

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLİ VERİ
MERKEZİ VE BİR UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Ersin BÜYÜKYILMAZ**

**Danışman
Yard. Doç. Dr. Ülviye HACIZADE**

İstanbul – 2016

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLİ VERİ
MERKEZİ VE BİR UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Ersin BÜYÜKYILMAZ**

**Danışman
Yard. Doç. Dr. Ülviye HACIZADE**

İstanbul – 2016

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bilgisayar Mühendisliği A.B.D. Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans öğrencisi Ersin BÜYÜKYILMAZ tarafından hazırlanan ” *Sunucu Sanallaştırma Teknolojili Veri Merkezi Ve Bir Uygulaması*” konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 27.06.2016

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu):

İmzası

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr Ulviye HACIZADE
: Haliç Üniv. (Danışman)



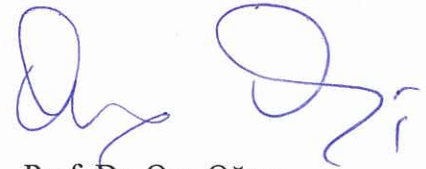
Jüri Üyesi : Prof.Dr Mübariz EMİNLİ
: Haliç Üniv.



Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Alev MUTLU
: Kocaeli Üniv.



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Oya Oğuz
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

ÖNSÖZ

Son yıllarda kurumsal firmalar bilgi işlem altyapılarında, sunucu sanallaştırma teknolojisi kullanımı hızla artmıştır. Firmaların veri merkezi ekipman sayısının düşürülmesi ve maliyetlerin azaltılmasında önemli bir rol sahibi olan sunucu sanallaştırma teknolojisi, oldukça önemli bir bilişim teknolojisidir. Bu çalışma içerisinde mesleki olarak da üzerine çalıştığım bir konu olan sunucu sanallaştırma teknolojisi ve tüm özellikleri ile ilgili ayrıntılı araştırmalar yapılmış ve uygulamalar ile desteklenmiştir.

İş hayatımda bana katkı sağlayacak bu konuda çalışma hazırlamamı kabul eden ve destek olan danışman hocam Sayın Yard. Doç. Dr. Ülviye HACIZADE' ye teşekkür ederim. Ayrıca bu iş koluna dair edindiğim bilgi ve tecrübelerimde sonsuz katkıları bulunan değerli hocalarım Sayın Alper Çanak'a ve Sayın Ercan Ergen'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Son olarak hayatımın her safhasında bana olan desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşime teşekkür ederim. Bu çalışmayı; çalışma sırasında ve tüm hayatım boyunca en büyük destekçim olan sevgili eşim Sevda Büyükyılmaz'a ve oğlum Kuzey Büyükyılmaz'a ithaf ediyorum.

İstanbul, 2016

Ersin BÜYÜKYILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

KISALTMALAR	VI
ŞEKİLLER	VII
TABLolar	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
1. GİRİŞ	1
2. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİSİ	3
2.1. Sunucu Sanallaştırmanın Tanımı	3
2.2. Sunucu Sanallaştırma Tipleri	6
2.3. Sunucu Sanallaştırmanın Tarihçesi	7
3. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLİ VERİ MERKEZİ	10
3.1. Sunucu Sanallaştırma Teknolojili Veri Merkezinin Öğeleri	10
3.1.1. Donanım Altyapısı	10
3.1.2. Sanallaştırma Platformu	11
3.1.3. Sanal Makineler	12
3.1.4. SAN Mimarisi	15
3.1.5. Merkezi Yönetim Sunucusu	16
3.2. Sunucu Sanallaştırma Teknolojisinde Kaynak Paylaşımı	17
3.2.1. Merkezi İşlem Birimi Sanallaştırma	17
3.2.2. Rastgele Erişimli Bellek Sanallaştırma	20
3.3. Sanal Makine Yönetimi	23
3.3.1. Şablon Sanal Makineler ve Sanal Makinelerin Kopyalanması	24
3.3.2. Sanal Makinelerin Taşınması	25
3.3.3. Anlık Görüntü Teknolojisi	26
3.4. Sunucu Sanallaştırma Teknolojisinde Kümeleme	27
3.4.1. Yüksek Erişilebilirlik	28
3.4.2. Dağıtılmış Kaynak Zamanlayıcısı	29
3.4.3. Hata Tolerans Sistemleri	30

4. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİSİNİN VERİ MERKEZİNE ETKİLERİ	32
4.1. Veri Merkezi Enerji Tasarrufu	32
4.2. Kaynakların Etkin Kullanılması	34
4.3. İş Devamlılığının Sağlanması	36
5. BAZI SUNUCU SANALLAŞTIRMA YAZILIMI ÜRETİCİLERİ	39
5.1. Microsoft, Hyper-v	40
5.2. VMware, vSphere.....	42
6. ÖRNEK BİR FİRMA İÇİN SUNUCU SANALLAŞTIRMA UYGULAMASI	45
6.1. Sanallaştırma Öncesi Veri Merkezinin İncelenmesi	45
6.1.1. Verimlilik İncelemesi	45
6.1.2. Enerji Tüketimi.....	46
6.1.3. Veri Merkezi Sistem Odası	47
6.2. Sunucu Sanallaştırma Uygulama Süreçleri	49
6.2.1. Amaçlar	49
6.2.2. Fiziksel Sunucu İhtiyaçlarının Belirlenmesi	49
6.2.3. SAN Mimarisinin Oluşturulması.....	51
6.2.4. Uygulanan İşlemler	52
6.3. Sanallaştırma Sonrası Veri Merkezinin İncelenmesi	53
7. SONUÇ	57
8. KAYNAKLAR	58
EKLER	61
EK-A. Tablo A1	61
EK-B. Tablo B1.....	66
EK-C. Tablo C1.....	70
ÖZGEÇMİŞ	75

KISALTMALAR

BIOS	: Basic Input-Output System
CD	: Compact Disc
CMS	: Central Monitor System
CP	: Control Program
CPU	: Central Processing Unit
DVD	: Digital Versatile Disc
EPT	: Extended Page Table
LAN	: Local Area Network
MMU	: Memory Management Unit
NVRAM	: Non Volatile Random Access Memory
OS	: Operating System
PSU	: Power Supply Unit
RAM	: Random Access Memory
RU	: Rack Unit
RVI	: Rapid Virtualization Indexing
SAN	: Storage Area Network
SAP	: Systems Anlysis and Program Devolopment
SCSI	: Small Computer System Interface
SID	: Security Identifier
TLB	: Translation Look-Aside Buffer
User Apps	: User Applications
V	: Virtualization
VIS	: Virtual Instruction Set
VM	: Virtual Machine
VMDK	: Virtual Machine Disk
VMM	: Virtual Machine Monitor
VT	: Virtualization Technolohy

ŞEKİLLER

Sayfa No.

Şekil 2.1. Geleneksel sunucu mimarisi	4
Şekil 2.2. Sanallaştırılmış sunucu mimarisi.....	5
Şekil 2.3. Tip 1 ve tip 2 sanallaştırma tipleri	6
Şekil 2.4. IBM 7044 (M44) ana sunucusu	8
Şekil 3.1. Sanallaştırma platformu.....	12
Şekil 3.2. Sanal makine donanımları	14
Şekil 3.3. Merkezi yönetim sunucusu ve fiziksel sunucular	16
Şekil 3.4. Geleneksel sunucu mimarisi katmanları	18
Şekil 3.5. Binary translation yönteminde katmanlar.....	19
Şekil 3.6. Donanımsal sanallaştırma yönteminde katmanlar	20
Şekil 3.7. Modern işletim sistemlerinde RAM kullanım şablonu.....	21
Şekil 3.8. TLB ile sanal RAM bloklarının fiziksel belleğe adreslenmesi.....	22
Şekil 3.9. Sanal makinelerde RAM kullanım şablonu.....	22
Şekil 3.10. Sanal makinelerin taşınması	26
Şekil 3.11. Yüksek erişilebilir sistemler	29
Şekil 3.12. Hata tolerans sistemleri	31
Şekil 4.1. Fiziksel ve sanal yapıların yıllık enerji tüketimlerinin karşılaştırılması....	33
Şekil 4.2. Örnek bir veri merkezi enerji tüketim dağılımı	34
Şekil 4.3. Geleneksel sistem, örnek bir fiziksel sunucu için kaynak kullanımı.....	35
Şekil 4.4. Sanallaştırılmış sistem, örnek bir fiziksel sunucu kaynak kullanımı.....	36
Şekil 4.5. Veri merkezi sistemlerinin durmasına neden olan durumlar	37
Şekil 5.1. Sunucu sanallaştırma yazılımı üreticileri karşılaştırma grafiği	39
Şekil 5.2. Hyper-v rolünün aktif edilmesi ekran görüntüsü	40
Şekil 5.3. Hyper-v rolünün aktif edilmesi sırasında işletim sisteminin yapısı	41
Şekil 5.4. Microsoft Hyper-v yönetim arayüzü ekran görüntüsü	42
Şekil 5.5. VMware ESXi sanallaştırma yazılımı arayüzü ekran görüntüsü.....	43
Şekil 5.6. VMware vSphere Client yazılımı arayüzü ekran görüntüsü	44
Şekil 6.1. HPE marka DL380 model raf tipi fiziksel sunucu	47
Şekil 6.2. Örnek bir veri merkezi ve kabinetlere yerleştirilmiş raf tipi sunucular	48
Şekil 6.3. Uygulamada oluşturulan SAN mimarisi.....	52
Şekil 6.4. VMware vCenter Converter Standalone yazılımı arayüzü	53

TABLULAR

Sayfa No.

Tablo 6.1. Uygulama için kullanılan sunucular	50
Tablo 6.2. SAN mimarisi için seçilen storage, anahtar ve kabloların listesi	51
Tablo 6.3. Uygulamada kullanılan sunucuların kaynak kullanım oranları	54
Tablo 6.4. Uygulama öncesi ve sonrası kaynak kullanım oranları karşılaştırması ...	55
Tablo 6.5. Uygulamada kullanılan sunucuların marka ve güç kaynağı bilgileri.....	55



GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Ersin BÜYÜKYILMAZ
Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği
Programı : Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans
Tez Danışmanı : Yard. Doç. Dr. Ülviye Hacızade
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Haziran 2016

ÖZET

SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLİ VERİ MERKEZİ VE BİR UYGULAMASI

Sanallaştırma teknolojisi, bir fiziksel sunucu üzerinde birbirinden izole birden fazla işletim sisteminin çalıştırılabilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu sayede iş süreçleri için ihtiyaç duyulan uygulamalar, daha az sayıda fiziksel sunucu kullanılarak çalıştırılabilmektedir.

Sanallaştırma teknolojisi; sunucu kaynaklarının daha etkin kullanılabilmesi başta olmak üzere alan , elektrik ve soğutma maliyetleri, yönetsel faaliyetler için gerekli iş gücü gibi bir çok alanda fayda sağlamıştır. Fiziksel sunucular yerine sanal makineler ile çalışmak; makinelerin taşınması, çoğaltılması ve donanımsal kısıtlamalardan soyutlanması konularında kolaylık sağlamıştır. Bununla birlikte uygulamaların erişilebilirlik süreleri arttırılmış ve daha az maliyetli, daha güvenli, daha kolay yönetilebilen bilgi işlem altyapıları oluşturulmuştur. Bulut bilişim teknolojisinin temelini oluşturan sanallaştırma teknolojisi, son yıllarda hemen hemen bütün iş sektörlerindeki firmaların bilgi işlem altyapılarında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, sanallaştırma teknolojisinin temel çalışma prensipleri, türleri ve özellikleri incelenmiş, sanallaştırma teknolojileri kullanımı ve faydaları üzerine çalışılmıştır. Örnek bir firmanın bilgi işlem altyapısı üzerinde araştırmalar yapılmış, geleneksel sistemde çalışan sunucular sanallaştırılarak sunucu sanallaştırma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Örnek firma veri merkezi; verimlilik, enereji tüketimi ve harcanan alan bakımından uygulama öncesinde ve sonrasında incelenmiş, istatistiksel veriler kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sunucu sanallaştırma, sanal makineler, bulut bilişim,

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Ersin BUYUKYILMAZ
Field : Computer Engineering
Program : Computer Engineering Master Program
Supervisor : Yard. Doç. Dr. Ülviye Hacızade
Degree Awarded and Date : Master of Science – June 2016

ABSTRACT

DATA CENTER WITH SERVER VIRTUALIZATION TECHNOLOGY AND AN EXAMPLE

Virtualization is a technology which enables to run more than one instance of operating systems isolated from each other on a single physical server. This functionality reduces the required hardware for the business applications. Virtualization brings many benefits to the organizations including more effective usage of the server assets, datacenter space reduction, reduction on power and colling requirements and ease of management. When virtualization technology is used instead of deploying physical servers, physical movement of the servers, cloning of the servers and isolating the server from its underlying components becomes much easier. Deploying this technology also increases the availability of the business applications and creates an IT infrastructure which costs less, which is more reliable and easier to manage than before. This technology which forms the basis of cloud computing is widely accepted by most of the companies in every industry.

This study covers the working principles, types and functionalities of the virtualization technology. In this study, the use of virtualization technologies and benefits were studied. In this study; as an example a company is computing infrastructure has been researched. All traditional applications servers are virtualized. Productivity, efficiency, power compsumption and wasted space areas has been examined before virtulization and after and all statistical data has been compared.

Key words: Server virtualization, Virtual machines, Cloud computing

1. GİRİŞ

Bilgi teknolojileri alanındaki gelişmeler ve iş sektörlerinin ihtiyaç duyduğu “bilgi” kavramının bir teknoloji olarak değer kazanması, iş dünyasının bilgi teknolojilerine bağımlılığının artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte her sektördeki iş süreçleri için, bilgisayar sistemleri ve bilgisayar uygulamalarının kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir.

İş dünyasında firmalar tarafından kullanılan kurumsal mesajlaşma, kurumsal internet siteleri, dizin servisleri, isim çözümlene servisleri, iş koluna özel portallar gibi bir çok uygulama, beraberinde bu uygulamaların üzerinde çalışacağı donanımsal ihtiyaçları doğurmuştur. Geleneksel sistemlerde, her uygulamanın, üzerinde çalışacağı bir fiziksel sunucu ve bir işletim sistemine ihtiyacı vardır. Uygulama sayısı arttıkça ihtiyaç duyulan fiziksel sunucu sayısı da bununla birlikte artmaktadır. Çok sayıdaki bu fiziksel sunucuların toplam sahip olma maliyetleri incelendiğinde, firmalara ciddi bir maddi külfet ve iş yükü getirdiği görülmüştür. Toplam sahip olma bedeli; fiziksel sunucuların satın alma bedellerine ek olarak enerji, kablolama, barındırma, soğutma ve yönetimsel faaliyetler gibi maliyetlerden oluşmaktadır.

Sunucu sanallaştırma teknolojisi, firmaların kullanmak istedikleri uygulamalar için fiziksel sunucular yerine sanal makine kavramını ortaya çıkararak; bir fiziksel sunucu üzerinde birden fazla işletim sistemi ve uygulamanın çalıştırılabileceğini göstermiştir. Sunucu sanallaştırma teknolojisinde, fiziksel sunucu üzerine konumlandırılan bir sanallaştırma platformu sayesinde sanal makineler (SM : VM) oluşturulur, işletim sistemi ve uygulamalar bu sanal makineler üzerinde çalıştırılır. Sanal makineler aynı anda ve birbirinden izole bir şekilde tek bir fiziksel sunucunun kaynaklarını paylaşarak çalışabilir, üzerlerindeki işletim sistemleri ve uygulamalara hizmet verebilirler. Sunucu sanallaştırma teknolojisi, geleneksel sistemlerin getirdiği maddi külfet ve iş yükünün azaltılmasında büyük önem taşımaktadır.

Firmalarda ihtiyaç duyulan onlarca uygulama ve servislerin çalıştırılabilmesi için onlarca fiziksel sunucu kullanmak yerine, sanal makine kullanımı ile sunucu sayısı azaltılmıştır. Fiziksel sunucu sayısının azaltılması; sistem odaları için ayrılan alan, çalışan sunucuların harcadıkları elektrik ve sistem odalarının soğutulması için gerekli olan soğutma maliyetleri gibi bir çok konuda avantaj sağlamıştır. Ayrıca sunucu sanallaştırma teknolojisi, sunucu kaynaklarının daha etkin kullanılmasını sağlamış ve sunucu yönetimini kolaylaştırmıştır. Sunucu sanallaştırma teknolojisi günümüz popüler bulut bilişim teknolojisinin de temelini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada sunucu sanallaştırma teknolojisi ve bu teknolojinin veri merkezlerinde kullanımının getirdiği faydalar incelenmiştir. Bölüm 2 ve Bölüm 3' de sunucu sanallaştırma teknolojisinin tanımı, tipleri ve tarihçesine değinilerek, bu teknolojinin veri merkezi içerisinde kullanımı, ögeleri ve yetenekleri açıklanmıştır. Bölüm 4' de sunucu sanallaştırma teknolojisinin veri merkezlerine etkileri incelenmiş ve Bölüm 5' de bazı sunucu sanallaştırma yazılımı üreticilerinin örnek yazılımlarına yer verilmiştir. Çalışma sonunda örnek bir firma için sunucu sanallaştırma uygulaması hayata geçirilmiş, bu örnek firma için sanallaştırma öncesi ve sonrası veri merkezleri incelenmiş ve istatistiksel veriler üzerine karşılaştırılmıştır.

2. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİSİ

Sunucu sanallaőtirma teknolojisi, bilgisayar sistemlerini fiziksel donanımlardan soyutlamak anlamına gelmektedir. Donanımsal kaynaklardan en üst düzeyde faydalanmak amacıyla kullanılan sunucu sanallaőtirma teknolojisi; daha az sayıda sistem odası ekipmanı kullanılmasını sağlayarak ve daha az insan gücüne ihtiyaç duyarak, maliyetlerin düşürülmesini sağlayan bir teknolojidir.

2.1. Sunucu Sanallaőtirma Teknolojisinin Tanımı

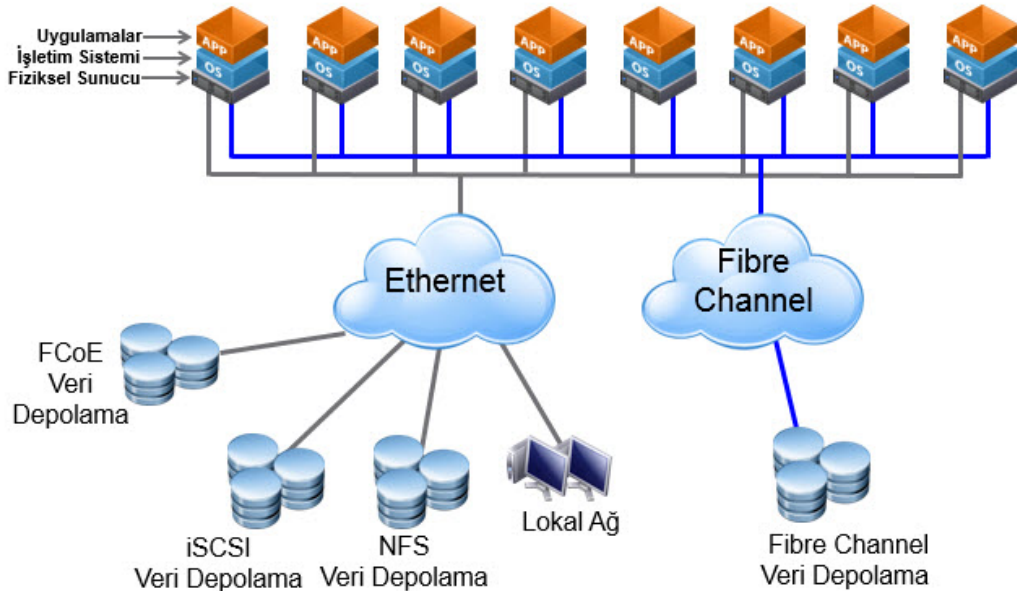
Tüm iş kollarındaki firmalar bilgi teknolojilerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bilgi teknolojileri alanında firmaların ihtiyaç duyduğu bir çok uygulama ve servisi barındırmak için kullanılan fiziksel sunucu sayısı oldukça fazladır. Sunucu sanallaőtirma teknolojisi, bir fiziksel sunucu üzerinde birden fazla sunucuyu sanal makine olarak çalıştıran ve gereksinim duyulan uygulama ve servislerin az sayıda fiziksel sunucu kullanılarak çalışmasını sağlayan bir teknolojidir. Sunucu sanallaőtirma teknolojisi, yapı içerisindeki bütün uygulama ve servisler için yönetimi merkezileőtiren, sorun çözümlerini kolaylaőtıran bir teknolojidir. Aynı zamanda operasyonların otomatikleőtirilmesi, yüksek erişilebilir uygulamaların kurulması, hata toleransı sağlayan sistemlerin oluşturulması gibi bir çok hizmet ve servis imkanı sağlamaktadır.

Son yıllarda hızla yaygınlaőan sanallaőtirma teknolojisinin; sunucu sanallaőtirma, masaüstü sanallaőtirma, ağ sanallaőtirma, veri depolama sanallaőtirma ve uygulama sanallaőtirma gibi türleri bulunmaktadır. Bu konuda ilk akla gelen sanallaőtirma türü, sanallaőtirma teknolojisinin temeli olan sunucu sanallaőtirma teknolojisidir.

Sunucu sanallaőtirma; bir fiziksel sunucu üzerindeki merkezi işlem birimi (MİB : CPU), rastgele erişimli bellek (REB : RAM), veri depolama birimi (Hard Disk)

ve ağ adaptörü (Network Adapter) gibi donanımsal kaynakların aynı anda ve birbirinden izole bir biçimde, birden fazla sanal makineye paylaştırılarak kullanılmasıdır. Bir çok uygulama ve servise ihtiyaç duyulan günümüz bilişim dünyasında geleneksel sistemlere kıyasla sanal sistemler; maliyet, yönetim, erişilebilirlik ve esneklik gibi konularda büyük faydalar getirmektedir(Yuusuf ve Vidalis, 2012).

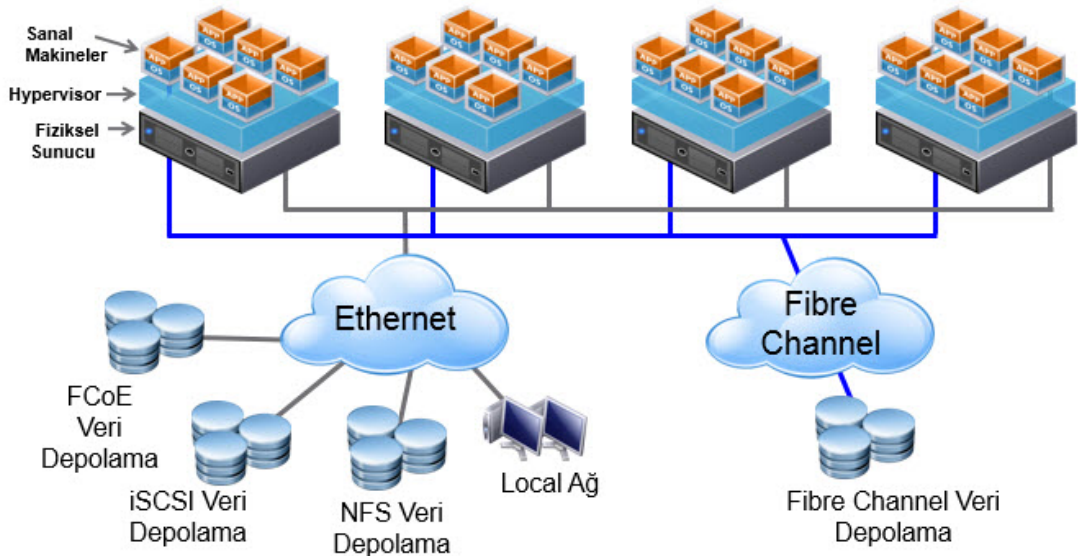
Geleneksel sistemlerde; Şekil 2.1’ de gösterildiği gibi ihtiyaç duyulan uygulama ve servisleri barındırmak adına her bir işletim sistemi ve uygulama için bir ya da birden fazla fiziksel sunucu kullanmak gerekmektedir. Bu sebeple fiziksel sunucuların sayısı da ihtiyaç duyulan uygulamalarla birlikte hızla artmaktadır. Buna ek olarak fiziksel sunucu sayısının yüksek olması; bu sunucuların birbirleri ve dış dünya ile iletişimi için gerekli ağ ekipmanı sayısının da artmasına neden olmaktadır. Geleneksel mimarilerde, fiziksel sunucuların taşınma veya donanımsal olarak yükseltme işlemleri, ancak sistemlerin durdurulması ve sunucuların kapatılması ile mümkündür. Bu durum uygulamaların erişilebilirlik süresinin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca geleneksel mimaride çalışan sunucu sistemlerinin yönetim zorlukları ve donanım bağımlı olmaları, bu sistemlerin getirdiği diğer problemlerdir.



Şekil 2.1 Geleneksel sunucu mimarisi

Sanallaştırılmış mimarilerde ise bir fiziksel sunucu üzerinde birden fazla işletim sistemi ve uygulama çalıştırmak mümkündür. Şekil 2.2’ de sanallaştırılmış bir mimari gösterilmektedir. Bu mimari içerisinde ihtiyaç duyulan uygulama ve servisler geleneksel sistemlere kıyasla çok daha az fiziksel sunucu kullanılarak çalıştırılabilir. Bu durum fiziksel sunucu sayısının azalmasıyla birlikte alan, elektrik ve soğutma maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır. Sunucu sanallaştırma teknolojisinin en önemli faydalarından birisi de fiziksel sunucu üzerinde bulunan donanımsal kaynakların etkin kullanımudur. Geleneksel sistemlerde kullanılan fiziksel sunucular üzerindeki bir çok kaynak, kapasitesinin altında hizmet vermektedir. Sanallaştırılmış sistemler, fiziksel sunucu üzerindeki kaynakların bir çok işletim sistemi tarafından paylaşılarak kullanılabilmesine olanak sağladığı için verimliliğin yüksek olduğu ve kaynakların daha etkin kullanıldığı sistemlerdir.

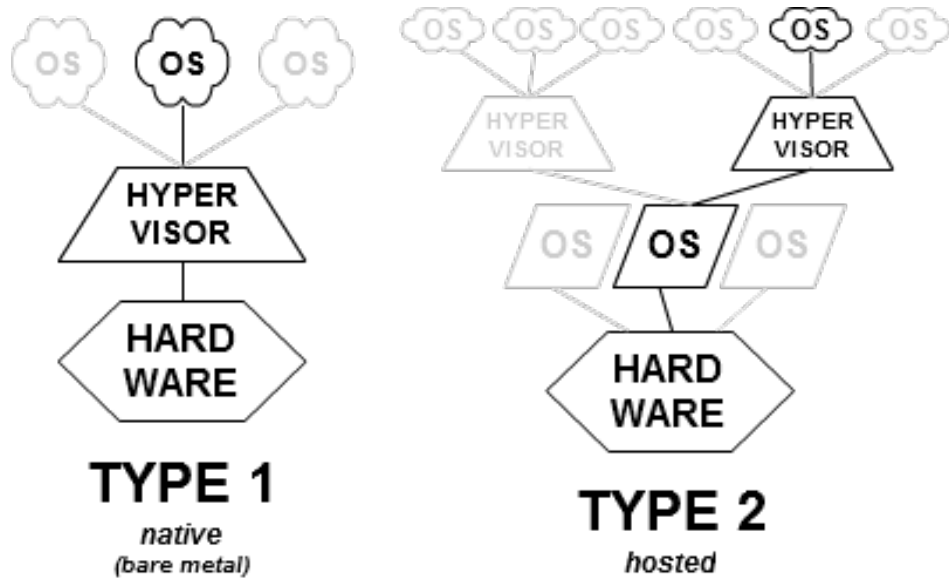
Sanallaştırılmış mimarilerde, işletim sistemi ve uygulamalar sanal makineler üzerinde çalışmaktadır. Sanal makinelerin taşınması veya donanımsal değişiklikler bu sistemler çalışır halde iken herhangi bir veri ve erişim kaybı olmadan yapılabilir. Sanal makineler, işletim sistemi ve uygulamaların donanımdan bağımsız bir halde çalışmalarını sağlayarak yönetimsel kolaylıklar getirmektedir.



Şekil 2.2 Sanallaştırılmış sunucu mimarisi

2.2. Sunucu Sanallaştırma Tipleri

Sunucu sanallaştırmada çıplak metal mimari (bare-metal architecture) ve ev sahipliği eden mimari (hosted architecture) olmak üzere iki tip mimari bulunmaktadır. Bare Metal Architecture, Tip 1 (Type 1) sanallaştırma olarak bilinirken, Hosted Architecture, Tip 2 (Type 2) sanallaştırma olarak bilinmektedir. Tip 1 sanallaştırma fiziksel donanım üzerine kurulan bir sanallaştırma platformu (Hypervisor) ve üzerinde çalışan sanal makinelerden oluşmaktadır. Tip 2 sanallaştırmada ise, fiziksel donanım üzerinde geleneksel sistemlerdeki gibi işletim sistemi bulunur. Sanallaştırma platformu işletim sistemi üzerinde yer alır ve sanal makineleri bu şekilde üzerinde barındırır. Tip 1 sanallaştırma, arada işletim sistemi olmadığı için Tip 2 sanallaştırmaya göre bir katman eksiktir. Bu katman farkı, Tip 1 sanallaştırma mimarisinde uygulama ve servislerin direkt olarak donanıma erişimini sağlamaktadır. Ayrıca arada bir işletim sistemi katmanının olmaması yapıyı daha performanslı bir hale getirmektedir. Tip 2 sanallaştırma mimarisi test ortamları için uygunken, Tip 1 sanallaştırma mimarisi iş sektörlerindeki kurumsal bilgi işlem altyapılarında kullanılmaktadır. Şekil 2.3' de (Hypervisor, 2015) Tip 1 ve Tip 2 sanallaştırma mimarileri gösterilmektedir(Graziano, 2011).



Şekil 2.3 Tip 1 ve tip 2 sanallaştırma tipleri

2.3. Sanallaştırma Teknolojisinin Tarihçesi

Sanallaştırma teknolojisinin tarihi Profesör Cristopher Strachey' in 1959 yılında yayımladığı “Büyük, Hızlı Bilgisayarlarda Zaman Paylaşımı” (Time sharing in large, fast computers) adındaki makale ile başlamıştır. Bu makale; birden fazla kullanıcının aynı bilgisayar kaynaklarını kullanarak kendi konsolları üzerinde, kendi uygulamalarını çalıştırabildiği bir teknoloji ortaya çıkarmıştır. Zaman paylaşımı kavramı; bir çok kullanıcının bir bilgisayar üzerinde fiziksel kullanım ve CPU kullanımında paylaşımlı olarak çalışabilmesine olanak sağlayan bir kavramdır. Böylece kullanıcıların donanımsal bekleme zamanlarını kısaltarak, çalışma sürelerinin daha verimli kullanılması sağlanmıştır. 1960' ların ortalarında IBM şirketi Watson araştırma merkezinde, M44/44X projesi ile sanallaştırma teknolojisinin gelişmesinde önemli bir adım atmıştır. Zaman paylaşımı konseptinin değerlendirilmesi amacı ile geliştirilen M44/44X projesi, ilk defa sanal makine kavramının ortaya atıldığı projedir. Bu proje, IBM 7044 (M44) ana makine ve ana makinenin deneysel bir görüntüsü olarak sanal makinelerden (44X) oluşmaktadır. Şekil 2.4' de (Blog, 2015) IBM 7044 (M44) ana sunucusu gösterilmektedir. M44 RAM hiyerarşisi; sanal makine adres alanlarına, sanal RAM ve çoklu programlama kullanılarak uygulanmıştır(Singh, 2004).



Şekil 2.4 IBM 7044 (M44) ana sunucusu

M44/44X projesinin ardından, Les Belady; sayfa algoritmaları (Paging Algorithm) ve sayfa büyüklüklerinin (Page Size) etkileri üzerine yaptığı çalışmalarda; çoklu programlama ile sistem üzerinde programlara ayrılan RAM bloklarının, dinamik olarak değiştirilmesi sonucunda sistem performansının artırıldığını ortaya atmıştır. Böylece günümüz sunucu sanallaştırma teknolojileri içerisinde kullanılan bellek sanallaştırma teknolojisinin temelleri atılmıştır(Frana, 2002).

Bu süreçte; deneysel bilgisayar bilimi üzerine çalışmalar yapan David Sayre de; sanal bellek hipotezi üzerine çalışmış ve bu çalışmalar sonucunda düzgün ayarlanmış bir otomatik bellek yönetiminin, el ile yapılan en iyi bellek yönetiminden daha performanslı olacağını savunmuştur. David Sayre; IBM şirketinin geliştirdiği Control Program/Cambridge Monitor System (CP/CMS) işletim sistemini kullanarak, kullanıcıların birbirinden izole olarak çalışabildiği, her kullanıcıya bir bilgisayar simülasyonunun sunulduğu bir mimari üzerine çalışmıştır. Bu çalışma ile David Sayre

IBM şirketinin CP/CMS işletim sistemi ve günümüzün z/VM' lerinin temellerini atmıştır(Denning, 1996).

1990'lı yıllarda donanımsal ve yazılımsal gelişmeler, bir çok firmanın bilgi işlem altyapılarının büyümesine ve sürekli artan kaynak ihtiyacına neden olmuştur. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda kaynakları etkin kullanma ve operasyonel işlemleri kolaylaştırma gereksinimi, sunucu sanallaştırma teknolojisini tekrar gündeme getirmiştir. 1998 yılında kurulan Vmware şirketi Mayıs 1999 yılında ilk ürünü olan Vmware Workstation ürününü piyasaya sunmuştur. Ardından 2001 yılında sunucu pazarına giriş yapan Vmware; Vmware GSX Server ve Vmware ESX Server ürünleri ile ismini bu piyasada duyurmuştur.

Vmware şirketi ürünleri üzerindeki geliştirmelere devam ederek 2003 yılında; Vmware Virtual Center, Vmotion, sanal simetrik çoklu işlem teknolojisi gibi çalışmalar yapmış ve dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır. Bu gelişmelerin ardından aynı yıl 625 Milyon dolar karşılığında EMC şirketi tarafından satın alınmıştır. 2008 yılında Cisco şirketi ile yaptığı iş birliği ile veri merkezi çözümleri üzerine çalışmaya başlamış ve günümüzün yazılım tanımlı veri merkezi kavramının temellerini atmıştır. Bu tarihten itibaren sanallaştırma ve bulut bilişim üzerine yapılan geliştirmeler ile; sunucu sanallaştırma, masaüstü sanallaştırma, ağ sanallaştırma, uygulama sanallaştırma ve veri depolama sanallaştırma gibi bir çok sanallaştırma türüne ait ürünler üretmiştir. Ayrıca bu çözümleri üst seviyeden yönetebilecek ve bulut bilişim entegrasyonlarını sağlayacak yazılımlar piyasaya sunmuştur.

Vmware şirketinin paralelinde; IBM şirketi 2000 yılında z/VM, Citrix şirketi 2003 yılında açık kaynaklı sanallaştırma çözümü XenServer, Microsoft şirketi 2008 yılında Hyper-V ürünleriyle sanallaştırma teknolojisini geliştiren ve türeten diğer şirketler olmuştur. Sunucu sanallaştırma yazılımı üreticileri ile birlikte, donanım üreticileri de sanallaştırma mimarilerine uygun CPU teknolojileri üretilip bu alandaki gelişmelerin hızlanmasını sağlamışlardır. Intel firmasının; Intel Sanallaştırma Teknolojisi (ST : VT) ve Intel Genişletilmiş Sayfa Tabloları (GST : EPT), AMD firmasının ise AMD Sanallaştırma (S : V) ve AMD Hızlı Sanallaştırma İndeksleme (HSİ : RVI) gibi CPU teknolojileri bunlara örnektir.

3. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLİ VERİ MERKEZİ

Sunucu sanallaştırma teknolojisi; işletim sistemi ve uygulamaların donanımlardan soyutlanarak sanal makine konsepti içerisinde çalıŐtırılmasıyla veri merkezlerine yeni kavramlar getirmektedir. Sunucu sanallaştırma teknolojiili veri merkezinin en temel parçaları; ev sahibi sunucular ve ezerlerinde çalışan sanal makinelerdir. Merkezi yönetim sunucusu ile tüm veri merkezi nesneleri bir havuzda toplanıp yönetilebilmekte ve bu sayede veri merkezlerinin; kaynakların etkin kullanımı, bilgi güvenliği ve iş sürekliliği gibi ihtiyaçları giderilmektedir.

3.1. Sunucu Sanallaştırma Teknolojisinin geleri

Sunucu sanallaştırma mimarisini oluŐturabilmek ve tüm kazanımlarını doğru kullanabilmek için, bir çok ögenin bir araya getirilmesi ve doğru Şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir. Sunucu sanallaştırma mimarisi, temel olarak fiziksel donanımlardan ve bu donanımları sanallaőtırıp üzerlerindeki kaynakların paylaşımlı olarak sanal makineler tarafından kullanılmasını sağlayan yazılımlardan oluşmaktadır.

3.1.1. Donanım Alt Yapısı

Sanallaştırılmış sistemlerde amaç, donanımsal kaynaklardan soyutlanmak olsa da her sistem mutlaka fiziksel sunuculara ve donanımlara ihtiyaç duymaktadır. Sunucu sanallaştırma mimarisinde; sanallaştırma platformu fiziksel bir sunucu üzerinde çalışır. Sanal makineler için ihtiyaç duyulan CPU, RAM, hard disk ve network adapter gibi donanımsal kaynaklar fiziksel sunuculardan sağlanmaktadır.

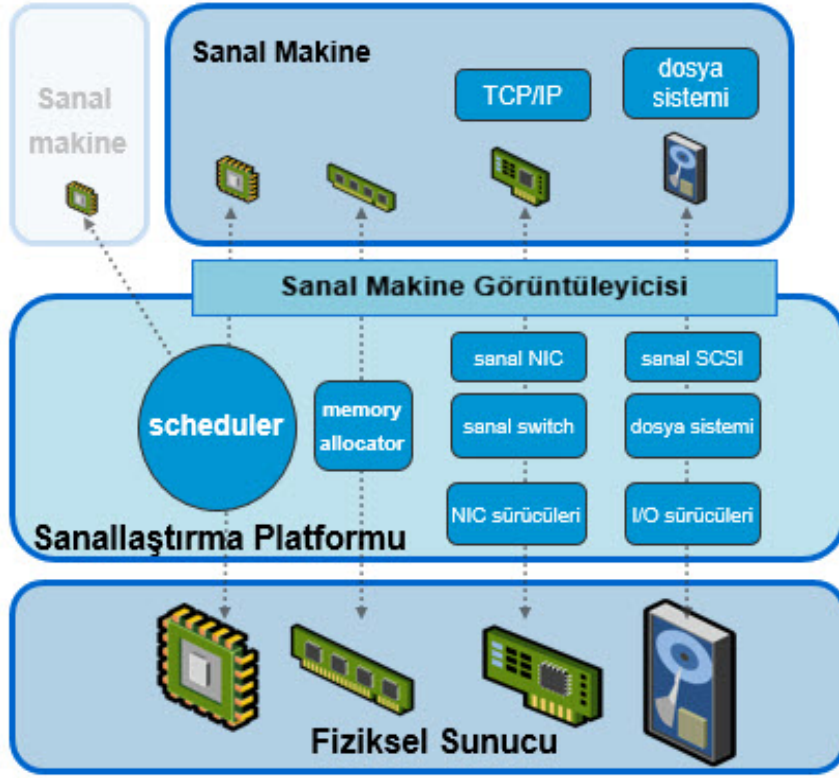
Donanımsal kaynakların yetenekleri ve özellikleri sunucu sanallaştırma mimarisinde kullanılabilir teknolojiileri direkt olarak etkilemektedir. Ayrıca sunucu üzerindeki donanımsal kaynakların kapasitesi, daha stabil bir yapı oluşturmak ve daha

fazla sanal makine çalıştırabilmek adına önem arz etmektedir. Sunucu sanallaştırma teknolojisini kullanabilmek için bir adet fiziksel sunucu yeterlidir. Fakat bu mimari içerisindeki yedeklilik, yüksek erişilebilirlik, hata tolerans sistemleri gibi üst düzey özellikleri kullanmak için birden fazla fiziksel sunucu kullanmak ve bu sunucuların paylaşımlı olarak kullanabileceği ortak bir veri depolama alanına (Storage) sahip olmak gerekmektedir. Bu özelliklere ileride tekrar değinilecektir.

3.1.2. Sanallaştırma Platformu

Sunucu sanallaştırma mimarisinin temel taşı sanallaştırma platformudur. Sanallaştırma platformu; direkt olarak fiziksel donanım üzerine veya donanım üzerindeki işletim sistemlerinin üzerine kurulabilmektedir. Sanallaştırma platformunun temel görevi, fiziksel donanım ile sanal makineler arasındaki kaynak yönetimini gerçekleştirmek ve fiziksel donanımları sanallaştırarak, sanal makinelerin kaynak ihtiyaçlarına göre paylaşmaktır.

Sanallaştırma platformu üzerinde çalışan sanal makineler birbirlerinden izole bir şekilde çalışır ve her sanal makine kendi sanal donanımına sahiptir. Sanal makinelerin çalıştırılması ve kaynak ihtiyaçlarının karşılanması gibi işlemler sanallaştırma platformu tarafından yapılmaktadır. Sanallaştırma platformunun içerisinde her sanal makine için özel bir sanal makine görüntüleyicisi (SMG : VMM) bulunur. VMM, sanal makinelerin donanım erişim ihtiyaçlarını karşılamaktan sorumludur. Ayrıca platform içerisindeki, zamanlayıcı (Scheduler) ve bellek tahsis edici (Memory Allocator) gibi servisler kaynak yönetimini düzenlemekten sorumludurlar. Sanallaştırma platformu sanal makinelerin kaynak erişimlerini sağlarken donanımsal sanallaştırma (Hardware Virtualization), yazılımsal sanallaştırma (Software Virtualization) veya yarı sanallaştırma (Para Virtualization) gibi teknikler kullanmaktadır. Genel olarak fiziksel sunucu ve üzerinde konumlandırılmış olan sanallaştırma platformu; ev sahibi (Host), bu platform üzerinde çalışan sanal makineler ise misafir (Guest) olarak tanımlanmaktadır. Şekil 3.1' de sanallaştırma platformu bileşenleri gösterilmiştir(Meier, 2008).



Şekil 3.1 Sanallaştırma platformu

3.1.3. Sanal Makineler

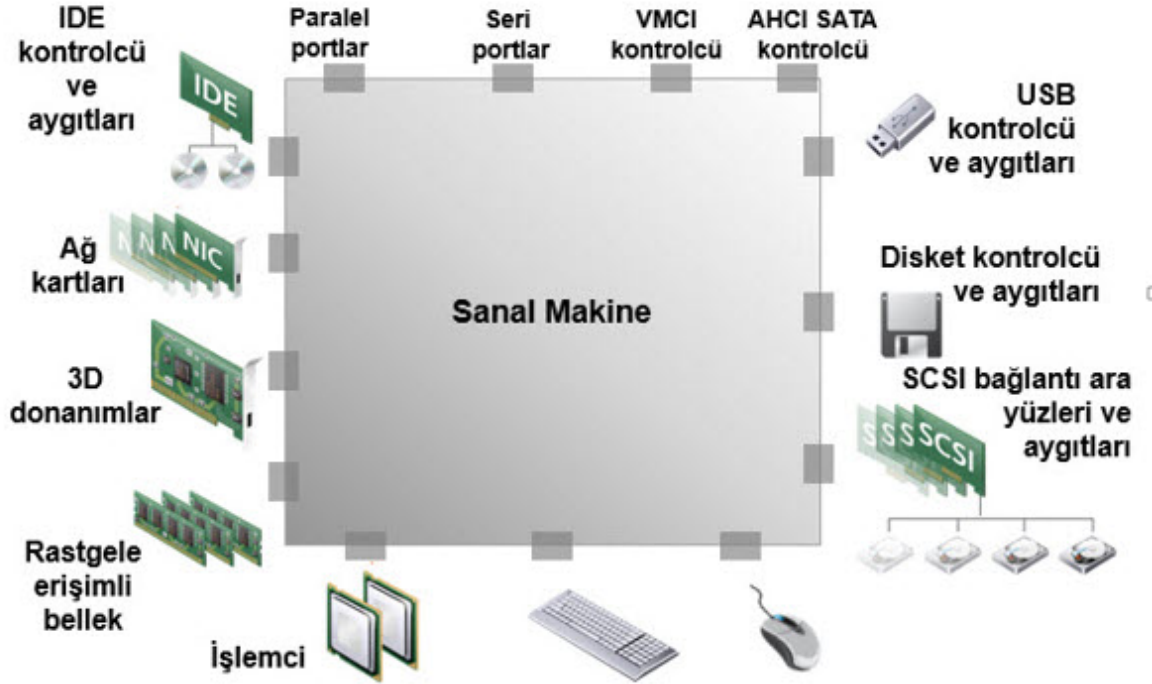
Sunucu sanallaştırma teknolojisinin en önemli parçalarından bir tanesi sanal makinelerdir. Sanal makineler; ev sahibi sunucu üzerinde biririnden ayrık bir şekilde çalışabilen, kendi sanal donanımlarına ve işletim sistemlerine sahip yazılımlardır.

Sanal makineler için bir klasör içerisindeki dosyalar bütünü denilebilir. Konfigürasyon dosyası (Configuration File), sanal makine disk dosyası (SMDD : VMDK File), kalıcı rastgele erişimli bellek dosyası (KREBD : NVRAM File), takas dosyası (Swap File), seyir defteri dosyası (Log File) ve anlık görüntü dosyası (Snapshot File) sanal makineyi oluşturan dosyalardan bazılarıdır.

Sanal makine dosyalarından bazıları aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

- i) Configuration File; sanal makinenin sahip olduğu donanımsal kaynakların, güç yönetimi seçeneklerinin ve sanal makine içerisindeki işletim sisteminin bilgisinin yer aldığı dosyadır.
- ii) VMDK File; sanal makinelerin veri depolama alanlarının bilgisinin ve verilerin depolandığı dosyadır. Sanal makine işletim sistemi, uygulamalar ve veriler bu dosya içerisinde tutulur.
- iii) NVRAM File; sanal makinenin temel giriş çıkış sisteminin (TGÇS : BIOS) tutulduğu dosyadır.
- iv) Swap File; sanal makinenin ek RAM dosyasıdır. Sanal makine yeterli düzeyde RAM bulamaz ise bu dosyayı kullanır.
- v) Log File; sanal makineler üzerinde yapılan değişikliklerin tutulduğu seyir defteridir.
- vi) Snapshot File; Anlık görüntü alma işlemi yapılmış bir sanal makine için anlık görüntü bilgisinin tutulduğu dosyadır.

Sanal makineler, sanal donanımlar kullanmaktadır. Geleneksel veya sanallaştırılmış bir altyapıda çalışan her işletim sistemi, donanımlara direkt olarak müdahale edecek şekilde tasarlanmıştır. Sanal makine üzerinde çalışan işletim sistemi sanal donanımlara direkt olarak erişir. Bu donanımların sanal donanımlar olduğunun bilgisi işletim sistemleri tarafından bilinmemektedir. Bütün sanal makineler tekdüze sanal donanımları kullanırlar. Tekdüze sanal donanımların kullanılıyor olması; sanal makinelerin portatif olabilmesini, farklı ev sahibi sunucular arasında taşınabilir olmasını sağlamaktadır. Sanal makinelere, üzerlerinde bulunan CPU, RAM, Hard Disk ve Network Adapter gibi temel donanımlar ve Şekil 3.2' de gösterildiği gibi; disket sürücü, compact disk / digital versatile disc (CD/DVD) sürücü veya küçük bilgisayar sistem arayüzü (KBSA : SCSI) aygıtları gibi bir çok donanım eklenebilir.



Şekil 3.2 Sanal makine donanımları

Sanal makineler üzerinde çalışan işletim sistemi ve uygulamaların performansı sanal makinelerin sahip olduğu CPU ve RAM konfigürasyonları ile ilintilidir. Bir sanal makineye atanabilecek sanal CPU miktarı en fazla, fiziksel sunucu üzerindeki mantıksal çekirdek (Logical Core) sayısı kadardır. Mantıksal çekirdek sayısı; fiziksel sunucu üzerindeki CPU soketi sayısı ile her bir CPU üzerindeki çekirdek sayısının çarpımına eşittir. Sanal makinelerin sanal CPU atamaları, fiziksel sunucularda olduğu gibi CPU soketi ve her bir CPU üzerine atanacak çekirdek sayısı ile konfigüre edilmektedir.

Sanal makinelerde RAM atamaları yapılırken ise sanallaştırma teknolojisi üreticisinin belirlediği limitler dahilinde konfigürasyon yapılabilir. Bir sanal makineye fiziksel sunucu üzerinde bulunan fiziksel RAM' den daha fazlası atanabilmektedir. Sanal makineler, üzerine tanımlanmış olan RAM miktarından sadece ihtiyaçları kadarını fiziksel sunucudan temin edip kullanmaktadırlar. Bunlara ek olarak sanal makineler çalışır haldeyken CPU ve RAM konfigürasyonları arttırılabilmektedir.

Sanal makineler için bir diğer önemli donanımsal parça sanal makine Hard Disk' idir. İşletim sistemi, uygulamalar ve sanal makineye özgü veriler sanal

makine VMDK dosyası içerisinde bulunmaktadır. Bu dosyalar ise storage içerisinde barındırılmaktadır. Storage üzerindeki alanları bir çok sanal makine ortak olarak kullanmaktadır. Bu alanları boyut açısından daha verimli kullanabilmek veya sanal makine performansları açısından üst düzey hizmet alabilmek adına, farklı sanal makine hard disk seçenekleri sunulmuştur. Sanal makineler storage üzerinde atanmış olan hard disk alanlarını en baştan kendisine tahsis edebilir veya atanmış bu alanı diğer sanal makinelerle ortak kullanmak adına tahsis etmeden de çalışabilir. Bu durumda sadece veri yazım anlarında veri yazılacak alanlar tahsis edilir. Tahsis işlemi baştan yapıldığında kullanıcılara diğer seçeneğe göre daha yüksek performanslı bir sanal makine sunulmaktadır. Fakat bu durumda storage üzerindeki alanın verimli kullanımından bahsedilemez. Çünkü sanal makine kendisine atanmış olan kullanılacak veya kullanılmayacak tüm alanı tahsis etmiştir. Veri yazma anındaki tahsis yönteminde ise; Storage üzerindeki alanlar, sadece sanal makinelerin veri yazacağı kısımlar tahsis edilerek kullanılacağı için sahip olunan fiziksel disk alanından daha fazlası sanal makinelere atanabilmektedir(Marshall, Orchard, Atwell, 2015).

3.1.4. SAN Mimarisi

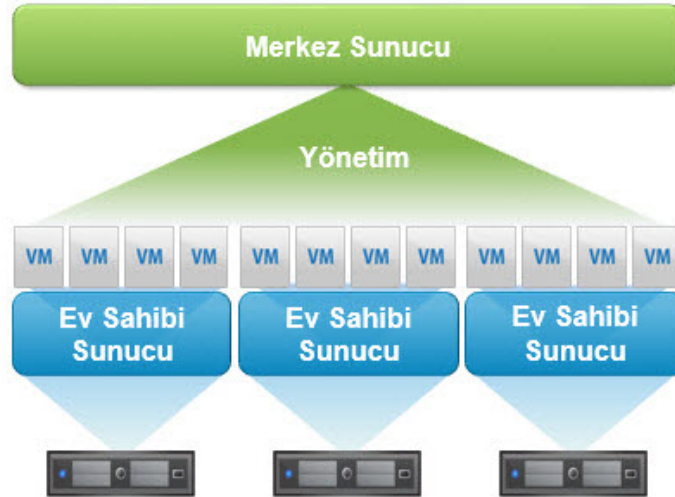
Sunucu sanallaştırma altyapısı oluşturulurken, veri depolama konusu oldukça önem arz etmektedir. Sanal makineler üzerinde çalışan işletim sistemleri ve uygulamaların verilerinin nerede barındırılacağı önemli bir konudur. Bu verileri saklamak için fiziksel sunucular üzerindeki lokal hard diskler veya storage' lar kullanılabilir. İdeal bir yapı kurmak ve sanallaştırma teknolojisinin getirdiği esneklik veya yedeklilik gibi konularda fayda sağlayabilmek adına, veriler storage' lar içerisinde saklanmalıdır. Böylece diğer kaynak ihtiyaçları gibi veri depolama ihtiyacı da fiziksel sunucular üzerindeki donanımlardan soyutlanacaktır.

Veri depolama üniteleri, üzerinde çok sayıda hard disk barındıran ve sunuculara Fiber Channel, iSCSI veya SAS gibi iletişim protokolleri aracılığı ile veri depolama alanı sağlayan cihazlardır. Storage ile fiziksel sunucular arasında veri akışını sağlayabilmek ve fiziksel sunucuların storage üzerindeki hard disk' leri kendi kaynakları gibi kullanılabilmesi için özel bir ağa ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece fiziksel sunucular ile Storage arasındaki veri transferinin sağlandığı bu özel ağa veri

depolama alanı ağı (VDAA : SAN) denilmektedir. SAN mimarisi ile sunucular storage üzerinde kendilerine atanmış olan veri alanlarına veri yazabilmektedir(Liao, 2003).

3.1.5. Merkezi Yönetim Sunucusu

Sanallaştırma altyapılarında verimli bir mimari oluşturmak ve bir çok özelliği kullanabilmek adına, aynı anda birden fazla ev sahibi sunucu bir arada kullanılmaktadır. Bu sunucular aynı yapı içerisinde birbirinden bağımsız olarak çalışabildiği gibi, Şekil 3.3’ de gösterildiği gibi tek bir yönetim çatısı altında toplanarak da çalıştırılabilir. Fakat sunucu sanallaştırma teknolojisinin getirdiği; sanal makinelerin çalışır halde iken farklı ev sahibi sunucular üzerine taşınabilmesi, yük dengelemesi, yüksek erişilebilirlik ve hata toleransı gibi özel sistemler ancak merkezi yönetim sunucusu ile birlikte kullanılabilir. Bu sebeple birden fazla ev sahibi sunucu ve bu sunucuların merkezi bir yönetim sunucusuna bağlı olması en doğru mimaridir.



Şekil 3.3 Merkezi yönetim sunucusu ve fiziksel sunucular

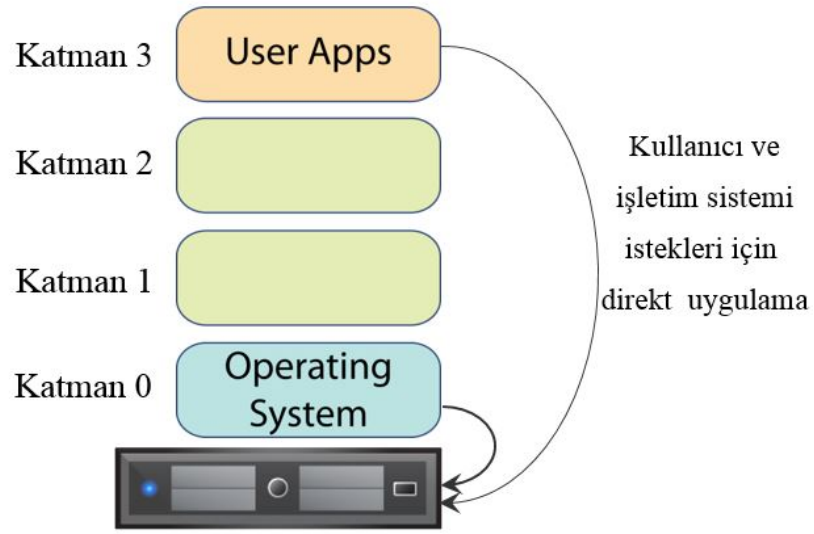
Merkezi yönetim sunucusu kullanımı ile birlikte kullanıcı erişimlerinde de farklılıklar oluşmaktadır. Altyapı yöneticileri direkt olarak ev sahibi sunuculara bağlanabilir veya ev sahibi sunucuları merkez sunucu üzerinden yönetebilir. En yaygın kullanımlarda; kullanıcılar ev sahibi sunucuları, sanal makineleri, donanımsal kaynakları ve ev sahibi sunucu kümelerini merkez sunucu üzerinden yönetmektedir.

3.2. Sunucu Sanallaştırma Teknolojisinde Kaynak Paylaşımı

Bir sanal CPU; sanal komut seti (SKS : VIS) ve bellek yönetim birimi (BYB : MMU) parçalarından oluşur. VIS, işlemci üzerinde yürütülen komutların listesidir. MMU ise; sanal RAM üzerindeki blokların fiziksel RAM üzerinde nereye adreslendiğinin bilgisini tutan bir sanal donanımdır. Bu iki tekniğin birlikte kullanılması, izleme modu (Monitoring Mode) olarak adlandırılır. VMM, monitoring mode ile software ve hardware virtualization tekniklerini oluşturur.

3.2.1. Merkezi İşlem Birimi Sanallaştırma

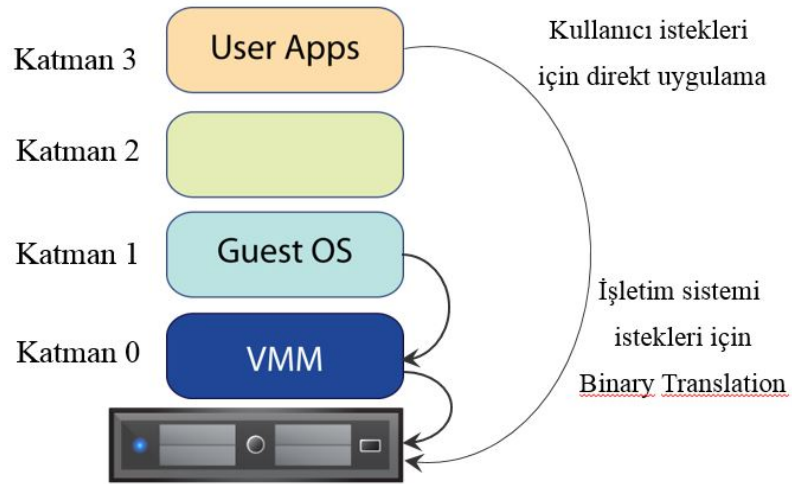
Geleneksel yapılar için x86 mimarisindeki işletim sistemleri, direkt olarak fiziksel donanıma erişerek çalışmak üzere tasarlanmıştır. Böylece fiziksel donanım üzerinde tam kontrol sahibi olmak istemektedirler. Bu mimari, işletim sisteminin ve uygulamanın bilgisayar donanımına erişimi ve yönetimi için 4 katmanlı bir yapı getirir. Kullanıcı uygulamaları (KU : UA) 3. Katmanda çalışırken, işletim sistemleri (İS : OS) 0. Katmanda çalışarak fiziksel donanımla direkt etkileşimdedir. Şekil 3.4 'de geleneksel mimariler için katman yapısı gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Geleneksel sunucu mimarisi katmanları

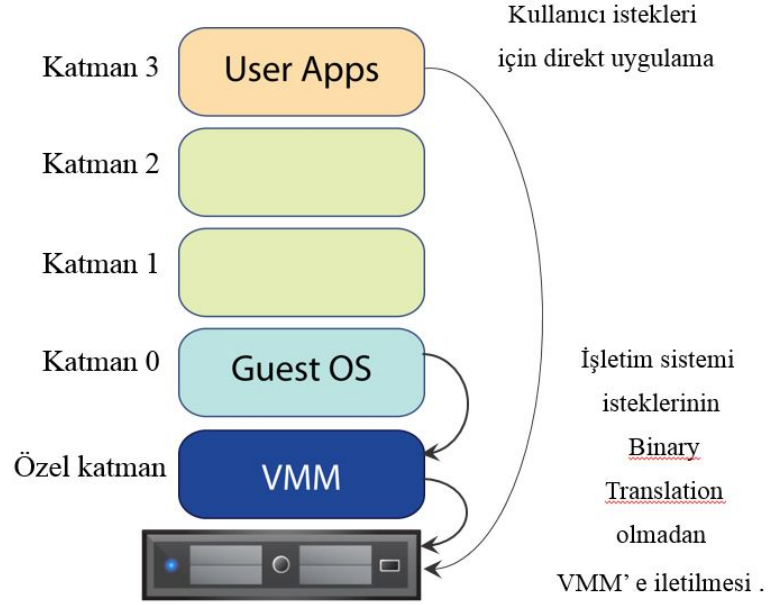
Sanal makineler için bu yapı düşünüldüğünde; sanal makine yönetimi adına sanallaştırma katmanı mutlaka işletim sisteminin altında olmalıdır. Bu düzen, x86 mimarisindeki işletim sistemlerine uygun olmadığı için, sanallaştırmanın ilk yıllarında bazı sistemlerin sanallaştırılamaması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. VMware 1998 yılında geliştirdiği ikili çeviri (Binary Translation) bir diğer adıyla software virtualization tekniği ile bu sorunu çözmüştür.

Software virtualization ile VMM, 0. katmanda çalışırken, sanal makine işletim sistemi 1. katmanında çalışmaktadır. Sanal makine işletim sisteminin donanımsal kaynak istekleri için binary translation ve kullanıcı istekleri için de direkt uygulama (Direct Execution) teknikleri kullanılarak, x86 mimarisindeki işletim sistemlerinin direkt donanıma erişmeden çalışabildiği bir platform oluşturulmuştur. Şekil 3.5' de binary translation yöntemindeki katmanlar gösterilmiştir. Bu yöntemde VMM, sanal makine işletim sisteminden gelen bütün komutları, donanım için çevirip aynı zamanda ilerideki kullanım için de hafızaya almaktadır (Chen ve diğ. 2008).



Şekil 3.5 Binary Translation yönteminde katmanlar

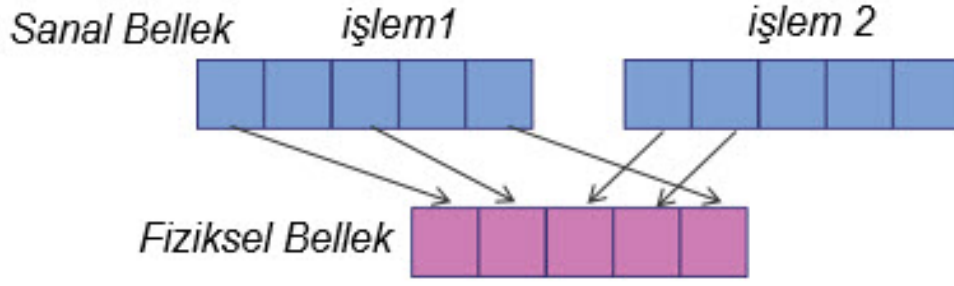
Binary translation yöntemi sanallaştırma teknolojisinin gelişiminde her ne kadar önemli bir hamle olsa da bugünün şartlarına göre yeterli performans sağlayamamıştır. Gönderilen CPU komutlarının devamlı çevrilip fiziksel donanıma iletilmesi ve sanal makine işletim sisteminin olması gerektiği katmanda çalışmaması nedeniyle yeterince iyi bir performans sağlanamamıştır. Daha sonraki yıllarda işlemci üreticileri tarafından geliştirilen; Intel VT ve AMD V özelliklerine sahip işlemciler ile sanallaştırma, hardware virtualization adıyla başka bir boyuta ulaşmıştır. Bu teknoloji ile beraber VMM için sanal makine yönetimi kolaylaştırılmış ve binary translation yönteminden uzaklaşmıştır. Şekil 3.6' da görüldüğü gibi işletim sistemi geleneksel sistemlerdeki benzer şekilde 0. katmanında çalışmakta, VMM ise fiziksel donanım ile sanal makine işletim sistemi arasında özel bir katmanda çalıştırılmaktadır(Lee ve diğ. 2012).



Şekil 3.6 Donanımsal sanallaştırma yönteminde katmanlar

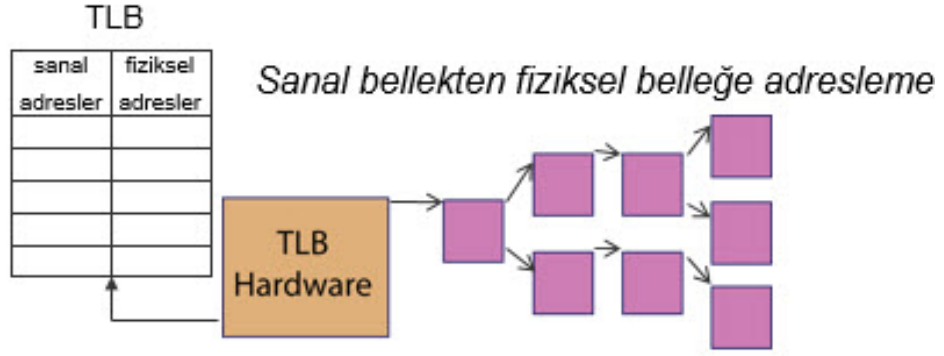
3.2.2. Rastgele Erişimli Bellek Sanallaştırma

CPU sanallaştırmadan sonra en önemli konu RAM sanallaştırma. RAM sanallaştırma; sanal makinelerin fiziksel RAM' i paylaşması ve ilgili RAM bloklarının sanal makinelere dinamik olarak tahsis edilmesi anlamına gelir. Sanal makine RAM sanallaştırma tekniği, modern işletim sistemlerinde kullanılan RAM sanallaştırma tekniğine çok benzer. Modern işletim sistemlerinde uygulamalar, RAM adreslemelerini ile de fiziksel RAM üzerine yapmak zorunda değildir. Bir işlemin yürütülebilmesi için ilgili içeriğin tamamen fiziksel RAM üzerinde bulunmasına gerek yoktur. Kullanıcılar için mantıksal RAM ve fiziksel RAM birbirinden ayrılır ve uygulamalar, sanal RAM kullanımı ile sahip olunan fiziksel RAM miktarından daha fazla RAM kullanma şansı bulurlar. Şekil 3.7' de modern işletim sistemlerinde, uygulamaların işlemler için RAM kullanım şekli gösterilmiştir.



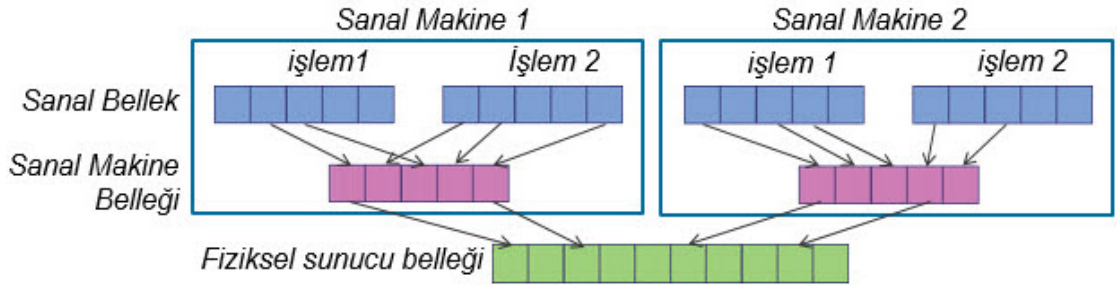
Şekil 3.7 Modern işletim sistemlerinde RAM kullanım şablonu

İşletim sistemi her bir işlem için sanal RAM blokları oluşturur. Sanal RAM bloklarını, fiziksel RAM üzerindeki bloklara adresleyerek aktif RAM kullanımını sağlar. İşletim sistemi ayrıca sanal RAM üzerinde kullanılan RAM bloklarının fiziksel RAM üzerinde nereye adreslendiğinin bilgisini, sayfa tabloları (Page Table) üzerinde tutar. Buna ek olarak, tüm modern işlemcilerin üzerinde sanal RAM performansını arttırmak için MMU ve Translation look-aside buffer (TLB) gibi teknolojiler bulunur. MMU' nun görevi sanal adresleri fiziksel adreslere bağlamaktır. TLB ise bu işlemi hızlandırmak için kullanılan bir hafızadır. Bir erişim isteği geldiğinde, ilgili dataların fiziksel RAM üzerinde nereye adreslendiği bilgisi, TLB'de mevcut ise TLB'den alınır ve fiziksel RAM erişimi hızlı bir şekilde sağlanır. Bu işleme TLB vuruşu denir. Eğer bilgi TLB içerisinde mevcut değil ise bilgi için işletim sistemi tarafından tutulan page table' a bakılır ve page table' dan alınan bilgi ile erişim sağlanır. Ardından daha sonraki erişimler için bu bilgi TLB hafızasına yazılır. Şekil 3.8'de TLB kullanılarak sanal RAM ve fiziksel RAM adreslemeleri gösterilmiştir(Agne ve diğ. 2011).



Şekil 3.8 TLB ile sanal RAM bloklarının fiziksel belleğe adreslenmesi

Sanal makinelerde RAM sanallaştırma için, bu yönteme benzer bir teknik kullanılmaktadır. Fakat birden fazla sanal makinenin tek bir ev sahibi sunucu üzerinde çalışabilmesi için RAM sanallaştırma işleminin farklı bir katmanda yapılması gerekmektedir. Modern işletim sistemlerindeki RAM sanallaştırma tekniğine benzer şekilde, VMM aracılığı ile sanal makinenin sahip olduğu RAM fiziksel RAM üzerine adreslenir. Şekil 3.9’ da sanal makineler üzerinde çalışan uygulamalar için sanal RAM kullanımı ve adreslemeleri gösterilmiştir. Şekilde işlem 1 ve işlem 2 için oluşturulan sanal RAM blokları, sanal makine işletim sistemi tarafından sanal makine RAM’ ine adreslenmiştir. Sanal makinenin işletim sistemi üzerindeki ilgili RAM blokları ise fiziksel RAM’ e adreslenerek kullanılmaktadır.



Şekil 3.9 Sanal makinelerde RAM kullanım şablonu

Bu 3 katmanlı RAM sanallaştırma tekniği için MMU' nun sanallaştırılması gerekmektedir. MMU sanallaştırma tekniklerini; donanımsal ve yazılımsal MMU sanallaştırma olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

Yazılımsal MMU sanallaştırma tekniğinde; VMM, sanal makinenin kullandığı her page table için bir gölge page table (Shadow Page Table) oluşturmaktadır. Shadow page table'ın amacı page table gibi adreslemelerin bilgisini tutmaktır. Shadow page table içerisinde; işlemler için oluşturulan sanal RAM' in, sanal makine RAM blokları üzerinde nereye adreslendiği ve sanal makine RAM bloklarının, fiziksel RAM blokları üzerinde nereye adreslendiğinin bilgisi tutulmaktadır.

Donanımsal MMU sanallaştırma tekniğinde ise yazılımsal MMU sanallaştırmada kullanılan shadow page table' lar kullanılmaz. Intel şirketinin geliştirdiği, EPT ve Amd şirketinin geliştirdiği RVI teknolojileri ile birlikte adresleme bilgileri, iç içe sayfa tabloları (Nested Page Table) diye adlandırılan tablolarda tutulur. Bir sanal makine, işletim sistemi için sanal RAM' e erişim sağladığında sanal makine donanımı page table' lara erişir. Aynı zamanda fiziksel donanım ise, fiziksel adresi tespit etmek için nested page table' lara erişim sağlar. Ve tüm bu adresleme bilgileri TLB üzerine hafızaya alınır. Bu yöntem her adresleme sonucu page table' ların gölgesinin oluşturulduğu ve senkronize edildiği shadow page table kullanımını gereksiz hale getirir. Her RAM erişimi için tablolara gitmek bir yük getirirse de genişletilmiş sayfa tabloları (Extended Page Table) kullanılarak bu sorun da ortadan kaldırılır(Tai ve diğ. 2013).

3.3. Sanal Makine Yönetimi

Sunucu sanallaştırma teknolojisinin kullanıldığı veri merkezlerinde sanal makinelerin yönetilmesi kritik bir konudur. Verimli bir mimari için sanal makinelerin doğru şekilde oluşturulması gerekmektedir. Sistem yöneticilerinin; diğer birimlerden gelen sanal sunucu isteklerine cevap verebilmesi, sistemleri sürekli hizmet verebilir halde saklayabilmesi ve herhangi bir felaket senaryosunda geri dönülebilir noktalar oluşturabilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar; sunucu sanallaştırmalı veri merkezlerinde, sanal makinelerin kopyalaması, taşınması ve anlık görüntü gibi teknolojiler ile karşılanabilir.

3.3.1. Şablon Sanal Makineler ve Sanal Makinelerin Kopyalanması

Sanal altyapı yönetiminin en temel işlerinden bir tanesi sanal makine oluşturmaktır. Sanal makine oluşturulması işlemi; donanımsal konfigürasyonların yapılması, işletim sistemi kurulması, güncelleştirmelerin yüklenmesi ve varsa şirket politikalarına uygun tüm ayarların yapılması gibi adımlar içermektedir. Bu adımların, farklı zamanlardaki istekler için tekrar tekrar uygulanması, genellikle zaman kaybı ve iş yükü oluşturmaktadır. Bu duruma karşı şablon sanal makineler geliştirilmiştir. Şablon sanal makineler; referans olarak kurulan bir sanal makine, içerisindeki işletim sistemi, uygulamalar ve yapılan ayarların bir şablon haline getirilerek saklanması demektir. Bu işlemin ardından gelen sanal makine isteklerine hazır halde bulunan şablonlardan üretilen makineler ile cevap vermek mümkündür. Böylece aynı işlemlerin tekrar tekrar yapılmasına gerek kalmamaktadır. Bir şablon sanal makine içerisinde;

- i) Sanal makine donanımsal ve diğer konfigürasyon ayarları
- ii) Sanal makine işletim sistemi
- iii) Sanal makine içerisine kurulmuş olan uygulamalar

gibi hizmetler barındırılmaktadır.

Şablon sanal makinelerin yanı sıra bir diğer özellik sanal makinelerin kopyalanması özelliğidir. Bir sanal makinenin çalışır halde veya kapalı durumdayken birebir kopyasının oluşturularak çoğaltılması mümkündür. Sanal makinenin kopyalanması sonucu kopya sanal makinenin; konfigürasyon özellikleri, işletim sistemi ve uygulama içeriği orjinal sanal makine ile tamamen aynıdır.

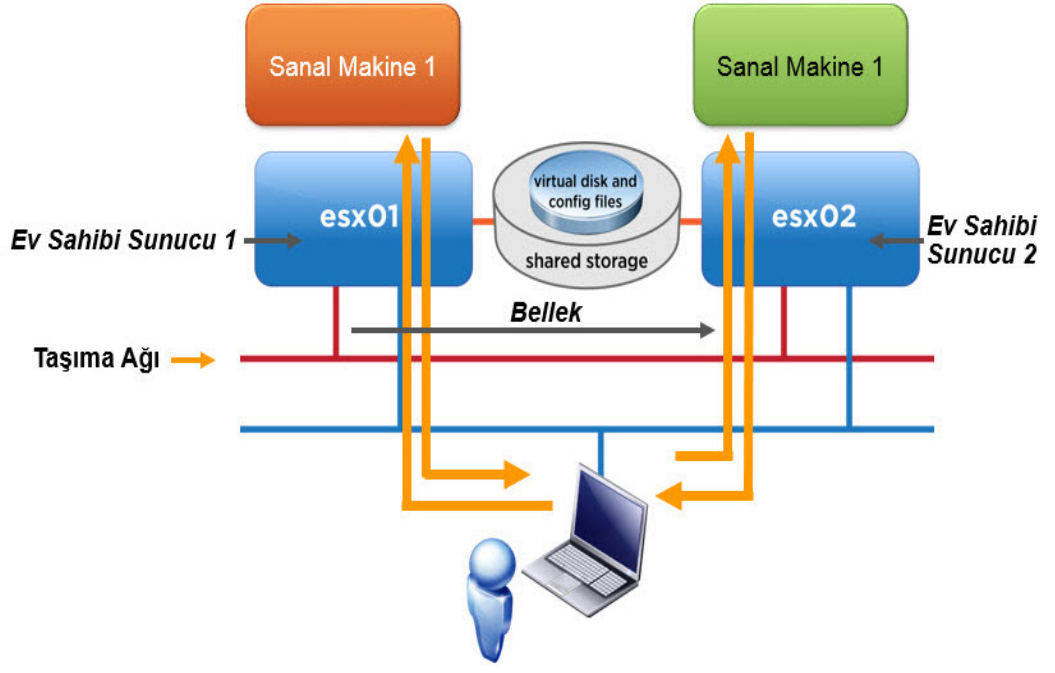
Şablon sanal makine ve sanal makinelerin kopyalanması özelliklerinin her ikisi için de geçerli bir sorun bulunmaktadır. Bu özellikler kullanılarak oluşturulan tüm sanal makineler, orjinal sanal makineden üretildiği için sanal makinelerin güvenlik kimliği (GK : SID) numaraları, ağ bağlantı adresleri, ağ isimleri gibi bir çok ayarları da aynı olacaktır. Bazı uygulama ve servisler için aynı ağ içerisinde birden fazla makinede eş ayarların olması, çakışmalara neden olmaktadır. Bu çakışmalar bir çok uygulama ve servisin sağlıklı olarak çalışmasına engel olabilir. Çözüm olarak; bir şablondan veya bir sanal makineden yeni bir sanal makine üretimi sırasında, sanal

makine özelleştirme sihirbazı (Virtual Machine Customization Wizard) kullanılarak çakışmalara neden olabilecek ayarlar önceden değiştirilir ve bu sorun ortadan kaldırılır(Marshall, Orchard, Atwell, 2015).

3.3.2. Sanal Makinelerin Taşınması

Sanal makineler, çalışır veya kapalı durumdayken, üzerinde çalıştıkları bir ev sahibi sunucudan başka bir ev sahibi sunucu üzerine taşınabilir. Bu özellik sayesinde firmaların bilgi işlem altyapıları daha elastik bir hale gelmektedir. Ev sahibi sunucular; donanımsal bir değişiklik, yazılımsal bir yükseltme veya yazılımsal bir konfigürasyon değişikliği sonrasında yeniden başlatılmaya ihtiyaç duyabilir. Bir ev sahibi sunucunun herhangi bir sebepten dolayı kapatılması gerektiğinde, üzerindeki sanal makineler yapıdaki diğer ev sahibi sunucular üzerine taşınarak ilgili fiziksel makine boşaltılır ve herhangi bir servis veya uygulama durdurulmadan ev sahibi makine kapatılabilir.

Sanal makinelerin açık haldeyken taşınması sırasında, öncelikli olarak sanal makine RAM' i kaynak ev sahibi sunucudan hedef ev sahibi sunucuya kopyalanır. Kopyalanma işleminin ardından sanal makine, kaynak ev sahibi sunucu üzerinde sahip olduğu tüm donanımsal ve yazılımsal konfigürasyonları hedef ev sahibi sunucudan talep eder. Bu süreçte hedef ev sahibi sunucu bu kaynakları karşılamak için uygun ise sanal makine hedef ev sahibine taşınır ve artık bu fiziksel sunucu üzerinde çalışmaya devam eder. Şekil 3.10' da sanal makine taşınması işlemi gösterilmektedir(Lasky, 2016).



Şekil 3.10 Sanal makinelerin taşınması

3.3.3. Anlık Görüntü Teknolojisi

Sanal makine yönetimi için kullanılan en önemli özelliklerden bir tanesi de anlık görüntü teknolojisidir. Anlık görüntü; herhangi bir anda sanal makine üzerinde oluşturulan geri dönüş noktasıdır. İstenilen bir zamanda, sanal makinenin daha önce anlık görüntüsü alınmış haline geri dönme imkanı sağlamaktadır. Sanal veya fiziksel altyapılarda işletim sistemleri veya uygulamalar üzerinde yapılan değişiklikler düzgün çalışan sistemleri bozabilir veya stabil çalışmalarını engelleyebilir. Bu gibi durumlardan önce anlık görüntü teknolojisi kullanılarak yapılacak değişikliğin öncesinde sanal makinenin o anlık görüntüsü alınır ve değişiklikler gerçekleştirilir. Yapılan değişiklikler sonucu işletim sistemi ve uygulamalarda herhangi bir bozulma söz konusu değil ise alınan anlık görüntü silinir ve sistem çalışmasına devam edilir. Aksi halde yapılan değişiklik, işletim sistemi ve uygulamalar üzerinde bozulmaya sebep olur ise sanal makine, anlık görüntü alınan geri dönüş noktasına döndürülerek, değişiklik öncesi düzgün çalışan hale geri dönmüş olur.

Sanal makinenin anlık görüntüsü aşağıdaki bilgileri içermektedir;

- i) Sanal makine ayarları ve güç durumu
- ii) Sanal makinenin disk durum bilgisi
- iii) Sanal makine RAM içeriği

Sanal makinelerin birden fazla anlık görüntüsü alınabilir. Anlık görüntüler bir ağaç yapısı içerisinde organize edilir. İç içe alınmış anlık görüntüler birbirinin tamamlayıcısı şekilde konumlandırılırlar. Bir sanal makine üzerinde anlık görüntü alma işlemi gerçekleştirildiğinde sanal makine veri yazma ve veri okuma alanı olarak kullandığı disk dosyası altına yeni bir disk dosyası eklenir ve anlık görüntü işlemi sonrası yapılan tüm değişiklik ve veri girişleri bu yeni disk üzerine yazılır. Böylece anlık görüntünün alındığı andan sonra girilen veriler ve yapılan değişiklikler geri alınmak istenirse, sonradan eklenen disk silinerek sanal makine istenilen ana geri döndürülmüş olur(Conger, 2009).

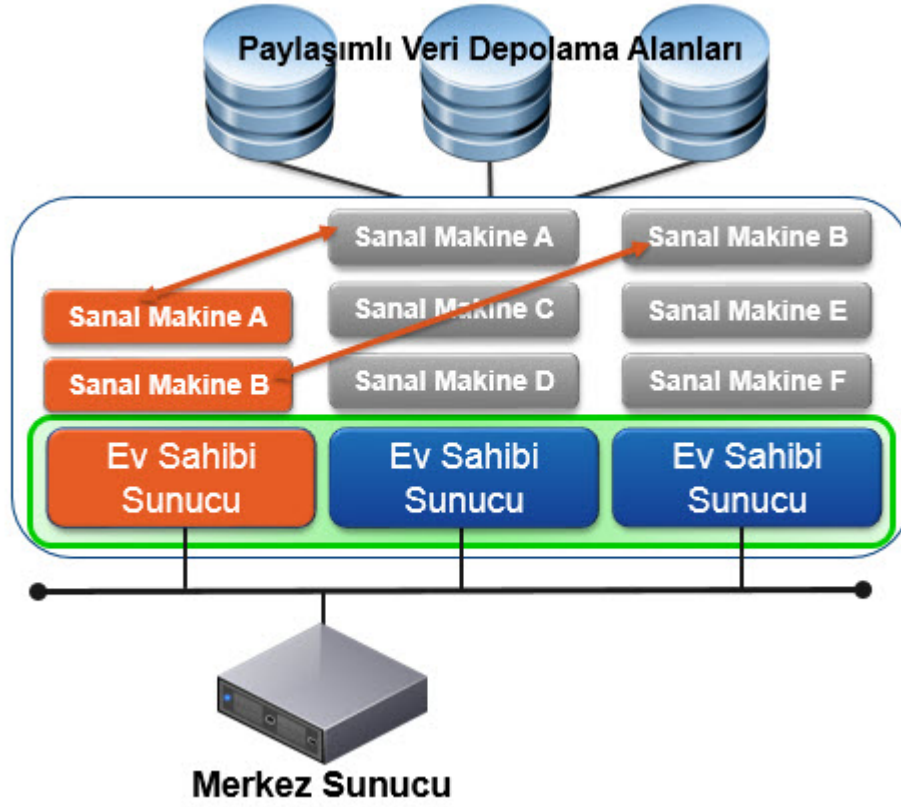
3.4. Sanallaştırma Teknolojisinde Kümeleme

Uygulama ve servis sayısının fazla olduğu firmalarda bir çok sanal makine ve bununla beraber bir çok ev sahibi sunucuya ihtiyaç duyulmaktadır. Hem yükü dengelemek hem de sanallaştırma teknolojisinin getirdiği; kaynak kontrolü, yüksek erişilebilirlik, hata toleransı gibi özellikleri kullanabilmek adına merkezi bir yönetim sunucusuna ihtiyaç duyulmaktadır. Ev sahibi sunucular yönetilirken, bütün sunucular merkez sunucu üzerine eklenir. Merkez sunucu üzerinde bir küme oluşturulur ve ev sahibi sunucular bu küme içerisinde konumlandırılır.

3.4.1. Yüksek Erişilebilirlik

Firmalar kurumsal mesajlaşma, dizin servisleri, internet sitesi sunucuları gibi bir çok önem düzeyi yüksek servis ve uygulama çalıştırmaktadırlar. Bu servis ve uygulamalar için en kritik noktalardan bir tanesi sürekli hizmet verilebilir bir halde dizayn edilmesi gerekliliğidir. Önem düzeyi yüksek servislerin sürekli hizmet verebilir halde çalıştırılması adına, uygulama ve servis bazlı bir çok çözüm bulunmaktadır. Bir çok uygulama ve servis, tek lokasyonda birden fazla sayıda yedekli olarak çalıştırılabilir veya birden fazla lokasyona dağıtılmış bir biçimde yedekli olarak çalıştırılabilir. Sanallaştırma teknolojisi; “Single Point of Failure” ismiyle tanımlanan herhangi bir donanım, servis veya uygulamanın yedekli olmayan bir yapıda çalıştırılması ve bu sebepten ötürü sistemlerin durması sorunlarına her noktada çözüm getirmiştir. Sanallaştırma teknolojisinde tüm hizmetlerin yedekli çalıştırılması esas alınmıştır.

Bu konudaki en önemli çözümlerden bir tanesi yüksek erişilebilirlik özelliğidir. Yüksek erişilebilirlik özelliği; aynı küme içerisinde çalışan ev sahibi sunucuların birbirlerini sürekli kontrol ederek çalışması ve herhangi bir ev sahibi sunucunun kapanması durumunda üzerindeki sanal makinelerin otomatik olarak diğer ev sahibi sunucular üzerinde tekrardan çalıştırılmasıdır. Küme içerisindeki ev sahibi sunuculardan biri kapandığında üzerindeki sanal makineler de bu ev sahibi sunucu ile birlikte kapanır. Küme içerisindeki diğer ev sahibi sunucular kapanan ev sahibi sunucuyu fark eder ve daha önceden onun üzerinde çalışan sanal makineleri kendi üzerlerine alarak yeniden açarlar. Böylece kapanan sanal makineler üzerindeki servis ve uygulamalar kısa bir kesinti sonrası yeniden hizmet vermeye devam eder. Bu noktada herhangi bir kullanıcı müdahalesine ihtiyaç yoktur. Sanallaştırma platformu tüm bu operasyonları otomatik olarak yapabilmektedir. Şekil 3.11’ de kapanmış bir ev sahibi sunucu üzerindeki sanal makinelerin küme içerisindeki diğer ev sahibi sunucular üzerinde tekrardan açılması gösterilmiştir(Savill, 2014).



Şekil 3.11 Yüksek erişilebilir sistemler

3.4.2. Dağıtılmış Kaynak Zamanlayıcısı

Aynı küme içerisinde çalışan ev sahibi sunucular sistem içerisindeki tüm sanal makineleri çalıştırmaktan sorumludurlar. Kümeleme özelliği ile birlikte, küme içerisindeki ev sahibi sunucuların bütün donanımsal kaynakları tek bir havuz olarak düşünülmektedir. Hangi sanal makinenin hangi ev sahibi sunucu üzerinde çalıştığına bir önemi yoktur. Firmaların bilgi işlem altyapılarında, her sanal makine üzerinde farklı işletim sistemleri veya farklı uygulamalar çalıştırılmaktadır. Buna bağlı olarak sanal makinelerin kaynak ihtiyaçları, çalıştırdığı uygulama ve servise göre farklılık gösterir. Bazı uygulamalar çalışırken CPU kaynağını fazla kullanırken bazı uygulamalar RAM kaynaklarını fazla kullanabilir. Sanal makineler ev sahibi sunucuların kaynaklarını paylaşarak kullandıkları için her ev sahibi sunucu içinde kaynak kullanımı farklılık gösterir.

Dağıtılmış kaynak zamanlayıcısı; ev sahibi sunucular üzerindeki yük yoğunluklarını kontrol eden ve otomatik olarak bu yükün dengelenmesini sağlayan bir

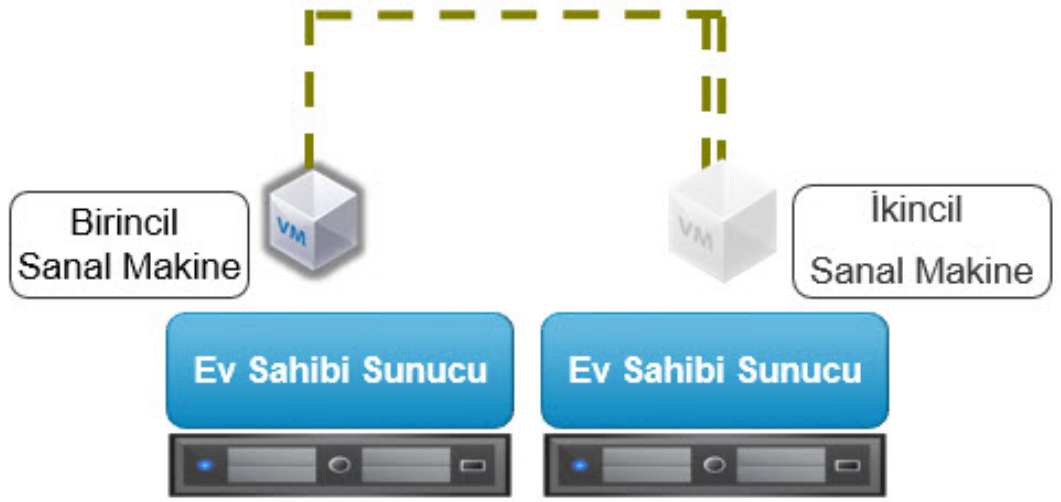
hizmettir. Küme içerisindeki herhangi bir ev sahibi sunucu, diğerlerine göre daha fazla kaynak tüketen sanal makineleri çalıştırıyor ise sistemde bir yük dengesizliği oluşur ve bu durum sistemin genel performansını olumsuz olarak etkileyebilir. Bu noktada dağıtılmış kaynak zamanlayıcısı, ev sahibi sunucuların yüklerini dengelemek adına yoğun olan ev sahibi sunuculardaki sanal makineleri, daha uygun olan ev sahibi sunuculara taşır. Bu işlem için herhangi bir kullanıcı müdahalesine gerek yoktur. Sistem bu işlemi, ev sahibi sunucular üzerindeki yükleri sürekli takip ederek otomatik olarak gerçekleştirir.

Dağıtılmış kaynak zamanlayıcısı servisinin yük dengeleme konusunda ne kadar hassas davranacağı önceden ayarlanabilmektedir. Yapı içerisinde aynı servisleri çalıştıran birden fazla sanal makine veya birbirini tamamlayan sanal makineler olabilir. Aynı servisi çalıştıran sanal makineler için farklı ev sahibi sunucular üzerinde çalışması daha doğru iken, herhangi bir program ve kullandığı veritabanı gibi birbirini tamamlayan sanal makineler için aynı ev sahibi sunucular üzerinde çalışması daha mantıklıdır. Dağıtılmış kaynak zamanlayıcısı; yük dengelemesi sırasında taşınacak sanal makinelerin ayrıık veya birlikte çalışması durumlarına göre belirli kurallar dahilinde konumlandırılmasına da olanak sağlamaktadır(Ahmadi ve Maleki 2010).

3.4.3. Hata Tolerans Sistemleri

Sanallaştırma üreticileri tarafından uygulamaların ve servislerin devamlılığını sağlamak adına yüksek erişilebilirlik özelliği üzerine geliştirmeler yapılmaktadır. Yüksek erişilebilirlik özelliğinde; en iyi durumda bile bir sanal makinenin yeniden açılış süresi boyunca hizmet kesintisi yaşanmaktadır. Hata tolerans sistemleri; önem düzeyi çok yüksek ve herhangi bir hizmet kesintisine tahammülü olmayan uygulama ve servisler için geliştirilmiş bir teknolojidir. Hata tolerans sistemlerinde bir ev sahibi sunucu üzerinde çalışan sanal makinenin sadece okuyabilir bir kopyası başka bir ev sahibi sunucu üzerine kopyalanır. Birbirleri ile eş zamanlı olarak çalışan iki sanal makineden orjinal olan sanal makine birincil, sadece okuyabilir kopya olan sanal makine ikincil sanal makine olarak tanımlanır. Tüm veri giriş-çıkışları ve kontrol, birincil sanal makine üzerinden yapılır. İkincil sanal makinenin görevi, birincil sanal makine erişilebilir olduğu sürece sadece birincil sanal makineyi taklit etmektir. Birincil sanal makine kapanır veya cevap veremez duruma gelirse, ikincil sanal makine

birincil sanal makinenin yerine geçerek kontrolü ele alır. Artık sistem, veri-giriş çıkışlarını ikincil sanal makine üzerinden yaparak çalışmasına devam edecektir. Bu sistem içerisinde sanal makinelerden birinin kapanması veya erişilemez duruma gelmesi, herhangi bir veri veya zaman kaybına neden olmaz. İkincil sanal makine birincil sanal makineye dönüştürülerek sistem, sanal makine içerisindeki uygulamadan hizmet alan istemcilere herhangi bir kayıp hissettirmeden sistemin çalışmaya devam etmesini sağlamaktadır. Şekil 3.12’de bir hata tolerans sistemi gösterilmektedir (Marshall, Orchard, Atwell, 2015).



Şekil 3.12 Hata tolerans sistemleri

4. SUNUCU SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİSİNİN VERİ MERKEZİNE ETKİLERİ

Sunucu sanallaştırma teknolojisi, firmaların bilgi teknolojileri altyapıları için esnek, verimli ve daha kolay yönetilebilen veri merkezleri sunmaktadır.

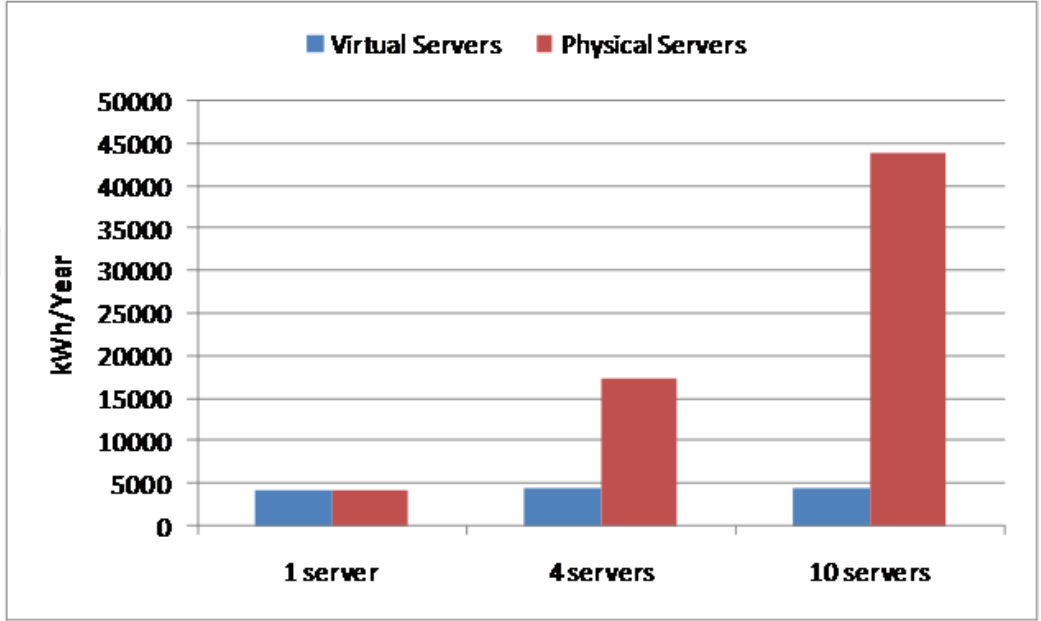
Her bir uygulama için bir fiziksel sunucunun kullanıldığı geleneksel sistemlere göre, sanallaştırılmış veri merkezleri, uygulama ve servis ihtiyaçlarını daha az fiziksel sunucu ve ağ ekipmanı kullanarak karşılayabilmektedir. Kullanılan fiziksel sunucu sayısının ve buna bağlı olarak ağ ekipmanlarının azalması harcanan enerji ve kullanılan alan bakımından önemli tasarruflar getirmiştir. Sanallaştırma teknolojisinin en önemli faydalarından biri olan sunucu kaynaklarının etkin kullanımı, firmaları gereksiz yatırımlardan kurtarmakta ve toplam sahip olma maliyetlerini düşürmektedir.

Geleneksel sistemlerde; fiziksel sunucu yönetimi, donanımsal yükseltme operasyonları, donanımsal arızaların giderilmesi gibi konular önemli iş yükleri getirmektedir. Sanallaştırılmış veri merkezi ile bu iş yükünün azaltılması ve daha az insan gücüne ihtiyaç duyulması gibi önemli kazanımlar sağlanmaktadır.

4.1. Veri Merkezi Enerji Tasarrufu

Ortalama büyüklükteki bir firmanın bilgi işlem altyapısını düşünüldüğünde; dizin hizmetleri, kurumsal mesajlaşma, ağ servisleri, internet sitesi, güvenlik uygulamaları, dosya paylaşım sunucuları, muhasebe uygulamaları, üretim uygulamaları, tasarım uygulamaları gibi bir çok uygulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel sistemlerde bu ihtiyaçların karşılanması için gerekli fiziksel sunucu sayısı oldukça fazlayken, sanallaştırma teknolojisi ile bu sayı azaltılmaktadır. Fiziksel sunucuları çalıştırabilmek için sunucu başına harcanan elektrik maliyetleri hesaplandığında sanal sistemlerin uzun vadede ciddi kazanımlar getirdiği görülmektedir. Şekil 4.1' de (Get VIRTUAL Now - Virtualization and "Green IT",

2016) geleneksel ve sanallaştırılmış veri merkezi kullanımına göre yıllık ortalama enerji tüketimi karşılaştırma tablosu bulunmaktadır. Örneğin, 10 adet sunucu ihtiyacı için geleneksel bir yapıda harcanan elektrik miktarı yıllık 40000 kwh olarak görülürken, sanallaştırılmış bir yapıda tüm sistem tek bir fiziksel sunucu üzerinde çalıştırılabilir. Bir fiziksel sunucunun yıllık elektrik ihtiyacı ise ortalama 3000 kwh olarak hesaplanmaktadır.

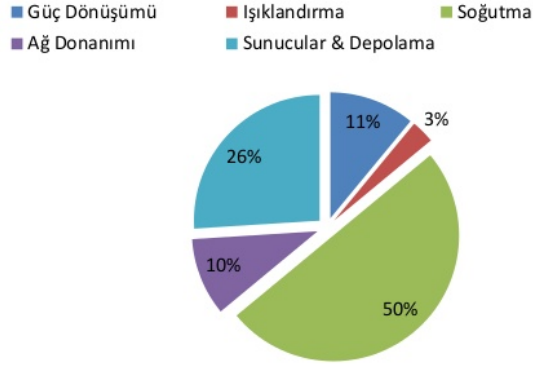


Şekil 4.1 Fiziksel ve sanal yapıların yıllık enerji tüketimlerinin karşılaştırılması

Sunucular; yüksek performans için üretilmiş, güçlü ve yedekli donanımlara sahip bilgisayarlardır. Yüksek performansta çalışıyor olmaları yüksek enerji tüketimleri yanı sıra, veri merkezi ekipmanlarının sağlıklı çalışabilmeleri adına ciddi bir soğutma ihtiyacı gerektirir. Bu durum da beraberinde ek bir iklimlendirme maliyeti getirir. Çok sayıda fiziksel sunucu yüksek düzeyde ısı yayarak daha fazla soğutma ihtiyacı doğurur. Soğutma gereksinimi için alınması gereken klima sayısı, kullanılan fiziksel sunucu sayısı ile orantılıdır. Bu konuda da sanallaştırılmış veri merkezleri önemli bir tasarruf getirmektedir. Soğutma maliyetleri hesaplanırken iklimlendirme cihazlarının satın alma maliyetlerinin yanı sıra bu cihazların enerji ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurmaktadır. Şekil 4.2' de (Veri Merkezleri Enerji Harcamaları Dağılımı, 2016) görülen grafikte

örnek bir veri merkezi için yıllık enerji tüketim harcamaları dağılımı görülmektedir. Grafiğe göre veri merkezi içerisinde soğutmaya harcanan enerji miktarı, tüm veri merkezi enerji tüketiminin yarısıdır.

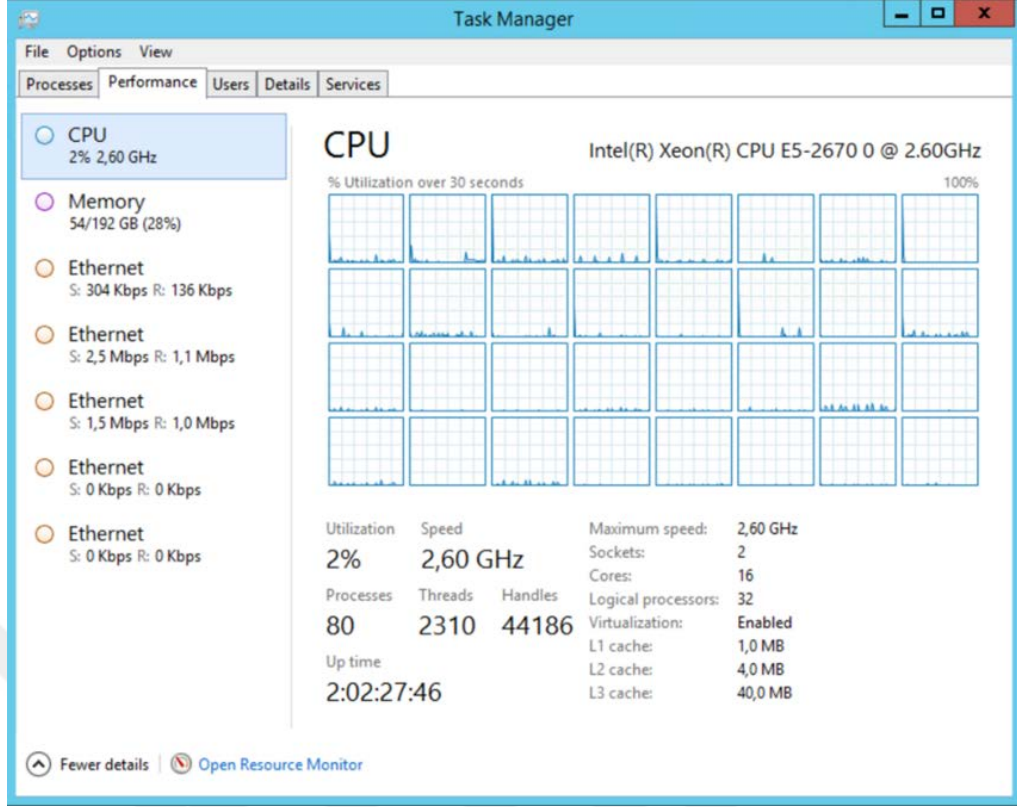
Veri Merkezleri Enerji Harcamaları Dağılımı



Şekil 4.2 Örnek bir veri merkezi enerji tüketim dağılımı

4.2. Kaynakların Etkin Kullanılması

Her fiziksel sunucu üzerinde bir işletim sisteminin çalıştığı geleneksel sistemler için; donanımsal kaynakların atıl kalması sık karşılaşılan bir durumdur. Geleneksel sistemlerde satın alınacak olan fiziksel sunucular; üzerinde çalışacak olan uygulamaların en yoğun iş yüküne göre konfigüre edilmektedir. Örneğin; iş yükünün en yoğun olduğu anlarda 16 çekirdekli 2.4 GHz çarpan hızına sahip 2 adet CPU ve 64 GB boyutunda RAM donanımlarına ihtiyaç duyan bir muhasebe programı için en az bu özelliklerde bir fiziksel sunucu gerekmektedir. Fakat uygulama her an bu kaynakları kullanmaya ihtiyaç duymayacaktır. İş yoğunluğunun daha az olduğu zamanlarda kaynakların bir çoğu kullanılmayarak atıl kalmaktadır. Şekil 4.3' de (Disk Performance counters in Windows Server 2012 R2 Task Manager, 2016) örnek bir sunucu için anlık kaynak kullanım tablosu gösterilmiştir. Her bir kutucuk, sunucu üzerindeki bir çekirdeğin iş yükünü göstermektedir.

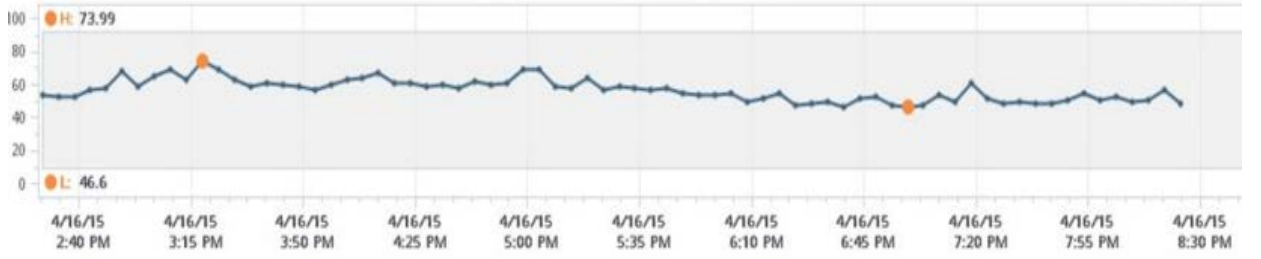


Şekil 4.3 Geleneksel sistem, örnek bir fiziksel sunucu için kaynak kullanımı

Kaynak kullanımını incelenen sunucu INTEL marka XEON E5-2670 model 2 adet işlemciye sahiptir ve işlemciler üzerinde herbiri 2.6 GHz çarpan hızına sahip 8 adet fiziksel çekirdek bulunmaktadır. Buna göre sunucu üzerindeki çekirdek sayısı 16'dır. İşlemci üzerinde bulunan hyper-threading teknolojisi ile birlikte her bir çekirdek 2 çekirdek gibi çalışmakta ve örnek sunucu şekilde görüldüğü gibi 32 adet Mantıksal İşlemci (Logical Processor)' den oluşmaktadır. Şekil incelendiğinde genel CPU kullanımının %2 olduğu görülmektedir. Buna ek olarak sunucu üzerinde bulunan 192 GB belleğin %28' i kullanılmakta ve 5 adet ağ erişim adaptörünün sadece 3' ü aktif olarak kullanılmaktadır.

Sunucu sanallaştırma teknolojisinin en önemli faydalarından biri sunucu kaynakların etkin kullanımınıdır. Sahip olunan fiziksel donanım, bir çok sanal makine tarafından paylaşılarak kullanılır ve atıl kaynak miktarı en aza indirilir. Şekil 4.4' de Vmware ESXi sanallaştırma yazılımı ile sanallaştırılmış bir fiziksel sunucunun belirli bir periyotta işlemci kullanım grafiği gösterilmiştir.

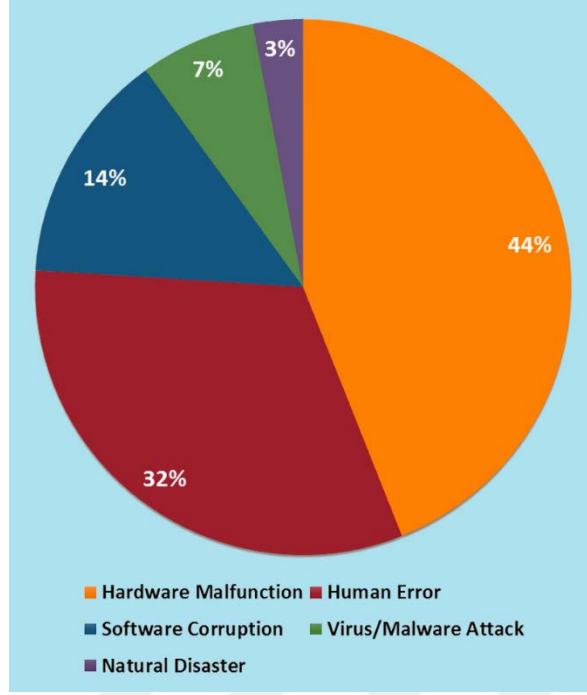
Grafiğe göre yaklaşık 6 saatlik bir periyot içerisinde işlemcinin en az kullanımı %46.6 en fazla kullanımı ise %73.99 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4 Sanallaştırılmış sistem, örnek bir fiziksel sunucu kaynak kullanımı

4.3. İş Devamlılığının Sağlanması

Firmaların bütün iş süreçlerinin bilgisayar sistemleri üzerinde çalışması, iş sürekliliği kavramının öneminin artmasına neden olmuştur. Servis ve uygulamaların kesintisiz veya en asgari kesinti ile çalışması oldukça önemli bir ihtiyaçtır. Doğal afetler, insan hataları, zararlı yazılımlar, yazılımsal ve donanımsal arızalar gibi çeşitli sebepler çalışan sistemlerin durmasına yol açmaktadır. Şekil 4.5' de (Causes of data lose, 2015), çalışan sistemlerin %44 oranla donanımsal arızalardan dolayı durduğu görülmektedir. Bu dilim içerisinde fiziksel sunucular, kablolar, enerji ve soğutma ekipmanları gibi bileşenler bulunmaktadır. Firmaların bilgi işlem altyapılarında çalışan sunucuların arızalanması, şirket çalışanları tarafından kullanılan uygulamaların durmasına, buna bağlı olarak firmaların ciddi ölçüde para ve itibar kaybetmesine neden olabilir.



Şekil 4.5 Veri merkezi sistemlerinin durmasına neden olan durumlar

Geleneksel mimarilerde kesintisiz ve donanımsal arızalara karşı hata toleransı sağlayan sistemler kurabilmek mümkün olsa da bunun için ek maliyetler ve ek iş yükü gerekmektedir. Tüm planlı ve plansız kesintilere karşı sistemleri ayakta tutabilmek; fiziksel sunucu ve uygulama düzeyinde aynı hizmeti sağlayan sistemlerin birden fazla sayıda kurulması ile sağlanmaktadır. Buna ek olarak bu yedekli servislere kullanıcıların ağ üzerinden erişimlerini sağlamak için de ek donanım veya yazılımlar gerekebilir.

Sanallaştırılmış mimariler; sunucuların taşınması, donanımsal yükseltme operasyonları ve bakım işlemleri gibi planlı kesintiler veya donanımsal arızalar gibi plansız kesintilere karşı ek bir maliyet gerektirmeden iş devamlılığını sağlayabilmektedir. Bir sanal makine çalışır halde iken farklı fiziksel sunucular üzerine taşınabilir. Fiziksel sunucuların donanımsal olarak yükseltilmesi ve bakım işlemleri sırasında, fiziksel sunucu üzerinde çalışan sanal makineler yapı içerisindeki diğer fiziksel sunucular üzerine taşınarak fiziksel sunucu boşa çıkarılır. Böylece herhangi bir servis kesintisi yaşanmadan fiziksel sunucu üzerinde istenilen operasyonlar yapılabilir.

Plansız kesintilerde ise sistem; fiziksel sunucuların beklenmeyen şekilde kapanması durumuna karşı, kapanan fiziksel sunucu üzerinde çalışan sanal makinelerin otomatik olarak diğer fiziksel sunucular üzerinde tekrar açılmasını sağlar. Bu halde sadece bir sanal makinenin yeniden başlatılması kadar süre boyunca hizmet kaybı yaşanacaktır. Bu özellik haricinde farklı fiziksel sunucular üzerinde birbirini taklit ederek çalışan sanal makineler ile çalışmak da mümkündür. Sanal makinelerden birinin bir problem yaşaması durumunda diğer taklit eden sanal makine devreye girer ve böylece sıfır duruş süresi olarak tanımlanan iş devamlılığı sağlanır.



5. BAZI SUNUCU SANALLAŞTIRMA YAZILIMI ÜRETİCİLERİ

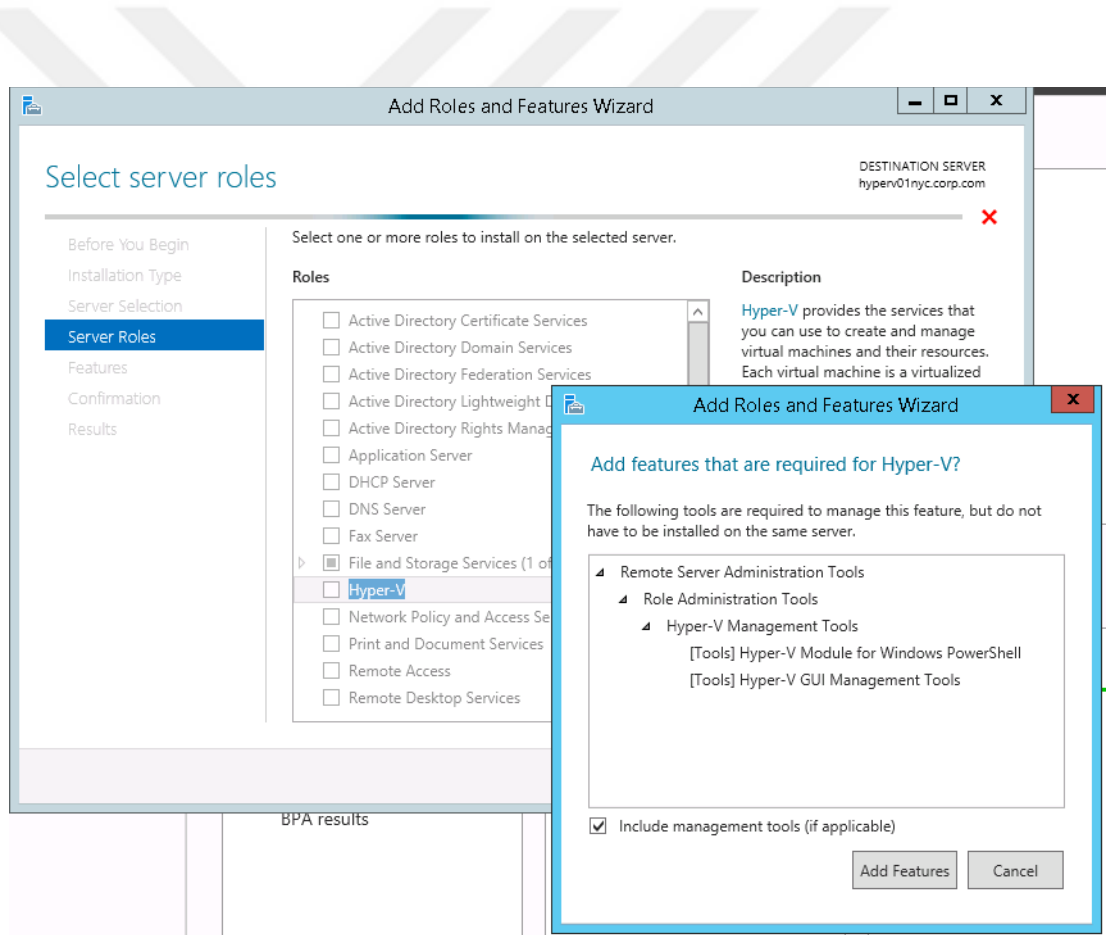
Sunucu sanallaştırma teknolojisinin gelişimi ve yaygınlaşmasıyla birlikte bilişim sektöründeki bir çok firma bu alanda yazılımlar üretmeye başlamıştır. Vmware firmasının vSphere isimli ürün ailesi ve Microsoft firmasının Hyper-v isimli ürünü dünya genelinde en yaygın kullanılan sunucu sanallaştırma çözümleridir. Şekil 5.1’ de (The Hypervisor Wars – Which Hypervisor rules the roost, 2015) Amerikan bağımsız araştırma ve öneri şirketi olan Gartner firmasının yayınladığı 2015 yılına ait karşılaştırma grafiği bulunmaktadır. Sunucu sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin karşılaştırıldığı bu grafikte Microsoft ve Vmware firmaları “leaders” (liderler) bölümünde bulunmaktadır.



Şekil 5.1 Sunucu sanallaştırma yazılımı üreticileri karşılaştırma grafiği

5.1. Microsoft, Hyper-v

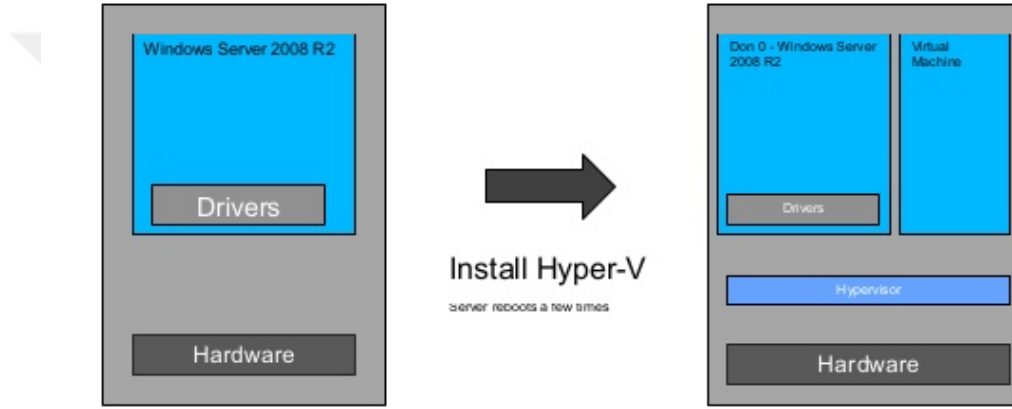
Bilişim sektörünün en büyük firmalarından biri olan Microsoft, sunucu sanallaştırma üzerine geliştirdiği Hyper-v isimli yazılım ile bu alanda önemli bir yer edinmiştir. İlk olarak 2008 yılında tanıtılan Hyper-v, Windows Server 2008 R2 adlı işletim sistemi ile birlikte piyasaya sunulmuştur. Hyper-v, bilgisayar sistemlerinde yaygın olarak kullanılan Microsoft Windows Server işletim sisteminin üzerinde bulunan bir özelliktir. Hyper-v sunucu sanallaştırma, geleneksel yapılardaki gibi fiziksel sunucu üzerine kurulan Windows Server işletim sistemi üzerinden Hyper-v özelliği aktif edilerek kullanılabilir. Şekil 5.2' de Windows Server 2012 işletim sistemi üzerinde Hyper-v rolünün aktif edilmesi işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Hyper-v rolünün aktif edilmesi ekran görüntüsü

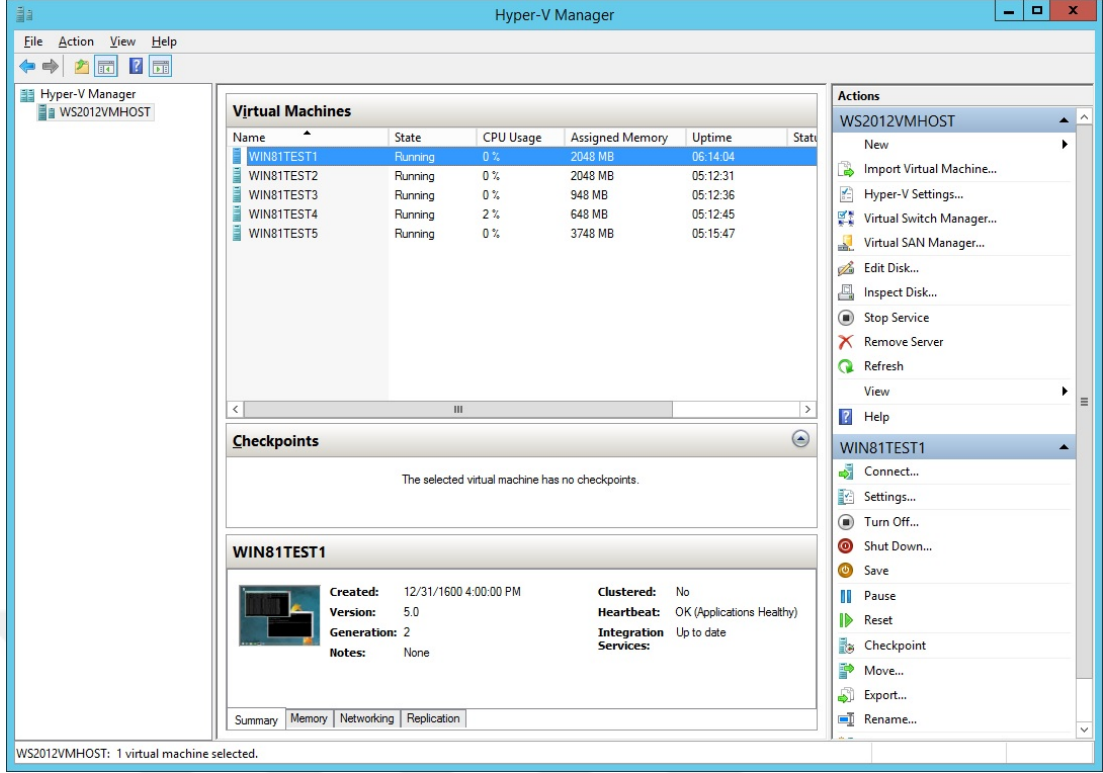
Bölüm 2.2' de bahsedilen Tip 2 sanallaştırma tipi, fiziksel donanım ile sanallaştırma yazılımı arasında bir işletim sisteminin bulunduğu mimaride

çalışmaktadır. Microsoft Hyper-v fiziksel donanım üzerine kurulu işletim sisteminin bir özelliği olduğu için Tip 2 sanallaştırma olarak anlaşılrsa da Hyper-v özelliğinin kurulumu sırasında Windows Server işletim sistemi mimarisi yeniden dizayn edilerek Tip 1 sanallaştırma olan Bare Metal Architecture yapıda çalışması sağlanmaktadır. Şekil 5.3' de (Is Hyper-v a True Type 1 Hypervisor?, 2016) Windows Server 2008 R2 işletim sistemi üzerinde Hyper-v özelliğinin aktif edilmesi sonucu işletim sistemi mimarisindeki yapısal değişiklik gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Hyper-v rolünün aktif edilmesi sırasında işletim sisteminin yapısı

Hyper-v sunucu sanallaştırma yazılımı, Hyper-v Manager isimli bir konsol üzerinden yönetilmektedir. Şekil 5.4' de görülmekte olan yönetim arayüzü ile, fiziksel sunucu ve üzerinde çalışan sanal makinelerle ait verilerin izlenmesi, sanal makinelerin oluşturulması ve yönetilmesi, sanal ağların yönetimi gibi işlemler yapılabilir. Sanallaştırılmış ortamlar Hyper-v yönetim konsolu haricinde, Microsoft şirketinin özel bulut ortamlarının oluşturulması ve yönetilmesi amacı ile geliştirdiği farklı yazılımlar ile daha geniş kapsamlı olarak yönetilebilir(Savill, 2014).

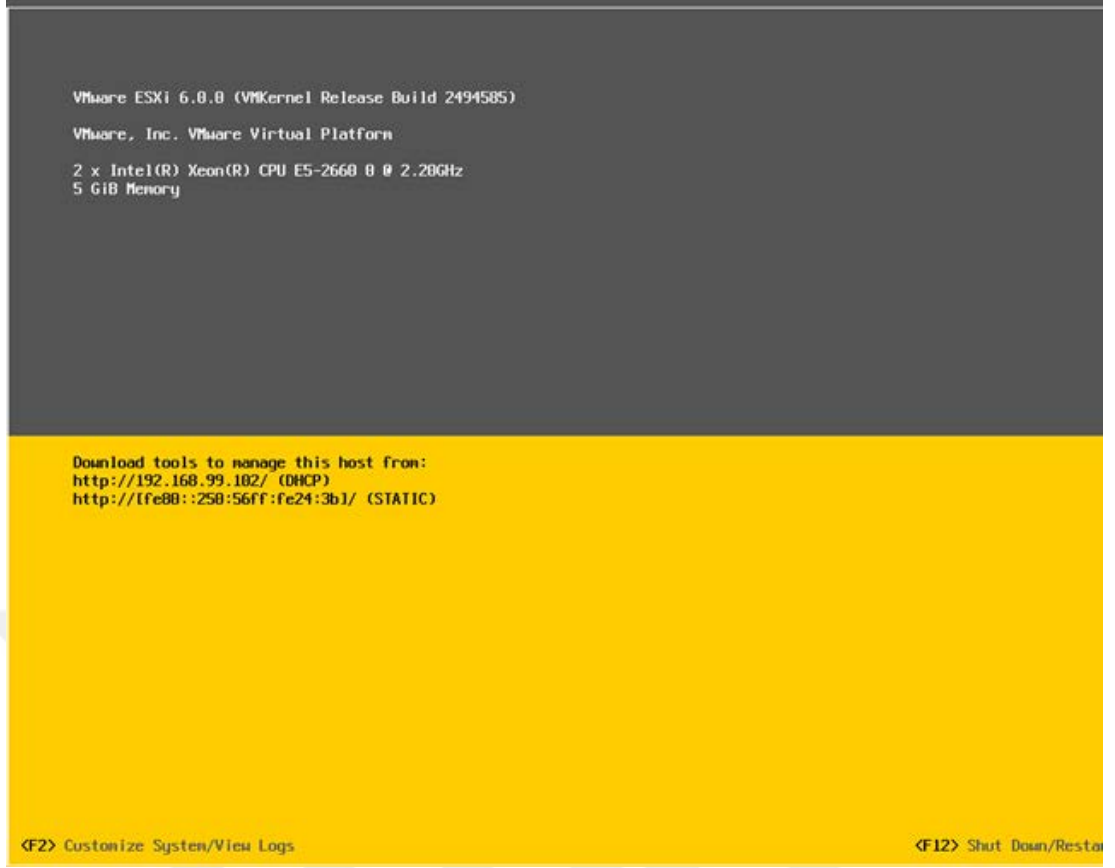


Şekil 5.4 Microsoft Hyper-v yönetim arayüzü ekran görüntüsü

5.2. Vmware, vSphere

Günümüzde kullanılan bir çok sanallaştırma çözümünün öncüsü olan Vmware şirketi, dünya üzerinde en yaygın olarak bilinen sanallaştırma yazılımı üretcisidir. 1988 yılında kurulan Vmware şirketi geliştirdiği teknolojiler ile sunucu sanallaştırma başta olmak üzere masaüstü sanallaştırma, ağ sanallaştırma, veri depolama alanı sanallaştırma gibi birçok teknolojiye öncülük etmiştir. Vmware şirketinin sunucu sanallaştırma alanındaki yazılımı vSphere ürün ailesidir.

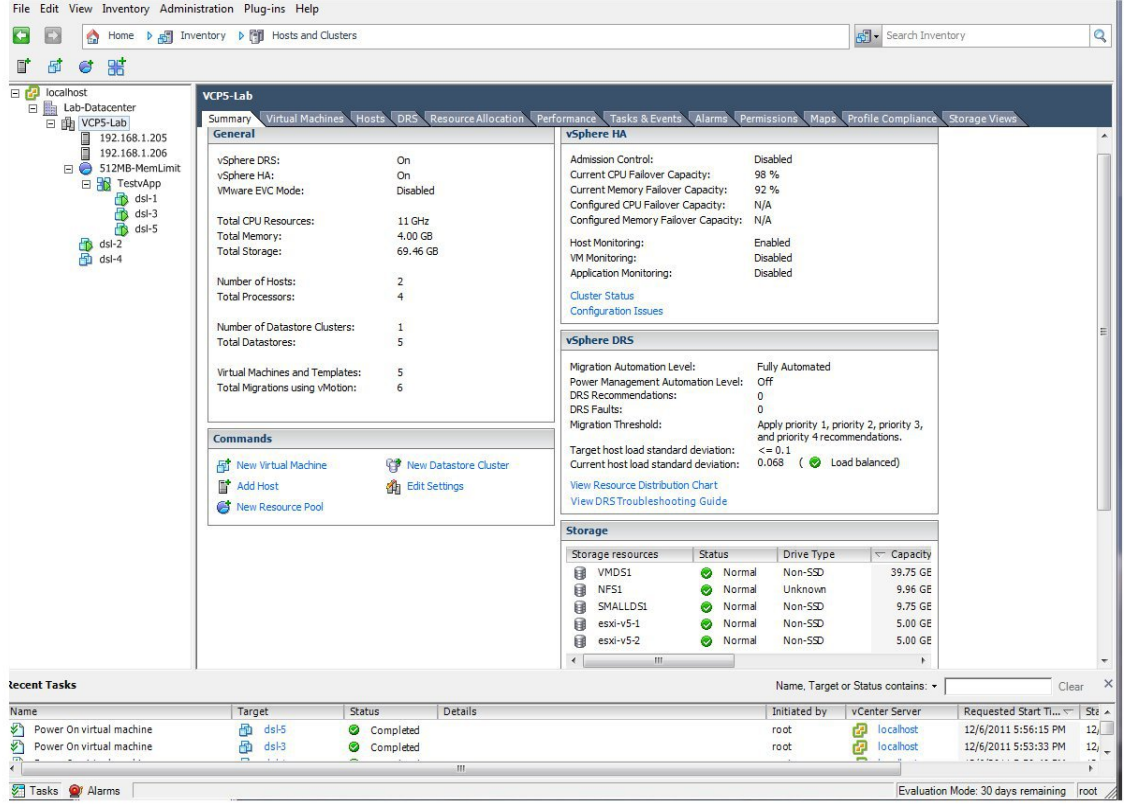
Vmware vSphere, ESXi adında direkt olarak fiziksel sunucu üzerine kurulan Linux tabanlı bir işletim sistemine sahiptir. ESXi işletim sisteminin görevi, üzerinde sanal makineleri barındırmak ve üzerinde çalıştırdığı çok sayıdaki sanal makineye fiziksel sunucu üzerindeki donanımları paylaşmaktır. Şekil 5.5' de arayüzü görülen ESXi işletim sistemi açık kaynak kodlu Linux işletim sisteminin özelleştirilmiş bir versiyonudur.



Şekil 5.5 Vmware ESXi sanallaştırma yazılımı arayüzü ekran görüntüsü

ESXi işletim sistemi arayüzü, kaynak tüketimini azaltmak ve veri depolama birimi üzerinde fazla alan kaplamamak adına kısıtlı özellikler içermektedir. Tüm özellikleri görebilmek için vSphere ürün ailesinin diğer bir üyesi olan vSphere Client programına ihtiyaç duyulur. vSphere Client programı aracılığı ile; sanal makinelerin oluşturulması, yönetilmesi ve izlenmesi, fiziksel sunucu üzerindeki donanımların yük yoğunlukları ve sağlık durumlarının izlenmesi gibi özellikler kullanılabilir. vSphere Client programı, Windows işletim sistemi ile çalışan bir kişisel bilgisayar veya sunucu üzerine kurulabilir. Sunucu sanallaştırma altyapıları, firmaların ihtiyaç duyduğu bir çok servis ve uygulamayı karşılayabilmek adına çok sayıda sanal makineden oluşmaktadır. Barındırılan sanal makine sayısına bağlı olarak fiziksel sunucu ve üzerlerine kurulacak olan ESXi işletim sistemi sayısı da artacaktır. Vmware vSphere birden fazla ev sahibi sunucunun aynı ortamda birbirleri ile uyum içerisinde çalışabilmesine olanak sağlamaktadır. vSphere Client yazılımı tek bir ev sahibi sunucu ve üzerindeki sanal makineler yönetilebildiği gibi, merkezi yönetim sunucusuna bağlı birden fazla ev sahibi sunucuyu ve sanal makineleri yönetebilir. Şekil 5.6' da bir

sanallaştırma altyapısı içerisinde bulunan iki adet ev sahibi sunucunun vSphere Client programı ile yönetildiği arayüz görülmektedir(Marshall, Orchard, Atwell, 2015).



Şekil 5.6 VMware vSphere Client yazılımı arayüzü ekran görüntüsü

6. ÖRNEK BİR FİRMA İÇİN SUNUCU SANALLAŞTIRMA UYGULAMASI

Bu uygulamada örnek bir firmanın bilgi işlem altyapısı araştırılmış ve firmanın veri merkezi içerisindeki fiziksel sunucuları incelenmiştir. Maliyet ve verimlilik gibi konularda analizleri yapılan mevcut veri merkezi için, sunucu sanallaştırma mimarisi oluşturulmuştur. Fiziksel sunucular sanallaştırılarak, sanal sunuculara geçiş yapılmış ve bu yapı sanallaştırma öncesi yapıya göre karşılaştırılarak kazanımlar ortaya çıkarılmıştır.

6.1. Sanallaştırma Öncesi Veri Merkezi İncelenmesi

Örnek firma veri merkezi altyapısı 101 adet fiziksel sunucudan oluşmaktadır. Yapı içerisinde aktif olarak çalışan veya geliştirme amacı ile kullanılan test sunucuları bulunmaktadır. Sunucular üzerinde, farklı işletim sistemleri üzerinde birçok uygulama çalışmaktadır. Yapı içerisinde bulunan tüm sunucular çeşitli envanter yazılımları ile saptanmış ve çeşitli izleme yazılımları ile kaynak kullanımları hesaplanmıştır. Bu sunucular, EK A içerisinde Tablo A1' de listelenmiştir.

6.1.1. Verimlilik İncelemesi

Her fiziksel sunucu üzerinde bir işletim sistemi ve bir uygulamanın çalıştığı bu geleneksel mimari, birbirinden farklı donanımsal kapasitelere sahip fiziksel sunucular ile oluşturulmuştur. Fiziksel sunucular üzerinde çalışan işletim sistemi ve uygulamalar farklı miktarda CPU ve RAM kaynağı kullanımına ihtiyacı duymaktadır. EK B içerisinde Tablo B1' de bu veri merkezi içerisinde kullanılan fiziksel sunucuların donanımsal kapasiteleri ile kullandıkları CPU ve RAM miktarları gösterilmiştir.

Fiziksel sunucuların sahip oldukları donanım ve bu donanımların kullanım oranları incelendiğinde kaynakların büyük bir kısmının atıl kaldığı gözlemlenmiştir. Tüm fiziksel sunucular için ortalama CPU kullanımı %8,93 iken, ortalama RAM kullanımı ise %29,11' dir. İş yükünün en yoğun olduğu tavan kullanımlarda ise; tavan CPU kullanımı ortalama %16,42 ve tavan RAM kullanımı ortalama %49,93 olarak hesaplanmıştır.

6.1.2. Enerji Tüketimi

Sistem içerisindeki fiziksel sunucular farklı marka ve model cihazlardan oluşmaktadır. Her bir cihaz sorunsuz çalışabilmek adına farklı miktarda enerji kaynağına ihtiyaç duymakta ve gerekli olan enerjiyi güç kaynağı (GK : PSU) donanımı ile sağlamaktadır. Fiziksel sunucular üzerindeki güç kaynakları yedeklilik ve performans ihtiyacına göre sayısal farklılıklar gösterebilir. Her fiziksel sunucu için asgari 1 güç kaynağına ihtiyaç vardır. İhtiyaca göre sunucular eş zamanlı olarak 2 veya 4 güç kaynağı ile çalışabilirler. Güç kaynakları, fiziksel sunucu içerisindeki tüm parçaların enerji gereksinimlerini karşılamak durumundadır. Bu yüzden marka ve modele bağımlı olarak her güç kaynağı farklı miktarda güç ihtiyacı ile çalışmaktadır. EK C içerisinde Tablo C1' de örnek firma veri merkezindeki fiziksel sunucuların marka, model, güç kaynağı sayıları ve güç miktarları gösterilmiştir.

Herbir fiziksel sunucu üzerindeki güç kaynağı sayısı ve güç kaynağı başına ihtiyaç duyulan güç miktarının çarpımı bir fiziksel sunucunun toplam güç kullanımını belirtmektedir. Örnek veri merkezi içerisinde bulunan sunucuların toplam güç ihtiyacı 146.270 Watt olarak hesaplanmıştır. Buna göre bir yıllık elektrik tüketimi 1.274.580 kWh olarak hesaplanabilir.

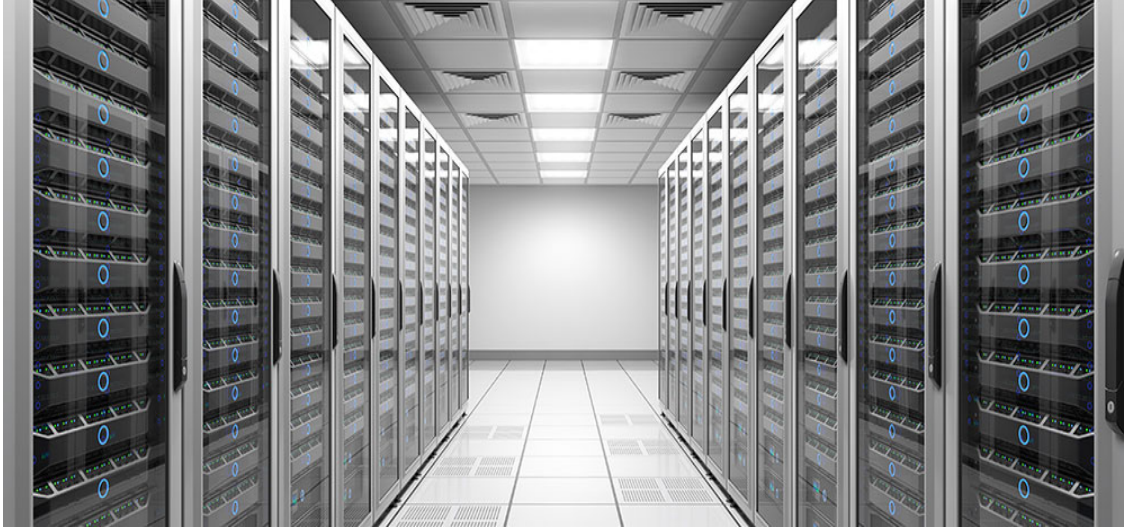
6.1.3. Veri Merkezi Sistem Odası

Fiziksel sunucular; kule (Tower) ve raf tipi montajlı (Rack Mount) olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Yüksek performans ve yedekli çözümler gerektiren sistemler genellikle raf tipi montajlı fiziksel sunucular üzerinde çalışmaktadır. Şekil 6.1' de (HP ProLiant DL380 G7 Server, 2013) HPE firmasının DL380 model rack mount sunucusu gösterilmiştir.



Şekil 6.1 HPE marka DL380 model raf tipi fiziksel sunucu

Raf tipi montajlı sunucular, bir kızak ile kabinet içerisine yerleştirilerek kullanılır ve böylece daha kolay bir yönetim ve kablo karmaşıklığı açısından düzgün bir görünüm sağlar. Şekil 6.2' de (Novec 1230 Industry Solutions, 2016) örnek bir veri merkezi içerisinde kabinetlere monte edilmiş fiziksel sunucular görülmektedir.



Şekil 6.2 Örnek bir veri merkezi ve kabinetlere yerleştirilmiş raf tipi sunucular

Raf tipi montajlı fiziksel sunucuların boyutları, raf birimi (RB : U) olarak tanımlanan ölçü birimi ile ölçülmektedir. 1 raf birimi (1U); 1,75 inç veya 4,445 cm olarak belirlenmiştir. Sunucu üreticileri tarafından donanım kapasitelerine göre farklı model sunucular üretilmekte ve modellere göre sunucu boyutları farklılıklar göstermektedir. En yaygın olan sunucular; 1U ,2U ve 4U yüksekliğinde üretilmektedir.

Örnek firma veri merkezinde bulunan 101 sunucu, toplamda 202U boyutundadır ve sunucular 42U yüksekliğindeki kabinetlere monte edilmiştir. Sunucular, veri depolama üniteleri ve ağ haberleşme cihazları ile birlikte kullanılan kabinet sayısı 10' dur. 60 cm genişliğinde ve 80 cm derinliğindeki 10 adet kabinet barındıran sistem odası için; kesintisiz güç kaynağı, soğutma sistemleri ve diğer ekipmanlarla birlikte toplam 42 m² lik bir alan tahsis edilmiştir. Sistem odası soğutma gereksinimleri için oda içerisinde 2.21 kW güç tüketimi ile çalışan 3 adet klima bulunmaktadır. Klimaların soğutma için harcadığı yıllık elektrik miktarı 57.823 kWh olarak hesaplanabilir.

6.2. Sunucu Sanalaştırma Uygulama Süreçleri

rnek uygulama içerisinde; geleneksel mimari üzerine kurulmuş olan örnek firma veri merkezi, VMware firmasının vSphere isimli sanallaştırma yazılımı kullanılarak sanallaştırılmış mimari üzerine taşınmaktadır. Uygulama, kapsam içerisinde amacın belirlenmesi, gerekli donanımsal ihtiyaçların sağlanması, sanallaştırma yazılımlarının kurulması, merkezi yönetim sunucularının yapılandırılması ve sistemde çalışır durumdaki fiziksel sunucuların sanallaştırılması gibi süreçler içermektedir.

6.2.1. Amaçlar

Uygulama kapsamı içerisinde, öncelikli olarak hedefler belirlenmiştir. Amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- i) Fiziksel sunucu sayısının azaltılması ile sunucu maliyetlerini azaltmak.
- ii) Sistem odası enerji ve soğutma maliyetlerini asgari seviyeye düşürmek.
- iii) Yeni bir sunucu ihtiyaı için bekleme süresi ve iş yükünü asgari düzeye düşürmek.
- iv) Fiziksel sunucu kaynaklarının verimliliğini arttırmak.
- v) Veri merkezi yönetimini kolaylaştırmak

6.2.2. Fiziksel Sunucu İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Mevcut durumda çalışan fiziksel sunucuların sahip oldukları kaynaklar ve kullanım oranları EK B içerisinde Tablo B1' de gösterilmiştir. Fiziksel sunucular üzerindeki işlem kapasitesi CPU sayısı ile çekirdek sayısının çarpımı ile ölçülebilir. Bu arpım, mantıksal CPU sayısı olarak tanımlanmaktadır.

rnek veri merkezinde 101 adet fiziksel sunucu bulunmaktadır ve her bir sunucu üzerindeki matıksal CPU sayıları hesaplanıp toplandığında sistem içerisinde toplam 1.616 mantıksal CPU bulunduğu görülmüştür. Donanımsal kaynak gereksinimleri hesaplanırken herhangi bir darboğaz oluşmaması amacıyla sistemin en yoğun kullanıldığı zamanlar baz alınmalıdır. Bölüm 6.1.1' de ifade edildiği gibi sistemin en yoğun kullanıldığı anlarda veri merkezi içerisindeki tavan CPU kullanım

ortalaması %16,42' dir. 1.616 mantıksal CPU' nun %16,42' si hesaplandığında ise yaklaşık 256 mantıksal CPU sistemin gerçek gereksinimi olarak düşünülebilir.

Sanallaştırma uygulmasının diğer önemli adımı, sistemin RAM gereksinimlerinin belirlenmesidir. Yapı içerisindeki tüm fiziksel sunucuların sahip oldukları toplam RAM miktarı 1.772 GB olarak hesaplanmıştır. Konu 6.1.1' de ifade edilen sistemin tavan RAM kullanım ortalaması %49,93' dür. 1.772 GB RAM' in %49,93' ü alındığında sistemin gerçek RAM ihtiyacı yaklaşık 873 GB olarak hesaplanabilir.

Örnek uygulama için yapılan ortalama hesaplar; sistemin donanımsal kaynak ihtiyacını 256 adet mantıksal CPU ve 873GB RAM olarak adreslemektedir. Fakat sistem içerisinde bulunan uygulama ve servislerin ortalamaların üzerinde kaynak ihtiyacı duyma ve firma bilgi işlem altyapısının büyüme ihtimali de göz önüne alınarak Tablo 6.1' deki fiziksel sunucuların alımı gerçekleştirilmiştir

Tablo 6.1 Uygulama için kullanılan sunucular

Sunucu Marka	CPU	RAM
HPE Proliant DL580 G9	4 x INTEL XEON E7-8890 v3 (18 Core)	512 GB
HPE Proliant DL580 G9	4 x INTEL XEON E7-8890 v3 (18 Core)	512 GB
HPE Proliant DL580 G9	4 x INTEL XEON E7-8890 v3 (18 Core)	512 GB
HPE Proliant DL580 G9	4 x INTEL XEON E7-8890 v3 (18 Core)	512 GB
HPE Proliant DL580 G9	4 x INTEL XEON E7-8890 v3 (18 Core)	512 GB

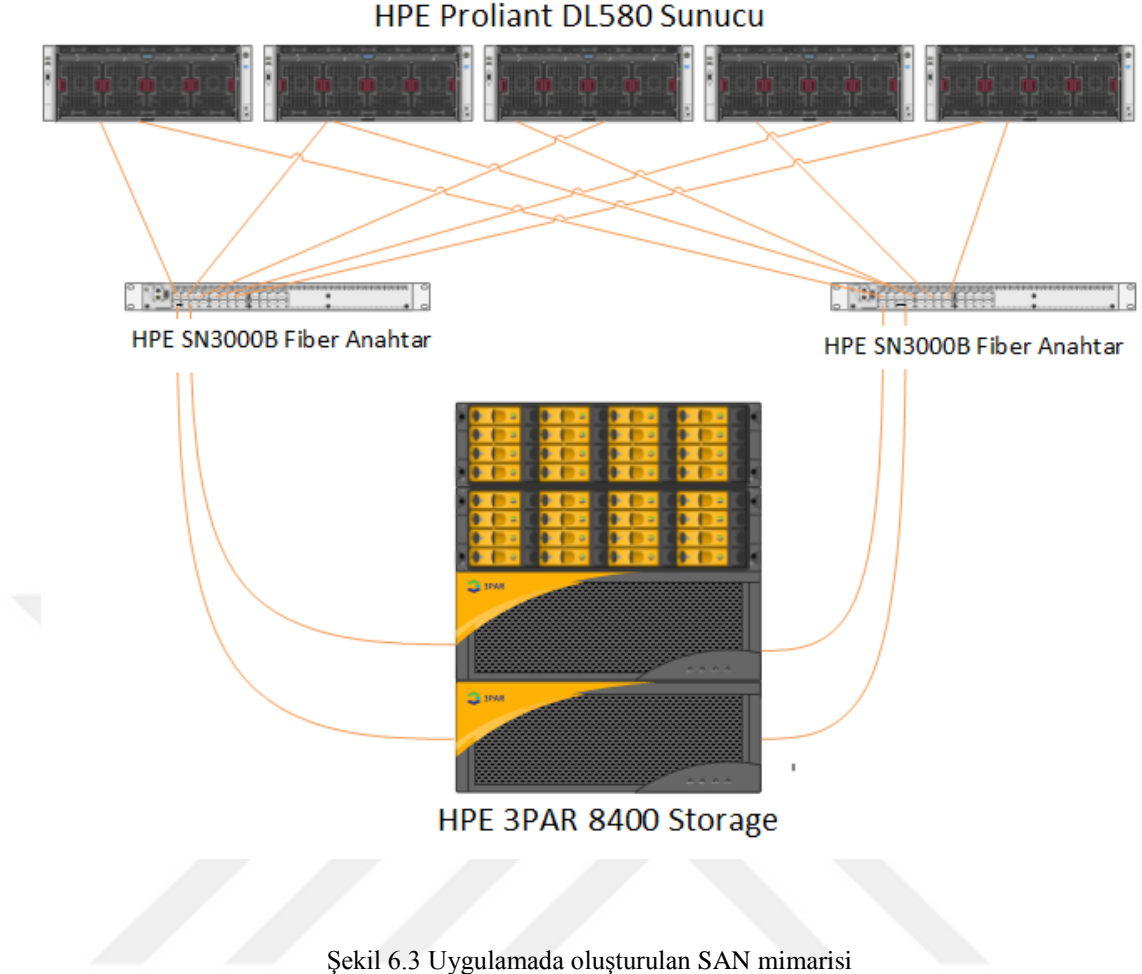
6.2.3. SAN Mimarisinin Oluşturulması

Sanallaştırma altyapısının kurulmasında bir diğer adım, veri depolama ünitelerinin temini ve SAN mimarisinin oluşturulmasıdır. Örnek uygulamada bulunan 5 adet fiziksel sunucu, üzerinde çalışacak olan sanal makinelerin verilerini veri depolama üniteleri üzerinde barındırmaktadır. Fiziksel sunucuların veri depolama alanı üzerindeki veri yazma alanlarına erişimi için Fiber Channel erişim protokolü seçilmiş ve bu altyapı için Tablo 6.2’ daki donanımlar temin edilmiştir.

Tablo 6.2 SAN mimarisi için seçilen storage, anahtar ve kabloların listesi

Donanım	Protokol
HPE 3PAR 8420 Storage	Fiber Channel
HP SN3000B SAN Switch	Fiber Channel
HP SN3000B SAN Switch	Fiber Channel
14 x LC/LC OM4 1f 2m Fiber Kablo	Fiber Channel

Kritik iş süreçlerini devam ettirebilmek ve yük dengelemesini sağlayabilmek, bilgi işlem altyapıları için en önemli konulardan biridir. Bu sebeple uygulama içerisinde her fiziksel sunucu için 2 adet Fiber kablo, 2 ayrı Fiber Anahtar üzerinden veri depolama ünitesine eriştirilmiştir. Herhangi bir sunucu donanımı, kablo veya anahtar arızasına karşı sistem sürekliliği koruma altına alınmıştır. Örnek veri merkezi uygulaması SAN mimarisi Şekil 6.3’ de gösterilmiştir.

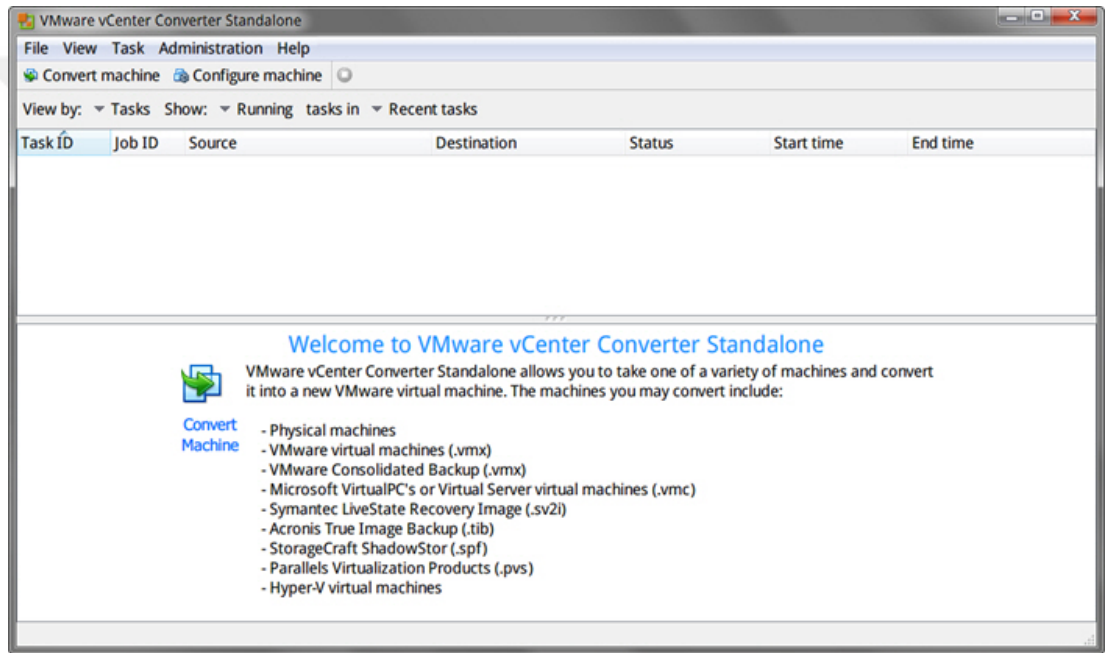


6.2.4. Kurulum ve Konfigürasyon İşlemleri

Mimarinin oluşturulması için öncelikli olarak donanımsal altyapının kurulması gerekmektedir. Fiziksel sunucular, Fiber anahtarlar ve storage gibi cihazlar temin sonrası veri merkezine yerleştirilmiş ve fiziksel kurulumları gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak fiziksel sunucular lokal alan ağı (LAA : LAN) erişimi için omurga anahtarlara bağlanmış ve son kullanıcıların sanal sunucular üzerindeki uygulamalara erişim için gerekli altyapı sağlanmıştır.

Vmware vSphere sanallaştırma ürün ailesi bir çok yazılımdan oluşmaktadır. Sanallaştırma altyapısının oluşturulabilmesi için öncelikli olarak sanallaştırma platformunun kurulması gerekmektedir. Vmware firmasının hypervisor yazılımı direkt olarak fiziksel sunucu üzerine kurulan ESXi işletim sistemi yazılımıdır. Örnek firma uygulama kapsamında Tablo 6.1' de bulunan tüm fiziksel sunucuların üzerine Vmware ESXi sanallaştırma platformu kurulmuştur. ESXi kurulumlarının ardından merkezi

yönetim sunucusu olan VMware vCenter Server kurulumu gerçekleştirilmiş ve sanal veri merkezi oluşturulmuştur. Sanal veri merkezi içerisinde bulunan 5 adet fiziksel sunucu bir küme içerisinde dahil edilmiş yedeklilik ve iş sürekliliği için altyapı gereksinimleri sağlanmıştır. Çalışan fiziksel sunucular VMware Vcenter Converter yazılımı kullanılarak herhangi bir hizmet kesintisi olmadan sanallaştırılarak sanal veri merkezi içerisine dahil edilmiştir. Şekil 6.4’ de VMware Vcenter Converter yazılımın ekran alıntısı görülmektedir.



Şekil 6.4 VMware vCenter Converter Standalone yazılımı arayüzü

6.3. Sanallaştırma Sonrası Veri Merkezi İncelenmesi

Fiziksel donanımların ve sanallaştırma yazılımının kurulumu ardından fiziksel makineler sanallaştırılmış ve yeni veri merkezi hayata geçirilmiştir. Sanallaştırma uygulaması öncesinde kullanılan 101 fiziksel makine, uygulama sonrası 5 adet fiziksel makine üzerinde sanal olarak çalıştırılmaktadır. Sanallaştırma platformu üzerine taşınan makinelere, sanallaştırma öncesi sahip oldukları miktarda CPU ve RAM kaynağı ataması yapılmış ve herhangi bir kısıtlamaya gidilmemiştir.

Sanallaştırılmış veri merkezinin verimliliğini incelemek adına belirli bir periyot içerisinde sistem kaynak kullanımları izlenmiştir. Sanallaştırma platformu üzerinde bulunan sistem performansı izleme araçları kullanılarak elde edilen verilere göre kaynak kullanımları ve sistem içerisinde kullanılan sunucular Tablo 6.3’ de listelenmiştir.

Tablo 6.3 Uygulamada kullanılan sunucuların kaynak kullanım oranları

Sunucu Adı	CPU Çekirdek x	RAM (MB)	Ortalama CPU Kullanımı (%)	Tavan CPU Kullanımı (%)	Ortalama RAM Kullanımı (%)	Tavan RAM Kullanımı (%)
Esxi1	4x 18	512	22	60	65	89
Esxi2	4x 18	512	28	68	45	91
Esxi3	4x 18	512	44	83	58	67
Esxi4	4x 18	512	17	45	39	72
Esxi5	4x 18	512	31	69	51	82

İnceleme sonucu ortalama CPU kullanımı % 28,4 iken, ortalama RAM kullanımı %51,6 olarak ölçülmüştür. Tavan kullanımlarda ise tavan CPU kullanımı ortalaması %65, tavan RAM kullanımı ortalaması ise %80,2 ‘dir. Tablo 6.4’ de geleneksel mimari ve sanal mimari yapılarındaki kaynak kullanım oranları karşılaştırılmıştır.

Tablo 6.4 Uygulama öncesi ve sonrası kaynak kullanım oranları karşılaştırması

Mimari	Ortalama CPU (%)	Tavan Ortalama CPU (%)	Ortalama Memory (%)	Tavan Ortalama Memory (%)
Geleneksel Mimari	8,93	16,42	29,11	49,93
Sanallaştırılmış Mimari	28,4	65	51,6	80,2

Karşılaştırma tablosu verilerine göre iş yükünün normal olduğu anlarda, sanallaştırılmış veri merkezi, geleneksel mimariye göre yaklaşık ortalama CPU kullanımında 3,1 kat; ortalama RAM kullanımında ise yaklaşık 1,7 kat daha verimlidir. İş yükünün yoğun olduğu anlarda yapılan tavan CPU ve RAM kullanımlarını incelediğimizde sanallaştırılmış yapının geleneksel mimariye göre CPU kullanımında yaklaşık 3,9 kat; RAM kullanımında ise 1.6 kat daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.

Sanallaştırılmış veri merkezinin, harcanan enerji açısından incelenmesi için fiziksel sunucular üzerindeki güç kaynağı enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Tablo 6.5’ de 5 yapı içerisindeki 5 adet fiziksel sunucunun marka, model, güç kaynağı sayıları ve güç miktarları gösterilmiştir.

Tablo 6.5 Uygulamada kullanılan sunucuların marka ve güç kaynağı bilgileri

Sunucu Adı	Sunucu Marka	PSU Adet x Güç (Watt)
ESXi 1	HPE Proliant DL580 G9	4 X 1500
ESXi 2	HPE Proliant DL580 G9	4 X 1500
ESXi 3	HPE Proliant DL580 G9	4 X 1500
ESXi 4	HPE Proliant DL580 G9	4 X 1500
ESXi 5	HPE Proliant DL580 G9	4 X 1500

Tablo verilerine göre her sunucu üzerinde 4 adet güç ünitesi bulunmaktadır. 5 adet fiziksel sunucu, her biri 1500W gücünde olmak üzere toplam 20 adet güç ünitesine sahiptir. Bu verilere göre 5 sunucunun sağlıklı ve yedekli bir şekilde çalışabilmesi için ihtiyaç duyulan güç miktarı 30.000W, yıllık elektrik tüketimi ise toplam 259.200 kWh olarak hesaplanabilir. Geleneksel mimari içerisinde yapılan incelemelerde bu rakam 1.274.580 kWh olarak bulunmuştur. Bu bilgilere göre harcanan elektrik enerjisi açısından sunucu sanallaştırılmalı veri merkezi içerisinde çalışan fiziksel sunucular geleneksel mimariye kıyasla 4,9 kat enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Sunucu sanallaştırmanın sağladığı faydalar arasında sistem odası için kullanılan alan ve soğutma maliyetleri de önemli bir yere sahiptir. 4U yüksekliğinde 5 adet fiziksel sunucu, 1U yüksekliğindeki 2 adet fiber anahtar ve 8U yüksekliğindeki veri depolama ünitesi; 42U yüksekliğindeki 1 kabinet içerisinde barındırılmaktadır. Bu sayede geleneksel sistemde gerekli olan 42 m² alan 4 m²'ye düşürülmüştür. Sistem odasını soğutmak için kullanılan klimalar değiştirilerek 1.3 kw güç tüketimi ile çalışan 2 adet klima kullanılmıştır. Geleneksel sistemde 57.823 kWh olan yıllık elektrik tüketimi sanallaştırma uygulaması sunucu 22.464 kWh'e düşürülmüştür.

7. SONUÇ

Bu çalışmada, sanallaştırma teknolojisinin tanımı, tipleri ve tarihçesi açıklanmıştır. Sanallaştırma teknolojisinin kullanımı ve faydaları üzerine çalışılmış, sanallaştırma teknolojisinin getirdiği özellikler incelenmiştir. Sanallaştırma teknolojisi ile birlikte, geleneksel sistemlere göre daha ucuz maliyetlerle daha fazla uygulama ve servisin çalıştırılabileceği konularına değinilmiştir.

Sunucu sanallaştırma başta olmak üzere; masaüstü sanallaştırma, ağ sanallaştırma ve storage sanallaştırma gibi yeni çeşitleri ile sanallaştırma teknolojisi sürekli gelişmekte ve değişmektedir. Bu konuda yapılan geliştirmelerin en güçlü temsilcileri Vmware ve Microsoft şirketleri, yazılım tanımlı veri merkezi konsepti ile donanımsal etkilerin asgariye indirildiği ve yönetimsel olarak daha kolay bir bilgi işlem dünyası oluşturmaya çalışmaktadırlar.

Bu araştırma sonucunda; sunucu sanallaştırma teknolojili veri merkezlerinin, geleneksel veri merkezlerine göre daha az maliyetli ve daha verimli olduğu istatistiksel veriler ile ispatlanmıştır. Sanallaştırılmış veri merkezi ile; sunucu sayısı, enerji tüketimi, sistem odası için harcanan alan ve soğutma giderleri miktarlarının düşürüldüğü görülmüştür. Sistem içerisinde bulunan kaynakların geleneksel mimarilere göre daha verimli kullanıldığı tablolar ile karşılaştırılmış ve açıklanmıştır. Uzun süre kesintisiz çalışması gereken iş uygulamaları ve servisler için, sanallaştırılmış altyapıların daha esnek ve daha güvenli bir çözüm olduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak kaynaklar tek bir havuz altında toplanarak veri merkezi yönetimi kolaylaştırılmış, son kullanıcıların yeni bir makine oluşturulması veya makine konfigürasyonlarının değiştirilmesi gibi istekleri daha hızlı ve daha az iş yükü ile cevaplandırılabilir hale getirilmiştir.

KAYNAKLAR

Agne A, Platzner M, Lübbers E (2011). *Memory Virtualization for Multithreaded Reconfigurable Hardware*. 21st International Conference on Field Programmable Logic and Applications.

Ahmadi MR and Maleki D (2010). *Performance Evaluation of Server Virtualization in Data Center Applications*. 5th International Symposium on Telecommunications.

Blog (2015). <http://inleo.pl/blog/zastosowanie-maszyn-wirtualnych-w-przedsiğbiorstwie-rys-historyczny-technologii-wirtualizacji/>.

Causes of data loss (2015). <http://alfa-img.com/show/causes-of-data-loss.html>.

Chen W, Lu H, Shen L, Wang Z, Xiao N, Chen D (2008). *A Novel Hardware Assisted Full Virtualization Technique*. The 9th International Conference for Young Computer Scientists.

Conger J (2009). *Hyper-V Snapshots in Windows Server 2008 R2*. <http://www.virtualizationadmin.com/blogs/conger/news/hyper-v-snapshots-in-windows-server-2008-r2-344.html>.

Denning PJ. (1996). *Before Memory Was Virtual*. George Mason University.

Frana PL. (2002). *An Interview with Laszlo A. Belady*. Charles Babbage Institute Center for the History of Information Processing University of Minnesota.

Get virtual now virtualization and green it (2015). <https://blogs.msdn.microsoft.com/microsoft-green/2008/09/08/get-virtual-now-virtualization-and-green-it/>

Graziano CD (2011). *A performance analysis of Xen and KVM hypervisors for hosting the Xen Worlds Project*. Digital Repository @ Iowa State University.

HP ProLiant DL380 G7 Server (2013). <http://h20564.www2.hp.com/hpsc/swd/public/readIndex?sp4ts.oid=4091432>.

Hypervisor (2015). <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>.

Is Hyper-v a True Type 1 Hypervisor? (2016). <http://image.slidesharecdn.com/humairxenhypervesxi-121224044808-phpapp02/95/xenserver-hyperv-and-esxi-architecture-api-and-coding-8-638.jpg?cb=1356373905>.

Lasky W (2016). *Implementing Resilient Remote Laboratories with Server Virtualization and Live Migration*. RemoteLaboratory.com, Sydney, Australia.

Lee YC, Tu TH, Hsueh CW (2012). *F-VT: A Friendly Virtualization Framework*. 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and 9th International Conference on Autonomic and Trusted Computing.

Liao H (2003). *Storage Area Network Architectures Technology White Paper*. PMC-Sierra, Sunyvale, California, USA.

Marshall N, Orchard G, Atwell J (2015). *Mastering VMware vSphere 6*. Sybex, Indianapolis, Indiana.

Meier S (2008). *IBM Systems Virtualization: Servers, Storage, and Software*. IBM Redbooks.

Novatech 1230 Industry Solutions (2016). <http://novecsystems.com/novec-1230-industry-solutions>.

Savill J (2014). *Mastering Hyper-v 2012 R2 with System Center and Windows Azure*. Sybex, Indianapolis, Indiana.

Singh A (2004). *An Introduction To Virtualization*. <http://www.kernelthread.com/publications/virtualization>.

Tai Y, Cai W, Liu Q, Zhang G, Wang W (2013). *Comparisons of memory virtualization solutions for architectures with software-managed TLBs*. IEEE Eighth International Conference on Networking, Architecture and Storage.

The Hypervisor Wars – Which Hypervisor rules the roost (2015). <http://vmturbo.com/about-virtualization/the-hypervisor-wars-which-hypervisor-rules-the-roost>.

VMware and x86 virtualization (2016). <http://forums.techarena.in/guides-tutorials/1104460.htm>.

Veri Merkezleri Enerji Harcamaları Dağılımı (2016). <http://image.slidesharecdn.com/mustafatanyersunum-131217113129-phpapp02/95/virtualization-sanallatrma-6-638.jpg?cb=1387280189>.

Yusuuf H and Vidalis S (2012). *On The Road To Virtualized Environment*. Third International Conference on Emerging Intelligent Data and Web Technologies.



EKLER

EK-A. Tablo A1

Tablo A1 Örnek firma fiziksel sunucuları, işletim sistemi ve uygulama envanteri

Sıra	Sunucu Adı	İşletim Sistemi	Çalışma Amacı	Üzerindeki Uygulama
1	LIN-mgmt1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
2	LIN-mgmt2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
3	LIN-bind2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	İsim Çözümleme Sunucusu
4	LIN-db1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
5	LIN-db2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
6	LIN-db3	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
7	LIN-bind2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	İsim Çözümleme Sunucusu
8	LIN-ftp1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Dosya Transfer Protokol Sunucusu
9	LIN-gpl1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Muhasebe Yazılımı Sunucusu
10	LIN-gpl2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Muhasebe Yazılımı Sunucusu
11	LIN-pidgin1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Anlık Mesjlaşma Sunucusu
12	LIN-pidgin2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Anlık Mesjlaşma Sunucusu
13	LIN-pidgin3	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Anlık Mesjlaşma Sunucusu
14	LIN-adempiere1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Müşteri İlişkileri Yönetimi Sunucusu
15	LIN-db-crm1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
16	LIN-adempiere2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Müşteri İlişkileri Yönetimi Sunucusu
17	LIN-Pdb-crm2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
18	LIN-orangeHRM	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	İnsan Kaynakları Yönetim Sunucusu

Tablo A1 (devam) Örnek firma fiziksel sunucuları, işletim sistemi ve uygulama envanteri

Sıra	Sunucu Adı	İşletim Sistemi	Çalışma Amacı	Üzerindeki Uygulama
19	LIN-dbase	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
20	LIN-dbase2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
21	LIN-Webapp1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Uygulama
22	LIN-WebApp2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Uygulama
23	LIN-WebApp3	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Uygulama
24	LIN-Backup1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yedekleme Sunucusu
25	LIN-Backup2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yedekleme Sunucusu
26	LIN-mgmt3	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
27	LIN-mgmt4	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
28	LIN-Apache1	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Uygulama
29	LIN-Apache2	Red Hat Enterprise Linux AS	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Uygulama
30	LIN-DevWeb1	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Yönetim Sunucusu
31	LIN-DevWeb2	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Yönetim Sunucusu
32	LIN-DevApp1	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Test Sunucusu
33	LIN-DevApp2	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Test Sunucusu
34	LIN-DevWeb3	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Web Sunucusu
35	LIN-DevWeb4	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Web Sunucusu
36	LIN-DevWeb5	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Web Sunucusu
37	LIN-DevAppDB1	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Veritabanı Sunucusu
38	LIN-DevAppDB2	Red Hat Enterprise Linux ES	Test	Uygulama Geliştirme Veritabanı Sunucusu
39	WIN-DBORCL1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
40	WIN-DBORCL2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
41	WIN-DBORCL3	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu
42	WIN-DBORCL4	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Veritabanı Sunucusu

Tablo A1 (devam) Örnek firma fiziksel sunucuları, işletim sistemi ve uygulama envanteri

Sıra	Sunucu Adı	İşletim Sistemi	Çalışma Amacı	Üzerindeki Uygulama
43	WIN-ORCLDEV1	Microsoft Windows Server 2008 R2	Test	Uygulama Geliştirme Veritabanı Sunucusu
44	WIN-ORCLDEV2	Microsoft Windows Server 2008 R2	Test	Uygulama Geliştirme Veritabanı Sunucusu
45	WIN-Exch1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Elektronik Posta Sunucusu
46	WIN-FS1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Dosya Sunucusu
47	WIN-IISprtl1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Portal
48	WIN-IISprtl2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Portal
49	WIN-IISpipeline	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Web Sunucusu-İş Takip
50	WIN-IISMrkt	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Pazarlama
51	WIN-mgmt1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
52	WIN-mgmt2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
53	WIN-mgmt3	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
54	WIN-FS2	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	Dosya Sunucusu
55	WIN-SAP1	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
56	WIN-SAP2	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
57	WIN-mgmt4	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
58	WIN-mgmt5	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
59	WIN-mgmt6	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	Yönetim Yazılımı Sunucusu
60	WIN-SAP3	Microsoft Windows Server 2008 R2	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
61	WIN-FS3	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Dosya Sunucusu
62	WIN-SAP3	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
63	WIN-FS4	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Dosya Sunucusu
64	WIN-SAP4	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	SAP Sunucusu

Tablo A1 (devam) Örnek firma fiziksel sunucuları, işletim sistemi ve uygulama envanteri

Sıra	Sunucu Adı	İşletim Sistemi	Çalışma Amacı	Üzerindeki Uygulama
65	WIN-Exch2	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Elektronik Posta Sunucusu
66	WIN-Exch3CAS	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Elektronik Posta Sunucusu
67	WIN-Exch4CAS	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Elektronik Posta Sunucusu
68	WIN-WebMRKT1	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Pazarlama
69	WIN-WebMRKT2	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Web Sunucusu-Pazarlama
70	WIN-FS5	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Dosya Sunucusu
71	WIN-DC1	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Dizin Hizmetleri Sunucusu
72	WIN-ADC-S1	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Dizin Hizmetleri Sunucusu
73	WIN-Exch5	Microsoft Windows Server 2008	Aktif Sistem	Elektronik Posta Sunucusu
74	WIN-WSPrint	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Print ve FAX sunucusu
75	WIN-ADC-S21	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Dizin Hizmetleri Sunucusu
76	WIN-ADC-S22	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Dizin Hizmetleri Sunucusu
77	WIN-Kasper1	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Antivirüs Sunucusu
78	WIN-Kasper2	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Antivirüs Sunucusu
79	WIN-Kasper3	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Antivirüs Sunucusu
80	WIN-ISzeka1	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	İş Zekası Sunucusu
81	WIN-ISzeka2	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	İş Zekası Sunucusu
82	WIN-MDM1	Microsoft Windows Server 2012	Aktif Sistem	Mobil Cihaz Yönetim Sunucusu
83	WIN-MDM2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Mobil Cihaz Yönetim Sunucusu
84	WIN-NTBckp1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yedekleme Sunucusu
85	WIN-NTBckp2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yedekleme Sunucusu
86	WIN-SAPM2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
87	WIN-SAPM2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	SAP Sunucusu
88	WIN-DHCP1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	IP Adresi Dağıtım Sunucusu

Tablo A1 (devam) Örnek firma fiziksel sunucuları, işletim sistemi ve uygulama envanteri

Sıra	Sunucu Adı	İşletim Sistemi	Çalışma Amacı	Üzerindeki Uygulama
89	WIN-DHCP2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	IP Adresi Dağıtım Sunucusu
90	WIN-wsus1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Güncelleme Yönetim Sunucusu
91	WIN-wsus2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Güncelleme Yönetim Sunucusu
92	WIN-WDS1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	İşletim Sistemi Dağıtım Sunucusu
93	WIN-PrintS1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Yazdırma Sunucusu
94	WIN-WDS2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	İşletim Sistemi Dağıtım Sunucusu
95	WIN-TFTP	Microsoft Windows Server 2012 R2	Aktif Sistem	Dosya Transfer Protokol Sunucusu
96	WIN-DEV-uyg1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Yönetim Sunucusu
97	WIN-DEV2-uyg2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Yönetim Sunucusu
98	WIN-DEV3-uyg3	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Yönetim Sunucusu
99	WIN-devtestyaz1	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Sunucusu
100	WIN-devtestyaz2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Sunucusu
101	WIN-devtestyaz2	Microsoft Windows Server 2012 R2	Test	Uygulama Geliştirme Sunucusu

EK-B. Tablo B1

Tablo B1 Örnek firmanın fiziksel sunucularına ait kaynak kullanım oranları

Sıra	Sunucu Adı	CPU x Çekirdek Sayısı	RAM (MB)	Ortalama CPU Kullanımı (%)	Tavan CPU Kullanımı (%)	Ortalama RAM Kullanımı (%)	Tavan RAM Kullanımı (%)
1	LIN-mgmt1	1x4	16384	0,25	0,88	20	26
2	LIN-mgmt2	1x4	8192	0,53	1,14	22	28
3	LIN-bind2	1x6	16384	1,9	5,26	29	40
4	LIN-db1	2x10	8192	19,58	1	24	30
5	LIN-db2	2x10	32768	20,64	24,01	23	49
6	LIN-db3	2x10	32768	22,13	6,98	32	38
7	LIN-bind2	1x6	16384	0,26	0,67	23	29
8	LIN-ftp1	1x4	8192	0,55	1,77	14	40
9	LIN-gpl1	2x10	16384	1,74	4,02	35	51
10	LIN-gpl2	1x8	8192	0,56	1,38	24	90
11	LIN-pidgin1	2x8	16384	0,48	1,25	27	33
12	LIN-pidgin2	2x8	8192	0,48	1,66	28	64
13	LIN-pidgin3	2x6	16384	0,16	0,3	20	36
14	LIN-adempiere1	2x8	32768	33,98	37,38	56	65
15	LIN-db-crm1	2x12	16384	0,48	1,8	37	45
16	LIN-adempiere2	2x10	12288	0,46	1,77	22	71
17	LIN-Pdb-crm2	2x8	16384	1,08	5,39	32	42
18	LIN-orangeHRM	1x8	8192	30,2	34,5	23	59
19	LIN-dbase1	4x6	16384	15,17	0,76	25	34
20	LIN-dbase2	4x6	16384	14,45	0,59	9	30
21	LIN-Webapp1	2x6	8192	6,8	2,22	21	32
22	LIN-WebApp2	2x6	16384	9,4	0,52	26	32
23	LIN-WebApp3	2x6	8192	2,19	4,89	23	55
24	LIN-Backup1	2x8	12288	3,27	0,83	25	61

Tablo B1 (devam) Örnek firmanın fiziksel sunucularına ait kaynak kullanım oranları

Sıra	Sunucu Adı	CPU x Çekirdek Sayısı	RAM (MB)	Ortalama CPU Kullanımı (%)	Tavan CPU Kullanımı (%)	Ortalama RAM Kullanımı (%)	Tavan RAM Kullanımı (%)
25	LIN-Backup2	2x8	16384	2,62	1,11	31	37
26	LIN-mgmt3	1x6	8192	2,86	4,38	30	77
27	LIN-mgmt4	1x6	16384	1,1	2,57	28	39
28	LIN-Apache1	2x10	8192	1,76	4,14	29	55
29	LIN-Apache2	2x10	32768	0,63	1,56	24	30
30	LIN-DevWeb1	1x6	32768	0,4	0,74	9	9
31	LIN-DevWeb2	1x6	8192	0,52	1,4	35	36
32	LIN-DevApp1	1x6	16384	0,46	2,1	31	42
33	LIN-DevApp2	1x8	16384	3,67	6,9	29	55
34	LIN-DevWeb3	1x6	8192	1,68	3,6	33	79
35	LIN-DevWeb4	1x6	24576	0,31	1,06	32	38
36	LIN-DevWeb5	1x4	32768	0,83	2,53	28	44
37	LIN-DevAppDB1	2x8	12288	0,3	0,63	21	66
38	LIN-DevAppDB2	2x8	8192	0,32	0,95	22	48
39	WIN-DBORCL1	4x8	8192	12,2	0,59	21	22
40	WIN-DBORCL2	4x8	32768	11,4	1,05	32	43
41	WIN-DBORCL3	4x8	32768	10,2	3,4	34	68
42	WIN-DBORCL4	4x8	16384	9,4	8,29	30	91
43	WIN-ORCL-DEV1	2x6	12288	0,49	1,86	44	95
44	WIN-ORCL-DEV2	2x6	12288	1,03	2,67	33	72
45	WIN-Exch1	2x8	16384	0,28	1,77	32	68
46	WIN-FS1	2x6	12288	3,07	5,35	24	50
47	WIN-IISprtl1	2x10	12288	1,77	2,61	20	42
48	WIN-IISprtl2	2x10	16384	0,32	1,94	32	38
49	WIN-IISpipeline	2x10	16384	1,81	3,66	25	78
50	WIN-IISMrkt	2x10	8192	5,59	7,95	31	42

Tablo B1 (devam) Örnek firmanın fiziksel sunucularına ait kaynak kullanım oranları

Sıra	Sunucu Adı	CPU x Çekirdek Sayısı	RAM (MB)	Ortalama CPU Kullanımı (%)	Tavan CPU Kullanımı (%)	Ortalama RAM Kullanımı (%)	Tavan RAM Kullanımı (%)
51	WIN-mgmt1	2x4	16384	0,08	0,16	42	68
52	WIN-mgmt2	2x4	16384	0,28	0,83	32	65
53	WIN-mgmt3	2x4	32768	0,46	1,26	17	18
54	WIN-FS2	2x4	32768	0,67	1,49	16	17
55	WIN-SAP1	2x10	16384	0,86	1,77	36	41
56	WIN-SAP2	2x10	16384	0,98	2,84	40	60
57	WIN-mgmt4	1x6	12288	0,38	1,47	51	78
58	WIN-mgmt5	1x6	12288	4,02	15,5	36	87
59	WIN-mgmt6	1x6	16384	0,38	1,71	36	80
60	WIN-SAP3	2x8	16384	0,79	1,89	29	45
61	WIN-FS3	2x4	8192	1,35	2,57	32	63
62	WIN-SAP4	2x8	16384	0,75	3,01	19	54
63	WIN-FS4	2x4	16384	0,59	2,52	13	14
64	WIN-SAP5	2x10	32768	1	1,46	36	82
65	WIN-Exch2	2x10	16384	4	15,95	27	56
66	WIN-Exch3CAS	2x8	16384	0,86	1,58	34	35
67	WIN-Exch4CAS	2x8	24576	1,71	10,18	26	37
68	WIN-WebMRKT1	1x6	24576	0,63	3,6	16	37
69	WIN-WebMRKT2	1x6	32768	1,48	10,14	35	36
70	WIN-FS5	1x8	32768	0,54	6,37	11	45
71	WIN-DC1	2x6	16384	1	2,47	22	47
72	WIN-ADC-S1	1x4	16384	1,51	1,9	23	47
73	WIN-Exch5	2x10	16384	0,97	2,64	23	49
74	WIN-WSPrint	1x6	8192	0,78	1,91	26	47
75	WIN-ADC-S21	1x8	16384	0,54	3,07	51	76
76	WIN-ADC-S22	1x8	16384	0,57	3,43	25	56

Tablo B1 (devam) Örnek firmanın fiziksel sunucularına ait kaynak kullanım oranları

Sıra	Sunucu Adı	CPU x Çekirdek Sayısı	RAM (MB)	Ortalama CPU Kullanımı (%)	Tavan CPU Kullanımı (%)	Ortalama RAM Kullanımı (%)	Tavan RAM Kullanımı (%)
77	WIN-Kasper1	2x10	8192	11,49	12,68	35	36
78	WIN-Kasper2	2x8	12288	1,1	3,97	30	41
79	WIN-Kasper3	2x10	12288	0,63	2,05	15	44
80	WIN-ISzeka1	1x4	16384	1,91	3,72	35	36
81	WIN-ISzeka2	1x4	16384	0,72	1,03	31	53
82	WIN-MDM1	2x4	16384	31,5	49,77	29	60
83	WIN-MDM2	2x4	8192	1,15	3,72	44	45
84	WIN-NTBckp1	1x8	16384	2,35	3,86	32	48
85	WIN-NTBckp2	1x10	16384	0,37	1,68	32	38
86	WIN-SAPM2	2x6	24576	0,3	0,67	34	35
87	WIN-SAPM2	2x6	32768	2,19	8,12	52	78
88	WIN-DHCP1	1x8	32768	1,48	3,1	17	18
89	WIN-DHCP2	1x8	16384	4,1	9,95	40	81
90	WIN-wsus1	1x10	16384	0,26	0,66	10	11
91	WIN-wsus2	1x8	12288	0,54	1,31	34	80
92	WIN-WDS1	2x4	12288	0,63	1,59	36	37
93	WIN-PrintS1	1x4	16384	3,42	4,88	53	79
94	WIN-WDS2	2x6	8192	2,18	3,26	44	90
95	WIN-TFTP	1x8	32768	0,18	0,35	24	45
96	WIN-DEV-uyg1	1x4	32768	1,02	2,16	34	35
97	WIN-DEV2-uyg2	1x6	32768	1,35	2,42	33	59
98	WIN-DEV3-uyg3	1x4	32768	1,34	2,63	29	60
99	WIN-DEVtestyaz1	1x8	16384	0,69	0,94	33	39
100	WIN-DEVtestyaz2	1x6	32768	0,21	0,42	41	61
101	WIN-DEVtestyaz3	1x6	32768	0,24	0,46	48	67

EK-C. Tablo C1

Tablo C1 Örnek firmaya ait fiziksel sunucuların marka, model ve güç kaynağı bilgileri

Sıra	Sunucu Adı	Sunucu Marka	Güç Kaynağı Adet x Güç (Watt)
1	LIN-mgmt1	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
2	LIN-mgmt2	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
3	LIN-bind2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
4	LIN-db1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
5	LIN-db2	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
6	LIN-db3	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
7	LIN-bind2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
8	LIN-ftp1	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
9	LIN-gpl1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
10	LIN-gpl2	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
11	LIN-pidgin1	Dell PowerEdge R710	2 x 870
12	LIN-pidgin2	Dell PowerEdge R710	2 x 870
13	LIN-pidgin3	Lenovo System x3650 M3	2 x 750
14	LIN-adempiere1	Dell PowerEdge R710	2 x 870
15	LIN-db-crm1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
16	LIN-adempiere2	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
17	LIN-Pdb-crm2	Dell PowerEdge R710	2 x 870
18	LIN-orangeHRM	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
19	LIN-dbase	HPE ProLiant DL580 Generation 7	4 x 1200
20	LIN-dbase2	HPE ProLiant DL580 Generation 7	4 x 1200
21	LIN-Webapp1	Lenovo System x3250 M3	2 x 460
22	LIN-WebApp2	Lenovo System x3250 M3	2 x 460

Tablo C1 (devam) Örnek firmaya ait fiziksel sunucuların marka, model ve güç kaynağı bilgileri

Sıra	Sunucu Adı	Sunucu Marka	Güç Kaynağı Adet x Güç (Watt)
23	LIN-WebApp3	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
24	LIN-Backup1	HPE ProLiant DL380 Generation 7	2 x 800
25	LIN-Backup2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	2 x 800
26	LIN-mgmt3	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
27	LIN-mgmt4	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
28	LIN-Apache1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
29	LIN-Apache2	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
30	LIN-DevWeb1	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
31	LIN-DevWeb2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
32	LIN-DevApp1	Dell PowerEdge R510	1 x 570
33	LIN-DevApp2	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
34	LIN-DevWeb3	Dell PowerEdge R510	1 x 570
35	LIN-DevWeb4	Dell PowerEdge R510	1 x 570
36	LIN-DevWeb5	Lenovo System x3250 M3	1 x 300
37	LIN-DevAppDB1	HP ProLiant DL360 Generation 6	2 x 900
38	LIN-DevAppDB2	HP ProLiant DL360 Generation 6	2 x 900
39	WIN-DBORCL1	Dell PowerEdge R910	4 x 1400
40	WIN-DBORCL2	Dell PowerEdge R910	4 x 1400
41	WIN-DBORCL3	Dell PowerEdge R910	4 x 1400
42	WIN-DBORCL4	Dell PowerEdge R910	4 x 1400
43	WIN-ORCL-DEV1	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
44	WIN-ORCL-DEV2	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
45	WIN-Exch1	HP ProLiant DL360 Generation 6	2 x 900
46	WIN-FS1	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750

Tablo C1 (devam) Örnek firmaya ait fiziksel sunucuların marka, model ve güç kaynağı bilgileri

Sıra	Sunucu Adı	Sunucu Marka	Güç Kaynağı Adet x Güç (Watt)
47	WIN-IISprtl1	Lenovo System x3650 M4	2 x 900
48	WIN-IISprtl2	Lenovo System x3650 M4	2 x 900
49	WIN-IISpipeline	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
50	WIN-IISMrkt	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
51	WIN-mgmt1	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
52	WIN-mgmt2	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
53	WIN-mgmt3	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
54	WIN-FS2	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
55	WIN-SAP1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
56	WIN-SAP2	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
57	WIN-mgmt4	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
58	WIN-mgmt5	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
59	WIN-mgmt6	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
60	WIN-SAP3	HPE ProLiant DL380 Generation 7	2 x 800
61	WIN-FS3	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
62	WIN-SAP4	HPE ProLiant DL380 Generation 7	2 x 800
63	WIN-FS4	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
64	WIN-SAP5	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
65	WIN-Exch2	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
66	WIN-Exch3CAS	Dell PowerEdge R710	2 x 870
67	WIN-Exch4CAS	Dell PowerEdge R710	2 x 870
68	WIN-WebMRKT1	Dell PowerEdge R510	1 x 570
69	WIN-WebMRKT2	Dell PowerEdge R510	1 x 570
70	WIN-FS5	Lenovo System x3650 M4	1 x 550

Tablo C1 (devam) Örnek firmaya ait fiziksel sunucuların marka, model ve güç kaynağı bilgileri

Sıra	Sunucu Adı	Sunucu Marka	Güç Kaynağı Adet x Güç (Watt)
71	WIN-DC1	Lenovo System x3650 M3	2 x 750
72	WIN-ADC-S1	Lenovo System x3250 M3	1 x 300
73	WIN-Exch5	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
74	WIN-WSPrint	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
75	WIN-ADC-S21	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
76	WIN-ADC-S22	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
77	WIN-Kasper1	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
78	WIN-Kasper2	Dell PowerEdge R710	2 x 870
79	WIN-Kasper3	Dell PowerEdge R710	2 x 1100
80	WIN-ISzeka1	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
81	WIN-ISzeka2	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
82	WIN-MDM1	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
83	WIN-MDM2	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
84	WIN-NTBckp1	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
85	WIN-NTBckp2	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
86	WIN-SAPM2	Lenovo System x3650 M3	2 x 750
87	WIN-SAPM2	Lenovo System x3650 M3	2 x 750
88	WIN-DHCP1	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
89	WIN-DHCP2	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
90	WIN-wsus1	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
91	WIN-wsus2	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
92	WIN-WDS1	HP ProLiant DL180 Generation 5	2 x 750
93	WIN-PrintS1	HP ProLiant DL360 Generation 6	1 x 460
94	WIN-WDS2	Lenovo System x3250 M3	2 x 460

Tablo C1 (devam) Örnek firmaya ait fiziksel sunucuların marka, model ve güç kaynağı bilgileri

Sıra	Sunucu Adı	Sunucu Marka	Güç Kaynağı Adet x Güç (Watt)
95	WIN-TFTP	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
96	WIN-DEV-uyg1	Lenovo System x3250 M3	1 x 300
97	WIN-DEV2-uyg2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
98	WIN-DEV3-uyg3	Lenovo System x3250 M3	1 x 300
99	WIN-DEVtestyaz1	Lenovo System x3650 M4	1 x 550
100	WIN-DEVtestyaz2	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500
101	WIN-DEVtestyaz3	HPE ProLiant DL380 Generation 7	1 x 500

ÖZGEÇMİŞ

Ersin BÜYÜKYILMAZ, 17 Kasım 1988 tarihinde İstanbul Beyoğlu ilçesinde doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini İstanbul Fatih Ali Suavi İlköğretim Okulu'nda tamamlamıştır. 2006 yılında İstanbul Fatih Davutpaşa Lisesi'nde lise öğrenimini tamamlayan Ersin BÜYÜKYILMAZ, 2012 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun olmuştur.

Üniversite mezuniyetinin ardından Bilgeadam Bilişim Grubu şirketi, veri merkezi ve sanallaştırma biriminde 3 yıl sistem danışmanı olarak görev almış; bu süreçte Microsoft, VMware, Kaspersky gibi firmaların yazılımları ve IBM, Dell, HP gibi firmaların sunucu ve storage çözümleri üzerine çalışmıştır. Microsoft ve VMware alanında dünya üzerinde az sayıda bulunan “sertifikalı eğitmen” yetkinlikleri ile eğitimler vermiş ve kurumsal firmalara bilgi işlem altyapıları üzerine danışmanlıklar yapmıştır. 2013 yılında Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır ve halen bu eğitime devam etmektedir.

2015 Eylül ayında Bilgeadam Bilişim Grubu'ndaki görevinden ayrılan Ersin BÜYÜKYILMAZ, Proline Bilişim firmasında sistem çözümleri uzmanı olarak göreve başlamış ve 7 ay süre boyunca bu görevini devam ettirmiştir. Arından 2016 Mart ayında Arena Bilgisayar firmasında çalışmaya başlamış ve Value Business gurubunda HPE Satış Mühendisliği görevini üstlenmiştir. Şuan hala bu firmada çalışmaya devam etmektedir.