2 işletim sistemi bir platform olarak seçildi.

Uygulama: Web-tabanlı Sanal Laboratuvar uygulamasında kullanılan fiziksel sunucu üzerinde diğer sanal sunucuları kurmak içi sanallaştırma uygulamaları kullanılmalıdır. Bu çalışmada VMware workstation sanal makineler kurulması için sanallaştırma uygulaması olara kullanılmaktadır.

5.5. Web-tabanlı Sanal Laboratuvarın Mantıksal Tasarımı

Bu bölümde, Web-tabanlı Sanal Laboratuvar yazılımı'nın mantıksal tasarımını ve geliştirmesini UML (Unified Modelling Language - Birleştirilmiş Modelleme Dili) kullanarak diyagramlar ve kullanılan sınıflar açıklanmıştır.

5.5.1. Kapsam

Web-tabanlı Sanal Laboratuvarın mantıksal tasarımı aşağıdaki noktaları kapsamaktadır.

Kimlik Belirleme

Sistem Kimlik Numarası: WSL01

Sistem Kısa Adı: WSL

Baslık: Web-tabanlı Sanal Laboratuvar

Sürüm: 1.0

Tanım: Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) bir üniversite bünyesindeki kullanıcılara farklı işletim sistemlerini platform hizmeti olarak sunmakta, 8000 satır kod ile geliştirilen bir uygulamadır. Ayrıca kullanıcılara doküman yönetim office uygulamalarını (Word, Excel, PowerPoint) yerel ağ üzerinden bir yazılım hizmeti olarak web sayfası aracılığıyla sağlamaktadır.

Genel Sistem Görünümü

Kullanıcı Nitelikleri

Sistem Yöneticisi (SY): Sistemde kullanılan sanal makinaları ve diğer işlemleri yöneten kişidir.

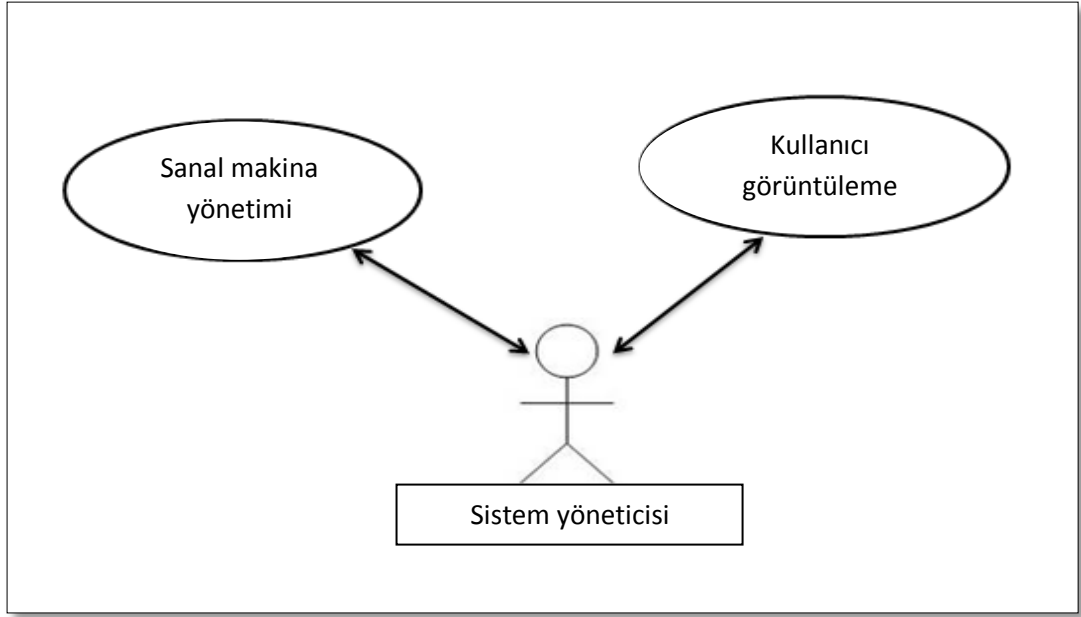
Sistem Kullanıcısı (SK): Sistemi kullanan kullanıcılardır.

Gereksinimler

1) Kullanıcı Gereksinimleri

Sistem Yöneticisi (SY) Gereksinimleri

Sistem yöneticisi Vcenter programını kullanarak sunucu üzerine sanal makinalar ekleyebilir ve yönetebilir. Ayrıca kullanıcıların bilgilerini veritabanından görüntüleyebilir. Şekil 5.3. Sistem yöneticisi kullanım etkinlikleri göstermektedir.

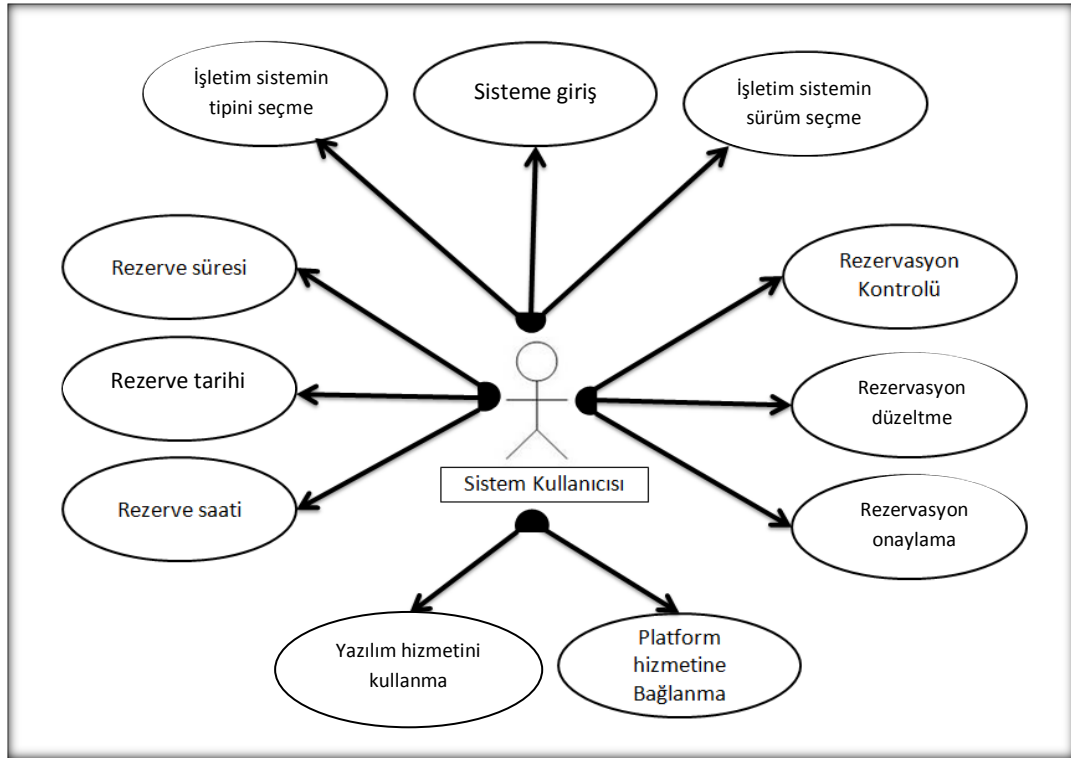


Şekil 5.3. Sistem yöneticisi kullanım etkinlikler

Sistem Kullanıcısı (SY) Gereksinimleri

Sistem kullanıcısı sistemi kullandığında aşağıdaki işlemleri yapmaktadır. Şekil 5.4. sistem kullanıcı etkinliklerini göstermektedir.

- Kullanıcı adı ve parola ile sisteme giriş yapabilecektir.
- Kullanacağı platform hizmetin tipini seçebilir.
- Kullanacağı platform hizmetin kullanım süresini seçebilir.
- Kullanacağı platform hizmetin kullanım tarih ve zamanını ayarlayabilir.
- Kontrol et ve Rezervasyonu yap tuşuna tıklayarak platform hizmetine rezerve yapabilecektir.
- Platform hizmetine yaptığı rezervasyonun ayarların düzeltebilir.
- Platform hizmetine yaptığı rezervasyonun ayarların silebilir.
- Platform hizmetine yaptığı rezervasyonun tarih ve saati geldiğinde Bağlan tuşunal tıklayarak platform hizmetini kullanabilir.
- Yazılım hizmetini kullanabilir.



Şekil 5.4. Sistem kullanıcı etkinlikleri

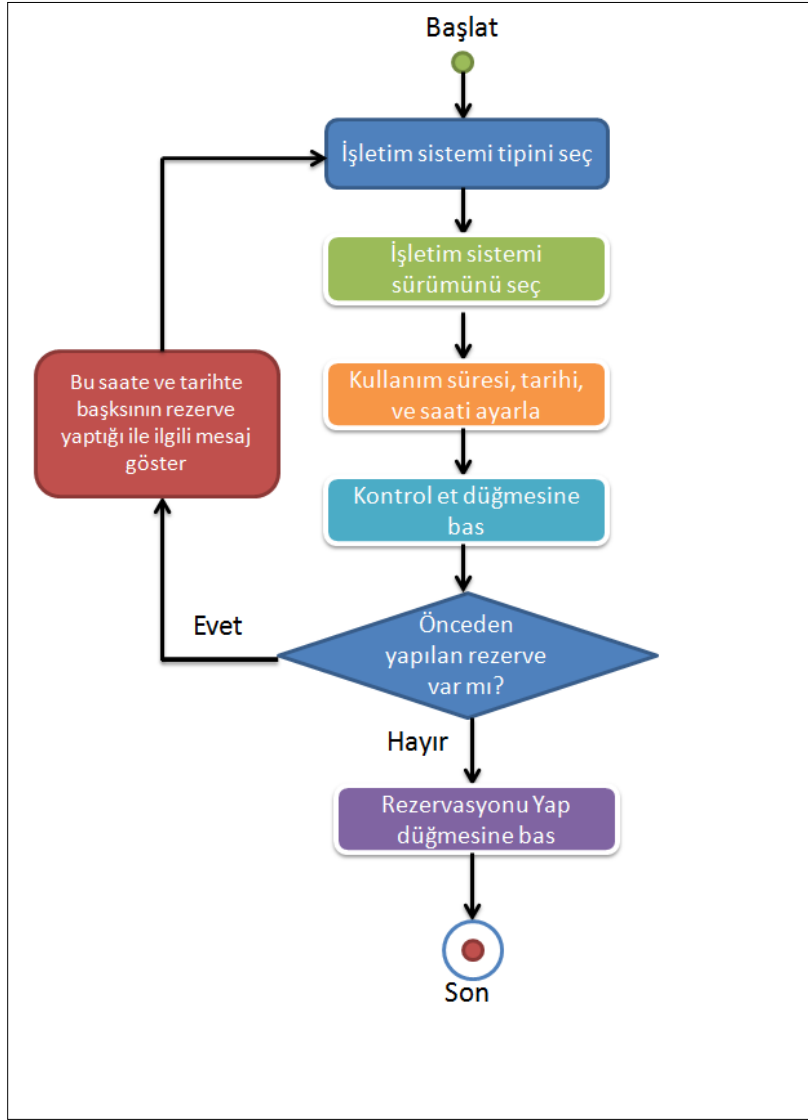
Sistemin Mantıksal kullanım diyagramları

Kullanıcı, sistemi etkin şekilde kullanarak iki önemli etkinlik kullanmaktadır. Birinci etkinlik platform hizmetini kullanmak için ön rezervasyon yapma etkinliği, ikincisi ise rezervasyonu tamamladıktan sonra platform hizmetine bağlanma ve kullanım etkinliğidir.

Platform hizmetine rezerve yapma etkinliği:

WSL sistemi, kullanıcıya farklı işletim sistemlerini web üzerinden bir platform hizmeti olarak sağlamaktadır. Kullanıcı bu platformları kullanmak için deha öncesi kullanacağı platform hizmetine rezervasyon yapması gerekmektedir. Bu rezervasyonu kullanıcının kendi tarafından bir kaç adım ile gerçekleştirilir. Rezervasyon yapma adımları şunlardır:

- a- İşletim sistem tipini seçme: Bu adımda kullanıcı WSL'nin sağladığı (Windows, Linux, Mac ve diğeri) farklı işletim sistemlerin arasından kullanacağı işletim sisteminin tipini seçebilir.
- b- İşletim system sürümü seçme: Bu adımda kullanıcı işletim system tipini seçerek, işletim sistem sürümünü seçebilir. Örneğin, kullanıcı işletim sistem tipini Windows seçmiş ise system otomatik olarak bir sonraki adımda kullanıcıya seçtiği Windows'un (WinXp, Win7, Win2000 ve diğeri) sürümlerinin seçme imkanını sağlayacaktır.
- c- Kullanım süresi, saati ve tarihi ayarlaması: Bu adımda kullanıcı işletim sistem tipini ve işletim system sürümünü seçme adımlarını tamamladıktan sonra, kullanacağı platform hizmetinin kullanma süre, saat ve tarih ayarlama yapmasını gerekmektedir. Örneğin; Kullanıcı Microsoft Windows platform hizmetini kullanmak istiyorsa, bu platform hizmetinin hangi tarihte, hangi saata ve ne kadar kullanacağı ile ilgili zaman ayarlamalarını yapması gerekmektedir.
- d- Kullanıcı a, b ve c adımların ayarlamasını tamamladıktan sonra Yeni Rezervasyon sayfasında bulunan "Kontrol et" düğmesine tıklar. Sistem kullanıcının ayarladığı seçeneklere göre deha önceden başka kullanıcının aynı platform hizmetine rezerve yapıp yapmadığına dair kontrol etmektedir. Başka kullanıcı aynı platform hizmetine rezervasyon yapmış ise sistem deha önceden başka kullanıcının platforma rezervasyon yaptığı ile ilgili olumsuz uyarı mesajı verecektir. Sistem kontrolü ederken başka kullanıcı aynı platform hizmetine rezervasyon yapmamış ise, sistem otomatik olarak kullanıcıya yaptığı rezervasyon ayarlarının başarılı şekilde gerçekleştirilmesi ile ilgili olumlu mesaj verecektir. Şekil 5.5. Platform rezervasyon aktivite diyagramını göstermektedir.

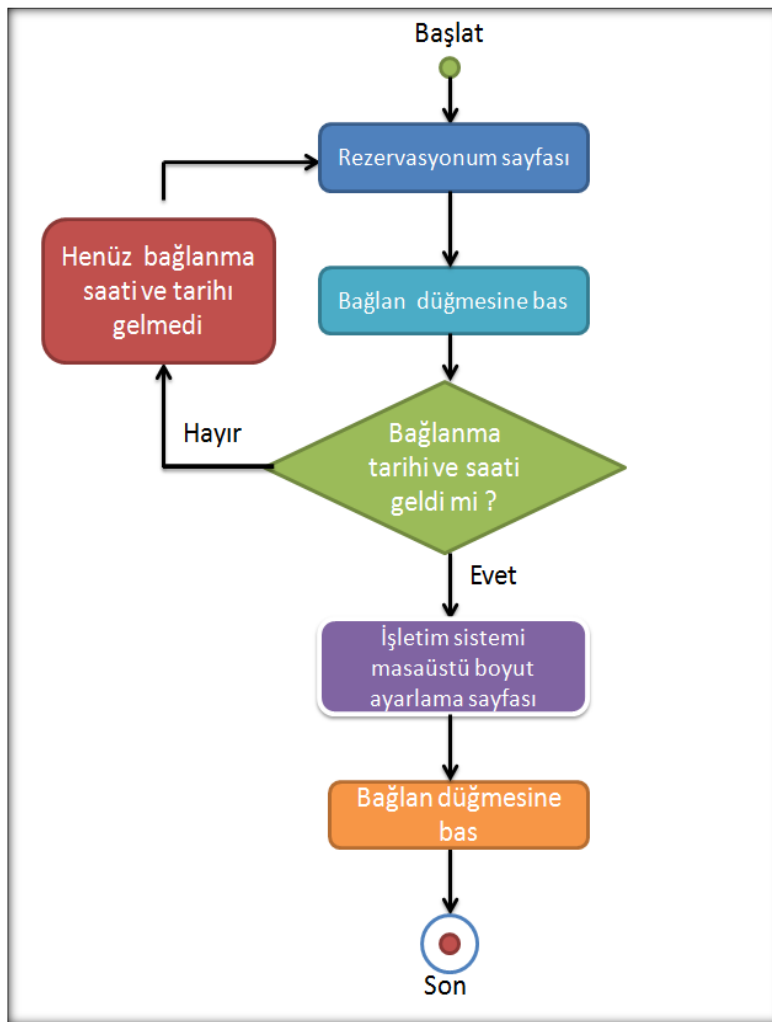


Şekil 5.5. Platform rezervasyon aktivite diyagramı

Platform hizmetine bağlanma ve kullanım etkinliği:

Kullanıcı birinci adımda kullanacağı platform hizmetine rezervasyonu tamamladıktan sonra platform hizmetine bağlanma ve kullanma adımına gelir. Bu adımda kullanıcı “Rezervasyonum” sayfasını kullanarak, rezerve yaptığı platform hizmetine bağlanmak için “Bağlan” düğmesine tıklayacaktır. Kullanıcı, “Bağlan” düğmesine tıkladığı zaman sistem kullanıcının yapmış olduğu rezervasyon zamanının gelip gelmediğini kontrol edecektir. Eğer platform hizmetine bağlanma zamanı gelmemiş ise sistem henüz bağlanma zamanı gelmediği ile ilgili uyarı mesajı

verecektir. Başka türlü kullanıcının platform hizmetine yaptığı rezervasyon zamanı gelmiş ise sistem kullanıcıyı platform hizmeti bağlanma ve ekran ayarlama sayfasına aktaracaktır. Kullanıcı kullanacağı platform hizmeti olarak, işletim sistemin ekran boyutları ayarlamasını yapabilir. Ekran boyutları ayarlamasından sonra kullanıcı “Bağlan” düğmesine tıklayarak bir kaç saniye içerisinde kullanıcı için sanal makinenin ekranı web tarayıcısından gözetlenecektir. Şekil 5.6. Platform hizmetine bağlanma aktivite diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.6. Platform hizmetine bağlanma aktivite diyagramı

2) Veritabanı Gereksinimleri

Veritabanı Tabloları

Kullanıcı Tablo Bilgileri: VTG-01 Sistem veritabanı modeli; kullanıcı için aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- Kullanıcı No (OGRNO)
- Kullanıcı Şifresi (OGRSIFRE)

İşletim Sistem tipi Tablo Bilgileri: VTG-02 Sistem veritabanı modeli; İşletim sistemi için aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- İşletim sistemi numarası (ID)
- İşletim sistemi tipi (systype)

İşletim Sistem sürümü Tablo Bilgileri: VTG-03 Sistem veritabanı modeli; İşletim sistem sürümü için aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- İşletim sistemi numarası (ID).
- İşletim sistemi adı (sysname).
- İşletim sistemin tipi (systype).
- İşletim sistem IP'si (sysIP).

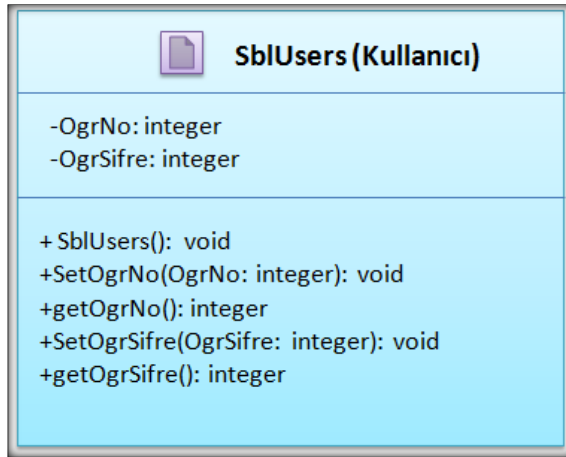
Rezervasyon Tablo Bilgileri: VTG-04 Sistem veritabanı modeli; Rezervasyon için aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- Rezervasyon ID (ID).
- Kullanıcı Adı (OGRADI).
- Kullanıcı No (OGRNO).
- İşletim sistemi tipi (OPSYSTEM).
- İşletim sistemi adı (OPNAME).
- Kullanma tarihi (PLAYDATE).
- Kullanma saati (TIME).
- Kullanım süresi (DURING).

- Kullanım tipi (SATUS).
- Sistem IP (SYSIP).

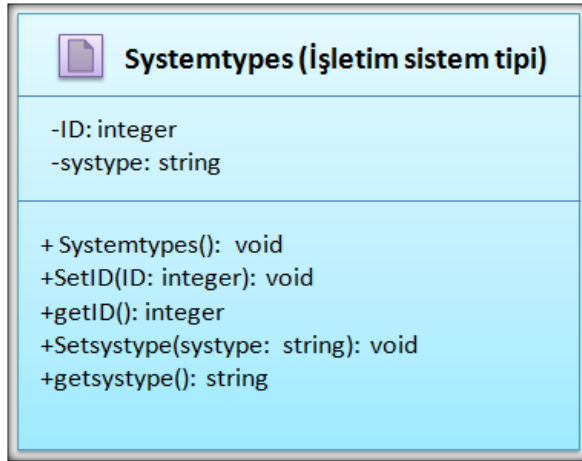
Sınıf Diyagramları:

Web-tabanlı Sanal Laboratuvarında veritabanı olarak Oracle 11g kullanılmaktadır. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (kullanıcı, işletim sistem tipi, işletim sistem sürümü ve rezervasyon) dört tane sınıftan oluşturulmaktadır. Kullanıcının sisteme her giriş ve çıkış yaptığında bilgiler veritabanında kayıt altına alınmaktadır. Şekil 5.7.'de Oracle veritabanında oluşturduğumuz kullacı tablosu sınıf diyagramını göstermektedir. Kullanıcı sınıf diyagramı; (öğrenci numarası ve şifresi) iki tane nitelikten oluşmaktadır.



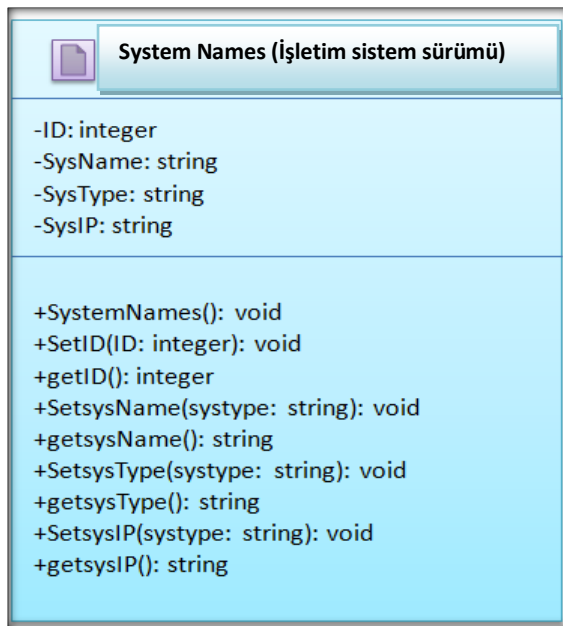
Şekil 5.7. Kullanıcı sınıf diyagramı

İşletim sistem tipi sınıfı; (Sistem numarası (ID) ve sistem tipi (systype)) iki tane nitelikten oluşturulmaktadır. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar uygulaması kullanıcıya farklı işletim sistemleri hizmet olarak sağlamakta, kullanıcıya sağladığı işletim sistem tipleri kapsamında istediği her hangi bir işletim sistem tipini seçme imkanını sağlar. Şekil 5.8. İşletim sistem tipi sınıf diyagramını göstermektedir.



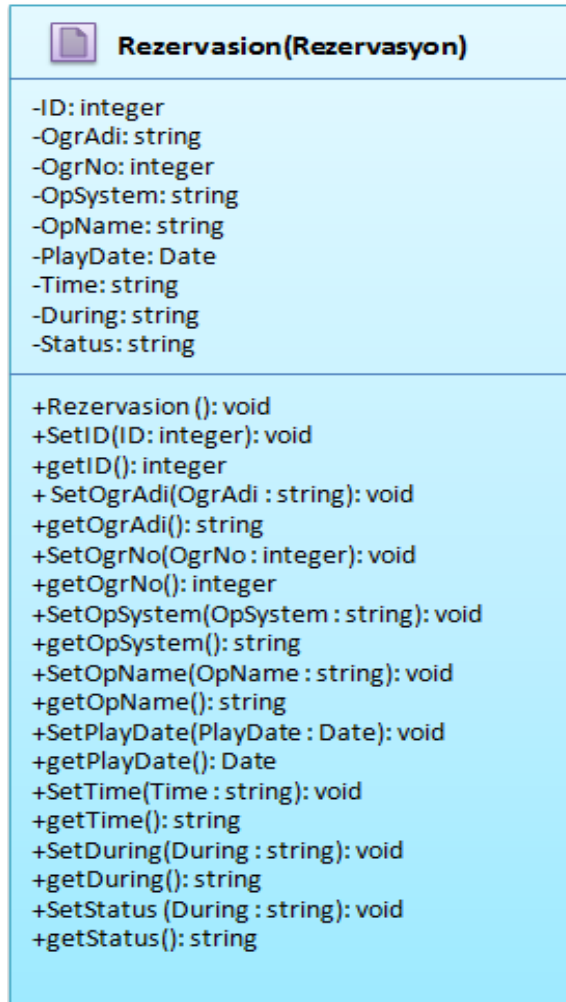
Şekil 5.8. İşletim sistem tipi sınıf diyagramı

İşletim sistem tipini seçmekten sonra kullanıcının karşısına gelen aşama işletim sistem sürümü seçme aşamasıdır. İşletim sistem sürümü seçme aşamasında; kullanıcı bir önceki adımda seçtiği işletim sistem tipinin sürümünü seçecektir. İşletim sistem sürüm sınıfı (İşletim sistem numarası (ID), işletim sistem adı (SysName), işletim sistem sürümü (SysType) ve işletim sistem IP'si (SysIP)) dört tane nitelikten oluşmaktadır. Şekil 5.9. İşletim sistem sürümü sınıf diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.9. İşletim sistem sürümü sınıf diyagramı

Kullanıcı kullanacağı platform hizmeti rezervasyonunu tamamlamak için “Rezervasyon” sayfasında bulunan “Rezervasyon yap” düğmesine basmakta, önceki tüm adımlarda ayarladığı seçeneklerin bilgileri veritabanında “Rezervasion” tablosuna otomatik olarak kayıdedilecektir. “Rezervasion” sınıfı (Rezervasyon numarası (ID), Kullanıcı adı (OgrAdi), Kullanıcı numarası (OgrNo), İşletim sistem tipi (OpSystem), İşletim sistem sürümü (OpName), Rezerve tarihi (PlayDate), Kullanma saati (Time), Kullanım süresi (During) ve Kullanım durumu (Status)) dokuz tane sınıftan oluşmaktadır. Şekil 5.10 Rezervasyon sınıf diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.10. Rezervasyon sınıf diyagramı

Güvenlik Gereksinimleri: Sistem; kullanıcıların bilgi güvenliğini, sisteme giriş esnasında alacağı kullanıcı No ve şifresi ile sağlayacaktır.

Gizlilik Gereksinimleri: Sistem; farklı nitelikteki kullanıcıların ekranlarına yetkisiz kullanıcıların erişimine izin vermeyecektir.

Bilgisayar Kaynak Gereksinimleri: Sistemin sunucu tarafında çalışması için gerekli donanımsal ve yazılımsal gereksinimler aşağıdaki gibidir;

- Web sunucu altyapısı sistemin kaynak gereksinimlerini karşılamak için yeterlidir.
- Veritabanı sunucusu olarak Oracle veritabanı sunucuları kullanılacaktır (Oracle SPARC M5 32TB).

Sistemin istemci tarafında çalışması için gerekli donanımsal ve yazılımsal gereksinimler aşağıdaki gibidir;

- Internet Explorer, Firefox, Opera vb. görsel arayüzü olan bir internet tarayıcısı

Tasarım ve Gerçekleştirim Kısıtları: Sistem ile kullanıcı etkileşimi; kullanıcıların bilgisayar bilgisine uygun olarak hazırlanacak arayüzler ile sağlanacaktır.

Kullanıcı arayüzleri: Sistem genelinde bir bütünlük oluşturacak şekilde standart ekran görünümüne sahip olacaktır.

Kullanıcı arayüzleri: Kullanıcıların yetki ve niteliklerine göre farklılık gösterecektir.

Kullanıcı arayüzleri: Kullanım alışkanlıkları göz önünde bulundurularak tasarlanacaktır.

Personel Gereksinimleri: Kullanıcıların, uygulamayı kullanabilmek için temel düzeyde bilgisayar kullanma bilgilerine sahip olmaları beklenir.

Eğitim Gereksinimleri: Sistemi yönetmek için çalışacak olan kullanıcılar, sistemin çalışması hakkında bilgilendirilecektir. Sistemin yapısının anlatılması ve yetkili kullanıcıların yapacağı işlemlerin tanıtılması için eğitim niteliğinde toplantılar düzenlenebilecektir.

Dökümantasyon Gereksinimleri: Sistem tasarım aşaması tamamlandıktan sonra, geliştirim ekibine yönelik “Sistem Tasarım Belgesi” hazırlanacaktır.

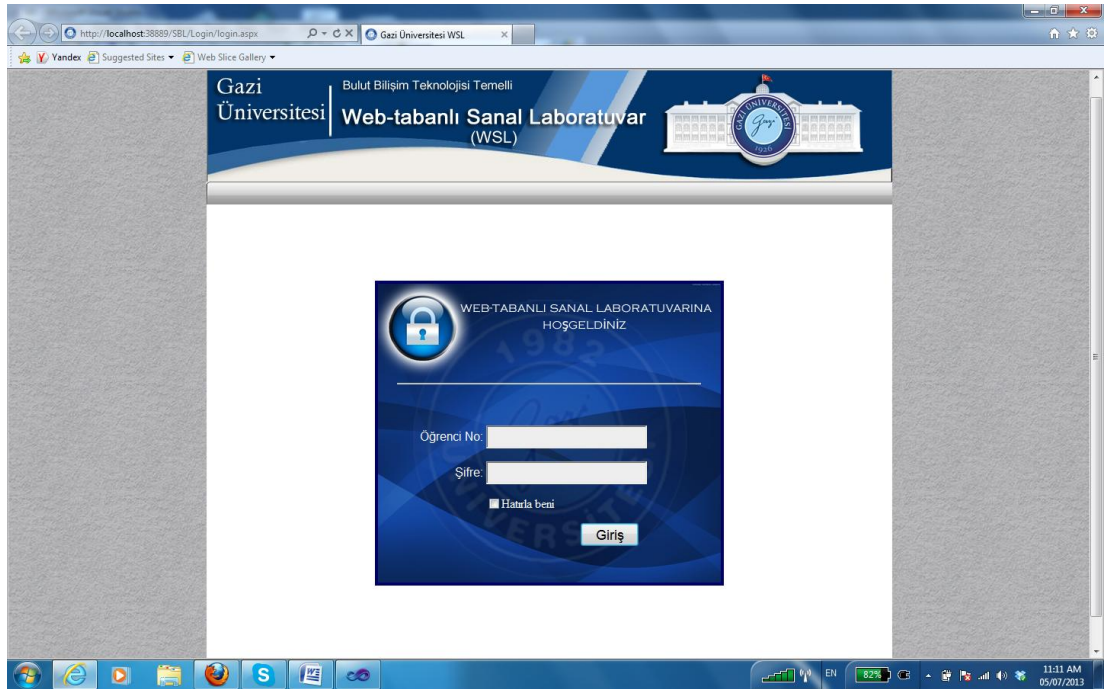
Sistem Test Gereksinimleri: Sistem geliştirim aşaması tamamlandıktan sonra; sistem doğruluk testleri yapılacaktır.

Gereksinimlerin İzlenebilirliği

Gereksinim kimlik numaraları: Belge içinde gereksinimler için özel kimlik numaraları kullanılmaktadır. Kimlik numaralarındaki kodların anlamları ek bölümünde Kısaltmalar başlığı adı altında yer almaktadır.

5.6. Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL) Arayüz Görüntüleri ve Çalışması

Kullanıcı: Kullanıcı, tasarlanan Web-tabanlı Sanal Laboratuvar arayüzlerini kullanarak sunulan platform ve yazılım hizmetlerinden faydalanabilir. Kullanıcıya üyelik hakkı verildikten sonra kullanıcı WSL giriş sayfasından sisteme giriş yapabilir. Şekil 5.11’de WSL giriş sayfası gösterilmektedir.



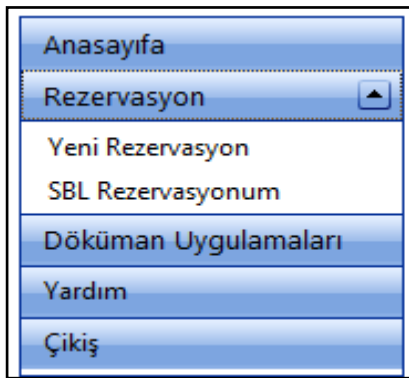
Şekil 5.11. WSL Giriş sayfası

Kullanıcı giriş sayfasını kullanarak giriş yaptıktan sonra WSL anasayfası açılacaktır. Aşağıda şekil 5.12’de WSL anasayfasını gösterilmektedir.



Şekil 5.12. WSL Anasayfası

Anasayfanın orta kısmında WSL’nin kısa bir tanımı verilmiştir. Anasayfanın sol tarafında kullanıcıyı diğer sayfalara aktaracak sekmeler menüsü vardır. Sekmeler menüsü aşağıda şekil 5.13’te gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Sekmeler menüsü

Kullanıcı platform hizmetini kullanmak için rezervasyonun bir alt sekmesinden yeni rezervasyon sekmesini tıklayarak, yeni rezervasyon işlemi sayfasına aktarılacaktır. Kullanıcı, Yeni Rezervasyon sayfasını kullanarak istediği platforma rezerve yapabilir. Yeni Rezervasyon sayfası Şekil 5.14'te gösterilmektedir.

Gazi Üniversitesi Bulut Bilişim Teknolojisi Temelli
Web-tabanlı Sanal Laboratuvar (WSL)

OSAMAH TAHER | Hoşgeldiniz... | Çıkış

Yeni Rezervasyon

Öğrenci No: 108001112
Öğrenci Adı/Soyadı: OSAMAH TAHER

İşletim sistemin tipini seçiniz: (*)
Microsoft

İşletim sistemin sürümünü seçiniz: (*)
WinXP SP2

Kullanım süresini seçiniz: (*)
1 Saat

☒ Şimdi Başlat:
☐ Sonra:

Control et.

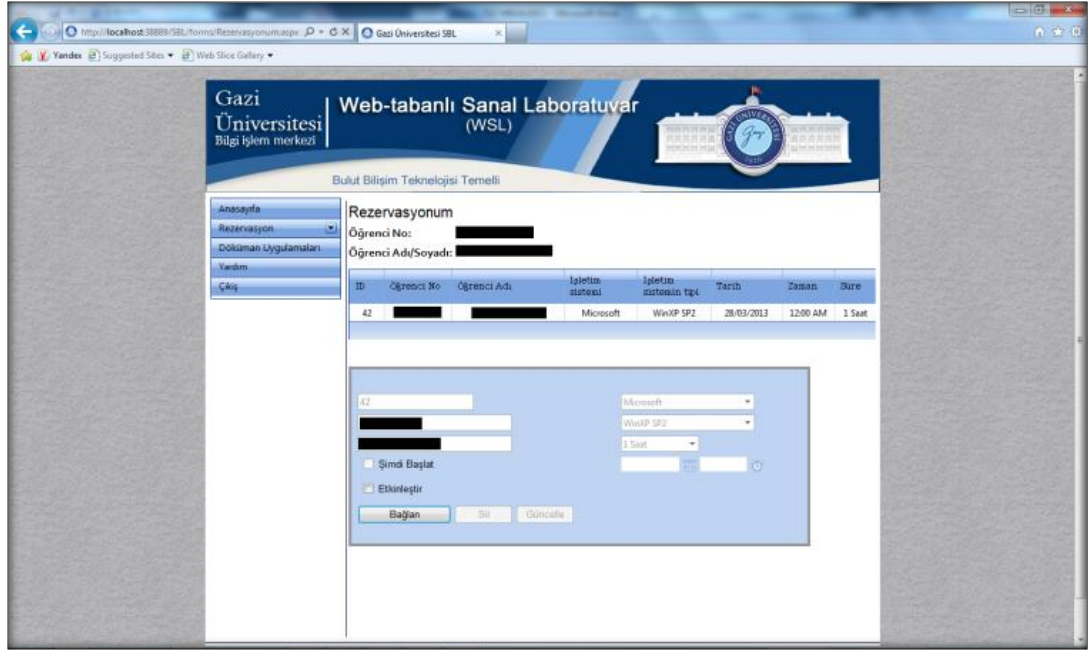
SANAL MAKİNEYE ŞİMDİ REZERVASYONUNU YAPABİLİRSİNİZ.>>>>> Rezervasyonu Yap

Pzt	Sal	Çar	Per	Cum	Cmt	Paz
26	24	25	26	27	28	29
27	1	2	3	4	5	6
28	8	9	10	11	12	13
29	15	16	17	18	19	20
30	22	23	24	25	26	27
31	29	30	31	1	2	3

İşletim sistemi	İşletim sistemin tipi	Tarih	Zaman	Süre
No records to display.				

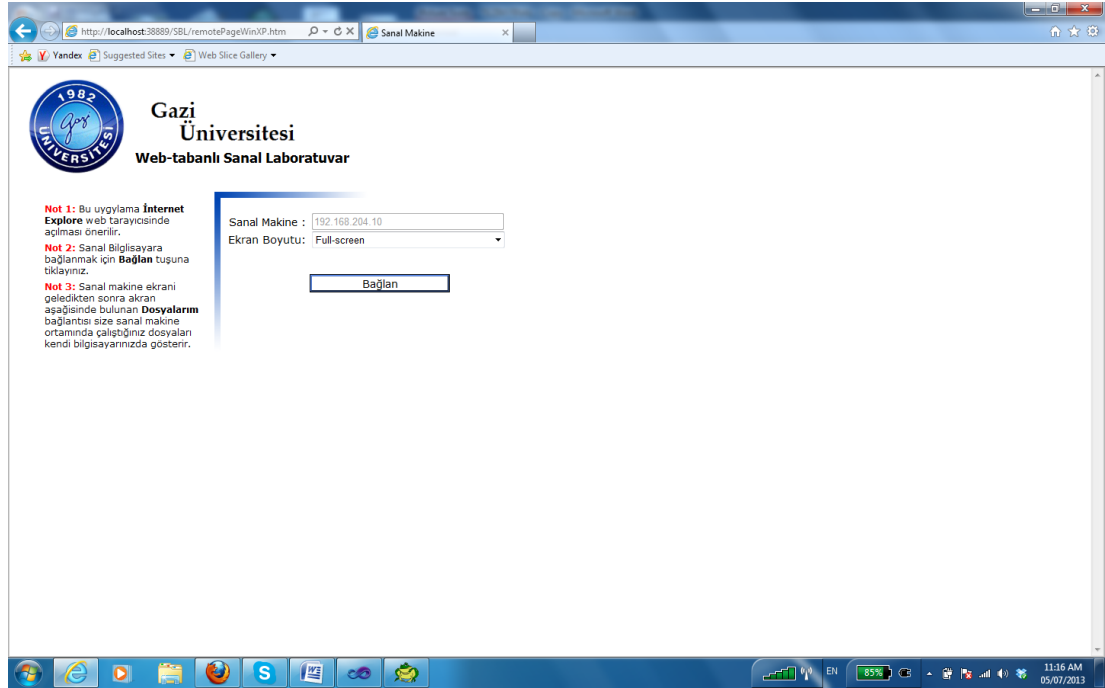
Şekil 5.14. Yeni rezervasyon sayfası

Kullanıcı rezervasyonu tamamladığında yaptığı rezervasyon bilgilerini ve ayarlamalarını Rezervasyonum sayfasından kontrol edebilir. Şekil 5.15'te Rezervasyonum sayfası gösterilmektedir.



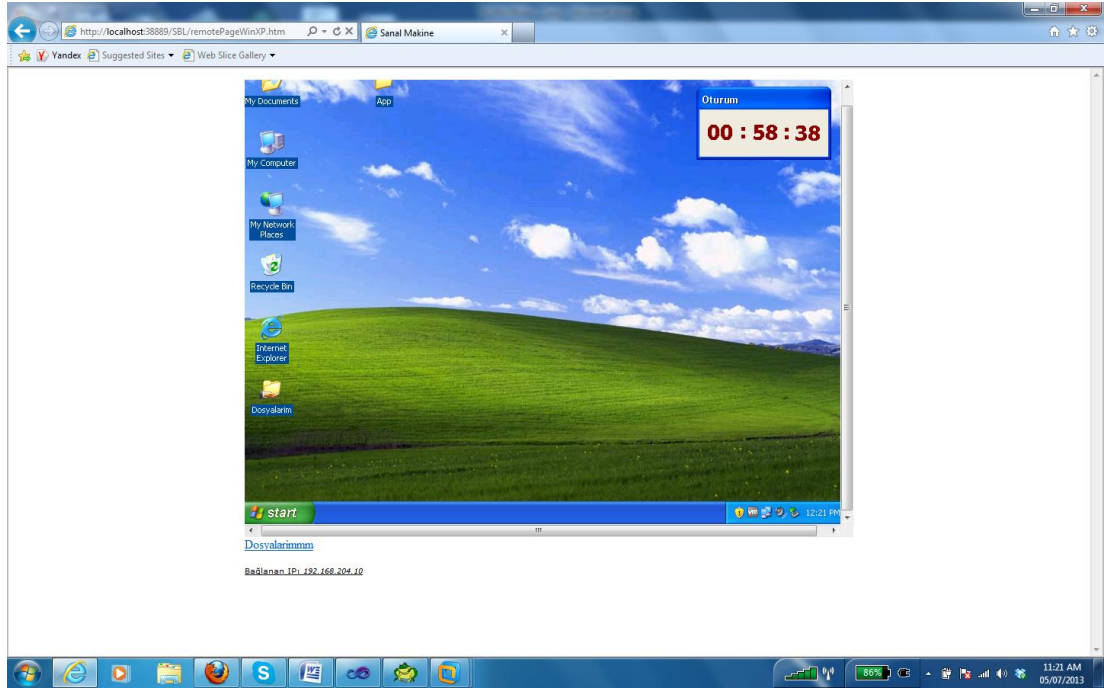
Şekil 5.15. Rezervasyonum sayfası

Kullanıcı yaptığı rezervasyonun tarihi ve saati geldiği zaman “Bağlan” tuşuna tıklayarak rezervasyon yaptığı platforma geçmeden önce masaüstü boyutunu ayarlama sayfasına aktarılacaktır. Masaüstü ayarlama ve bağlanma sayfası Şekil 5.16’da gösterilmiştir.



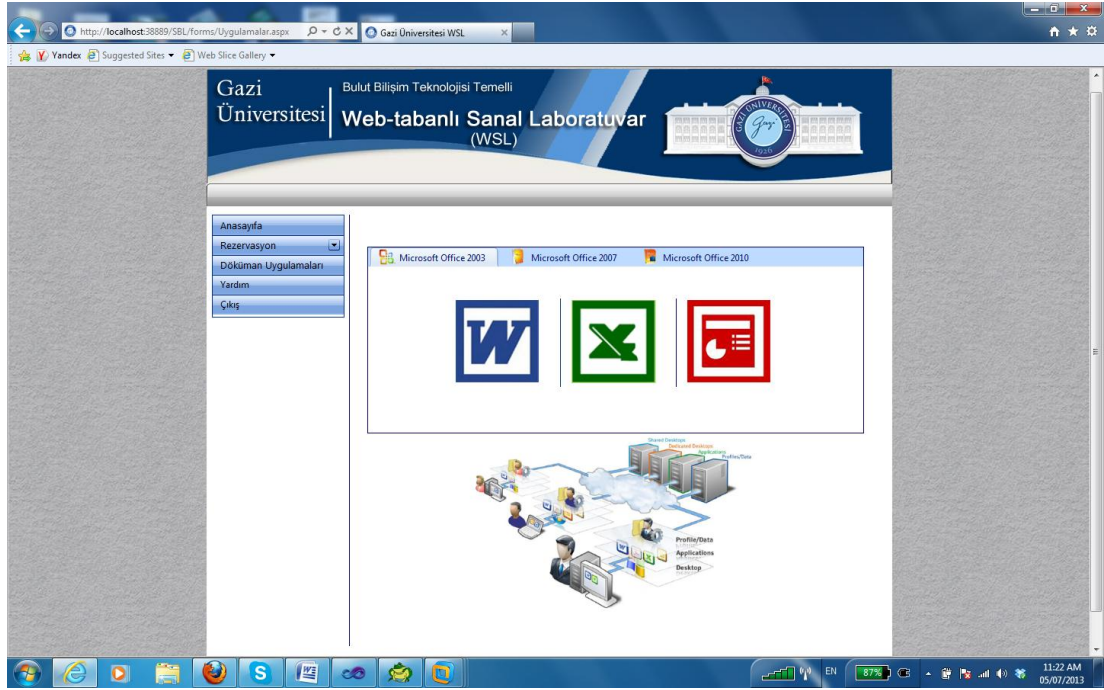
Şekil 5.16. Masaüstü ayarlama ve bağlanama sayfası

Kullanıcı bu sayfadan platformun masaüstü boyut ayarlamalarını boyut ayarlama kutucuğunda verilen farklı seçeneklerden seçebilir. Kullanıcı bu ayarlamaları yaparak bağlan tuşuna tıkladığında rezerve yaptığı platformun sanal masaüstü web sayfasında karşısına gelecektir. Bu platformdaki masaüstü ve prosedürler gerçek bilgisayardaki işlemler gibi olacaktır. Ayrıca kullanıcı bu platform hizmetlerinde bulaunan yüksek maliyetli (MATLAB, SPSS, AutoCad, 3D vb) gibi uygulamaları kendi bilgisayarında kurmadan ve uygulamaların çalıştırılması için her hangi bir lisanslamaya ihtiyaç duymadan bir yazılım hizmeti olarak kullanabilmektedir. Aynı zamanda kullanıcı platform hizmeti üzerinde çalışacağı işlemlerin kendi bilgisayarına aktarabilmek için platform hizmeti sayfasında bulunan “Dosyalarım” bağlantısını kullanabilir. Şekil 5.17’de Web tarayıcısında açılan Windows Xp platform hizmeti gösterilmektedir.



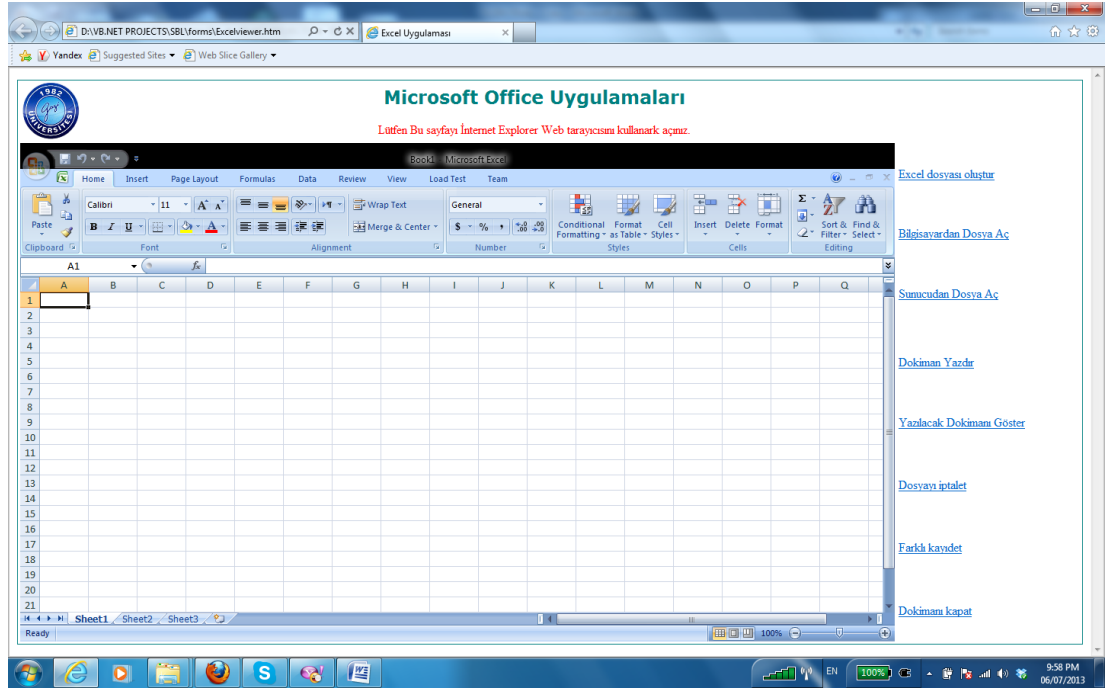
Şekil 5.17. Platform hizmeti

Ayrıca kullanıcı, doküman yönetim uygulamalarına (Word, Excel, Powerpoint) ihtiyaç duyduğunda Doküman Uygulamaları sekmesini tıklayarak uygulamalar sayfasına aktarılacaktır. Şekil 5.18’de Doküman Uygulamaları sayfası gösterilmiştir.



Şekil 5.18. Doküman uygulamaları sayfası

Bu sayede kullanıcı, istediği office uygulamalarını (Word, Excel, Powerpoint) web üzerinden yazılım hizmeti olarak kullanabilir. Örneğin; kullanıcı Excel uygulamasını kullanmak istediğinde web sayfasındaki Excel ikonuna tıklayarak, Excel uygulamasını bir yazılım hizmeti olarak başka bir internet sayfasında açabilecektir. Şekil 5.19’da Excel yazılım hizmeti sayfası gösterilmiştir.



Şekil 5.19. Excel yazılım hizmeti sayfası

Web tarayıcısında açılan “Microsoft office” döküman yönetim uygulamaları bilgisayarlardaki kurulan gerçek “Microsoft office” uygulamaları gibi çalışacaktır. Fakat web tarayıcısındaki uygulamayı gözetken nesnesinin 3B nesnelerin gözetmeme kusurundan dolayı Microsoft uygulamasındaki 3B menü prosedürlerini desteklemeyecektir ve bu nedenle kullanıcı çalışacağı döküman işlemlerini bilgisayarına farklı kayıt etmek için veya yazdırmak için normal office programındaki bulunan ana menü prosedürlerinin kullanılması gibi olmayacaktır. Dolayısıyla Şekil 5.19.’da web tarayıcısının sağ tarafında bulunan farklı bağlantılı prosedürlardan oluşan menü, kullanıcıya farklı kayıt etme, yazdırma ve diğer işlemlerin yapma imkanını sağlayacaktır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada Bulut Bilişim ve sanallaştırma teknolojileri incelenerek, Web-tabanlı Sanal bir Laboratuvar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sanal laboratuvar Gazi Üniversitesi bünyesindeki bilgisayar laboratuvarı kullanıcılarına ve diğer kişilere etkili çözümler sağlayabilecektir.

Bir kullanıcı olarak üniversite öğrencisi ve diğer kişiler (MATLAB, SPSS, AutoCad, 3D vb) uygulamalarına veya farklı bir işletim sistemlerine ihtiyaç duyduğunda, kullanıcının kişisel bilgisayarı yüksek özelliklere sahip olmadığında geleneksel bir bilgisayar laboratuvarı kullanması gerekir. WSL bu tür uygulamaları bir yazılım hizmeti olarak ve farklı işletim sistemlerini uzaktan sanal makinalar üzerinden bir platform hizmeti olarak kullanıcıya sunmaktadır. Aynı zamanda kullanıcı doküman yönetim işlemleri için platform hizmetini çalıştırmadan office yazılımlarını (Word, Excel, Powerpoint) internet sayfası üzerinden yazılım hizmeti olarak kullanabilmektedir.

Mali açıdan bakıldığında ise Web-tabanlı Sanal Laboratuvar gelecekte daha da geliştirilmesi halinde üniversitedeki bilgisayar laboratuvarı ihtiyacını azaltacaktır. Üniversite laboratuvar kurmak istediğinde yüksek maliyetli ve yüksek performanslı bilgisayar donanımlarına ihtiyaç duymayacaktır. Bilgisayar kullanıcıları için artık bilgisayarlarının taşıdığı özelliklerin yüksek olmasının önemi ortadan kalkacak, bilgisayarın üzerinde sadece bir web tarayıcısı bulunması yeterli olacaktır.

7. KAYNAKLAR

Antedomenico, N., “Optimizing security of cloud computing within the DOD”, Master thesis, *Naval postgraduated school monterey*, California, 9-10 (2010).

Aumueller, D., “IT-Compliance Analysis for Cloud Computing”, Master thesis, *University of Applied Sciences Darmstadt*, Darmstadt, Germany, 29-30-31 (2011).

Antedomenico, N., “Optimizing security of cloud computing within the DOD”, Master thesis, *Naval postgraduated school monterey*, California, 9-10 (2010).

Bhardwaj, S., Jain, L., Jain, S., “Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a service (IAAS)”, *International Journal of Applied Engineering Research*, No.1, 1-2 (2010).

Bolin, J., “Use case analysis for adopting cloud computing in army test and evaluation”, Master thesis, *Naval Postgraduate School*, California, 20-21 (2010).

Chen, Q., “Towards energy-aware VM scheduling in IaaS clouds through empirical studies”, Master thesis, *University of Amsterdam*, Hollanda, 10-11 (2011).

Dubey, R., Choubey, R., Choubey, G., “Cloud Computing - Services, Design, Characteristics And Technologies”, *ASM's International Journal of Applied Engineering Research in Managment*, 065, 1-2 (2010).

Dillon, Th., Wu, Ch., Chang, E., “Cloud Computing: Issues and Challenges”, *IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, (24), 29-30 (2010).

Erdoğan, A.T., “Beden eğitimi ve spor öğretmen adaylarının internet kullanımına yönelik tutumları”, Master thesis, *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, *Mersin*, 4-5 (2008).

Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., Lu, S., “Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared”, *IEEE xplore Digital library*, 2-2-4-5-6-7-8-9 (2009).

Hoang, T., “Integrate cloud infrastructure in unified hosting environment”, Job thesis, *Institute for Systems Architecture Chair of Computer Networks*, Dresden, 8-9 (2009).

Hertzler, B., “How a cloud computing environment can support social networks during catastrophic crisis and disaster management in logistics”, Master thesis, *Faculty of San Diego State University*, 23-24 (2010).

Hosseini, A., Greenwood, D., Sommerville, I., “Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS”, 1, IEEE CLOUD, 5-6-7 (2010).

Internet : National Institute of Standards & Technology (NIST) “The NIST Definition of Cloud Computing”

<http://www.cloudbook.net/resources/stories/the-nist-definition-of-cloud-computing>

Internet : Microsoft Corporation, Basiratmand, M . “Cloud computing in education”

http://www.microsoft.com/education/en-us/solutions/Pages/cloud_computing.aspx

Internet : Microsoft Corporation, Austin, Ch . “Cloud computing in education”

http://www.microsoft.com/education/en-us/solutions/Pages/cloud_computing.aspx

Internet : Microsoft Corporation “National Bank of Kuwait Virtualizes 75 Percent of Servers for 40 Percent Cost Savings”

<http://www.microsoft.com/casestudies/Windows-Server-2008R2Enterprise/National-Bank-of-Kuwait/National-Bank-of-Kuwait-Virtualizes-75-Percent-of-Servers-for-40-Percent-Cost-Savings/4000010926%29>

Internet: “SPARC M5-32 SERVER Oracle Data Sheet”

<http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/servers/sparc/oracle-sparc/m5-32/overview/index.html>

Internet: “User’s Manual VMware ESX Server Version 1.5”

www.vmware.com/pdf/esx_15_manual.pdf

Jeffery, K., Lutz, B., “The future of cloud computing opportunities for European cloud computing beyond 2010”, *Commission of the European Communities, Information Society & Media Directorate General, Software & Service Architectures, Infrastructures and Engineering Unit, Version 1.0, European Communities*, 13-14 (2010).

Jäätmaa, J., “Financial Aspects of Cloud Computing Business Models”, Master thesis, *Aalto University School of Economics*, Swedish, 15-16 (2010).

Kloet, B., Tilburg, P., “John Vincent Atanasoff: Inventor of the Digital Computer”, *Technische Universiteit Eindhoven*, (2R930): 10-11 (2006).

Kok, G., “Cloud computing and confidentiality”, Master thesis, Computer science, *University Of Twente*, Netherlands 12-13 (2010).

Kokkinos, A., D'Cruze, R., “Cloud Computing: a new approach of Hallstahammar's IT companies”, Master thesis, *School of Sustainable Development & Technology, Mälardalen University*, Västerås, Sweden, 28-29 (2010).

Kondo, D., Javadi, B., Malecot, P., Cappello, F., Anderson, D., “Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing versus Desktop Grids”, *Mescal*, 1-2 (2010).

Lohr, Steve. 2007. Google and I.B.M. Join in ‘Cloud Computing’ Research. New York Times (8. Oktober),
http://www.nytimes.com/2007/10/08/technology/08cloud.html?_r=1&ex=1349496000&en=92627f0f65ea0d75&ei=5090&partner=rssuserland&emc=rss&oref=slogin

Mallikharjuna, N., Sasidhar, C., Kumar, V., “Cloud Computing Through Mobile-Learning”, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol.1, No. 6, 42-43 (2010).

Moothoor, J., Bhatt, V., (IBM Corporation), “A Cloud Computing Solution for Universities: Virtual Computing Lab”, *IBM, North Carolina State University*, 5-6 (2009).

Mechael R., John S., ve Shuan, P., “The history of microprossesor ”, ***Bell Labs Technical Journal***, 30-31 (1997).

Neamtiu,F., “Cloud Computing Security Issues ”, ***Journal of Defense Resources Management*** , 1, 1-2 (2012).

Nawal, R., Gupta, A., Nagar, P., Gurjar, R., “Emergence, Performance And Issues Challenging Cloud Computing”, (***Fr. C. Rodrigues Institute of Technology***), 2-3 (2012).

Noltes, J., “Data location compliance in cloud computing”, Master thesis, ***Track information system engineering, University of Twente***, Netherlands 30-31 (2011).

NEAMTIU, F., “Cloud computing security issues”, ***Journal of defence resoureces managment.***, Vol.3 Issue 2 (5): 144 -147 (2012).

Oladimeji, Y., Folorunso, O., Taofeek, A., Adejumobi, A., “Visualizing and Assessing a Compositional Approach to Service-Oriented Business Process Design Using Unified Modelling Language (UML) ”, ***Computer and Information Science***, No.3, 47-48 (2011).

Onifade, A., “History of the computer”, ***Electrical electronic engineering department university of Ibadan Nigeria***, 12-13 (2011).

Pfaff, B., “Improving Virtual Hardware Interface”, PhD thesis, ***University Committee on Graduate Studies***, Stanford University, 9-10 (2008).

Rajendran, L., “Investigating the cloud services in animation field ”, ***International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)***, No.03, 819-820 (2012).

Raga, M., (Polytechnic University of Valencia), “An Android application for crowdsourcing 3G userexperience”, ***Polytechnic University of Valencia***, 7-8 (2011).

Rojas, R., “Konrad Zuse's legacy: the architecture of the Z1 and Z3”, IEEE Annals of the History of Computing, ***IEEE Computer Society***, Germany 19 (2):5-16 (1997).

Rittinghouse, J., Ransome, J., “Cloud Computing: Implementation, Management, and Security , 1”, **Printed in the United States of America CRC Press**, 35-36 (2010).

Ruehl, S., “The efficacy of Cloud Computing in Vertical Industries as measured by Profitability”, Master thesis, **University of Wisconsin**, Platteville, 8-9 (2010).

Reiser, H., “Security Challenges With Virtualization” , Master thesis, University of Lisboa Faculdade de CIÊNCIAS, Dezembro, Portugal, 7-8, 20-21 (2009).

Soni, R., Kumar, A., Saini, A., “Cloud Computing: An Application Oriented Approach”, **International Journal of Applied Engineering Research**, No.11, 1-2 (2012).

Schneider, A., Westhoff, D., “Autonomous Navigation and Control of a Mobile Robot in a Cell Culture Laboratory”, Diploma tezi, **Bielefeld Technical Computer Science Faculty of Technology University of Bielefeld**, Germany, 1-2 (2002).

Saleem, R., “Cloud computing’s effect on enterprises”, Master thesis, **Lund University School of economic and management**, Sweden, 9-10, 15-16-17 (2011).

Syrek, İ., “Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar”, **Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, (2) : 701 -713 (2011).

Skúlason, R., “Architectural operations in cloud computing” , Master thesis, **School of Engineering and Natural Sciences University of Iceland**, Reykjavik, Iceland: 8-9 (2011).

Saleem, R. , “Cloud computing’s effect on enterprises”, Master thesis, **Lund University School of economic and management**, Sweden, 9-10, 15-16-17 (2011).

Sanchati, R., Kulkarni, G., “Cloud Computing in Digital and University Libraries” **Global Journal of Computer Science and Technology**, (1.0), 2-3 (2011).

Sarathy, V., Narayan, P., Mikkilineni, R., “Next generation Cloud Computing Architecture Enabling real-time dynamism for shared distributed physical infrastructure”, *IEEE International Workshop* , Los Altos, CA, USA, 3-4 (2010).

TAYLOR, C., “Cloud computing at the University level: A study of student use of cloud computing applications”, Master thesis, *M.B.A, Appalachian State University*, North Carolina, United States, 12-13 (2011).

Toivanen, P., “Server Virtualization”, Master thesis, *Lappeenranta University of Technology*, Niko Ronkainen, Filand, 5-6-7 (2003).

Tsifountidis, F., “Virtualization Security: Virtual Machine Monitoring and Introspection”, Department of Mathematics Royal Holloway, *University of London Egham, Surrey TW20 0EX*, 8-9 (2011).

Toivanen, P., “Server Virtualization”, Master thesis, *Lappeenranta University of Technology*, Niko Ronkainen, Filand, 5-6-7 (2003).

Tsifountidis, F., “Virtualization Security: Virtual Machine Monitoring and Introspection”, *Department of Mathematics Royal Holloway, University of London Egham, Surrey TW20 0EX, England RHUL-MA-2011-09*, 8-9 (2011).

Vouk, M., Rindos, A., Averitt, S., Bass, J., Bugaev, M., Peeler, A., Schaffer, H., Sills, E., Stein, S., Thompson, J., Valenzisi, M., “Using VCL Technology to Implement Distributed Reconfigurable Data Centers and Computational Services for Educational Institutions ”, *IBM Raporu, Raleigh*, 1-2 (2009).

Villalonga, A. , “Infrastructure as a Service (IaaS): Application case for Trusted X”, Master thesis, *Universitat Politècnica de Catalunya* , Barcelona, Spain , 3-4 (2011).

Wyld, D. , (*IBM Center for the Business of Government*) , “Moving to the Cloud: An Introduction to Cloud Computing in Government”, (*IBM*), 12-13, 28-29 (2009).

Yalçın, F., “İnternet pazarlamasında müşteri memnûniyeti: Günün fırsatları üzerine bir uygulama”, Master thesis, *Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-5 (2012).

Yrjola, J., “Using service oriented architecture platform on cloud computing infrastructure”, Master thesis, *Tampere University Of Technology*, Finland, 13-14 (2011).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TAHER, Osamah Fadhil Taher

Uyruğu : IRAK

Doğum tarihi ve yeri : 25.06.1984 DIYALA

Medeni hali : Bekar

e-mail : gozel_turk@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Diyala Üniversitesi / Bilgisayar Eğitimi	2008
Lise	Nabukhd Nassir Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-2009	Korek Telecom	BT

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Resim çizme, Spor .

